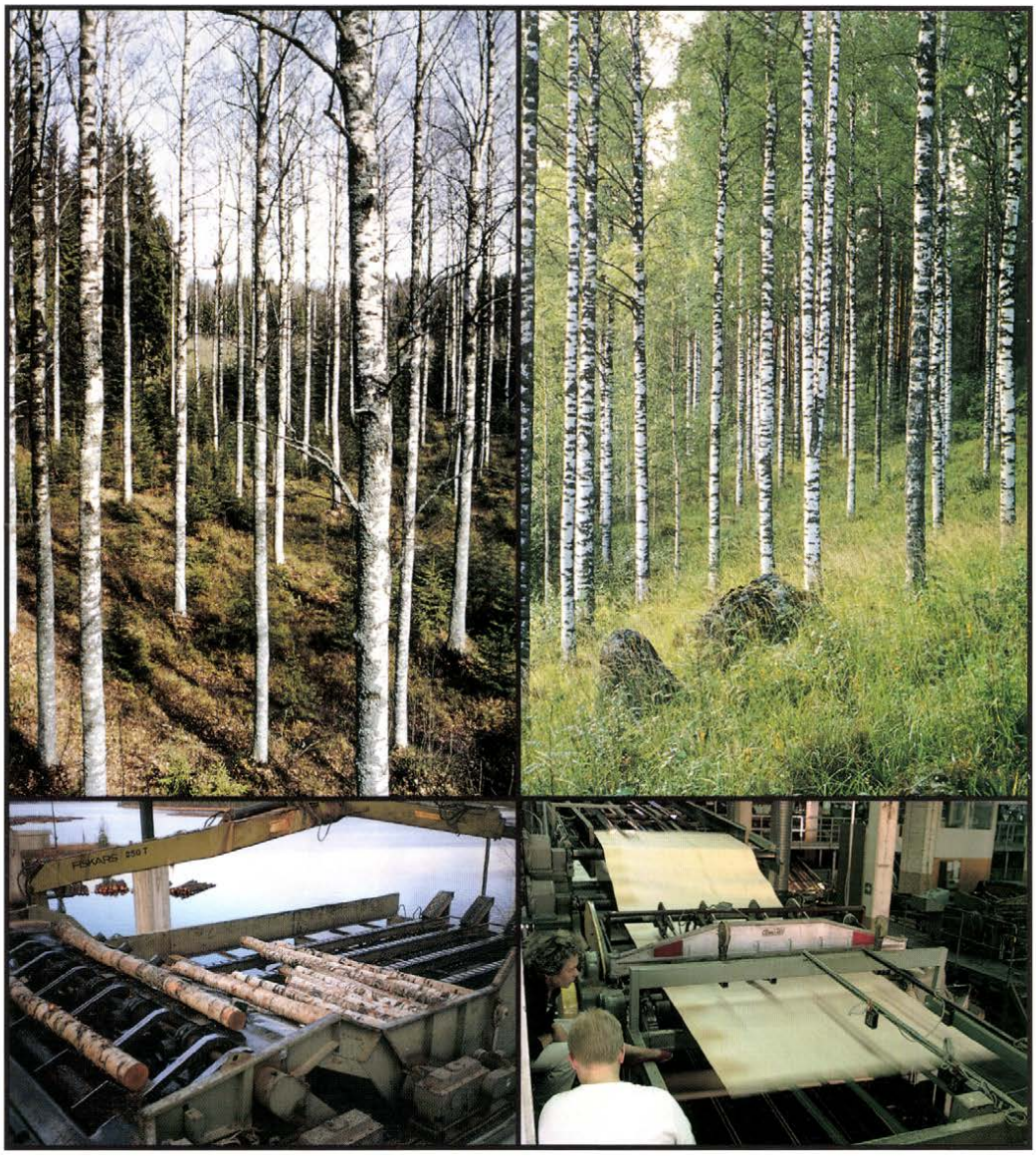
METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 632, 1997

Hieskoivun laatu vaneripuuna

Erkki Verkasalo



JOENSUUN TUTKIMUSASEMA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

METLA

HIESKOIVUN LAATU VANERIPUUNA

Erkki Verkasalo

Esitetään Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan luvalla tarkastettavaksi Metsätalon luentosalissa II, Unioninkatu 40 B, perjantaina 25. huhtikuuta 1997 klo 12.00.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 632
JOENSUUN TUTKIMUSASEMA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

Verkasalo, E. 1997. Hieskoivun laatu vaneripuuna. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 632. 483 s. + liitteet 59 s. ISBN 951-40-1555-X, ISSN 0358-4283.

Tutkimuksessa tarkastellaan luontaisesti syntyneen hieskoivun tärkeimpiä ulkoiseen laatuun liittyviä ominaisuuksia ikä- ja kehitysluokittain vaneripuuna käyttöä ajatellen viljavuudeltaan eritasoisilla ojitetuilla turvemailla ja keskiviljavilla kivennäismailla, sekä sellaisenaan että erityisesti rauduskoivuun vertaillen. Hieskoivun erityiskysymyksenä tutkitaan siemen- ja vesasyntyisten puiden eroja ja lisäksi vertaillaan hies- ja rauduskoivuja läpimittaluokittain.

Kirjallisuusosassa käsitellään hieskoivun yleisiä metsätaloudellisia mahdollisuuksia, hies- ja rauduskoivuvaroja ja niiden käyttöä Suomessa ja ulkomailla sekä raaka-aineen keskeisiä laatutekijöitä ja hieskoivun laadullisia ominaispiirteitä vaneriteollisuudessa. Lisäksi arvioidaan tarvitaanko ja millä edellytyksillä hieskoivusta vaneripuuta.

Empiirisessä osassa tutkitaan runkotasolla: 1) runkojen ja niiden tukkiosan kokoa, 2) oksa-, muoto-, pinta-, laho- ja värivikojen yleisyyttä ja vakavuutta, erityisesti rungon tyvitukkiosassa mutta myös koko käyttöosassa, 3) vaneripuuosan pituutta, tilavuutta ja osuutta rungon tilavuudesta, 4) eri vikojen aiheuttamia vähennyksiä vaneripuun vähimmäismittojen puolesta mahdollisessa määrässä ja vikojen tärkeysjärjestystä, 5) runkojen jakaumia tyvitukkiosan oksikkuuden ja runkomuodon perusteella sekä koon ja tyvitukkiosan oksikkuuden, runkomuodon ja pinta-, laho- ja värivikojen perusteella arvioiduissa käyttöarvoluokissa, 6) vaneripuurungoista saatavien sorvipölkkyjen jakaumia läpimitan, oksikkuuden, suoruuden, väri- ja lahovikojen esiintymisen sekä näiden tekijöiden yhteisvaikutuksena muodostuvan laatuluokan perusteella. Lisäksi tutkitaan koealatasolla: 7) runkojen lukumääriä hehtaarilla em. käyttöarvoluokissa, lähtökohtana säännöllinen metsänhoito, 8) hakkuukertymiä ja niiden puutavaralajijakaumia hehtaarilla, lähtökohtana koivuvaneritukin ja -kuitupuun nykyiset vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset, 9) kantoraha-arvoja ja niiden puutavaralajijakaumia hehtaarilla, lähtökohtana 1990-luvun kantohintataso.

Empiirinen aineisto käsittää hies- ja rauduskoivuvaltaisten metsiköiden 184 tilapäistä ympyräkoealaa á 0,02 ha Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalta, jossa hieskoivun metsätaloudellinen merkitys on suurin. Koealoilta tutkittiin pystykoepuumittauksin ja arvioinnein 2306 hieskoivua ja 340 rauduskoivua ja kaatokoepuumittauksin 691 hieskoivua ja 130 rauduskoivua. Aineistoa käsiteltiin sekä koko laajuudessaan että vakioiden kunkin koealan koivujen lukumäärä tasolle 600 kpl/ha yhtäältä rinnankorkeusläpimitan ja toisaalta tyvitukkiosan ulkoisen laadun perusteella. Tulosten tärkein vertailukohta on Heiskasen (1957) laaja tutkimus vanerikoivun päätuotantoalueilla Etelä- ja Itä-Suomessa.

Tulosten perusteella arvioidaan, puun laadullisista ominaisuuksista johtaen, hieskoivun vaneripuuksi kasvatuksen mahdollisuuksia ja edellytyksiä eri kasvupaikoilla, päätehakkuuvaiheessa odotettavissa olevia erilaatuisten vaneri- ja kuitupuun mittaisten koivujen runkolukuja ja eri puutavaralajien hakkuukertymiä ja kantoraha-arvoja sekä vesasyntyisten hieskoivujen erityispiirteitä. Lisäksi arvioidaan vaneriteollisuuden kannalta hieskoivun käyttömahdollisuuksia erilaisiin viilu- ja vanerituotteisiin, erityisesti tyydyttämään oksattoman ja vähäoksaisen pintaviilun tarvetta, sekä eräitä järeän koivun oksikkuuden ja lahoisuuden arvioinnissa huomioon otettavia seikkoja. Lopuksi tuodaan esille järeän koivun laadun keskeisimpiä tutkimustarpeita lähivuosina.

Avainsanat: *Betula pubescens*, hieskoivu, vanerikoivu, sorvipölkyt, viilu, vaneri, ulkoinen laatu, viat, oksikkuus, runkomuoto, laho, hakkuukertymä, hakkuutulot, lehtipuiden kasvattaminen, vesasyntyisyys.

Kirjoittajan yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema, PL 68, 80101 Joensuu, puhelin (013) 251 4000, fax (013) 251 4111.

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema, hanke 3192-4. Hyväksynyt tutkimusjohtaja Matti Kärkkäinen 4.4.1997.

Tilaukset: Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema, PL 68, 80101 Joensuu, puhelin (013) 251 4000, fax (013) 251 4111.

Sisällys

Lyhenteet 6
Alkusanat 9
1 Johdanto 9
1.1 Hieskoivun metsätaloudelliset mahdollisuudet 9
1.2 Katsaus hies- ja rauduskoivuvaroihin ja niiden käyttöön 11
1.2.1 Suomi 11
1.2.1.1 Hieskoivuvarat 11
1.2.1.2 Hieskoivun käyttö 19
1.2.2 Ulkomaat 22
1.3 Katsaus tutkimuksiin hieskoivusta vaneripuuna ja vanerin raaka-aineena 25
1.3.1 Vaneripuun laatutekijät 25
1.3.2 Hieskoivun ominaispiirteet 35
1.4 Tutkimuksen tausta, hypoteesit ja tavoitteet 39
1.4.1 Tarvitaanko hieskoivusta vaneripuuta? 39
1.4.2 Tutkimuksen organisatorinen tausta 41
1.4.3 Tutkimuksen päähypoteesit 41
1.4.4 Tutkimuksen tavoitteet 42
2 Aineisto ja menetelmät 44
2.1 Koeala-aineisto 44
2.1.1 Otanta 44
2.1.2 Aineiston määrä ja laatu 46
2.2 Koepuuaineisto sekä mittaus- ja analyysimenetelmät 52
2.2.1 Pystykoepuut ja niiden mittaus 52
2.2.2 Kaatokoepuut ja niiden mittaus 65
2.2.3 Tulosten laskenta ja analyysi 68
3 Tulokset 75
3.1 Runkotaso 75
3.1.1 Runkojen koko 75
3.1.1.1 Rinnankorkeusläpimitta 75
3.1.1.1.1 Hieskoivu 75
3.1.1.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun 83
3.1.1.2 Tilavuus 88
3.1.1.2.1 Hieskoivu 88
3.1.1.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun 92
3.1.2 Runkojen oksikkuus 100
3.1.2.1 Oksikkuusvyöhykkeiden pituus ja pituusosuus 100
3.1.2.1.1 Hieskoivu 100
3.1.2.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun 118
3.1.2.2 Oksien lukumäärä 138
3.1.2.2.1 Hieskoivu 138
3.1.2.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun 149
3.1.2.3 Oksien koko 159
3.1.2.3.1 Hieskoivu 159
3.1.2.3.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun 168
3.1.2.4 Vesaoksien esiintyminen 177
3.1.2.4.1 Hieskoivu 177
3.1.2.4.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun 178
3.1.2.5 Pystyoksien esiintyminen 179
3.1.2.5.1 Hieskoivu 179
3.1.2.5.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun 182

3.1.3 Runkojen muoto ... 184
3.1.3.1 Tyvitukin lenkous ... 184
3.1.3.1.1 Hieskoivu ... 184
3.1.3.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 188
3.1.3.2 Kapeneminen ... 193
3.1.3.2.1 Hieskoivu ... 193
3.1.3.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 195
3.1.3.3 Epäpyöreys ... 197
3.1.3.3.1 Hieskoivu ... 197
3.1.3.3.1 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 199
3.1.4 Runkojen pinta-, laho- ja väriviat ... 203
3.1.4.1 Määritystarkkuus pystykoepuumittauksissa ... 203
3.1.4.1.1 Pintaviat ... 203
3.1.4.1.2 Lahoviat ... 203
3.1.4.2 Pintavikojen esiintyminen ... 205
3.1.4.2.1 Hieskoivu ... 205
3.1.4.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 211
3.1.4.3 Lahovikojen esiintyminen ... 217
3.1.4.3.2 Hieskoivu ... 217
3.1.4.3.3 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 230
3.1.4.4 Ruskotäpläkärpäsen aiheuttamien värivikojen esiintyminen ... 244
3.1.4.4.1 Hieskoivu ... 244
3.1.4.4.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 247
3.1.5 Runkojen puutavaralajirakenne ... 248
3.1.5.1 Tukkiosan kokonaispituus ... 248
3.1.5.1.1 Hieskoivu ... 248
3.1.5.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 255
3.1.5.2 Tukkiosan tilavuus ... 261
3.1.5.2.1 Hieskoivu ... 261
3.1.5.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 266
3.1.5.3 Tukkiosan osuus rungon tilavuudesta ... 270
3.1.5.3.1 Hieskoivu ... 270
3.1.5.3.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 275
3.1.5.4 Tukkiosan tyveykset ja latvavähennykset sekä hylkytukkirungot ... 280
3.1.5.4.1 Hieskoivu ... 280
3.1.5.4.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 284
3.1.6 Runkojen laatujakauma ... 287
3.1.6.1 Tyvitukin oksikkuuslaatu ... 287
3.1.6.1.1 Hieskoivu ... 287
3.1.6.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 293
3.1.6.2 Runkomuotolaatu ... 300
3.1.6.2.1 Hieskoivu ... 300
3.1.6.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 306
3.1.6.3 Käyttöarvolaatu ... 310
3.1.6.3.1 Hieskoivu ... 310
3.1.6.3.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun ... 318
3.1.7 Hies- ja rauduskoivun sorvipölkkyjen laatujakauma ... 324
3.1.7.1 Keskusläpimitta ... 324
3.1.7.2 Oksikkuus ... 327
3.1.7.3 Muoto ... 334
3.1.7.4 Väri- ja lahovikaisuus ... 338
3.1.7.5 Laatuluokat ... 345

3.2 Koealataso 351
3.2.1 Runkojen laatujakauma 351
3.2.1.1 Tyvitukin oksikkuuslaatu 351
3.2.1.1.1 Hieskoivu 351
3.2.1.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun 355
3.2.1.2 Runkomuotolaatu 359
3.2.1.2.1 Hieskoivu 359
3.2.1.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun 363
3.2.1.3 Käyttöarvolaatu 366
3.2.1.3.1 Hieskoivu 366
3.2.1.3.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun 376
3.2.2 Puutavaralajikertymä 382
3.2.2.1 Hieskoivu 382
3.2.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun 387
3.2.3 Kantoraha-arvo 391
3.2.3.1 Hieskoivu 391
3.2.3.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun 395
4 Tulosten tarkastelu 399
4.1 Tulosten luotettavuus ja yleistettävyys 399
4.1.1 Koeala-aineiston koko 399
4.1.2 Koeala-aineiston laatu ja laadullinen edustavuus 400
4.1.3 Koepuuaineiston koko ja laatu 406
4.1.4 Mittausten ja arviointien luotettavuus ja toistettavuus 408
4.1.5 Laskenta- ja analyysimenetelmien luotettavuus 411
4.2 Runkotason tulokset ja niiden vertailu muihin tutkimuksiin 415
4.2.1 Hieskoivu yleensä 415
4.2.2 Syntytavan vaikutukset hieskoivulla 417
4.2.3 Hies- ja rauduskoivun vertailu 420
4.2.3.1 Järeys 420
4.2.3.2 Oksikkuus 424
4.2.3.3 Runkomuoto 430
4.2.3.4 Pinta-, väri- ja lahoviat 433
4.2.3.5 Runko- ja puutavaralajit 436
4.2.3.6 Sorvipölkyt 440
4.3 Koealatason tulokset ja niiden vertailu muihin tutkimuksiin 442
4.3.1 Hieskoivu yleensä 442
4.3.2 Hies- ja rauduskoivun vertailu 444
5 Johtopäätökset 447
5.1 Tulosten soveltaminen metsänkasvatukseen 447
5.2 Tulosten soveltaminen puunhankintaan ja -käyttöön 450
5.3 Tutkimustarpeet 453
6 Yhdistelmä 455
Lähdeluettelo 473
Liitteet

Lyhenteet

Aineisto:

A	Koealojen kaikki elävät, vähintään kuitupuun kokoiset pystykoepuut, kuorellinen rinnankorkeusläpimitta vähintään 8,5 cm.
B	Kuten A-aineisto, mutta kultakin koealalta 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua. Kaikki koivut ovat mukana koealoilta, joilla oli vähemmän kuin 12 koivua.
C	Kuten A-aineisto, mutta kultakin koealalta tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan eli runkolajiltaan 12 parasta ja, laadun ollessa samalla tasolla, rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua. Kaikki koivut ovat mukana koealoilta, joilla oli vähemmän kuin 12 koivua.

Kasvupaikkaluokka:

Rh	Ruohoinen turvemaa
M-Ss	Mustikkainen-suursarainen turvemaa
V-Ps	Puolukkainen-piensarainen turvemaa
MT	Tuore kangas
VT	Kuivahko kangas

Puuston kehitysluokka:

2	Harvennusmetsikkö
3	Varttunut kasvatusmetsikkö
4	Uudistuskypsä metsikkö

Puun syntytapa:

Siemen	Siemensyntyinen
Vesa	Vesasyntyinen

Dimensioita kuvaavat muuttujat:

$d_{1,3}$	Puun kuorellinen läpimitta 1,3 metrin korkeudella ylimmästä kaatoa haittaavasta juurenniskasta.
$d_{6,0}$	Puun kuorellinen läpimitta 6,0 metrin korkeudella ylimmästä kaatoa haittaavasta juurenniskasta.
d_{min}	Pienin kuorellinen läpimitta ao. mittauskorkeudella.
d_{max}	Suurin kuorellinen läpimitta ao. mittauskorkeudella.
V	Kuorellinen tilavuus

Alkusanat

Tämä tutkimus kuuluu osana Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston puuntutkimussuunnalla (nykyisin osa Vantaan tutkimuskeskusta) jo vuonna 1985 aloitettuun monivaiheiseen tutkimushankkeeseen Turvemaiden puuston laatu ja teknilliset ominaisuudet. Tutkimus on käynyt läpi kestoaikanaan kaikki Metsäntutkimuslaitoksen viime vuosien organisaatiomuutokset. Viimeiset vaiheet työstä on tehty Joensuun tutkimusasemalla.

Alunperin pelkästään turvemaiden hieskoivua koskemaan kaavailtu tutkimus laajennettiin suunnitteluvaiheessa myös kivennäismaille. Tutkimukset käsittävät toisiaan täydentäviä selvityksiä hieskoivun ulkoisesta laadusta, tukkien ja sorvipölkkyjen ominaisuuksista, tukkien varastovikaantumisesta, sorviviilun saannosta, laadusta ja arvosta sekä puuaineen tiheydestä. Tässä työssä käsitellään kahteen ensinmainittuun aihepiiriin liittyviä kysymyksiä.

Tutkimusaiheen olen saanut silloiselta esimieheltäni professori Olli Uusvaaralta. Hänen, professori Pentti Hakkilan ja tutkimuksen teon aikana poismenneen tohtori Ari Fermin antama tuki on ollut ratkaisevan tärkeää työn suunnittelun ja toteutuksen eri vaiheissa. Suunnitelmaa ovat kommentoineet myös professori Veijo Heiskanen ja tutkija Aili Tuimala.

Empiirisen aineiston etsinnässä ovat avustaneet em. henkilöiden lisäksi metsätalousinsinööri Jorma Issakainen Metsäntutkimuslaitoksesta sekä lukuisat käytännön metsäammattilaiset Metsähallituksesta, Osuuskunta Metsäliitosta ja silloiselta Oy Wilh. Schauman Ab:n metsäosastolta. Aineiston keruusta ovat vastanneet metsätalousteknikoiden Juha Metros, Jukka Lehtimäki ja Esa Heino johtamat kenttäryhmät. Aineiston tallennuksessa ja muokkauksessa on kenttäryhmien johtajien ohella avustanut Maija Heino. Valtakunnan metsien inventoinnin koeala-aineistoa on luovuttanut tutkija Arto Ahola. Tulosten tietokonelaskennassa on avustanut ja neuvonut suunnittelija Hannu Aaltio. Venäjänkielisiä lähteitä on kääntänyt tutkija Pentti Sairanen. Grafiikassa on avustanut toimistosihteeri Seija Sulonen. Julkaisun taitosta on vastannut toimistosihteeri Päivi Mäkkeli.

Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan kutsumina esitarkastajina apulaisprofessori Hannu Koponen Teknillisestä korkeakoulusta ja tutkimusjohtaja Matti Kärkkäinen Metsäntutkimuslaitoksesta sekä työn ohjaajana professori Esko Mikkonen Helsingin yliopistosta. Arvokkaita parannusehdotuksia käsikirjoitukseen ovat tehneet professorit Pentti Hakkila ja Olli Uusvaara lukuihin 1 ja 2 ja johtajat Ilkka Lappalainen ja Olavi Mikkola Schauman Wood Oy:stä lukuihin 5 ja 6. Työn valmistumista ovat tukeneet lisäksi erityisesti professori Rihko Haarlaa Helsingin yliopistosta ja nykyinen esimieheni, va. tutkimusaseman johtaja Leena Finér Metsäntutkimuslaitoksesta.

Työn on rahoittanut Metsäntutkimuslaitos. Empiirisen aineiston keruuta on rahoitettu PERA-projektin varoilla ja julkaisun painatusta Puumiesten Ammattikasvatussäätiö ry.:n apurahalla.

Lausun parhaat kiitokseni saamastani tuesta edellä mainituille henkilöille ja organisaatioille.

Lopuksi - suurimmat kiitokseni rakkaalle vaimolleni Päiville ja pikkutyttärelleni Johannalle kaikesta kannustuksesta ja ymmärtämyksestä työn valmistumisen ratkaisevimmissa vaiheissa.

Joensuu, huhtikuu 1997
Erkki Verkasalo

1 Johdanto

1.1 Hieskoivun metsätaloudelliset mahdollisuudet

Hieskoivu (*Betula pubescens* Ehrh.) on ollut pääpuulajeistamme vähiten arvostettu hyötypuuna. Metsänkasvatusohjeissa hieskoivuvaltaisia metsiä on pidetty vajaatuottoisina, jotka tulisi pikimmiten uudistaa männylle, kuuselle tai rauduskoivulle. Hieskoivun kasvatuksen ja varsinkaan kasvatusmenetelmien kehittämiseen ei ole kiinnitetty paljoa huomiota. Hoitamattomuus sinänsä on jo edistänyt hieskoivikoiden kehittymistä vajaatuottoisiksi.

Suhtautuminen hieskoivun hyödyntämiseen on muuttunut jonkin verran 1980-luvulta lähtien, koska paino- ja kirjoituspapereiden valmistustekniikan kehittyminen on tehnyt mahdolliseksi koivukuitupuun käytön huomattavan laajentamisen. Vaneriteollisuuden pääraaka-aineen, rauduskoivun (*B. pendula* Roth.) niukkuus on puolestaan johtanut pyrkimyksiin saada myös hieskoivusta merkittäviä määriä vanerin raaka-ainetta. Epäilykset hieskoivun mahdollisuuksista metsätaloudessa ovat kuitenkin edelleen vahvat.

Hieskoivun heikko maine juontaa juurensa Ilvessalon (1949) ja Sarvaksen (1949, 1951) metsänhoidollis-taksatorisiin kirjoituksiin ja ennen kaikkea Koiviston (1958a,b, 1959) kasvu- ja tuotostutkimuksiin. Niiden mukaan hies ei pysty kivennäismailla kilpailemaan tuotoksen määrässä eikä laadussa rauduksen kanssa: luontaisesti syntyneen hieskoivikon tuotos on kivennäismailla koko kiertoaikana yleensä vain 75 % vastaavan rauduskoivikon tuotoksesta. Vanhojen viljelysmaiden ja lehtomaisten kankaiden 30-vuotiaissa istutusmetsiköissä hieskoivun tuotos on ollut vain 50-70 % rauduskoivun tuotoksesta (Raulo 1977, Oikarinen 1980). Toisaalta myös rauduksen puuntuottokyky alenee nopeasti kasvupaikan viljavuuden heikentyessä karuhkon tuoreen kankaan tasolle; kuivahkolla kankaalla rauduksen kasvatus lienee mielekästä vain sekapuuna, mahdollisesti biodiversiteetin lisäämiseksi (Koivisto 1958a,b, 1959, Raulo 1981, Oikarinen 1983, Parviainen ja Seppänen 1994).

Rauduskoivu ei sinänsä ole oikea vertailukohta arvioitaessa hieskoivun metsätaloudellista merkitystä, koska koivulajeille soveliaimmat kasvupaikat ovat täysin erilaiset. Rauduskoivu on hyvin vettä läpäisevien, tuoreiden ja näitä viljavampien kivennäismaiden puulaji, joka ei viihdy juuri lainkaan hieskoivun omimmilla kasvupaikoilla, viljavilla turvemailla ja tiivispohjaisilla hiesu- ja savimailla (Sarvas 1949, Lehtiniemi ja Sarasto 1973, vrt. Mannerkoski 1972, Kaunisto 1973, 1981). Hieskoivulle sopivia paikkoja ovat edellä mainittujen lisäksi maankohoamisen seurauksena paljastuneet, erittäin happamat entiset merenpohjat, turvetuotannosta vapautuneet suonpohjat sekä kosteat painanteet ja notkelmat (Simola 1989, Saramäki 1994). Rauduskoivun sijasta hieskoivun tuotosta tulee vertailla viljavilla kasvupaikoilla lähinnä kuusen ja karuhkoilla kasvupaikoilla männyn tuotokseen.

Hieskoivulle on luonteenomaista, että se kasvaa paremmin sekä karuhkoilla (Ferm 1983, 1988, Niemistö 1991) että viljavilla turvemailla (Saramäki 1977) kuin vastaavaa ravinteisuustasoa olevilla kivennäismailla. Lisäksi hieskoivu tuottanee rauduskoivun lailla enemmän ja vähäoksaisempaa puuta havupuuvaltaisen metsikön sekapuuna kuin puhtaana metsikkönä, joskin hieskoivusekoitus rauduskoivusta poiketen alentaa metsikön kiertoajan kokonaistuotosta puhtaaseen havumetsikköön verrattuna (Mielikäinen 1980, 1985, 1989, Agestam 1985, Hägg 1988, Hämäläinen ym. 1995). Molempien koivulajien vaikutukset ovat sekapuuna edullisempia kuusikoissa (Jonsson 1961, Braastad 1966, 1968, Fries 1964, 1974,

Cuprov 1976, Walfridsson 1976, Mezibovskij ym. 1977, Frivold 1982, Mielikäinen 1985, 1989, Sekametsässä kasvaa ... 1988) kuin männiköissä (Lappi-Seppälä 1930, Seppälä 1970, Mielikäinen 1980, Andersson 1982, Ferm 1983, 1988, Lehtikangas 1988, Sekametsässä kasvaa ... 1988, Hägg 1990a,b).

Suhteellisen vaatimattomien kasvupaikkavaatimusten lisäksi hieskoivulla on eräitä muitakin metsänhoidollisia etuja. Hieskoivun kasvu on kiertoajan 30-40 ensimmäisen vuoden ajan nopeaa, joten kuitu- ja energiapuun tuotanto on tehokasta (Keltikangas ja Seppälä 1977, Saramäki 1977, Niemistö 1991). Lisäksi luontainen uudistaminen hieskoivulle siemenistä tai vesoista on lähes varmaa, nopeaa ja kustannuksiltaan edullista (Etholén 1974, Simola 1989, Ferm 1990, Erkkilä 1991). Fermin (1983) kokeissa hieskoivun taimista selvisi turvemailla suurempi osa tiettyyn pituusvaiheeseen kuin rauduskoivun taimista. Valtaosa hieskoivun pienistä taimista on yleensä vesasyntyisiä. Fermin (1983) mukaan vesasyntyisten koivikoiden biomassatuotos olisi 15-20 vuoden iästä lähtien pienempi kuin siemensyntyisten.

Vesasyntyisyyteen liittyy taimettuminen ryhminä, joten hieskoivu ei läheskään aina pysty taimettamaan uudistusalaa täydellisesti (esim. Hynönen ja Saksa 1991). Täten hieskoivu olisi pikemminkin hyvä lisä aukkoisiksi jääneiden havupuutaimikoiden täydentäjänä kuin puhtaiden metsiköiden muodostaja. Pioneeripuuluonteen mukaisesti hieskoivu turvaa hyvin alikasvoksen kehittymistä, joten kasvatus kuusen ylispuustona kaksijaksoisissa taimikossa lienee myös perusteltua (Seppälä ja Keltikangas 1978, Niemistö 1992).

Hieskoivun jalostus- ja viljelykokeet esim. peltomailla ovat vielä alkuvaiheessa, joten kannanotot hieskoivun viljelymahdollisuuksista ovat tässä vaiheessa ennenaikaisia. Hieskoivun ilmeisen hyviä jalostusmahdollisuuksia on hyödynnetty vain vähän (Lepistö 1970, Hies on hyvä ... 1986, Viherä-Aarnio 1989a,b). Toisaalta luontaisen uudistamisen vaihtoehto on useimmiten olemassa niissä kohteissa, joissa hieskoivun viljely voisi tulla kysymykseen.

Saramäen (1977) laskelmien mukaan hieskoivikon kasvatus on edullisempaa kuin keinollinen uudistaminen männylle, jos taimikon pituus on vähintään 5 m, jos koivutaimikko on ruoho- ja mustikkaturvekankailla yli 15-vuotiasta tai puolukkaturvekankaallla ja tuoreella kankaalla yli 20-vuotiasta tai jos koivutaimikossa on yli 500 kehityskelpoista havupuuta hehtaarilla. Keltikankaan ja Seppälän (1977) johtopäätökset olivat samansuuntaisia. Nykyisten puutavaralajien hintasuhteiden ja havupuiden uudistamisvaikeuksien perusteella hieskoivulle asetettavat kasvuvaatimukset ovat sille sopivilla kasvupaikoilla todennäköisesti esitettyjä alhaisemmat.

Hieskoivulla on kuitenkin runsaasti huonoja puolia. Kiertoajan alkupuolen jälkeen kasvu heikkenee olennaisesti, joten järeän puun osuus kiertoajan tuotoksesta jää alhaiseksi (Koivisto 1958a,b, Saramäki 1977, Niemistö 1991). Hieskoivun biologinen rappeutuminen ja lahovikojen ja muiden sisävikojen yleistyminen alkaa jo 60-70 vuoden iällä, kun rauduskoivu saavuttaa tämän vaiheen vasta 110-120 vuotiaana (Heiskanen 1957, Yli-Vakkuri 1961). Tämän vuoksi hieskoivikon päätehakkuu olisi tehtävä järeää puuta kasvatettaessa viimeistään 70-80 vuoden iässä, kahden harvennuksen jälkeen (Niemistö 1992). Mikäli järeän puun kasvatukseen ei katsota olevan mahdollisuuksia, riittää yksi harvennus ja päätehakkuu 50-60 vuoden iässä.

Koivikoissa on aina osa puista lahoisia (Kahiluoto ja Talvenheimo 1947, Heiskanen 1957). Silti erityisesti hieskoivua pidetään lahoherkkänä puulajina. Tärkeimpänä lahon alkusyynä on usein pidetty vesasyntyisyyttä. Fermin (1990) mukaan tämä ei kuitenkaan ole varsinainen syy, vaan kysymys on ensisijassa vesaryhmien pienten, heikkokuntoisten, vallittujen puiden lahoherkkyydestä, joiden kautta laho leviää valtavesoihin.

Järeän puun kasvatusmahdollisuuksia kaventaa myös hieskoivun huonohko kasvureaktio harvennuksen jälkeen, mikä tosin voi johtua myös hieskoivulle tyypillisistä kasvupaikoista (Moilanen 1985, Niemistö 1991). Kostealla kasvupaikalla hieskoivikon voimakas harventaminen saattaa jopa johtaa kasvun taantumiseen vesitalouden heikentymisen vuoksi. Huonohkon kasvureaktion toinen puoli on latvuksen rauduskoivuun verrattuna hyvä varjonsietokyky, minkä vuoksi kasvu säilyy harvennusten viivästyessäkin suhteellisen korkealla tasolla (Niemistö 1992). Myöskään lannoittamalla ei hieskoivun järeytymistä ole pystytty oleellisesti lisäämään (Oikarinen ja Pyykkönen 1981, Moilanen 1985). Sama on havaittu myös rauduskoivulla (Viro 1974, Rosvall 1980). Tosin Raulo (1981) on arvellut elinvoimaisten, päätehakkuuta lähentelevien koivikoiden typpilannoituksen olevan kannattavaa, mahdollisesti puukohtaisesti, mutta tästä ei ole laajoihin aineistoihin perustuvia tutkimustuloksia. Kun hieskoivuista on suuri osa laatuharvennuksenkin jälkeen mutkaisia, lenkoja ja haaraisia, vaneritukin laatuvaatimukset täyttävän järeän puun kasvatuksen mahdollisuudet ovat yleensä selvästi huonommat kuin rauduskoivulla (Heiskanen 1957).

1.2 Katsaus hies- ja rauduskoivuvaroihin ja niiden käyttöön

1.2.1 Suomi

1.2.1.1 Hieskoivuvarat

Seitsemäs valtakunnan metsien inventointi (jäljempänä lyhyesti VMI) raportoi metsävaratiedot 1980-luvun alussa (Kuusela ja Salminen 1980, 1983, Kuusela ym. 1986). Tulokset osoittavat, että Suomessa on huomattavasti hieskoivuvaltaisia metsiä huolimatta tietoisista pyrkimyksistä vähentää niitä:

	Hieskoivuvaltaisia metsiä metsämaalla	
	Pinta-ala, milj. ha	Osuus pinta-alasta, %
Etelä-Suomi	0,563	4,9
Pohjois-Suomi	0,617	7,2
Yhteensä	1,180	5,9

Hiesvaltaisia metsiä on myös selvästi enemmän kuin raudusvaltaisia metsiä, Etelä-Suomessa lähes kolminkertainen ja Pohjois-Suomessa kolmekymmenkertainen pinta-ala. Hiesvaltaisten metsien pinta-ala on suurin Pohjois-Suomessa sekä Keski-Pohjanmaalla, Pohjois-Savossa, Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa ja pienin Ahvenanmaalla ja Suomenlahden rannikolla (taulukko 1). Hies on metsikön pääpuulajina yleisimmillään Pohjanmaalla, missä helposti hieskoivuttuvia ojitusalueita on runsaasti. Harvinaisin se on Etelä-Karjalassa, Suomenlahden rannikolla ja Ahvenanmaalla. Nämä ovat myös ainoat alueet, missä hieskoivu on metsikön pääpuulajina rauduskoivua harvinaisempi.

Taulukko 1. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten metsien pinta-alat ja pinta-alaosuudet eri metsäkeskusten alueilla valtakunnan metsien 7. inventoinnissa (Kuusela ja Salminen 1980, 1983, Kuusela ym. 1986).

Metsäkeskus	Pinta-ala metsämaalla 1000 ha		Osuus metsämaan pinta-alasta, %	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus
Ahvenanmaa	1,9	2,0	3,0	3,2
Helsinki (ruots.)	6,6	11,5	1,9	3,3
Lounais-Suomi	12,1	6,8	2,5	1,4
Uusimaa-Häme	14,3	8,9	2,9	1,8
Pirkka-Häme	28,4	11,8	3,6	1,5
Itä-Häme	26,8	22,1	4,6	3,8
Etelä-Savo	41,9	25,8	5,2	3,2
Etelä-Karjala	13,8	16,4	2,2	2,6
Itä-Savo	21,7	21,2	4,2	4,1
Pohjois-Karjala	58,9	23,8	4,2	1,7
Pohjois-Savo	70,9	24,1	5,3	1,8
Keski-Suomi	64,8	16,5	5,1	1,3
Satakunta	32,6	8,7	4,9	1,3
Etelä-Pohjanmaa	47,6	4,7	5,1	0,5
Pohjanmaa (ruots.)	47,2	6,0	10,3	1,3
Keski-Pohjanmaa	77,2	2,2	10,5	0,3
Pohjois-Pohjanmaa	184,4	1,6	11,5	0,1
Kainuu	91,2	1,7	5,5	0,1
Koillis-Suomi	98,3	Δ	5,7	Δ
Lappi	243,8	3,6	6,8	0,1
Pohjanmaa	356,4	14,5	9,6	0,4
Etelä-Suomi	563,0	206,8	4,9	1,8
Pohjois-Suomi	617,0	20,1	7,2	0,1
Koko Suomi	1180,0	226,9	5,9	1,1

Hieskoivun metsätaloudellinen merkitys on kuitenkin paljon suurempi kuin em. pinta-alaosuuksista voisi päätellä, sillä huomattava osa hieskoivusta kasvaa sekapuuna muiden puulajien vallitsemissa metsissä. Hieskoivun yleistymistä sekapuuna ovat metsäojitusten lisäksi suosineet avohakkuut ja maanmuokkaus (Heikurainen 1959, Yli-Vakkuri 1961, Appelroth ym. 1971).

Koko maan hieskoivusta kasvaa noin 45 % lehtipuuvaltaisissa metsissä ja 55 % sekapuustona mänty- ja kuusivaltaisissa metsissä (Niemistö 1991), joten hieskoivun osuus puuston tilavuudesta on kaksinkertainen metsäpinta-alaosuuteen verrattuna (taulukko 2). Hieskoivua on Etelä-Suomessa kaksinkertainen ja Pohjois-Suomessa kymmenkertainen tilavuus rauduskoivuun verrattuna. Koivulajien välinen ero on tässä suhteessa pienempi kuin mitä voisi päätellä eroista osuuksissa metsiköiden vallitsevana puulajina. Hiesvaltaiset metsät ovat kuitenkin vähäpuustoisempia kuin raudusvaltaiset, ja suuri osa rauduksestakin kasvaa sekapuuna havupuuvaltaisissa metsissä. Koivulajien välinen ero kokonaistilavuudessa saattaisi olla ilmoitettua pienempi, elleivät varsinkin yksityismetsissä vielä 1960-luvulla harjoitetut vaneripuun poimintahakkuut olisi edistäneet hieskoivun yleistymistä rauduskoivun kustannuksella (Yli-Vakkuri 1961). Myös hirvituhot ovat saattaneet kohdistua enemmän rauduskoivuun kuin hieskoivuun (Raulo 1981). Hieksen osuus koivupuustosta on todellakin kasvanut koko maassa 1950-luvun alkuvuosien ja 1970- ja 1980-luvun vaihteen välisenä aikana (Ilvessalo 1956, Kuusela ja Salminen 1983):

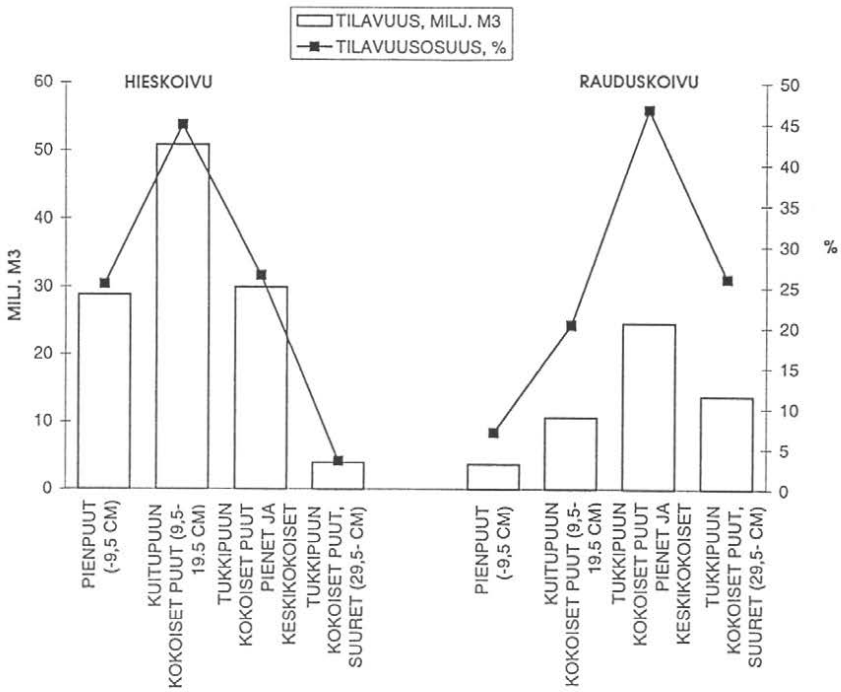
Osa-alue	1951-53 (5. VMI)	1977-84 (7. VMI)
	Hieskoivun osuus koivun kokonaistilavuudesta, %	
Etelä-Suomi	53	68
Pohjois-Suomi	80	91
Yhteensä	62	75

Hieskoivun tilavuus on suurin Pohjois-Suomessa sekä Pohjois-Savossa, Pohjois-Karjalassa ja Keski-Suomessa ja pienin eteläisimmässä ja kaakkoisessa Suomessa (taulukko 2). Hieksen osuus puuston tilavuudesta on selvästi suurin Pohjanmaalla ja Pohjois-Suomessa ja selvästi pienin etelä- ja lounaisrannikolla. Hieskoivua on rauduskoivua enemmän kaikkialla muualla paitsi etelä- ja lounaisrannikolla.

Kohmo (1984) on julkaissut tietoja Etelä-Suomen lehtipuuston puulajeittaisesta läpimittaluokka- ja puutavaralajijakaumasta, jotka perustuvat 7. VMI:n tuloksiin. Kuvassa 1 on yhteenveto hies- ja rauduskoivun tilavuuden jakautumisesta rungon kokoluokkiin. Hieskoivupuusto painottuu puuston nuoren iän, kasvupaikkojen alhaisen viljavuuden ja puulajin luontaisesti suhteellisen vaatimattoman tuotoksen vuoksi voimakkaasti pieniin läpimittaluokkiin. Pien- ja kuitupuukokoista puustoa oli 1980-luvun alussa 80 milj. m^3 ja tukkipuukokoista puustoa 27 milj. m^3. Tukkipuukokoisen puuston osuus oli vain 30 %, josta

Taulukko 2. Hies- ja rauduskoivupuustojen tilavuus ja osuus kokonaistilavuudesta eri metsäkeskusten alueilla valtakunnan metsien 7. inventoinnissa (Kuusela ja Salminen 1980, 1983, Kuusela ym. 1986).

Metsäkeskus	Puuston tilavuus milj. m^3		Osuus puuston kokonaistilavuudesta %	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus
Ahvenanmaa	0,360	0,303	4,4	3,7
Helsinki (ruots.)	1,951	2,888	5,0	7,4
Lounais-Suomi	2,990	1,849	5,5	3,4
Uusimaa-Häme	4,474	2,547	7,2	4,1
Pirkka-Häme	6,834	3,371	7,5	3,7
Itä-Häme	6,151	5,711	8,4	7,8
Etelä-Savo	10,216	7,662	10,4	7,8
Etelä-Karjala	4,402	4,260	6,2	6,0
Itä-Savo	4,872	4,379	7,9	7,1
Pohjois-Karjala	12,866	5,531	10,8	4,6
Pohjois-Savo	13,471	5,645	10,5	4,4
Keski-Suomi	12,330	4,529	9,8	3,6
Satakunta	6,117	1,995	9,2	3,0
Etelä-Pohjanmaa	9,112	1,367	12,0	1,8
Pohjanmaa (ruots.)	7,605	0,129	17,7	3,0
Keski-Pohjanmaa	9,704	0,621	20,3	1,3
Pohjois-Pohjanmaa	18,534	1,019	20,0	1,1
Kainuu	12,493	1,644	11,4	1,5
Koillis-Suomi	10,410	1,074	12,6	1,3
Lappi	25,599	0,316	14,6	1,8
Pohjanmaa	44,957	3,137	17,8	1,6
Etelä-Suomi	114,656	52,787	9,8	4,6
Pohjois-Suomi	66,770	6,907	14,5	1,5
Koko Suomi	181,426	59,694	11,1	3,7



Kuva 1. Hies- ja rauduskoivun tilavuus ja tilavuusosuus rungon käyttötarkoituksesta johdetuissa kokoluokissa 7. valtakunnan metsien inventoinnin mukaan. Laskettu Kohmon (1984) tulosten perusteella.

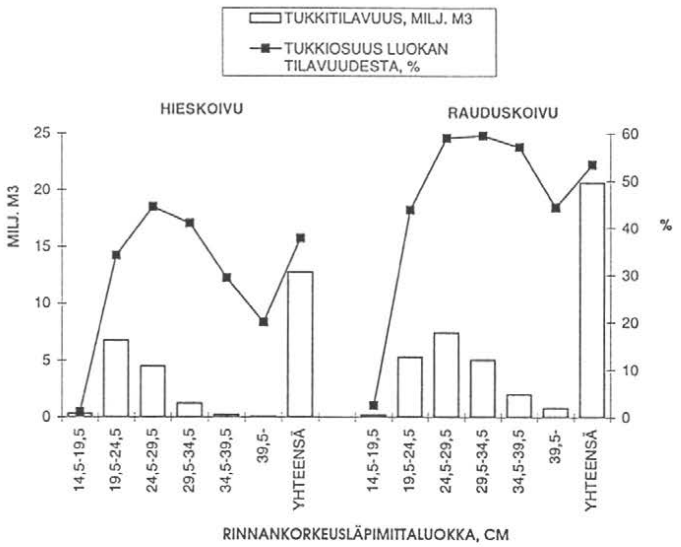
yli 90 % oli alle 30 cm:n läpimittaluokissa. Rauduskoivupuuston järeyssuhteet olivat päinvastaiset: pien- ja kuitupuukokoista puustoa oli 13 milj. m^3 ja tukkipuukokoista puustoa 38 milj. m^3. Tukkipuukokoisen puuston osuus oli 80 %, ja 35 % siitä oli yli 30 cm:n läpimittaluokissa.

Tukkipuukokoisen puuston osuus hieskoivuvaroista vaihtelee ojitusalueiden nuoria puustoja kasvavan Pohjanlahden rannikon 11-21 prosentista viljavien kivennäismaiden varttuneita puustoja ja sekametsiä kasvavan Päijänteen-Saimaan alueen 42-47 prosenttiin (taulukko 3). Rauduskoivulla alueittaiset erot ovat samansuuntaisia mutta oleellisesti pienempiä, sillä tukkipuukokoisen puuston osuus on Pohjanlahden rannikolla 52-60 % ja Päijänteen-Saimaan alueella 79-83 %. Tukkipuukokoisen puuston osuus on hieksellä kaikkien metsäkeskusten alueilla selvästi raudusta pienempi.

Kuvassa 2 on yhteenveto hies- ja rauduskoivun tukkitilavuuden jakautumisesta rinnankorkeusläpimittaluokkiin ja tukin osuudesta eri luokissa. Edellä esitetyn mukaisesti yhteensä 13 milj. m^3:n hiestukkimäärästä 80 % on alle 30 cm:n läpimittaluokissa. Raudustukki, yhteensä 21 milj. m^3 , jakaantuu tasaisemmin eri läpimittaluokkiin, ja yli 30 cm:n luokkien osuus on 40 %. Tukkipuukokoisen puuston tukkiosuus on hieskoivulla keskimäärin vain 38 % ja rauduskoivulla 54 %. Ero johtuu hiestukkipuustojen rauduspuustoja vaatimattomamman järeyden lisäksi huonommasta laadusta. Hieksen ja rauduksen ero tukkiosuudessa kasvaa, kun läpimittaluokka suurenee.

Taulukko 3. Hies- ja rauduskoivupuustojen tilavuuden suhteelliset rinnankorkeusläpimittaluokkajakaumat Etelä-Suomen metsäkeskusten alueilla (Kuusela & Salminen 1980, 1983, Kohmo 1984).

Metsäkeskus	Rinnankorkeusläpimittaluokka, cm									
	-9,5 Pienpuut		9,5-19,5 Kuitupuun kokoiset puut		19,5-29,5 Tukkipuun kokoiset puut, pienet ja keskikokoiset		29,5 + Tukkipuun kokoiset puut, suuret		Yhteensä	
	Osuus puuston kokonaistilavuudesta, %								Tilavuus, milj. m^3	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
Ahvenanmaa	23,1	11,4	44,2	33,3	22,6	30,4	10,1	24,9	0,360	0,303
Helsinki (ruots.)	24,9	10,5	42,9	27,3	26,5	33,5	5,7	28,7	1,951	2,888
Lounais-Suomi	30,3	11,4	48,2	28,8	18,5	39,0	3,0	20,8	2,990	1,849
Uusimaa-Häme	21,3	6,6	42,7	19,5	31,0	41,6	5,0	32,3	4,474	2,547
Pirkka-Häme	24,2	12,8	45,9	25,9	26,6	40,5	3,3	20,8	6,834	3,371
Itä-Häme	16,5	4,0	37,0	17,2	41,5	52,0	5,0	26,8	6,151	5,711
Etelä-Savo	16,7	2,7	41,2	14,5	37,2	53,8	4,9	29,0	10,216	7,662
Etelä-Karjala	25,2	7,6	46,7	21,5	26,2	41,9	1,9	29,0	4,402	4,260
Itä-Savo	14,1	5,1	40,4	13,4	39,9	50,3	5,6	31,2	4,872	4,379
Pohjois-Karjala	19,4	6,8	42,2	15,9	33,3	47,8	5,1	29,5	12,866	5,531
Pohjois-Savo	25,4	8,5	43,1	19,5	26,5	50,7	5,0	21,3	13,471	5,645
Keski-Suomi	25,7	6,8	40,5	19,3	30,5	49,2	3,3	24,9	12,330	4,529
Satakunta	34,0	10,7	44,6	37,4	19,1	36,1	2,3	15,8	6,117	1,995
Etelä-Pohjanmaa	34,3	8,2	53,5	32,4	11,6	43,3	0,6	16,1	9,112	1,367
Pohjanmaa (ruots.)	26,6	7,0	55,7	38,9	16,4	40,4	1,3	13,9	7,605	0,129
Keski-Pohjanmaa	39,6	10,1	49,4	34,0	10,5	42,6	0,5	13,3	9,704	0,621
Etelä-Suomi	25,3	7,0	44,8	20,3	26,4	46,7	3,5	26,0	114,656	52,787



Kuva 2. Hies- ja rauduskoivun tukkitilavuus rinnankorkeusläpimittaluokittain ja tukkiosuus luokan tilavuudesta 7. valtakunnan metsien inventoinnin mukaan. Laskettu Kohmon (1984) tulosten perusteella.

Hieskoivutukkia on runsaimmin Etelä-Savossa, Keski-Suomessa, Pohjois-Savossa ja Pohjois-Karjalassa (taulukko 4). Rauduskoivutukkia on eniten Etelä-Savossa ja varsin runsaasti myös Itä-Hämeessä, Pohjois-Savossa, Pohjois-Karjalassa, Keski-Suomessa ja Itä-Savossa. Hieskoivutukkia on vähiten Pohjanmaalla ja koko etelä- ja lounaisrannikolla ja rauduskoivutukkia Pohjanmaalla ja Ahvenanmaalla.

Tukkipuukoisen puuston laatua kuvaava tukkiosuus on sekä hies- että rauduskoivulla suurin siellä missä tukkia on runsaimmin ja pienin siellä missä sitä on vähiten. Hieskoivulla se on suurin Itä-Hämeessä ja Etelä-Savossa, 46 %, ja rauduksella näiden alueiden lisäksi Uusimaa-Hämeessä, 57-58 % (taulukko 4). Tukkiosuus on hieksellä pienin Ahvenanmaalla ja Pohjanmaan rannikolla ja rauduksella lisäksi koko etelärannikolla.

Kokonaispuuston tukkiosuus on hieskoivulla 11 % ja rauduskoivulla 39 % (taulukko 4). Hieksellä se on suurin Itä-Hämeessä, Etelä-Savossa ja Itä-Savossa, 20-22 %, ja rauduksella Etelä-Savossa ja Itä-Savossa, 47-48 %. Pienimmät osuudet ovat hieksellä Pohjanmaalla ja Ahvenanmaalla ja rauduksella Ahvenanmaalla ja Pohjanmaan rannikolla.

Hieskoivun tukkireservit ovat kokonaisuutena suuremmat kuin yleisesti tiedetään. Koko Etelä-Suomen koivutukista on hiestä 39 % ja raudusta 61 % (kuva 3). Hies on enemmistönä koivutukkivaroissa vain Pohjanmaan rannikkoalueilla ja Satakunnassa, missä koivutukkivarat ovat muutenkin pienet. Hies- ja raudustukkimäärät ovat suunnilleen yhtä suuret Keski-Suomessa ja Etelä-Pohjanmaalla ja keskimääräistä suurempi hieksen osuus on myös Pohjois-Savossa, Pohjois-Karjalassa ja Pirkka-Hämeessä. Sen sijaan Päijänteen-Saimaan tärkeillä koivutukkialueilla samoinkuin eteläisimmässä Suomessa rauduskoivutukki on selvänä enemmistönä.

Taulukko 4. Hies- ja rauduskoivupuustojen tukkimäärät ja -osuudet eri rinnankorkeusläpimittaluokissa Etelä-Suomen metsäkeskusten alueilla (Kuusela & Salminen 1980, 1983, Kohmo 1984).

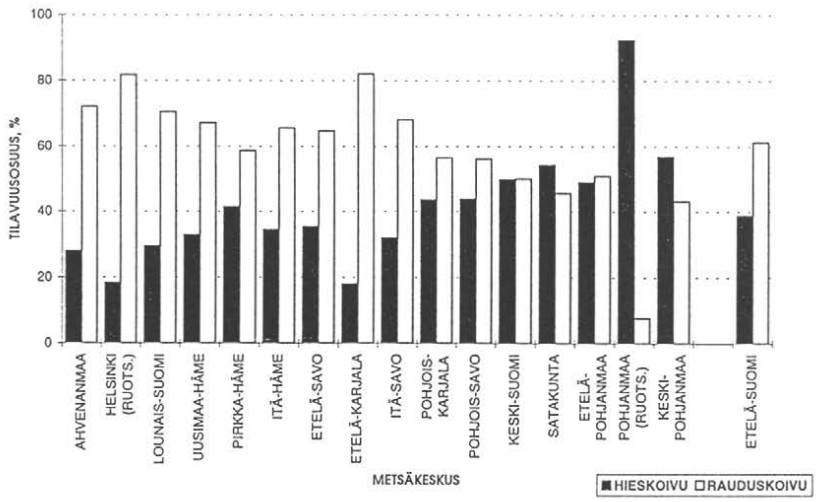
Metsäkeskus	Rinnankorkeusläpimittaluokka, cm												
	19,5-24,5		24,5-29,5		29,5-34,5		34,5-39,5		39,5+		Yhteensä		
	Tukkitilavuus ja tukin osuus luokan kokonaistilavuudesta										Tukkia	Tukkiosuus 19,5 + cm:n luokat	Tukkiosuus yhteensä
	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	%
							Hieskoivu:						
Ahvenanmaa	9,9	24,9	4,5	10,8	Δ	Δ	2,0	27,4	Δ	Δ	16,4	13,9	4,5
Helsinki (ruots.)	109,4	27,9	36,4	29,1	32,3	36,0	7,0	32,6	Δ	Δ	185,1	29,5	9,5
Lounais-Suomi	105,4	28,9	74,0	39,3	20,3	28,3	3,4	37,4	3,1	35,0	206,3	32,1	6,9
Uusimaa-Häme	249,4	27,6	187,5	38,8	68,3	42,4	14,8	33,0	5,4	30,2	525,3	32,6	12,0
Pirkka-Häme	426,7	34,5	249,2	42,9	71,6	40,3	6,8	19,8	3,4	24,7	757,7	37,1	11,2
Itä-Häme	688,8	42,1	476,5	52,0	128,1	50,8	24,9	50,6	3,1	50,6	1321,4	46,2	21,9
Etelä-Savo	1125,9	44,8	647,5	50,3	155,2	42,2	26,0	25,4	13,1	42,9	1967,7	45,8	19,8
Etelä-Karjala	206,2	24,4	121,1	39,3	10,3	14,6	3,7	27,9	Δ	Δ	341,3	27,6	7,8
Itä-Savo	453,7	37,1	333,8	46,3	118,9	48,8	14,1	72,6	3,3	34,0	923,8	41,7	19,6
Pohjois-Karjala	860,6	31,7	615,3	39,2	186,2	40,2	26,8	20,8	9,5	14,8	1698,3	34,4	13,4
Pohjois-Savo	792,7	36,1	626,6	45,6	178,5	36,8	32,7	24,3	7,7	9,5	1638,1	38,4	12,3
Keski-Suomi	897,3	38,1	700,0	49,8	145,2	45,3	29,1	39,3	2,8	22,9	1774,4	42,6	14,8
Satakunta	297,0	35,7	166,5	49,5	59,9	54,4	12,2	49,7	2,0	32,9	537,6	41,1	9,2
Etelä-Pohjanmaa	202,9	26,2	113,3	40,1	14,8	40,7	4,8	52,3	Δ	Δ	335,8	30,2	4,8
Pohjanmaa (ruots.)	190,8	19,0	60,1	24,7	13,5	19,7	3,0	9,7	Δ	Δ	267,3	19,9	3,6
Keski-Pohjanmaa	130,8	17,5	84,8	31,2	9,6	33,0	Δ	Δ	Δ	Δ	225,2	21,1	2,4
Etelä-Suomi	6747,4	34,1	4497,1	44,4	1212,7	40,9	211,0	29,3	53,5	20,0	12721,7 *	37,7	11,3

* Tämän lisäksi 14,5-19,5 cm:n rinnankorkeusläpimittaluokassa arvioitiin olleen yhteensä 285 600 m³ tukkia, mikä oli 1,1 % luokan kokonaistilavuudesta.

Taulukko 4 (jatkoa).

Metsäkeskus	Rinnankorkeusläpimittaluokka, cm												
	19,5-24,5		24,5-29,5		29,5-34,5		34,5-39,5		39,5+		Yhteensä		
	Tukkitilavuus ja tukin osuus luokan kokonaistilavuudesta										Tukkia	Tukkiosuus 19,5 + cm:n luokat	Tukkiosuus yhteensä
	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	%
							Rauduskoivu:						
Ahvenanmaa	16,2	26,3	7,8	25,8	14,0	28,7	4,2	57,2	Δ	Δ	42,2	25,2	13,9
Helsinki (ruots.)	164,4	33,3	248,6	52,5	206,5	52,2	150,2	57,8	56,7	32,7	826,4	46,0	28,6
Lounais-Suomi	106,0	26,8	185,1	56,9	128,7	55,7	54,6	48,4	16,8	41,4	491,3	44,4	6,9
Uusimaa-Häme	172,9	39,7	398,8	63,9	266,9	63,5	172,8	69,2	79,2	51,8	1090,6	57,9	12,0
Pirkka-Häme	302,3	41,9	361,3	56,1	228,8	58,0	109,5	52,4	60,1	61,5	1062,0	51,4	32,2
Itä-Häme	609,1	47,4	1042,9	61,9	626,2	61,6	184,8	55,8	81,9	44,8	2544,9	56,6	44,9
Etelä-Savo	890,1	45,2	1347,8	62,6	954,8	63,9	320,7	64,4	149,6	65,1	3663,1	57,7	48,3
Etelä-Karjala	403,9	43,9	482,5	55,8	421,7	56,9	191,2	52,6	53,8	45,1	1559,2	51,6	36,9
Itä-Savo	520,3	48,9	695,5	61,1	510,1	61,0	243,7	60,5	69,7	54,9	2039,3	57,2	46,7
Pohjois-Karjala	578,7	44,9	772,5	57,0	578,0	57,1	208,4	55,4	87,1	35,8	2224,7	52,0	40,5
Pohjois-Savo	584,6	43,7	861,1	56,5	468,7	62,9	147,0	56,6	63,4	32,1	2124,9	52,3	37,8
Keski-Suomi	538,1	48,1	680,3	61,3	436,6	56,7	149,2	52,3	21,5	33,9	1825,7	54,5	40,6
Satakunta	155,2	38,7	166,6	52,2	82,1	50,8	28,6	36,7	24,3	32,1	456,7	44,1	23,6
Etelä-Pohjanmaa	144,8	37,7	102,2	49,2	92,3	61,4	9,8	48,0	18,2	36,9	367,3	45,2	27,5
Pohjanmaa (ruots.)	7,4	22,9	8,0	41,4	4,1	36,9	1,5	41,6	1,3	45,1	22,4	32,1	17,6
Keski-Pohjanmaa	87,8	44,3	42,3	63,6	23,5	49,2	12,2	51,8	8,1	72,7	174,0	50,1	29,0
Etelä-Suomi	5282,0	43,6	7403,4	59,0	5043,1	59,5	1994,4	57,1	791,8	44,3	20514,7 *	53,4	39,2

* Tämän lisäksi 14,5-19,5 cm:n rinnankorkeusläpimittaluokassa arvioitiin olleen yhteensä 161 100 m³ tukkia, mikä oli 2,4 % luokan kokonaistilavuudesta.



Kuva 3 . Hies- ja rauduskoivun osuus koivutukin tilavuudesta Etelä-Suomen metsäkeskusten alueilla 7. valtakunnan metsien inventoinnin mukaan. Laskettu Kohmon (1984) tulosten perusteella.

1.2.1.2 Hieskoivun käyttö

Teollisuuden koivun käyttöä ei ole tilastoitu koivulajeittain, joten hies- ja rauduskoivun osuudesta voidaan esittää vain karkeita arvioita teollisuuden sijainnin ja koivuvarojen perusteella.

Koivua on käytetty Suomessa teollisiin tuotteisiin 1800-luvun puolivälistä lähtien. Käytön aloitti ensimmäisenä *lankarullateollisuus* v. 1873 (esim. Jalava 1949a, Ronkanen 1968, Kärkkäinen 1991). Suomen lankarullien vienti oli suurimmillaan 80 % maailman rullakaupasta. Nykyisin rullatehtaita ei ole enää toiminnassa. Puun käytön hyötysuhde oli heikko, sillä raaka-aineesta saatiin valmista tuotetta vain 12 % (Jalava 1949a). Jätteet kelpasivat vain polttopuuksi. Sahanpuru käytettiin kuivike- ja pakkausaineeksi. Valtaosa raaka-aineesta lienee ollut rauduskoivua, koska tehtaat sijaitsivat Järvi-Suomessa ja koivun hakkuut kohdistuivat rullateollisuusaikana lähinnä rauduskoivuun.

Koivun *sahaus* alkoi todennäköisesti jo 1850-luvulla (esim. Jalava 1949a, Ronkanen 1968, Kärkkäinen 1991). Tuotantomäärät ovat polkeneet paikallaan 1920-luvulta lähtien, joitakin poikkeusvuosia lukuunottamatta. Koivun sahauksen huippu, 0,6 milj. m^3/a, ajoittui 1960-luvun puoliväliin. Suurin osa tuotannosta on mennyt puusepän- ja erityisesti huonekaluteollisuudelle, jossa lähinnä muoti on määrännyt puulajien suosion (Aalto-huonekaluja 1988, Koivua vientiin ... 1988, Vilkonsaha kutsui ... 1988, Kärkkäinen 1991, Isomäki ja Leppänen 1992, Kataikko 1996). Myös parkettiteollisuus on huomattava erikoismittaisen koivusahatavaran käyttäjä (esim. Elowsson 1989, Junckers Industrier - ... 1992, Verkasalo ja Paukkonen 1997). Rakennuspuuksi koivusahatavaraa ei suositella painavuuden, painoon nähden alhaisen vetolujuuden, mittapysyvyysongelmien ja ulkokäytössä heikon lahonkestävyyden vuoksi (Vesterinen 1956, Kucera 1980, 1983, 1984).

Koivusahatavara toimitetaan yleensä särmäämättömänä. Saanto on tällöin keskimäärin 48 %, kun se on särmättynä vain 35 % (Kuitunen suull. 1988). Nykyisin toiminnassa on vain muutamia teollisia koivusahoja Järvi-Suomessa (mm. Hirvensalmella, Rääkkylässä, Sysmässä ja Viitasaarella). Näiden alueiden koivuvaratietojen (Koivisto 1966, 1968, Kuusela 1979, Kuusela ja Salminen 1980, 1983) ja sahakoivun tiukkojen laatuvaatimusten (Jalava 1943a, Vilkonsaha Oy 1988, Isomäki ja Leppänen 1992) perusteella hieskoivun osuus lienee ollut korkeintaan 20 % viime vuosien koivun sahauksesta.

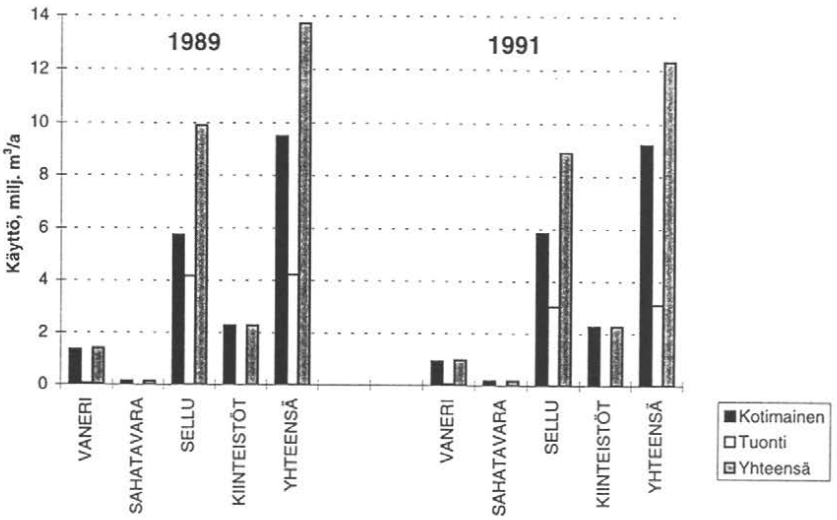
Vasta *vaneriteollisuuden* syntyminen lisäsi varsinaisesti koivun käyttöä. Vuonna 1894 aloitti Karkussa toimintansa Wiikari Oy, joka valmisti koivusta vaneria ja vaneripohjaisia tuoleja, laatikoita yms. (esim. Jalava 1949a, Ronkanen 1968, Kärkkäinen 1991). Vaneriteollisuuden aloitti varsinaisesti Wilhelm Schauman Oy Jyväskylässä 1912. Vaneriteollisuus ohitti sahateollisuuden koivun käyttäjänä vuonna 1918. Kehitys oli tämän jälkeen niin suotuisaa, että suomalainen koivuvaneri hallitsi maailman lehtipuuvanerimarkkinoita 1920- ja 1930-luvuilla. Sotavuodet ja neljän tehtaan jääminen luovutetulle alueelle aiheuttivat tilapäisen taantuman.

Vanerikoivun käytön huippu, 2 milj. m^3/a, ajoittui sahakoivun lailla 1960-luvun puoliväliin (Ronkanen 1968, Kärkkäinen 1991). Tämän jälkeen koivuraaka-aineen niukkuus ja Kaakkois-Aasian uusien toimittajien kilpailu johtivat alan kriisiin. Tästä ala pystyi selviytymään tuotekehityksellä: erikoistumalla kalliisiin, koivupohjaisiin erikoistuotteisiin ja käyttämällä suuria määriä kuusta tuotteissa, joiden ominaisuudet ja hinta määräytyivät pääasiassa koivuisen pintaviilun mukaan (Juvonen ja Kariniemi 1984, Suonranta 1989). Viimeisten vuosien aikana on kansainvälisessä tarjonnassa ja valuuttakursseissa tapahtuneiden edullisten muutosten sekä tukkien hinnan laskun turvin ryhdytty valmistamaan merkittäviä määriä kuusivaneria. Puun käytön hyötysuhde on vaneriteollisuudessakin alhainen. Pölkyn keskitys- ja sorvaustekniikasta riippuen valmista perusvaneria saadaan koivutukeista 25-35 % ja kuusitukeista 30-40 % (Juvonen ja Kariniemi 1984, Valkonen suull. 1994).

Hieskoivun osuus vaneriteollisuuden koivuraaka-aineesta vaihtelee huomattavasti tehtaittain. Mikäli koivulajien käyttöosuudet noudattelevat niiden osuuksia koivutukkivaroista, hieskoivun osuus on pohjoisilla tehtailla (Suolahti, Kuopio, Joensuu) niiden hankinta-aluiden sijainnin mukaisesti jopa 40-50 % ja kaakkoisilla tehtailla (Heinola, Valkeala, Lappeenranta, Punkasalmi, Ristiina, Savonlinna) 20-30 % (kuva 3). Tosiasiassa hieskoivun osuudet lienevät jonkin verran näitä lukuja pienemmät.

Vaneri- ja sahapuun lisäksi järeällä koivulla on ollut ja on monia *erikoiskäyttötarkoituksia* (esim. Jalava 1949a, Mali 1980, Salmi 1987a,b). Erityisen haluttuja ovat rauduskoivun erikoismuodot, loimu- ja visakoivu, huonekalu- ja sisustusviiluksi ja koriste-esineisiin. Myös tavallinen koivu on riittävän hyvälaatuisena kysyttyä näihin tarkoituksiin kuten myös mm. jääkiekkomailojen (Maila on ... 1990), jäätelötikkujen (Björken blir ... 1989) ja eräiden soittimien valmistukseen (Salmi 1987a,b). Nyttemmin historiallisia käyttökohteita ovat tulitikkulaatikot, sukset, keihäät, rauta- ja raitiotievaunujen ja lentokoneiden vanerit ja monet käyttöesineet (Jalava 1949a, Ronkanen 1968, Salmi 1987a,b).

Koivupienpuun perinteinen käyttö on ollut *kiinteistöjen polttopuuna* (Salmi 1987a,b, Salakari ja Peltola 1995). Merkitys energian tuotannossa alkoi laskea voimakkaasti 1950-luvulla, mikä johti harvennuskoivun menekkivaikeuksiin. Romahdus oli niin suuri, että teollisuuden



Kuva 4. Kotimaisen ja ulkomailta tuodun koivun käyttömäärät Suomen metsäteollisuudessa tyypillisinä runsaan ja laimean puunkäytön vuosina 1989 ja 1991 (Verkasalo 1994).

kotimaisen koivun käytön lisääntyminen ei ole vieläkään pystynyt korvaamaan polttopuuna käytön vähenemistä (esim. Kärkkäinen 1991).

Koivua yritettiin käyttää *selluteollisuudessa* jo 1920-luvulla (esim. Levlin 1986, Kärkkäinen 1991). Kuitenkin vasta 1950-luvulla keksittiin koivun kuidutukseen sopiva sulfaattikeittomenetelmä. Käyttö kasvoi tämän jälkeen tasaisesti saavuttaen 4 milj. m³/a ennen 1970-luvun puolivälin öljykriisejä. Taito käyttää koivua merkittäviä määriä paino- ja kirjoituspaperien valmistuksessa on 1980-luvun loppupuolelta lähtien lisännyt koivukuitupuun kysyntää huomattavasti. Koivun tarve on selluteollisuudessa nykyisin jo yli 10 milj. m³/a. Hieskoivun osuus selluteollisuuden koivuraaka-aineesta vaihtelee huomattavasti tehtaittain. Mikäli koivulajien käyttöosuudet noudattelevat niiden osuuksia kuitupuuvaroista (Kuusela ja Salminen 1980, 1983, Kuusela ym. 1986), hieskoivun osuus olisi Pohjois-Suomen tehtailla yli 90 % ja Etelä-Suomen tehtailla 75 %. Tosiasiassa hieskoivun osuudet lienevät ainakin Etelä-Suomen tehtailla pienemmät, koska suuri osa hieskoivuvaroista on korjuukohteina epätaloudellisissa, pienipuustoisissa harvennusmetsissä ja koska rauduskoivun osuus tuontipuusta on todennäköisesti suurempi kuin kotimaan puusta. Koivupienpuuta on käytetty myös *lastu- ja kuitulevyteollisuudessa* (esim. Liiri 1960, Verkasalo 1990a, Kärkkäinen 1991). Näiden teollisuuden alojen raaka-aine on nykyisin lähes pelkästään sahojen ja vaneritehtaiden jätepuuta. Koivua käytetään vanerihakkeen muodossa.

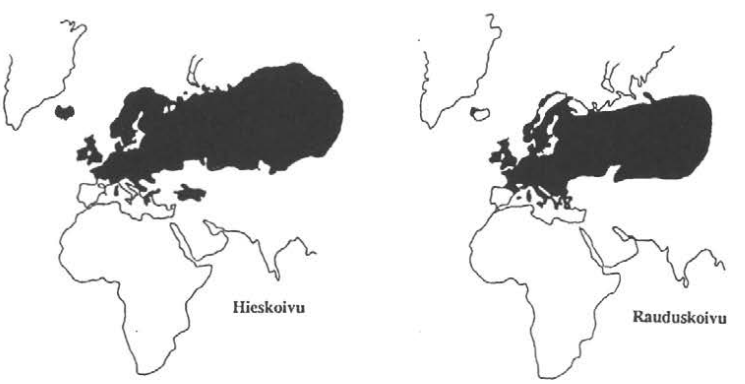
Kuvassa 4 on kotimaisen ja ulkomailta tuodun koivun käyttömäärät Suomen metsäteollisuudessa tyypillisinä runsaan ja laimean puunkäytön vuosina 1989 ja 1991 (Aarne 1993, Verkasalo 1994). Vaneriteollisuuden koivun käyttö on ollut yleensä 1-1,5 milj. m³/a ja sahateollisuuden 0,1-0,2 milj. m³/a. Järeää koivua on tuotu muutamia kymmeniä tuhansia kuutiometrejä vuodessa, lähinnä Venäjältä ja Ruotsista, esim. vuonna 1993 Mikkolan ja Kuljun (1994) mukaan 75100 m³ (vrt. vienti 7400 m³, lähinnä Saksaan). Selluteollisuus on vajaan 10 milj. m³:n käyttömäärällä suurin koivun kuluttaja. Tuonnin osuus on lähes puolet kaiken lehtikuitupuun käytöstä. Tämä määrä käsittää sekä etupäässä Venäjältä tulevan koivun että Etelä-Amerikasta tulevan eukalyptuksen (Levlin 1986). Kiinteistöjen koivupuun käyttö,

joka on käytännössä lähes kokonaan polttopuuta, on arviolta 2-4 milj. m^3 (Kärkkäinen 1991, Salakari ja Peltola 1995). Tähän lukuun sisältyy arvionvaraisena huomattava virheriski.

1.2.2 Ulkomaat

Sekä hies- että rauduskoivu kasvavat luontaisesti Pohjois- ja Keski-Euroopassa, Brittein saarilla ja Venäjällä (Luukkanen 1981, kuva 5). Hies on koivulajeista pohjoisempi. Sitä kasvaa aina Islannissa, Fennoskandian vuoristossa ja Kuolan niemimaalla asti, missä luontaista rauduskoivua ei enää tavata. Etelässä puolestaan rauduskoivua esiintyy koko Ranskassa, Italiassa ja Balkanin niemimaalla Mustanmeren rannikkoa lukuunottamatta, kun taas hieskoivun eteläraja kulkee Keski-Ranskassa, Alppien ja Karpaattien eteläreunalla ja Ukrainan pohjoisosassa. Idässä hieskoivu esiintyy pidemmällä Länsi-Siperiassa kuin rauduskoivu. Lisäksi Kaukasus-vuoristossa on erillinen esiintymä hieskoivun venäläisen systematiikan mukaista alalajia, litvinovinkoivua (*B. litwinovii*).

Rauduskoivulla on morfologialtaan olennaisesti toisistaan poikkeavat eteläinen ja pohjoinen rotu, *B. pendula v. saxatilis* ja *v. lapponica* (Lindqvist 1947). Niiden esiintymisalueiden raja kulkee suunnilleen Helsingin-Tukholman-Oslon korkeudella. Eteläinen rotu on verraten paksukaarnaista, mutkarunkoista ja oksaista. Hieskoivun maantieteellisiä rotuja on vain vähän. Tosin ns. tunturikoivua (*B. tortuosa*) on usein pidetty hieskoivun pohjoisena alalajina, mm. kromosomien lukumäärä on tunturi- ja hieskoivulla sama, 56 kpl (Kujala 1946, Sarvas 1949). Näkemys ei ole kuitenkaan kiistaton (Vaarama ja Valanne 1973, Lehtonen 1979, Bhat ja Kärkkäinen 1981). Hieskoivun maantieteellisiksi roduiksi voitaneen tulkita Gunnarssonin (1925) toisistaan erottamat *B. coriacea* ja *B. concinna*, jotka molemmat ovat pienikokoisia, mutkarunkoisia ja paksuoksaisia (Dahlbeck 1937). Ensinmainittua tavataan runsaasti Perä-Pohjolassa ja jälkimmäistä Suomea eteläisemmillä leveysasteilla (Sarvas 1949). Molemmilla koivulajeilla on myös ainakin jossain määrin perinnöllisiä, visuaalisilta ominaisuuksiltaan arvokkaita ns. pikkurotuja (Sarvas 1949). Rauduskoivulla tällainen on harmaakoivu, hieskoivulla helvekoivu ja molemmista koivulajeista esiintyy viita- ja kaskikoivutyyppiä.

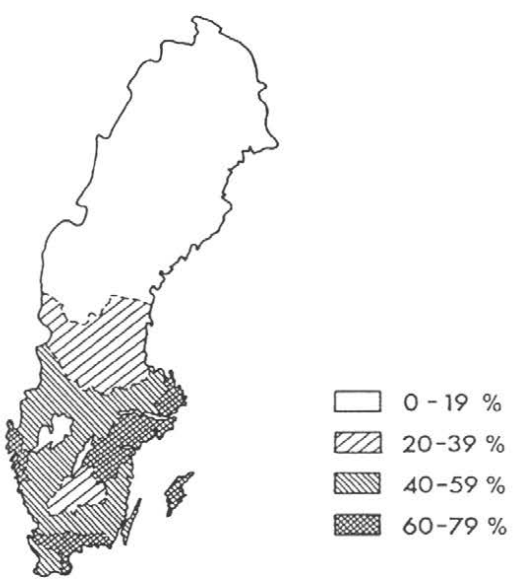


Kuva 5. Hies- ja rauduskoivun luontaiset levinneisyysalueet (Luukkanen 1981).

Ruotsissa koivu on yleisin lehtipuu. Koivun kokonaistilavuus on metsämaalla 275 milj. m^3 (sk) eli 10 % kaiken puuston tilavuudesta (Skogsdata 1992). Koivua on 18 % enemmän kuin Suomessa. Koivuvarat pienentyivät 1950-luvulta 1970-luvulle (Sundqvist 1975), minkä jälkeen ne ovat taas kasvaneet. Hieskoivun osuus on 70 %. Suuralueista se on enemmistönä Sveanmaalla (56 %) ja erityisesti soisessa Norrlannissa (85 %). Lääneittäin hieskoivun osuus on suurin Västerbottenin (95 %) ja pienin Tukholman läänissä (30 %) (Ekström 1987, kuva 6). Rauduskoivu on enemmistönä Götanmaalla (53 %), missä sitä kasvaa lähinnä kuivilla, kivettömillä mailla. Koko Ruotsissa koivupuusto on hieman pienempää mutta Svean- ja Götanmaalla järeämpää kuin Etelä-Suomessa (Skogsdata 1992):

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm	Koko Ruotsi	Svean- ja Götanmaa	Etelä-Suomi
	Luokan osuus koivupuuston tilavuudesta, %		
-10	23	17	19
10-20	45	39	37
20-30	23	29	33
30+	9	15	11

Koivujen laatu paranee Ruotsissa pohjoista kohti (Olofsson 1953). Hieskoivua pidetään tiivis- ja suorasyisyytensä ansiosta rauduskoivua laadukkaampana (Ekström 1987, Elowsson 1989). Nämä suomalaisiin kokemuksiin verrattuna yllättävät väittämät perustuvat paljolti siihen, että valtaosa Ruotsin rauduskoivusta on em. eteläistä rotua (Lindqvist 1947). Runkomuodoltaan ja syyrakenteeltaan paras hieskoivu kasvaa Keski-Ruotsissa Värmlannista Södermanlantiin ja Upplantiin ulottuvalla vyöhykkeellä (Ekström 1987). Koivua käytetään varsinkin sulfaattiisellun mutta myös sahatavaran, huonekalujen, parketin sekä kuitu- ja lastulevyjen valmistukseen sekä polttopuuksi, mutta koivuvaneria tehdään vain satunnaisesti (Ekström 1987). Käytön huonekalujen ja mutta myös liimapuurakenteiden valmistukseen ennustetaan kasvavan (Elowsson 1989, Mera löv ... 1995).



Kuva 6. Rauduskoivun osuus Ruotsin koivuvaroista eri lääneissä (Ekström 1987).

Norjassa on koivua kaikkiaan 72 milj. m^3 eli 13 % puuston kokonaistilavuudesta (Skogstatistikk 1992). Koivu on Norjassakin yleisin lehtipuu. Kaikesta lehtipuustosta on 65 % havupuuvaltaisten metsien sekapuuna. Koivuvarat ovat kasvaneet 1950-luvulta lähtien. Koivua on eniten Sör- ja Östlandetin alueilla, mutta huomattavia määriä on myös Tröndelagin ja Vestlandetin alueilla sekä Pohjois-Norjassa (Redner ja Rognerud 1991, Lauvskog 1993). Kokonaisuutena hieskoivua on enemmän kuin rauduskoivua, Etelä-Norjan koivu on suurimmaksi osaksi raudusta ja Keski- ja Pohjois-Norjan koivu hiestä. Koivuvaroista on 24 % järeää eli läpimitaltaan yli 20 cm:n puuta (Lauvskog 1993). Järeää koivua käytetään jossain määrin seinäpaneelien, lattialautojen, portaiden yms. rakennuspuusepän tuotteiden sekä huonekalujen ja koriste-esineiden valmistukseen (Vadla ym. 1982, Lauvskog 1993). Selvästi suurin käyttö on Norjassakin sulfaattiselluteollisuudessa.

Baltian mainitaan olevan vanhastaan hyvälaatuisen koivun kasvualuetta. Baltian metsätalousseminaarissa (Intersilva 1993) esitettyjen tietojen mukaan koivumetsien osuus metsäpinta-alasta on Virossa, Latviassa ja Liettuassa suunnilleen yhtä suuri, 27-28 %, ja pinta-alat vastaavasti 0,51, 0,74 ja 0,57 milj. ha. Koivuvarat ovat Virossa 65 milj. m^3, Latviassa 106 milj. m^3 ja Liettuassa 85 milj. m^3. Järeää koivua jalostetaan paikallissahoilla ja muutamilla vaneritehtailla. Koivua käyttävää selluteollisuutta ei ole, joten kuitupuu viedään Suomeen, Ruotsiin ja Saksaan. Poltto on edelleen tärkeä koivun käyttömuoto.

Venäjällä on valtaosa Euraasian koivuvaroista. Niitä koskevat tilastot eivät erittele hies- ja rauduskoivua. Levinneisyysalueen tyypillisistä kasvupaikoista päätellen enemmistö lienee kuitenkin hiestä. Koivuvaltaisten metsien pinta-alan on entisen Neuvostoliiton alueella arvioitu olevan kaikkiaan 87,3 milj. ha ja koivupuuston tilavuuden 7950 milj. m^3; pinta-ala- ja tilavuusosuudet ovat olleet vastaavasti 13,0 ja 10,3 % (Kochetova 1992). Hakkuukypsien ja yli-ikäisten metsien osuus koivikoiden pinta-alasta on vastaavasti lähes puolet ja koivuvaroista noin 60 %:

Ikäluokka, a (kehitysluokka)	Osuus koivuvaltaisten metsien pinta-alasta %	Osuus koivupuuston tilavuudesta
-20 (taimikko)	23	5
20-40 (nuori kasvatusmetsä)	35	34
40-80 (varttunut kasvatusmetsä	11	15
80-120 (hakkuukypsä)	31	46
120+ (yli-ikäinen)	14	15

Metsäpinta-alasta on 25 % varsinaisen talouskäytön ulkopuolella (Luukkanen 1981). Suuri osa koivuvaroista on lisäksi korjuu-, kuljetus- ja käyttöteknisesti markkinakelvotonta, koska vain osa talousmetsistä on metsätie- tai uittoverkon piirissä ja riittävän lähellä tehtaita. Koivupuun käyttö on teollisuudessa suhteellisen vähäistä, mutta Euroopan puoleisen Venäjän pohjoisosissa on koivuvaneri- ja selluteollisuutta. Koivukuitupuuta myös viedään ennenkaikkea Suomeen, Ruotsiin ja Saksaan. Koivua käytetään yleisesti polttopuuna.

Puolassa on koivuvaltaisia metsiä 0,34 milj. ha eli 5 % metsäalasta (Arkuszewska 1991). Koivupuustoa on 69 milj. m^3 eli 6 % puuvaroista (Poland - ... 1993). Koivuvarat sijaitsevat Pohjois-Puolan hiekkamailla, jossa ne ovat valtaosin rauduskoivua, ja Koillis- ja Itä-Puolan suomailla, missä ne lienevät hieskoivua. Koivua käytetään muutamia kymmeniä tuhansia kuutiometrejä vuodessa sahaukseen sekä huonekalujen ja lastu- ja kuitulevyjen valmistukseen. Kuitupuu viedään lähinnä Ruotsiin ja Suomeen.

Saksassa ja Itävallassa koivulla on varsin vähäinen merkitys, minkä takia koivu mainitaan metsäninventoinnin tuloksissakin vain osana ryhmää "muut lehtipuut" (Bundeswaldinventur 1986-90). Rauduskoivua esiintyy lähinnä yksittäisinä puina ja puuryhminä Ala-Saksin, Hessenin, Mecklenburgin ja Etu-Pommerin hiekkamailla mänty- ja tammimetsissä ja hieskoivua lähinnä subalpiinisilla soilla ja soistuneilla kankailla, erityisesti metsänrajakuusikoissa ja -lehtikuusikoissa (Günzl 1989). Käsitys koivusta pienikokoisena, rungoltaan huonolaatuisena ja vaikeasti markkinoitavana metsien rikkaruohona on tavallinen (Schrör 1987). Koivun käyttömahdollisuuksiin kuusikoiden sekapuuna (Blossfeld ym. 1981) sekä pioneeri- ja maisemapuuna, soistumisen kurissapitäjänä veden vaivaamilla alueilla, pyökin korvikkeena ilmansaasteiden vaivaamilla alueilla ja mm. männyn korvikkeena lumituhoalueilla (Günzl ym. 1986, Sachsse 1988, 1989) suhtaudutaan nykyisin varovaisen myönteisesti.

Pohjois-Amerikassa on huomattavat varat hieskoivun kaltaista valko- eli paperi- eli amerikanhieskoivua (*B. papyrifera* Marsh.) ja lisäksi mm. keltakoivua (*B. alleghaniensis* Britton) ja tuomikoivua (*B. lenta* L.) (Brisbin ja Sonderman 1973, Safford 1983, White birch ... 1984). Koivuvarat sijaitsevat lähinnä suurten järvien ympäristössä, Uudessa Englannissa ja Alaskassa. Pienehköjä esiintymiä on myös Appalakeilla ja Kalliovuorilla. Kaikkea järeää koivua käytetään sahatavaran (Creating ... 1982, Martodam 1982, Erickson ym. 1986, Larson ym. 1986), viilun ja vanerin (Fleischer ja Lockard 1955, Haskell 1957, Feihl 1964, Lutz 1972) sekä huonekalujen, jäätelötikkujen ja riisipuikkojen valmistukseen (Brisbin ja Sonderman 1973, Verkasalo 1990a). Pienikokoisesta koivusta tehdään sulfaattisellua sekä jossain määrin MDF-, wafer- ja OSB-levyjä (Gertjejansen ym. 1973, Gertjejansen ja Hedquist 1982) ja maaseudulla sitä käytetään paljon polttopuuksi (Verkasalo 1990a).

1.3 Katsaus tutkimuksiin hieskoivusta vaneripuuna ja vanerin raaka-aineena

1.3.1 Vaneripuun laatutekijät

Metsä- ja puutaloudessa puun tai puutavaran laadulla tarkoitetaan yleisesti sen soveltuvuutta tiettyyn käyttötarkoitukseen (esim. Kärkkäinen 1984b). Kaikki poikkeamat normaalisuudesta, jotka heikentävät puun käyttökelpoisuutta, ovat vikoja. Normaalipuun määritelmä sisältää ajatuksen ideaalipuusta, joka on ominaisuuksiltaan kuhunkin käyttötarkoitukseen mahdollisimman hyvä, mutta kuitenkin luonnossa täysin mahdollinen. Käytännössä ideaalipuun määritelmää on totuttu täsmentämään siten, että yksinomaan puun iästä riippuvat ominaisuudet eivät ole vikoja. Puun laatua heikentävät viat jaotellaan yleisesti määrä- ja laatuvikoihin. Määräviat pienentävät puusta saatavien tuotteiden määrää, laatuviat heikentävät tuotteiden laatua. Sen perusteella onko vika havaittavissa koko rungossa tai sen osassa vai puuaineen sisällä erotellaan runkoviat (ulkoviat) ja puuaineen viat (sisäviat).

Erään toisen, erityisesti liike-elämässä käytetyn määritelmän mukaan laadulla tarkoitetaan yleisesti tuotteen kykyä täyttää asiakkaan, käyttäjän tarve (esim. Hirvelä ym. 1987). Avainkysymys on tällöin täyttääkö tehty osa, työ tai palvelu käyttötarkoituksensa.

Heiskanen (1989) luokittelee vanerikoivun laatutekijät: 1) puuaineen ominaisuuksiin (tiheys, oksaisuus, vetopuu, laho-, väri- ja hyönteisviat, halkeamat), 2) viilun teknilliseen laatuun

(lujuus, pinnan kovuus ja karheus, yleinen tasalaatuisuus), 3) viilun kaupalliseen tilavuussaantoon, 4) viilun kaupalliseen laatusaantoon, 5) viilun arvosaantoon.

Puuaineen ominaisuuksista tiheys vaikuttaa keskeisesti tuotteen painavuuteen, lujuus- ja kimmoisuusominaisuuksiin ja lopulta tietyn lujuuden vaativan lopputuotteen mittoihin ja raaka-aineen kulutukseen (Jalava 1945, Heiskanen 1966, Söyrilä 1981, Juvonen ja Kariniemi 1984). Oksat, vetopuu, laho- ja väriviat ja halkeamat heikentävät tiheyteen sidoksissa olevia teknisiä ominaisuuksia sekä yleistä tasalaatuisuutta (Meriluoto 1966, Kärkkäinen 1985).

Tuotteen saantoon ja laatuun vaikuttavat tekijät ovat vaneri- ja sahateollisuudessa pääosin samat. Teollisuudenalojen välillä on kuitenkin kolme oleellista eroa raaka-aineen ja tuotteen riippuvuussuhteissa. Kun normaalipituudeltaan 3,1-7,0 m:n vaneritukit katkotaan 1,3-2,6 m:n sorvipölkyiksi, lenkouden ja mutkien vaikutus saantoon pienenee tukkina sahaukseen verrattuna. Näin ollen vaneripuurungon, -tukin ja -pölkyn laatua on arvosteltava erillään toisistaan. Toisaalta ulkoviat näkyvät suuremmassa osuudessa viiluarkeista sahatavarakappaleisiin verrattuna, koska viilu sorvataan pölkyn tangentin suuntaisesti ja yleensä vain 1,5 mm paksuksi. Sahatukeista poiketen vaneritukista voidaan poistaa viallinen kohta välivähennyksenä ja purilasosan viat eivät välttämättä vaikuta tuotteen laatuun.

Viilun saanto riippuu olennaisesti sorvipölkyn läpimitasta ja muodosta, koska hävikkejä syntyy lähinnä pölkyn pyöristyksestä ja sorvikarojen kohdalta käyttämättä jäävästä puusta, purilaasta (Lappi-Seppälä 1933a, Lehonkoski 1937, Puutekniikan ... 1937, Enarvi 1939, 1940, Tuovinen 1953, Heiskanen 1966, Meriluoto 1966, Kärkkäinen 1978a,b, Juvonen ja Kariniemi 1984, Verkasalo 1987a, 1990b). Myös sydän- ja pintalaho, korot, halkeamat ja vakavat oksaviat (erityisesti pysty- ja laho-oksat ja haarat) alentavat saantoa (Koivumäki 1962a, Meriluoto 1966). - Viilun saanto on erityisesti oksattomista pölkyistä jonkin verran korkeampi kuin oksaisista, mikä ilmenee esim. jäljempänä esiteltävän Heiskasen (1966) sorvipölkkyjen laatuluokituksen mukaisen luokan III ja varsinkin luokan "raakit" pienempinä saantolukuina koko läpimittaluokkajakauman alueella luokkiin I ja II verrattuna (ks. myös Jalava 1938, Tuovinen 1953). Vaneritehtaiden välillä on ollut huomattavia eroja tässä suhteessa: esim. Heiskasella (1966) tuoreen viilun saanto oli kahdella eri tehtaalla kahdeksan tuuman eli 20,3 cm:n pölkkyjä sorvattaessa 53,1 ja 49,2 % laatuluokassa I, 50,3 ja 47,7 % luokassa II ja 48,2 ja 46,9 % luokassa III.

Pölkyn muotovikoja ovat latvaleikkauksen epäpyöreys, kapeneminen, mutkaisuus ja lenkous (Kärkkäinen 1978a,b, 1984b). Niiden takia pölkkyä on joko pyöristettävä normaalia enemmän, jolloin laadultaan parasta pintaviilua menee jätteeksi, tai on tyydyttävä vajaapituisiin tai -leveisiin viiluihin eli jontteihin, joista kootaan täysimittaisia viiluarkkeja jatkamalla tai saumaamalla (Juvonen ja Kariniemi 1984). Seuraava asetelma kuvaa pölkyn kuorettoman läpimitan teoreettista vaikutusta viilun saantoon pölkyn kuorettomasta tilavuudesta suoralla, lievästi mutkaisella tai lengolla ja vakavasti mutkaisella tai lengolla, normaalisti kapenevalla (Heiskanen ja Salmi 1976) 1,3 m:n pölkyllä, kun purilaan paksuus on 6,5 cm:

Kuoreton latvaläpimitta, cm	Kapeneminen 1 cm Suora	Muoto Kapeneminen 1 cm Lenkous ja mutkat yhteensä 1 cm	Kapeneminen 1 cm Lenkous ja mutkat yhteensä 3 cm
	Teoreettinen viilun saanto, prosenttia kuorettomasta tilavuudesta		
15	76,0	64,0	32,8
20	85,1	75,8	50,9
25	89,6	82,1	61,3
30	92,2	85,9	68,1
35	93,8	88,4	72,9

Käytännön tehdaskokeissa, joissa pöllit on keskitetty perinteisellä mekaanisella 3-pistemenetelmällä, saanto on ollut suorilla pölkyillä 10-25 % ja mutkaisilla pölkyillä 5-10 % em. teoreettisia lukuja pienempi (Puutekniikan ... 1937, Enarvi 1939, 1940, Tuovinen 1953, Olavinen 1964, Heiskanen 1966, Meriluoto 1966, Kärkkäinen 1978a, Verkasalo 1987a, 1990b). Tämä on johtunut toisaalta pölkkyjen epäpyöreydestä, toisaalta keskitysvirheistä (Foschi 1976, Kairi 1977, Kärkkäinen 1978a, Tuompo 1988b).

Nykyaikaisilla, sorvin karojen kiinnityspisteet optimoivilla keskittimillä viilun saanto on pystytty kohottamaan lähelle teoreettista maksimia (Kuhno ym. 1983, Hrüz 1986, Reinikainen 1986, Tuompo 1988a,b). Niinpä kokonaissaanto kuorettomien sorvipölkkyjen tilavuudesta oli esim. Tuompon (1988b) kokeissa 55 % mekaanista keskitintä ja 70 % optimoivaa XY-keskitintä käytettäessä, kun sorvattiin noin 21 cm paksuja ja 1,6 m pitkiä koivupölkkyjä. Suurin hyöty keskityksen optimoinnista saatiin järeitä mutta mutkaisia, lenkoja tai epäpyöreitä pöllejä sorvattaessa. Käytännön tehdastuotannossa koivuvanerin teoreettisesti mahdollisena saantona pidetään 40 % tukkien kuorellisesta kokonaistilavuudesta; optimoivalla keskityksellä saanto on nykyisin tasolla 35 % (Valkonen suull. 1994). Saantoa on mahdollista parantaa vielä karatonta sorvia käyttämällä, jolloin purilashävikki pienenee (Bole 1987, Spelter ja Sleet 1989).

Tukin pituuden merkitys liittyy katkontatarkkuuteen ja eräiden tukkipituuksien epäedullisuuteen, joiden takia puuhävikki sorvipölkyiksi katkottaessa voi kasvaa suureksi (Ronkanen 1949, Koivumäki 1962b, Kärkkäinen 1984b). Edullisimpia tukkipituuksia 30 cm:n moduulipituuksille katkottaessa ovat 4,0-4,9 m sekä 6,7 ja 7,0 m, jolloin katkontahävikki on 8-10 % tukin pituudesta laskettuna (Kärkkäinen 1984b). Erityisen epäedullinen pituus on vastaavasti 3,7 m, jolloin hävikki on 19 %. Pitkät pituudet antavat lyhyitä enemmän mahdollisuuksia vikojen huomioonottamiseen katkonnassa ja lisäksi tukin päistä liikkeelle lähtevien varastovikojen vaikutus on tällöin pienimmillään (Koivumäki 1962b, Hakkila ym. 1970, Verkasalo 1993).

Viilun laadun määrittely voi olla luonteeltaan joko kaupallista tai teknillistä. Yleisesti on totuttu puhumaan lähinnä kauppalaadusta, jonka määrää pääasiassa ulkonäkö ja varsinkin siihen vaikuttavat viat (Koivuviilun ulkonäköön ... 1971). Ulkönäköviat voivat johtua joko puuaineesta (mm. oksaisuus, värivirheet, syyrakenteen epäsäännöllisyys) tai viilun käsittelystä (saumat, jatkokset, paikat, yms.). Viilun teknillisen laadun ratkaisevat kuitenkin jatkojalostuksessa ja loppukäytössä tärkeät lujuus- ja kimmoisuusominaisuuksiin (mm. poikittaisvetolujuus, kireys), tasamittaisuuteen, eheyteen ja sileyteen liittyvät seikat (Meriluoto 1966, Koponen 1995). Viilun teknillinen laatu vaikuttaa vanerin teknillisistä

ominaisuuksista mm. kuivauskutistumaan ja kokoonpuristumaan, staattiseen taivutuslujuuteen ja -kimmomoduuliin, liimasauman leikkauslujuuteen ja puustamurtumaprosenttiin sekä pinnan kovuuteen ja iskunkestävyyteen (ns. rolling shear).

Vanhoista viilun laatuluokitusjärjestelmistä esitellään tässä esimerkinomaisesti Heiskasen (1966) selostuksen pohjalta Tuovisen (1953) Koivukeskuksessa tekemiin tutkimuksiin pohjautuva lajitteluohje 60*60 tuuman eli 1524*1524 mm:n vanerilevyille (vrt. Olavinen 1964) ja siihen 1960-luvulla tehdyt keskeiset muutokset (Suomen Vaneriteollisuusyhdistys 1963).

- Luokka A. Levyn on oltava puhdasta, valkoista puuta, eikä siinä saa olla halkeamia tai karkeaa pintaa. Levyssä sallitaan muutamia erittäin lieviä suonia (ruskotäpläkärpäsen toukan käytäviä), pari riviä linnunsilmiä (pieniä oksia) ja erittäin lievää värivikaa, mutta kaikkia mainittuja vikoja ei saa esiintyä yhtä aikaa samassa levyssä.
- Luokka B. Levyssä sallitaan jonkin verran lieviä suonia ja yksi rivi oksia, joiden suurin läpimitta on 5 mm, jos rivi on levyn keskellä, ja 7 mm, jos rivi on levyn päässä. Toinen rivi oksia sallitaan, jos se on aivan levyn päässä. Lisäksi saa esiintyä lievää värivikaa ja lievää sorvikarkeutta niin, että se voidaan kokonaan poistaa hionnassa, pari kappaletta lieviä piirtämiä ja vesijuovia sekä pari pientä keksinreikää.
- Luokka BBx. Levyssä sallitaan runsaasti suonia, pari-kolme riviä oksia, joiden suurin läpimitta on 9 mm, jos rivi on levyn keskellä, ja 12 mm rivin ollessa aivan levyn päässä, ja verraten paljon värivikaa lukuunottamatta tukkisineä ja -punaa, joita sallitaan vain erittäin lievästi. Lisäksi sallitaan jonkin verran sorvikarkeutta kuitenkin niin, että se voidaan täysin poistaa hionnassa, piirtämiä ja vesijuovia, keksinreikiä, joiden koko ei kuitenkaan saa ylittää suurinta sallittua oksankokoa, sekä 2-3 kpl kiinnimeneviä, korkeintaan 8 tuuman eli 203 mm:n pituisia halkeamia.
- Luokka BB. Levyssä sallitaan rajattomasti suonia, 25 kpl 5-75 mm:n oksia sekä tukkisineä ja -punaa, joita saa esiintyä vain lievästi. Lisäksi sallitaan sorvikarkeutta niin, että se poistuu miltei täysin hionnassa, jonkin verran piirtämiä, vesijuovia, rajattomasti keksinreikiä ja 2-3 kpl 3-4 mm:n levyisiä ja korkeintaan 15 tuuman eli 381 mm:n pituisia halkeamia.
- Luokka WG. Levyssä sallitaan rajattomasti suonia, kiinteitä oksia ja alle 15 mm:n avo-oksia ja 15 mm:n avo-oksia 2-3 kpl, sekä väriä (myös tukkisineä ja -punaa) samoin rajattomasti. Lisäksi saa esiintyä sorvikarkeutta, mutta se ei saa puhkaista levyä, rajattomasti piirtämiä ja vesijuovia, lievää "sorvimakkaraa", rajattomasti keksinreikiä, 3-4 kpl 4-5 mm:n levyisiä ja korkeintaan 20 tuuman eli 508 mm:n pituisia halkeamia ja myös kovaa lahoa.
- Luokka K1 (ns. keskimmäinen). Levyssä sallitaan rajattomasti oksia ja korkeintaan 30 mm:n oksanreikiä, kaikkia puuaineen vikoja lukuunottamatta pehmeää lahoa ja kaikkia valmistusvirheitä, mutta "sorvimakkaraa" vain lievänä. Lisäksi sallitaan 3-4 kpl korkeintaan 5 mm:n levyisiä ja 20 tuuman eli 508 mm:n pituisia avohalkeamia.
- Luokka K2 (ns. huono keskimmäinen). Levyssä sallitaan kaikkia edellä lueteltuja vikoja. Suurin sallittu reikä on 80 mm. Halkeamia saa olla verraten paljon. Niiden suurin leveys on 10 mm, eivätkä ne saa kokonaan rikkoa levyä.

Sittemmin on julkaistu uudet koivuvanerin lajittelumääräykset. Niissä saumatut kappaleet (BJ jne.) on yhdistetty vastaaviin ehjiin laatuihin, entisen B-laadun parhaat kappaleet on liitetty A-laatuun ja BBx-laatu nimetty uudelleen S-laaduksi. Huonoimpien laatujen, BB.n ja WG:n, määritelmät on sitä vastoin pysytetty entisellään. Uusien laatunormein mukaan ovat suurimmat sallitut oksat parhaissa laaduissa seuraavat: A - 5 mm, B - 8 mm ja S - 10 mm. Uudet määräykset aiheuttivat A:n, B:n ja S:n osuuksien lisääntymisen varsinkin saumattujen ehjiin liittämisen johdosta. Olavinen (1964) mainitsee seuraavat keskimääräiset pintaviilusadannekset entistä ja uutta lajittelua käytettäessä: A - 0,2-1,5 % ja 1,0-2,5 %, B - 2,0-5, 0 % ja 3,0-7,5 %, BJ - 1,5-4,0 % ja 0 %, BBx - 10,0-15,0 % ja 0 %, S - 0 % ja 15,0 - 25,0 %.

Nykyinen koivuviilun lajitteluun tarkoitettu SFS-standardi 2413 (Koivuviilun ulkonäköön ... 1971) perustuu oleellisilta osiltaan em. muutoksilla parannettuun Tuovisen (1953) järjestelmään. Oleellisimmat muutokset uudistuksessa olivat pintaviilujen laatuluokkien nimeäminen uudestaan ja kunkin laatuluokan viilujen käyttötarkoituksen määrittely; laatuluokkien rajoihin tehtiin vain vähäisiä muutoksia:

- Laatu A1 eli E (ent. A-laatu). Käytännöllisesti katsoen virheetön laatu. Tarkoitettu näkyviin jääviin lakkauksella tai lievällä sävytyksellä viimeisteltäviin pintoihin. Vikaryhmistä sallitaan helmioksia, hyvin lievää epäsäännöllistä syynmuodostusta ja muutama satunnainen värijuova. Metallinkappaleita ei sallita. Saumauksen suhteen viilut ovat joko kokonaisia tai koostuvat 1500 mm:n leveyteen saakka kahdesta viilunkappalcesta, joiden välinen sauma sijaitsee suunnillcen keskellä. Yli 1500 mm leveät pintaviilut voidaan tehdä kolmesta viilusta. Viilunsuikaleiden välisten reunasaumojen on oltava huolella tehtyjä, tiiviitä ja reunan kanssa yhdensuuntaisia. Viilunsuikaleiden on oltava toisiinsa nähden hyvin värisovitettuja ja kuvioinniltaan tasalaatuisia.
- Laatu I (ent. B-laatu). Tarkoitettu lakattaviin tai sävytettäviin pintoihin. Vikaryhmistä sallitaan helmioksia, lievää epäsäännöllistä syynmuodostusta, lievää värivikaa enintään 15 % pinta-alasta sekä muutama värijuova ja heikko vesijuova, oksia ja kitattuja reikiä aina läpimittaan 6 mm ja oksasummaan 12 mm/m^2 saakka, enintään yksi hiushalkeama pituudeltaan 100 mm/m ja hionnan ja sahauksen aiheuttamia reunavikoja 2 mm:n etäisyydelle reunasta. Samanaikaisesti sallitaan enintään

kolmen esitetyn vikaryhmän esiintyminen. Metallinkappaleita ei sallita. Saumauksen suhteen viilut ovat joko kokonaisia tai koostuvat kohtuudella toisiinsa värisovitetuista viilunsuikaleista. Reunasaumojen on oltava huolella tehtyjä, tiiviitä ja reunan kanssa yhdensuuntaisia.

- Laatu II (ent. S-laatu). Tarkoitettu korkealuokkaiseen maalauskäsittelyyn ja ohuiden pinnoitteiden pohjaksi. Vikaryhmistä sallitaan helmioksia, epäsäännöllistä syynmuodostusta, värivikoja ja värijuovia, terveitä kiinteitä oksia aina läpimittaan 20 mm ja oksasummaan 50 mm/m^2 saakka, muita oksia ja korjattuja reikiä aina läpimittaan 10 mm ja oksasummaan 25 mm/m^2 saakka, enintään kaksi hiushalkeamaa pituudeltaan 200 mm/m, hionnan ja sahauksen aiheuttamia reunavikoja 5 mm:n etäisyydelle reunasta, korjattuja avohalkeamia enintään yksi pituudeltaan 200 mm/m ja leveydeltään 2 mm, paikkoja 1 kpl/levy ja lievää läpiliimausta satunnaisesti. Samanaikaisesti sallitaan enintään kuuden esitetyn vikaryhmän esiintyminen. Metallinkappaleista sallitaan alumiinisia liitoshakasia. Saumauksen suhteen viilut ovat kokonaisia tai koostuvat viilunsuikaleista, joita ei ole värisovitettu. Reunasaumojen on oltava hyvin tehtyjä ja reunan kanssa yhdensuuntaisia. Paikan syynkuvioinnin ja värin on oltava yhteensovitettu sitä ympäröivään puuainekseen.
- Laatu III (ent. BB-laatu). Tarkoitettu sellaisenaan rakenteisiin ja rakenneosiin sekä sisäkäytössä maalauskäsittelyn ja pinnoitteiden pohjaksi. Vikaryhmistä sallitaan helmioksia, epäsäännöllistä syynmuodostusta, värivikoja ja värijuovia, terveitä oksia aina läpimittaan 25 mm ja oksasummaan 60 mm/m^2 saakka, muita oksia aina läpimittaan 6 mm ja oksasummaan 25 mm/m^2 saakka, enintään kaksi hiushalkeamaa pituudeltaan 200 mm/m, hionnan ja sahauksen aiheuttamia reunavikoja 5 mm:n etäisyydelle reunasta, korjattuja avohalkeamia enintään yksi pituudeltaan 200 mm/m ja leveydeltään 2 mm, paikkoja enintään 3 % pinta-alasta, läpiliimausta enintään 5 % pinta-alasta, auenneita, korjattuja saumoja enintään yksi pituudeltaan 200 mm/m ja leveydeltään 2 mm, limittymiä enintään yksi pituudeltaan 200 mm/m, lieviä kuoppia ja painumia, lievää karheutta ja rikkosyisyyttä ja läpihiontaa enintään 10 cm^2. Samanaikaisesti sallitaan enintään yhdeksän esitetyn vikaryhmän esiintyminen. Metallinkappaleista sallitaan alumiinisia liitoshakasia. Saumauksen suhteen viilut ovat kokonaisia tai koostuvat viilunsuikaleista, joiden välisten reunasaumojen on oltava hyvin tehtyjä. Suurin osa oksista on korjattu paikkauksella.
- Laatu IV (ent. WG-laatu). Tarkoitettu vanerituotteiden takapintoihin sekä rakenneosiin ja pakkauksiin. Vikaryhmistä sallitaan helmioksia, epäsäännöllistä syynmuodostusta, värivikoja ja värijuovia, terveitä oksia, kiinteitä laho-oksia aina läpimittaan 20 mm ja oksasummaan 200 mm/m^2 saakka, muita oksia aina läpimittaan 15 mm ja oksasummaan 100 mm/m^2 saakka, hiushalkeamia, hionnan ja sahauksen aiheuttamia reunavikoja 5 mm:n etäisyydelle reunasta, kaksi enintään 4 mm leveää avohalkeamaa, paikkoja, läpiliimausta, auenneita saumoja leveydeltään enintään 3 mm, limittymiä enintään kaksi pituudeltaan 500 mm/m, muutamia kuoppia ja painumia, karheutta ja rikkosyisyyttä ja kohtuullista läpihiontaa. Samanaikaisesti esiintyvien vikaryhmien lukumäärää ei ole rajoitettu. Metallinkappaleista sallitaan alumiinisia liitoshakasia. Saumauksen suhteen viilut ovat kokonaisia tai koostuvat saumatuista ja/tai jatketuista viiluista. Reunasaumojen on oltava hyvin tehtyjä.

Laatuluokitusohjeiden kehittyminen liittyy läheisesti koivuviiluja sisältävien vanereiden tuotekehitykseen ja loppukäytön muutoksiin (Heiskanen 1966, Meriluoto 1966, Koponen 1995). Suuntauksena oli 1960-luvulla koivuisten huonekalu- ja pakkausvanereiden kysynnän väheneminen ja rakennusvanereiden ja yleensäkin paksujen vanereiden kysynnän kasvaminen. Myöhemmin 1970-luvulla vanerien kysyntä kasvoi erityisesti kuljetusvälineteollisuudessa (Juvonen ja Kariniemi 1984).

Vaneritehtaiden lopputuote- ja asiakassuuntautuneisuudesta johtuu paljolti myös viilun laatuluokkarajojen vaihtelu tehtaiden välillä (Juvonen ja Kariniemi 1984, Koponen 1995). Useimmilla suomalaisilla tehtailla parhaat pintaviilut lajiteltaneen edelleen useampiin luokkiin kuin mitä SFS-standardi 2413 edellyttäisi, esim. eräällä tehtaalla A1- ja I-laatujen välissä on vanha BU-laatu. Toisaalta saatavilla olevien tukkien laadusta ja/tai tuoterakenteesta saattaa seurata laatuluokkarajojen tietoinen nostaminen tai laskeminen, esim. samaisella tehtaalla III-laatuun luetaan paikattavat viilut, jotka käsittävät standardin mukaisen paikattavan II-laadun, kaiken III-laadun ja paremman IV-laadun eli ns. liimaviilun, ja IV-laatuun luetaan vastaavasti standardin mukainen huonompi IV-laatu ja paremmat keskiviilut.

Koivuviilun kaupallinen laatuluokka määräytyy käytännössä yli 90 prosentissa tapauksista *oksaisuuden* perusteella (Heiskanen 1966, Kärkkäinen 1984a). Suurin huomio kiinnitetään tällöin *lahoihin ja kuiviin oksiin*. Esteettisen haitan lisäksi ne alentavat viilun lujuutta ja pyrkivät irtoamaan viilusta kuivauksessa. Täten ne on paikattava ainakin pintaviiluksi ja tietyn kokoisina myös väliviiluksi käytettävissä arkeissa. Suurin haitta on kuitenkin *pystyoksista*, jotka ovat yleensä oksista suurimpia ja säännöllisesti erityisesti pölkyn sisäosista

saatavan viilun laatua heikentävän sydänlahon lähteenä. *Vesaoksia* syntyy koivuun tavallisia oksia myöhemmin, joten ne aiheuttavat vikoja muutoin kenties oksattomaan pintaviiluun. Vesaoksilla näyttää olevan tietty yhteys lahon ja laho-oksien esiintymiseen (Heiskanen 1957). Oksaisuuden lisäksi viilun laatua alentavat erilaiset esteettisiä haittoja, reikäisyyttä ja viilun lujuuden heikentymistä aiheuttavat *pintaviat ja laho-, väri- ja hyönteisviat* sekä reikäisyyttä, poikkemia suorasyisyyteen ja täten viilun lujuuden heikentymistä aiheuttavat *lenkous ja mutkaisuus* (Lappi-Seppälä 1933a, Lehonkoski 1937, 1949, 1950, Puutekniikan ... 1937, Jalava 1938, 1949a, Koivumäki 1962a, Heiskanen 1966, Juvonen ja Kariniemi 1984, Schulman 1989, Koponen 1995; vrt. myös Sarvas 1944).

Koivuviilujen laatujakauma vaihtelee käytännössä huomattavasti tehtaittain, koska tukkien ja pölkkyjen laatu, vanerituotteet ja täten myös viilujen lajitteluohjeet ovat niillä erilaiset. Seuraavassa on Heiskasen ja Saikun (1976) Suomen vaneritehtaille tekemiin kyselyihin ja uudistettuun lajitteluun perustuva yhteenveto vuoden 1974 viilujen jakaumista kuivattuna ennen vanerin liimausta, vertailukohtina tyypilliset jakaumat 10 vuotta aikaisemmin (Olavinen 1964) ja nykyisin (Koponen 1995):

Viilun laatu tai laatu-ryhmä (vanha laatu)	Heiskanen ja Saikku (1976)		Olavinen (1964)		Koponen (1995)
	Osuuden keskiarvo (tehtaiden vaihteluväli), %				
I (A, B ja BU)	2,0	(0,9-5,0)	3,6	(1,9-5,3)	1
II (S)	4,4	(3,0-8,0)	6,3	(5,0-7,5)	2
III (BB)	22,0	(12,5-33,0)	24,0	(22,0-26,0)	23
IV (WG)	14,7	(6,4-25,0)	15,0	(12,0-18,0)	11
Kaikki pintaviilut	42,6	(30,2-56,0)	47,5	(45,0-50,0)	37
Keskiviilu I (K1)	42,1	(23,5-57,2)	...	...	...
Keskiviilu II (K2)	17,5	(10,5-17,1)	...	...	...
Kaikki keskiviilut	57,4	(40,6-69,8)	52,5	(50,0-55,0)	63

Viilujen laatujakauman jatkuva heikkeneminen sekä pinta- ja keskiviilujen että eri pintaviiluluokkien osuuksien suhteen on selvä. Tehtaiden välinen vaihtelu on myös kasvanut lukuunottamatta laatuluokkien I ja II osuuksia. Muutokset johtuvat yhtäältä em. muutoksista vanerien käyttötarkoituksen mukaisessa tuotantorakenteessa ja toisaalta, ainakin laatujakauman yleisen heikentymisen osalta, koivutukkien laadun heikkenemisestä.

Koivuisen vanerin laatuluokka määräytyy suoraan pintaviilun laatuluokan mukaan (Juvonen ja Kariniemi 1984, Koponen 1995). Seuraavassa on Heiskasen ja Saikun (1976) em. kyselyyn perustuva yhteenveto eri tehtaiden vuoden 1974 toimitusvalmiin koivupintaisen vanerin pintaviilun mukaisesta laatujakaumasta keskimäärin ja vaihtelurajoin. Ryhmä "muut laadut" käsittää pakkausvanerit ja pinnoitettavat vanerit.

Pintaviilun laatu (vanha laatu)	Osuus, % $\bar{x}$	min-max
I (A)	0,3	0-0,4
I (B)	1,4	0,2-2,7
I (BU)	2,9	0-8,3
II (S)	8,4	2,1-24,0
III (BB)	54,3	25,0-89,0
IV (WG)	27,5	5,1-46,0
Muut	5,2	0-16,6

Viilun laatua alentavien vikojen merkitys riippuu viimekädessä edellä kuvatun mukaisesti *laatuluokituksen soveltamisesta* ja varsinkin *laatuluokkien arvosuhteista*. Yleisesti hyväksytyt lajitteluohjeet kuten monissa tapauksissa myös vaneritehtaat itse ovat väljentäneet viilun laatuluokitusta. Niinpä eri viilulaatujen suhteelliset hintaerot ovat myös pienentyneet:

Viilun laatuluokka	1950-luku (Tuovinen 1953)	1973-74 (Heiskanen ja Saikku 1976)	1992 (eräs suomalainen vaneriyhtiö)
		Suhteellinen arvo (BB = 100)	
A	564	315	292
B	314	157	187
S	168	114	116
BB	100	100	100
WG	91	86	84
Keskiviilu	68	68	52

Koponen (1995) ilmoittaa seuraavat koivu-, mänty- ja kuusiviilujen arvosuhteet kolmella eri tehtaalla niillä sovellettuun SFS-lajittelustandardiin 2413 ja todellisiin vanerin myyntihintoihin perustuen:

Viilun laatuluokka	Koivu	Mänty	Kuusi
		Suhteellinen arvo (huonompi keskiviilu = 100))	
E	800	...	...
I	540	1020	...
II	290	340	220
III	250	260	130
IV	220	120	120
Parempi keskiviilu eli liimaviilu	210	120	120
Huonompi keskiviilu	100	100	100

Hyvälaatuisten pintaviilujen määrä vaikuttaa kaikissa suhteissa ratkaisevasti erityisesti koivu- ja mäntyvanereiden valmistuksen kannattavuuteen. Kaikessa vanerikoivun hankinnassa ja kasvatuksessa on siis pyrittävä nimenomaisesti tällaisen raaka-aineen saannin varmistamiseen ja ainakin parantamiseen nykyisestä. Tähän tähtäävät myös viilun laatu- ja arvosaantoon vaikuttavista tukki- ja pölkkykohtaisista tekijöistä johdetut vaneripuun laatuluokitusjärjestelmät.

Vanerikoivujen hankinnassa on käytetty Heiskasen (1966) ehdotukseen pohjautunutta kolmiluokkaista asteikkoa. Luokitus on tähdännyt käytännössä ensisijaisesti runkojen apteerauksen tarkkuuden parantamiseen. Sitä ei ole ilmeisesti kuitenkaan sovellettu vanerikoivujen hinnoitteluun, ainakaan virallisesti.

Heiskasen (1966) luokitusta laadittaessa tavoitteena oli hyväksyä ensimmäiseen luokkaan sellaiset pölkyt, joista saatavissa olevista viiluista vähintään 30 % olisi A- tai B-laatuluokkaa (ml. liitos- ja pääraakkikappaleet). Tämän luokan pölkyistä saadaan käytännössä kaikki sellaisenaan lakattavaksi tai petsattavaksi kelpaavat pintaviilut. Toiseen luokkaan pyrittiin kelpuuttamaan pölkyt, joista saatavissa olevista viiluista suurin osa kelpaa vielä pintaviiluksi. Luokan alarajaksi valittiin keskimmäisviilun ja huonoimman pintaviilun, WG:n, korkeintaan 40 %:n yhteisosuus saatavissa olevista viiluista ja, saataessa myös A- ja B-laatuja, em. luokkien yhteisosuuden ja A- ja B-viilujen yhteisosuuden korkeintaan 40 %:n erotus. Tähän luokkaan kuuluu laadultaan hyvin erilaisia pölkkyjä. Kolmannen eli huonoimman luokan alarajan valinnassa ehtoina olivat pintaviilujen vähintään n. 35 %:n osuus, jos tämä oli pelkästään WG-viilua, ja vähintään 25 %:n osuus, jos tässä oli myös WG-luokkaa parempia pintaviiluja. Kolmannen luokan lieviä vaatimuksia perusteltiin paksujen vanerien kysynnän kasvulla, joka lisäsi keskimmäisviilun tarvetta, ja rakennevanerin käytön lisääntymisellä, jonka arveltiin lisäävän WG-vanerin kysyntää.

Kuorettomalta vähimmäisläpimitaltaan 7 tuuman eli 17,8 cm:n ja pituudeltaan 5 jalan eli 1524 mm:n pölkkyjen ensimmäisessä luokassa sallittiin erilaisista vioista vain oksanjälkiä 5 kpl ja lenkoutta ja mutkia 4 % pienimmästä kuorettomasta läpimitasta. Toisessa luokassa sallittiin oksanjälkiä rajoituksetta, oksakyhmyjä 5 kpl, oksia 4 kpl (paksuin kuiva tai laho oksa 2 cm ja paksuin terve oksa 3 cm), 5 mm syviä ja 20 cm pitkiä kovapohjaisia avohaavoja tai koroja, hyvin pieniä umpihaavoja ja koroja, alle 10 cm pitkiä lahottomia ja tuoheamia (ei selvää paisumaa), kovaa sisälahoa 6 cm pinnasta ja lenkoutta ja mutkia 12 % pienimmästä kuorettomasta läpimitasta. Kolmannessa luokassa sallittiin oksanjälkiä rajoituksetta, oksakyhmyjä 10 kpl, oksia 10 kpl (paksuin kuiva tai laho oksa 3 cm ja paksuin terve oksa 5 cm), 5 kpl (paksuin kuiva tai laho oksa 3 cm ja paksuin terve oksa 6 cm) tai 3 kpl (paksuin kuiva tai laho oksa 3,5 cm ja paksuin terve oksa 6 cm), 15 mm syviä ja 100 cm pitkiä kovapohjaisia avohaavoja tai koroja, 100 cm pitkiä umpihaavoja ja koroja, alle 30 cm pitkiä lahottomia ja tuoheamia (ei selvää paisumaa), kovaa sisälahoa 6 cm pinnasta ja lenkoutta ja mutkia 12 % pienimmästä kuorettomasta läpimitasta. Pystyoksia, lahopohjaisia haavoja tai koroja, pintahalkeamia, pehmeää lahoa tai vieraita esineitä ei sallittu lainkaan.

Heiskasen (1966) luokituksen perustana olleessa perustutkimuksessa eri laatuluokkien sorvipölkyistä saatujen viilujen laatujakaumat olivat seuraavat:

Viilun laatuluokka	Sorvipölkyn laatuluokka		
	I	II	II
	Viilulaatujen osuudet, prosenttia tuoretilavuudesta		
A	2,9	0,7	0,2
B	17,7	7,8	1,0
BBx	40,7	15,4	3,3
BB	20,3	41,3	25,2
WG	6,1	6,2	17,1
Keskiviilu	12,3	28,6	53,2

Luokitukseen on tehty eräitä täsmennyksiä 1970-luvulla (taulukot 5 ja 6). Ensimmäisen luokan läpimittavaatimusta on korotettu 2 cm ja minkäänlaisia oksia ei sallita, kun taas lenkous- ja sisälahovaatimuksia on lievennetty. Toisen luokan vaatimukset ovat osapuilleen ennallaan lukuunottamatta kieltoa tuoheamista. Kolmannen luokan vaatimuksia on hieman lievennetty terveiden oksien enimmäislukumäärän ja paksuuden suhteen mutta toisaalta oksaryhmiä ei sallita ja korojen ja haavojen enimmäispituutta on pienennetty. Nämä muutokset viittasivat kalleimpiin lopputuotteisiin käytettävien parhaiden viilulaatujen erottelutarpeen kasvamiseen sekä loppukäytön muutosten että parhaimman koivuraaka-aineen saatavuuden heikentymisen vuoksi. Toisaalta on nähtävissä sorvaustekniikan kehittymisen ja terveoksaisen viilun uusien käyttökohteiden vaikutuksia.

Vanerikoivun lopulliseen laatuun vaikuttavat puun luontaisten vikojen lisäksi monet korjuussa, varastoinnissa ja jalostuksessa syntyvät viat. Koivupuutavaraan syntyy kaadon jälkeen ilmeisesti enemmän vikoja kuin havupuutavaraan (esim. Kärkkäinen 1984a). Varsinkin rungon tyviosaan ilmestyy heti kaadon ja katkonnan jälkeen lähes poikkeuksetta sydänhalkeamia rungon nestevirtauksista aiheutuvien kasvujännitysten lauetessa (Aro 1960). Sydänhalkeamilla on taipumusta lisääntyä haudonnan ja jopa sorvauksen yhteydessä (Juvonen ja Kariniemi 1984, Kärkkäinen 1984a). Varsinkin hakkuukonekorjuussa syntyy kaadossa helposti tyvirepeämiä ja -halkeamia ja karsinnassa lohkeamia ja värivikoja aiheuttavia kuoren rikkoumia ja pintavaurioita (Jalava 1938, Vanerikoivuja motolla ... 1992, Mäkelä 1993). Varastoinnin ja kuljetuksen aikana syntyy erilaisia hyönteis-, väri- ja lahovikoja (Jalava 1938, Henningson 1964, Salmi 1964, Hakkila ym. 1970, Pekkala ja Uusvaara 1980, Aaltio 1987, Verkasalo 1993).

Koivun arvo ei määräydy myöskään pelkästään vanerikoivun tai edes järeydeltään vanerikoivuksi kelvollisen koivun osuuden perusteella, koska koivurungon vaneripuuosuus on parhaimmillaankin vain 60 % (Kärkkäinen 1984a). Käsitystä tukevat sekä VMI:n että lukuisien erillisten tutkimusten tulokset, joihin palataan luvuissa 4.2.3.5 ja 4.3.2.

Kärkkäinen on tutkinut useissa töissä koivutukkien muotoa (1979, 1980) ja viilun saantoa (1978a, b) sekä koivuvaneritukkien ja -runkojen arvosuhteita simulointimallien avulla (1986), joiden rakentamisessa on käytetty apuna tehdaskokeista saatuja empiirisiä tuloksia. Näiden

Taulukko 5. Tutkimuksessa käytetyt vanerikoivun laatu- ja mittausmääritelmät. Lähde: Tukin ja kuitupuun hintasuositukset 1.4.1985-31.3.1986, Keski-Suomi (Maataloustuottajain ... 1985).

Vanerikoivujen laatu- ja mittausmääritelmät, latvasta mittaus:	
Tukin minimiläpimitta	18 cm, latvasta vaakasuoraan kuoren päältä
Tukin pituus	Min 3,1 m, max 7,0 m
Vika	Enimmäismäärä 1,5 m:n pituudella
Oksien ja kyhmyjen lukumäärä	
- Terveet oksat	Ei rajoituksia
- Kuivat tai lahot oksat tai suuret oksakyhmyt [2]	5 kpl [1]
Oksien paksuus [3]	
- Terveet oksat	7 cm
- Kuivat ja lahot oksat	3 cm
Lenkous tukin latvaläpimitasta riippuen	
- 18-23 cm	2 cm
- 24-35 cm	4 cm
- 35+ cm	5 cm
Kovapohjaiset korot, umpihaavat [4]	0,6 m:n pituinen yhdellä puolella, enimmäissyvyys 10 % latvaläpimitasta
Tuoheama [4]	0,3 m:n pituinen
Värivikaa, kovaa lahoa tai halkeamia tukin sydämessä	1/3 läpimitasta
Vaneritukissa ei sallita lainkaan:	
- Oksaryhmiä [5])	
- Pystyoksia	
- Lahopohjaisia koroja	
- Pehmeää lahoa	
- Pintahalkeamia	
- Monivääryyttä	
- Äkkimutkia	
- Vieraita esineitä	

Kielletyt viat tyvettävä tai vähennettävä tukin tilavuudesta. Kaksi maksimivikaa sisältävä runko tai rungon osa on vaneripuuksi kelpaamaton.

Välivähennys: Tukissa sallitaan laatuvaatimukset alittavaa kohtaa enintään 1,5 m, jos laatuvaatimukset täyttävää puuta on vikakohdan molemmilla puolilla vähintään 1,5 m.

[1] Alle 5 mm:n oksia ei lueta oksien lukumäärään.
[2] Suureksi oksakyhmyksi luetaan sellainen, josta pinnanmyötäiseksi veistettäessä paljastuu laho tai kuiva oksa.
[3] Oksien paksuus mitataan niiden tummasta osasta puun poikkisuuntaisesti.
[4] Umpihaavan tai tuoheamisviillon yhteydessä ei saa esiintyä selvää paisumaa.
[5] Oksaryhmäksi katsotaan vähintään kolme isoa oksakyhmyä ja /tai kolmen senttimetrin oksaa, jotka ovat enintään 20 cm.n pituisella rungon osalla.

Taulukko 6. Tutkimuksessa käytetyt sorvipölkkyjen laatuluokkamääritelmät (Maataloustuottajain ... 1973).

Vaatimus tai rajoitus	Laatuluokka I	Laatuluokka II	Laatuluokka III
Vähimmäisläpimitta, latvasta kuoren päältä ohuimmalta puolen	20	18	18
Oksien ja kyhmyjen kokonaismäärä			
- Terveitä oksia	Ei sallita	4 kpl	Ei rajoitusta
- Kuivia tai lahoja oksia tai suuria oksakyhmyjä	Ei sallita	1/5 läpimitan senttiluvusta	1/5 läpimitan senttiluvusta
Oksien paksuus			
- Terveet oksat	Ei sallita	2,5 cm	7 cm
- Kuivat ja lahot oksat	Ei sallita	1,5 cm	3 cm
Lenkous, ko. rungon osan pienimmästä latvaläpimitasta laskettuna	5 %	12 %	12 %
Kovapohjaiset korot, umpihaavat	Ei sallita	Aivan vähäisiä	Yhdellä puolen 60 cm, syvyys 10 % pienimmästä läpimitasta
Tuoheama	Ei sallita	Ei sallita	30 cm:n pituinen
Kovaa värillistä puuta sydämessä ja sydänhalkeamia	1/3 kuorettomasta läpimitasta	1/3 kuorettomasta läpimitasta	1/3 kuorettomasta läpimitasta

mukaan rungon järeydellä (rinnankorkeusläpimitta) ja tyvitukin ominaisuuksilla on keskeinen merkitys koivurungon arvon määräytymisessä.

Edellä esitettyjen tukki- ja pölkkykohtaisten viilun saanto- ja laatutekijöiden perusteella voidaan muodostaa käsitys vanerikoivurungon ulkoisista laatutekijöistä. Keskeinen viilun saantoon ja laatuun vaikuttava tekijä on rungon järeys, jota kuvaavat: 1) rinnankorkeusläpimitta, 2) tilavuus, 3) tukkiosan päättymiskorkeus, 4) tukkiosan tilavuus, 5) tukkiosan osuus rungon tilavuudesta, ja 6) tukkien läpimittajakauma. Tämän lisäksi rungon, erityisesti sen tyvitukkiosan muototekijöistä vaikuttavat viilun saantoon: 1) yleinen suoruus, 2) mutkat, ml. pystyoksat ja haarat, ja niiden sijainti sorvipölkkyjen katkaisun kannalta 3) lenkous ja sen vaikutusalue, 4) kapeneminen, ja 5) epäpyöreys.

Viilun laatuun ratkaisevasti vaikuttavaa oksaisuutta voidaan kuvata monella tavalla: 1) rungon oksikkuusvyöhykkeiden, eli oksattoman, oksakyhmyisen, kuivaoksaisen ja terveoksaisen rungonosan alkamiskohta, pituus ja osuus rungon tai tukkiosan pituudesta sekä niiden tilavuus ja sen osuus rungon tai tukkiosan tilavuudesta, 2) terveen sekä kuivan, lahon ja ylipäänsä kuolleen oksan suurin tai keskimääräinen paksuus tietyllä rungonosalla, 3) terveiden sekä kuivien, lahojen ja ylipäänsä kuolleiden sekä kaikkien oksien lukumäärä ja

ryhmittyneisyys tietyllä rungonosalla, 4) pystyoksien ja haarojen esiintyminen tietyllä rungonosalla, 5) vesaoksien esiintyminen tietyllä rungonosalla.

Viilun saantoon ja laatuun vaikuttavien laho- ja värivikojen esiintymistä voidaan kuvata: 1) pehmeän ja kovan lahon ja värivian esiintymisellä, ja 2) pehmeän ja kovan lahon ja värivian rungon pituusakselin ja säteen suuntaisen vaikutusalueen pituudella ja tilavuudella. Useat rungon ulkoiset ominaisuudet ja viat ennustavat hyvin lahon esiintymistä, mutta lahoastetta on yleensä vaikea arvioida. Tällaisia ovat jo itsessäänkin viilun laatuun, joskus myös saantoon vaikuttavat: 1) korot, 2) halkeamat, 3) laho- ja pystyoksat, 4) vesaoksat, 5) tuoheamat, 6) käävät, 7) tikanjäljet, 8) ruskotäpläkärpäsen, koivunmantokuoriaisen ym. hyönteisten syömäjäljet, ja 9) nisäkkäiden syömäjäljet.

1.3.2 Hieskoivun ominaispiirteet

Hieskoivun laatua vaneripuun kasvatusta ja käyttöä ajatellen on tutkittu useimmin puuyksilötasolla vertailemalla hieskoivujen ja rauduskoivujen kokoa ja vikoja eri ikä- tai kehitysvaiheissa, kokoluokissa tai kasvupaikoilla. Metsikkö- tai suuraluetason tuloksia on olemassa jonkin verran kasvu- ja tuotostutkimuksen piiristä. Rungon tai puuaineen laatua on niissä tarkasteltu yleensä vain yleisellä tasolla ja silmävaraisiin arviointeihin perustuen.

Lähinnä hieskoivua koskevana voidaan pitää myös suokoivujen laadun selvittelyä, koska suokoivuaineistoista on valtaosa ollut hiestä. Näissä tutkimuksissa ovat vertailukohtana olleet yleensä kivennäismaiden koivut, joiden hies- ja rauduskoivuosuuksia ei kuitenkaan ole raportoitu. Kaikki hieskoivun laatututkimukset on tehty luonnonsyntyisistä koivuista, kun taas rauduskoivua on tutkittu sekä luontaisesti syntyneissä että istutetuissa metsissä.

Hieskoivun laadun tutkimuksille on ollut tyypillistä vertailu raudukseen suhteellisella tasolla. Hieskoivun absoluuttisten vaneripuusatojen tilavuus- tai kantorahaperusteinen tarkastelu on kuitenkin ollut vähäistä. Pääosin selvittämättä on mm.: 1) millä kasvupaikoilla hieskoivusta voidaan yleensä odottaa vaneripuuta, 2) kuinka suuri osuus rungoista voidaan kasvattaa vaneripuun mittoihin, 3) mikä on oikea kiertoaika hieskoivun vaneripuukasvatuksessa, 4) mikä on vaneripuun mahdollinen kertymä ja arvo, 5) mikä on saatavien tukkien ja sorvipölkkyjen laatu ja arvo, ja 6) mihin viilu- ja vanerituotteisiin hieskoivu on kelvollista raaka-ainetta.

Yksimielisiä ollaan siitä, että raudus kasvaa hiestä kookkaammaksi sekä luonnonsyntyisenä (Koivisto 1958a,b, 1959, Fries 1964, Braastad 1966, 1968, Langhammer 1982) että istutettuna (Erkén 1972, Raulo 1977, 1981). Kujalan (1946) mukaan rauduskoivu on hieskoivua nopeakasvuisempi ja kookkaampi ja lisäksi suorarunkoisempi. Appelrothin (1946) mukaan hies on mutkainen varsinkin soilla kasvaessaan, aina suhteellisen pienikokoinen ja kaikin puolin raudusta taloudellisesti vaatimattomampi. Varsin yllättävä on Borgin (1926) käsitys, jonka mukaan hies olisi raudusta suorarunkoisempi. Sarvaksen (1949, 1951) mukaan raudus on hiestä suurikokoisempi, laadukkaampi ja halutumpi vaneripuuksi, mutta oksaisuudessa ei ole juuri eroa.

Eräiden vanhojen tutkimusten mukaan hieksen oksat ovat suunnilleen yhtä paksuja (Sarvas 1949, 1951) tai jopa hennompia (Runqvist ja Thunell 1945, Kujala 1946) kuin rauduksen

oksat. Erot ovat saattaneet johtua hieksen raudusta heikommasta kasvusta, jonka vuoksi hies on sekapuuna kasvaessaan jäänyt alistettuun asemaan ja siksi hento-oksaiseksi (Sarvas 1949).

Heiskanen (1957) on vertaillut hies- ja rauduskoivun laatua Etelä-Suomen hoidetuissa, puhtaissa koivikoissa ja selvästi koivuvaltaisissa metsiköissä. Hänen päätuloksensa olivat: 1) hiekset ovat kaikissa ikä- ja kasvupaikkaluokissa selvästi ohuempia ja hieksen vaneripuut ovat tilavuudeltaan pienempiä kuin raudukset, 2) hies on koivun sekametsiköissä kasvaessaan vähemmistönä vallitsevissa latvuskerroksissa, mutta osuus kasvaa siirryttäessä alempiin latvuskerroksiin, 3) hies on yleensä lyhyempi, sen latvus on pitempi ja oksaton osa lyhyempi kuin samanpaksuisella rauduksella; ero on selvin tuoreilla kankailla mutta soilla ilmeinen vain suurissa läpimittaluokissa, 4) hies on lehtomaisilla kankailla ja varsinkin soilla saman latvuskerroksen raudusta paksuoksaisempi, mutta tuoreilla kankailla ero on päinvastainen, 5) hieksessä on raudusta enemmän laho-oksia ja pystyoksia, mutta vähemmän varsinaisia haaroja, 6) hieksen runko on mutkaisempi kuin rauduksen, 7) ainakin soilla hiekset ovat useammin ja vakavammin lahovikaisia kuin raudukset, 8) vaneripuun mitat täyttävien runkojen tukkipuuprosentti on hieksellä selvästi pienempi kuin rauduksella, ja 9) hieksestä saatava vaneripuu on myös soilla huonolaatuisempaa kuin rauduksesta saatava.

Koiviston (1966, 1968) suppeisiin aineistoihin perustuneet vaneripuukokoisten runkojen laatuarviot olivat pitkälti Heiskasen (1957) tulosten mukaisia. Hylkyjen osuus tukkiosan tilavuudesta oli hieksellä eri alueilla 58-68 % ja rauduksella 37-50 %. Lenkous oli selvästi yleisin hylkäyksen syy. Oksikkuustekijöistä aiheutti hieksellä eniten hylkäämisiä kuivien oksien paksuus ja rauduksella kuivien oksien ja oksakyhmyjen lukumäärä. Salon (1954, 1955) havaintojen mukaan hylkyjä on hieksellä noin 30 %.

Nykyisin vanerikoivun laatuvaatimukset ovat olleellisesti lievemmät kuin em. tutkimusten teon aikaan. Siten myös koivun hylkyosuus lienee paljon edellä esitettyä pienempi. Mielikäinen (1980) arvioi, että tukkipuuprosentit ovat hyvälaatuisissa hies- ja rauduskoivikoissa korkeimmillaan vain 40 ja 60 % mutta männiköissä 80 % ja usein suurempia. Havupuilla esiintyy vain poikkeustapauksissa koivun tasoisia hylkyosuuksia (Kärkkäinen 1984a).

Mielikäisen (1985) tulokset hieskoivun rungon laadusta Etelä-Suomen kovien maiden kuusi-koivusekametsissä olivat sen sijaan lupaavia. Aineisto käsitti sekä nuoria että vanhoja metsiköitä, joista osasta huonolaatuiset puut olivat vielä poistettavissa harvennushakkuissa. Täten päätehakkuuseen asti kasvatettavan peruspuuston laadusta ei saatu varmaa kuvaa. Hieskoivut olivat laadultaan samaa luokkaa kuin rauduskoivut: kaksi kolmasosaa rungoista oli kummallakin koivulajilla "teknisesti normaaleja". Tyvitukkiosan mutkaisuus, rungon haaraisuus ja jopa silmävaraisesti määritetty lahoisuus olivat rauduksella hieman yleisempiä kuin hieksellä. Latvamutkaisuuden ja oksaisuuden yleisyyden ero oli sen sijaan päinvastainen. Tukkipuun tuotoksessa ja rungon koossa rauduskoivut olivat kuitenkin selvästi hieskoivua parempia.

Kasvupaikan vaikutuksesta koivun laatuun on todettu yleisesti, että hyvää vaneripuuta saadaan vain parhaiden metsätyyppien koivikoista (Lappi-Seppälä 1933b, Appelroth 1946). Perä-Pohjolan luonnonnormaaleissa tai likimain luonnonnormaaleissa, valtaosin hieskoivun muodostamissa koivikoissa vikaisten puiden osuus oli sitä suurempi mitä huonompi oli metsätyyppi, ja koivikoissa esiintyi erilaisia vikoja selvästi enemmän kuin männiköissä

(Tikka 1935, 1949). Pohjoisimman Suomen koivua pidetään käytännöllisesti katsoen vanerin raaka-aineeksi kelpaamattomana (Heiskanen 1957).

Heiskasen (1957) aineistossa kovien maiden koivuista oli hiestä 24 % ja ojitettujen soiden koivuista 89 %. Suokoivikot olivat syntyneet ennen ojitusta. Merkittävimmät kovien maiden ja soiden koivujen väliset erot olivat: 1) kovilla mailla koivujen keskiläpimitta ja -pituus oli kaikissa ikäluokissa selvästi suurempi kuin soilla, 2) rungon oksaton osa oli sekä metreinä että prosentteina mitaten pisin kovilla mailla, 3) soilla oli enemmän laho-oksia ja mutkat olivat siellä vaikutukseltaan vakavampia kuin kovilla mailla, 4) lahovikaisten koivujen osuus runkoluvusta ja lahovikojen pystysuuntainen ulottuvuus oli kovilla mailla pienempi kuin soilla, mutta erot olivat kuitenkin vähäiset, 5) vaneripuuksi täysin kelpaavia oli vaneripuun mitat täyttävistä kovien maiden koivuista 70 % ja suokoivuista alle 60 %, 6) suokoivujen kovien maiden koivuja heikompi laatu johtui osittain hieskoivujen runsaudesta, mutta parhaiden suokoivikoiden keskimääräinen laatu oli kuitenkin miltei yhtä hyvä kuin parhaiden kovien maiden koivikoiden laatu, ja 7) lehtomainen kangas oli paras hyvälaatuisen, teollisuuden raaka-aineeksi sopivan koivun kasvupaikka kovilla mailla.

Vesasyntyisyys mainitaan monessa yhteydessä merkittävänä taustavaikuttajana suokoivujen heikkoon laatuun. Jo Heikinheimo (1917) piti siemenistä syntyneitä puita teknillisesti arvokkaampina kuin vesametsien mutkaisia puita (vrt. Laitakari 1935, Wahlström 1976, Ferm 1990). Lukkala (1931) ja Mikola (1942) mainitsivat soilla kasvavat koivut suureksi osaksi vesasyntyisiksi, jotka olivat yleisesti lahovikaisia (Heikinheimo 1917, Borg 1926, Mikola 1942).

Suokoivujen laatua ei ole useinkaan tarkasteltu suotyypeittäin, vaikka puuston kasvu- ja kehittymisedellytykset ovat niillä erilaiset. Heikurainen (1959) totesi varsinkin nevamaisten (saraisten) suotyyppien harvojen puustojen kehittyvän hoidon puutteessa ala-arvoisiksi hieskoivikoiksi. Borgin (1926), Lindforsin (1930), Lukkalan (1931) ja Lappi-Seppälän (1933b) mukaan parhaat ojitetut suomaat, etenkin korvet, tarjoavat kuitenkin hyviä edellytyksiä arvokoivun kasvatukselle.

Harsinnalla käsitellyissä kuusi-koivu ja mänty-koivu-sekametsiköissä, joista parhaat puut on hakattu pois, koivut ovat olleet varsin huonolaatuisia ja oksaisia koko maan keskiarvoihin verrattuna (Sarvas 1944). Yleisin vika on ollut laho eri muodoissaan. Koivujen laatu on ollut sitä huonompi, mitä karummasta metsätyypistä on ollut kysymys. Myös kaskialueiden koivut on todettu yleisesti lahovikaisiksi; rauduskoivut ovat olleet täällä vähemmän lahoalttiita ja keskimäärin kookkaampia kuin hieskoivut (Heikinheimo 1915, vrt. Mikola 1942).

Erikoisuutena mainittakoon Lehonkosken (1949) ns. teknisten koivulajien laadullinen paremmuusjärjestys, joka tukee käsitystä rauduskoivun eduista hieskoivuun verrattuna. Paras näistä on harmaakoivu, joka on raudusta, ja toiseksi paras helvekoivu, joka on hiestä. Viitakoivu ja kaskikoivu, joita esiintyy sekä hieksellä että rauduksella, ovat laadullisesti vaatimattomimpia.

Kärkkäinen (1984a, 1991) suosittelee koivulajeista vain rauduskoivun kasvatusta ja sitäkin vain viljavimmilla kangasmailla, jos lähtökohtana pidetään eri puutavaralajien määrällistä ja laadullista tuotosta ja todellista puustamaksukykyä.

Ruotsalaiset käsitykset hies- ja rauduskoivun laatusuhteista eroavat jossain määrin suomalaisista, mikä johtunee Etelä- ja Keski-Ruotsin rauduskoivun eteläiselle rodulle tyypillisistä piirteistä (luku 1.2.2). Dahlbeckin (1937) mukaan raudus- ja hieskoivun rungot ovat laadullisesti suunnilleen samanarvoisia. Lindqvistin (1947) mukaan rauduskoivu, erityisesti sen pohjoinen rotu, on taloudellisesti arvokkaampi kuin hieskoivu. Olofssonin (1953) mukaan hieskoivu on ulkonäkölaadultaan rauduskoivua parempi Ruotsin eteläosassa suunnilleen tammen esiintymisalueen pohjoisrajaan asti. Rauduskoivun laatu paranee pohjoista kohti, sen runko on suorempi ja siitä saadaan arvokkaampia puutavaralajeja. Rauduskoivun oksat ovat kuitenkin kaikkialla suurempia kuin hieskoivun oksat.

Hies- ja rauduskoivun virheettömän puuaineen erot ovat varsin pienet ja vaneripuuna käytön kannalta useimmiten merkityksettömät. Hieskoivulla putkilot ovat hieman pitempiä ja paksumpia (Kujala 1946, Bruun ja Slungaard 1959, Bhat ja Kärkkäinen 1980, Mali 1980, Salmi 1987a,b, Wagenführ ja Schreiber 1989, ks. myös Ollinmaa 1955) ja putkiloita kuin myös ydinsäteitä on poikkileikkauksen pinta-alayksiköllä vähemmän kuin rauduskoivulla (Bhat ja Kärkkäinen 1980). Putkiloiden perforaatiolevyjen aukonvälien lukumäärä on hieskoivulla suurempi kuin rauduskoivulla (Bhat ja Kärkkäinen 1980). Tätä ominaisuutta voidaan hyödyntää koivulajien erottamisessa toisistaan puuaineen mikroskooppisissa tutkimuksissa; tarkkuutta voidaan jossain määrin parantaa käyttämällä lisätekijänä putkiloiden lukumäärää poikkileikkauksen pinta-alayksiköllä.

Puuaineen tiheys on hieskoivulla hieman alhaisempi kuin rauduskoivulla (Runqvist ja Thunell 1945, Kujala 1946, Ollinmaa 1960, Hakkila 1966, 1979, Velling 1979, Wagenführ ja Schreiber 1989). Etelä-Suomessa hieskoivun kuiva-tuoretiheys on keskimäärin 482 kg/m^3 ja rauduskoivun 497 kg/m^3; vaneritukeilla koivulajien erot ovat rungon keskimääräisiä arvoja suuremmat kuiva-tuoretiheyden ollessa hiestukeilla keskimäärin 478 kg/m^3 ja raudustukeilla 510 kg/m^3 (Hakkila 1966). Täten myös viilun ja vanerin lujuus ja kimmoisuus ovat hieskoivulla jonkin verran rauduskoivua alhaisempia (Jalava 1945, Kujala 1946, Ollinmaa 1960, Mali 1980, ks. myös Ollinmaa 1955). Tämän seikan merkitys voisi periaatteessa olla suurikin nykyisissä koivuvanerituotteissa, mutta virheettömän puuaineen tiheyserojen vaikutukset peittyvät käytännössä mm. viilun vinosyisyyden ja oksaisuuden vaikutusten alle (Mikkola suull. 1997).

Vastoin muissa tutkimuksissa havaittuja tiheyseroja Kujala (1946) piti hieskoivun puuainetta rauduskoivun puuainetta kimmoisampana. Verkasalo (1993) on puolestaan havainnut hieskoivutukkien puuaineen tiheyden pienempää alenemista rauduskoivutukkeihin verrattuna pitkittyneessä metsävarastoinnissa. Hieskoivun puuaineen eräänä etuna rauduskoivuun verrattuna mainitaan pinnaltaan kauniimpi ja vähemmän karhea ja nukkainen viilu- ja sahepinta (Appelroth 1946). Tämä saattaisi johtua tiheyseroista, jolloin sorvaus- ja sahausvastukset olisivat hieskoivulla rauduskoivua pienemmät (Meriluoto 1966). Toisaalta nukkaisuutta aiheuttava vetopuu (Ollinmaa 1955, Verkasalo ja Paukkonen 1997) saattaisi olla hieskoivulla tavallisempaa kuin rauduskoivulla olettaen hieskoivu rauduskoivua mutkaisemmaksi puulajiksi.

Verkasalon (1987a, 1990b) ja Virolaisen (1990) koesorvauksissa viilun saanto ja varsinkin laatu oli hieskoivua sorvattaessa yleensä huonompi kuin rauduskoivua sorvattaessa, joskin parhaat hieserät tuottivat enemmän viilua kuin huonoimmat rauduserät. Näissä kokeissa pölkyt keskitettiin sorviin mekaanisella kolmipistekeskittimellä. Kun optimoivalla XY-keskittimellä voidaan viilun saantoa parantaa huonomuotoisia pölkkyjä sorvattaessa

suhteellisesti enemmän kuin hyvämuotoisia pölkkyjä sorvattaessa, voidaan keskityksen optimoinnin olettaa pienentävän koivulajien välistä saantoeroa (luku 1.2.1). Edellytyksenä on kuitenkin pölkkyjen riittävä järeys, minkä saavuttaminen voi hieskoivulla olla ongelmallista.

1.4 Tutkimuksen tausta, hypoteesit ja tavoitteet

1.4.1 Tarvitaanko hieskoivusta vaneripuuta?

Vaneriteollisuus on ollut useimpina aikoina, varsinkin 1980-luvulla kannattavin mekaanisen metsäteollisuuden haara Suomessa. Koivuvanerin ja koivupintaisen sekavanerin tuottajana Suomi on ollut päävientialueellaan Länsi-Euroopassa markkinajohtaja. Vaneriteollisuus on kuitenkin kärsinyt pulaa koivutukista 1960-luvun puolivälistä lähtien. Niukkuus on kohdistunut nimenomaan hyvälaatuista pintaviilua tuottaviin tukkeihin. Niukkuus on johtunut seuraavista syistä:

1) Koivutukin harsintahakkuut jatkuivat varsinkin yksityismetsissä aina 1960-luvulle asti. Niiden seurauksena paras luontaisesti syntynyt koivutukkipuusto hakattiin monin paikoin pois.
2) Kaskikoivikot on hakattu ja uudistettu havupuille.
3) Koivun kasvatusta ei arvostettu 1950-60-luvuilla. Uudistaminen koivulle oli olematonta, koivu pyrittiin hävittämään uudistusaloilta ja koivikoiden järeytymiselle ja laatukehitykselle välttämättömät harvennushakkuut olivat riittämättömiä.
4) Polttopuun menekin romahtaminen 1960-luvuilla heikensi ratkaisevasti pienikokoisen harvennuskoivun kysyntää eikä tällaisella koivulla ollut kysyntää sellu- tai paperiteollisuuden raaka-aineeksi.
5) Koivutukista kasvaa suuri osa sekapuuna havupuuvaltaisissa metsissä. Koivutukin tarjonta on sekapuuna hankinnan vuoksi ollut sidoksissa havutukin, erityisesti useaan otteeseen vaikeuksissa olleen kuusen markkinatilanteeseen.
6) Havupuuvaltaisten metsien koivutukki on yli-ikäistynyt, lahoviat lisääntyneet ja laatu heikentynyt.

Vaneriteollisuuden on täytynyt sopeutua koivutukin niukkuuteen lähinnä seuraavilla tavoilla:

1) Koivuvanerin tuotantoa ei ole voitu laajentaa markkinaennusteiden mukaisesti.
2) On korostettu koivuvanerin tuotekehitystä ja erikoistuoteluonnetta. Tämän ansiosta myös markkinaosuudet ovat säilyneet korkeina kilpailevia tuotteita korkeammasta hinnasta huolimatta.
3) Koivutukin mitta- ja osin myös laatuvaatimuksia on lievennetty.
4) On ryhdytty valmistamaan seka- ja havuvanerilaatuja, minkä seurauksena koivun osuus raaka-aineesta on enää 40-60 %. Tuotannosta puhtaan koivuvanerin osuus on 25 %, sekavanerien 55 % ja havuvanerin 20 %. Viime vuosina erityisesti kuusivanerin tuotanto on lisääntynyt, koska järeän kuusitukin saatavuus on hyvä ja hinta verrattain edullinen, Länsi-Euroopan ja Kauko-Idän markkinatilanne on suotuisa ja uusi, tehokas, nimenomaan havuvanerin tekoon suunniteltu valmistusteknologia on alentanut tuotantokustannuksia.
5) Rauduskoivun jalostusta, jalostettujen alkuperien viljelyä ja luontaista uudistamista on pyritty edistämään. Parhaiden istutuskoivikoiden tuotos on kokeissa todettu 40 % ja ulkoinen laatu selvästi paremmaksi kuin kuin peruspuujälkeläistöillä. Istutettu rauduskoivikko saavuttaa päätehakkuuvaiheen jo 35-50 vuotiaana. Istutusintoa on vähentänyt suuri hirvi- ja

myyrätuhoriski. Puhtailla rauduskoivuviljelmillä on myös havaittu odottamattoman runsaasti viilun laatua heikentäviä ruskotäpläkärpäsen vioituksia. Kaikkiaan rauduskoivuviljelmiä lienee nykyisin vielä alle 100 000 ha. Vaneritukkia niistä odotetaan saatavan varsinaisesti vasta 2010-luvulta alkaen, teollisuuden tavoitteiden mukaan jopa 0,4-0,5 milj. m^3/a eli noin kolmannes koko tarpeesta.

Tässä tilanteessa myös rauduskoivua huonolaatuisemmaksi tiedetyn hieskoivun arvo on kohonnut. Vaneriteollisuudelle koivulaji on käytännössä yhdentekevä, kunhan raaka-aine täyttää sille asetetut mitta- ja laatuvaatimukset - hieskoivutukkien laadusta ei tiettävästi ole myöskään valitettu sen enempää kuin rauduskoivutukkien laadustakaan (Mikkola suull. 1997). Hieskoivusta voidaan olettaa saatavan jossain määrin myös hyvälaatuisia viiluja, mutta pääosin se soveltunee lähinnä sellaisiin käyttökohteisiin, joissa viilun ulkonäkö ei ole ratkaiseva. Tällaisia ovat mm. vanerilevyjen keskikerrokset ja pinnoitettavat jatkojalosteet. Tosin pinnoitettavuuskin edellyttää viilun pinnalta tasaisuutta ja riittävää kovuutta. Lahoa, lahoja ja suuria kuivia oksia, halkeamia ja hyönteisten syömäkäytäviä tai -reikiä ei sallita pinnoitettavassa viilussa.

Koivukuitupuun kysynnän kasvu ja hinnan kohoaminen suhteessa mäntyyn ja kuuseen ovat omalta osaltaan lisänneet hieskoivun arvoa. Koivuleimikoista kertyy lähes aina huomattavasti enemmän kuitupuuta kuin tukkia. Täten koivukuitupuun markkinatilanteen paranemisella on huomattava merkitys sekä koivun tarjontaan että koivutukin kasvattamiselle välttämättömien harvennushakkuiden kannattavuuteen.

Hieskoivun laatua vaneripuuna on aiemmin tutkittu lähinnä Etelä-Suomen kivennäismailla (luku 1.3.2). Hieskoivun merkitys on kuitenkin suurin Suomenselän länsipuolisella alueella, ts. Pohjanmaalla ja Satakunnassa, missä hieskoivua kasvavien ojitettujen turvemaiden osuus on suuri (luku 1.2.1.1). Tulevaisuudessa hieskoivun merkitys kivennäismaiden sekapuuna kasvaa koko maassa, kun luontaisen uudistamisen osuus mitä todennäköisimmin lisääntyy ja osaksi vajaatiheinä syntyneet männyn ja kuusen viljelytaimikot täydentyvät lehtipuilla. Onkin esitetty ajatuksia, että viljavilla turvemailla ja soistuneilla kankailla sekä kivennäismaiden sekapuuna olisi järkevää pyrkiä kasvattamaan hieskoivu vaneripuuksi, vaikka se ei olisikaan laadultaan rauduskoivun veroista. Toiveet ovat johtaneet niinkin pitkälle, että jonkin aikaa käynnissä olleen hieskoivun jalostustyön jälkeen on nyt saatavilla hieskoivun taimia ongelma-alueiden metsänviljelyyn.

Kehittymässä olevan hieskoivun raaka-ainereservin hyödyntäminen olisi sekä yksityis- että kansantaloudellisesti tärkeää. Hyväksikäyttöä edesauttaa huomattavasti, jos merkittävä osuus hieskoivusta saavuttaa vanerikoivun mitta- ja laatuvaatimukset. Tämä merkitsisi:

1) Vaneriteollisuudelle: raaka-ainepohjan laajentumista sekä mahdollisesti koivu- ja sekavanerilaatujen tuotannon laajentamismahdollisuuksia ja vientitulojen kasvua.
2) Metsänkasvattajille: metsänkasvatuksen vaihtoehtojen lisääntymistä, kantorahatulojen kasvua, hieskoivikoiden harvennusten kannattavuuden paranemista sekä metsänuudistamisen helpottumista ja halpenemista.
3) Yhteiskunnalle: metsänojitukseen sijoitettujen panosten tehokkaampaa hyödyntämistä, metsien hoidon tehostumista, metsien monimuotoisuuden lisääntymistä sekä mahdollisesti verotulojen kasvua ja ulkomaankaupan taseen paranemista.

1.4.2 Tutkimuksen organisatorinen tausta

Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston puuntutkimussuunnalla (nykyisin osa Vantaan tutkimuskeskusta) aloitettiin monivaiheinen tutkimushanke hieskoivun laadullisesta sopivuudesta vaneriteollisuuden raaka-aineeksi syyskesällä 1985. Se käsittää toisiaan täydentäviä tutkimuksia hieskoivun ulkoisesta laadusta, tukkien ja sorvipölkkyjen ominaisuuksista, tukkien varastovikaantumisesta, sorviviilun saannosta, laadusta ja arvosta sekä puuaineen tiheydestä (Verkasalo 1988c). Hankkeesta on julkaistu tuloksia Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoissa (Verkasalo 1987c, 1988b, 1990a, 1993, 1994), ammatillisissa aikakauslehdissä (Verkasalo 1987a, 1988a, 1989) sekä jakelultaan rajoitettuina monisteina (Verkasalo 1987b, 1990b).

Tutkimushanke katsottiin tarpeelliseksi, koska hieskoivun kasvatukselle otolliset kohteet ovat ojitustoiminnan ja sekapuustojen yleistymisen vuoksi lisääntyneet ja hieskoivun menekkiolosuhteet sekä vaneri- että kuitupuuna olivat teollisuuden rakennemuutosten ja teknisen kehityksen ansiosta parantuneet. Sittemmin 1990-luvulla yleistyneiden metsänkasvatuksen monimuotoisuustavoitteiden sekä vähentyneen taimikonhoidon voidaan myös olettaa johtavan hieskoivun osuuden kasvuun metsissä. Laajoja koivun laatututkimuksia ei myöskään oltu tehty Suomessa 1960-luvun jälkeen. - Rohkaisevaa on ollut tutkimuksen kestäessä laajennut hieskoivun tutkimus suontutkimuksen ja kasvu- ja tuotostutkimuksen piirissä. Myös vaneriteollisuus sekä metsänkäsittelyohjeita kehittävä Metsäkeskus Tapio ovat osoittaneet mielenkiintoa hieskoivun laatua ja kasvatusta koskeviin kysymyksiin.

1.4.3 Tutkimuksen päähypoteesit

Useimmat koivun, kuten myös muiden puulajien, laatua vaneripuuna kuvaavat suureet riippuvat puun iästä. Rungon koko (läpimitta ja tilavuus) kasvavat ja laatutekijöinä täten paranevat iän kasvaessa. Useimmat viat yleistyvät rungossa ja niiden vakavuus kasvaa iän kasvaessa. Oksikkuusrajat (alimman oksakyhmyn, kuivan oksan ja terveen oksan korkeudet ja yhtenäisen elävän latvuksen alaraja) kohoavat, eri tyyppisten oksien lukumäärä pituusyksikköä kohti joko kasvaa tai pienenee ja oksien läpimitta kasvaa niiden kuolemaan asti ja pysty- ja vesaoksien määrä kasvaa puun iän kasvaessa. Useimmilla pintavioilla ja lahovioilla on taipumus yleistyä ja muotovikojen joko yleistyä tai harvinaistua kiertoajan kuluessa. Rungon koon kasvun seurauksena eri puutavaralajien, erityisesti tukkien tilavuus sekä tukin osuus rungon tilavuudesta kasvavat, mutta erilaiset viat useimmiten pienentävät sekä tukin tilavuutta että osuutta rungon tilavuudesta. Seurauksena sorvipölkkyjen saanto ja vaneriviilun saannon kannalta ratkaiseva ja myös viilun laatuun vaikuttava pölkyn koko (läpimitta ja tilavuus) kasvavat ja viilun laadun kannalta ratkaisevien sorvipölkyn vikojen yleisyys ja vakavuus muuttuvat.

Aikatekijä on keskeisessä asemassa metsänkasvatuksen taloudellisuutta arvioitaessa. Tämä vaikuttaa mm. kullekin kasvupaikalle sopivan puulajin valintaan ja kiertoajan pituuden mitoitukseen, lähtökohtana vaihtoehtoisten puulajien määrällinen ja laadullinen puuntuotos tiettyyn ikävaiheeseen mennessä, joiden perusteella taloudellinen tulos muodostuu. Aikatekijän ja em. laadullisten ominaisuuksien voimakkaan ikäsidonnaisuuden vuoksi hieskoivun laatua vaneripuuna on perusteltua tarkastella eri ikävaiheissa. Tämä koskee hieskoivun laatua sekä sinänsä että verrattuna rauduskoivuun, tunnustettuun vaneripuulajiin. Koska hieskoivun kasvunopeus riippuu kasvupaikan viljavuustasosta ja em. laadulliset

ominaisuudet riippuvat aikaisempien tutkimusten perusteella myös puun koosta, hieskoivun laadun voidaan olettaa kehittyvän erilaiseksi eri kasvupaikkaluokissa tiettyyn ikään mennessä. Lukuisat tutkimukset ovat osoittaneet hieskoivun rauduskoivua hidaskasvuisemmaksi samassa kasvupaikkaluokassa, jolloin samanikäisten hies- ja rauduskoivujenkin välillä voidaan olettaa olevan laatueroja.

Erityisesti turvemailla mutta myös kivennäismailla suuri osa hieskoivuista on vesasyntyisiä, joilla kasvun on todettu olevan aluksi ainakin yhtä nopeaa mutta varhaisemman biologisen rappeutumisen seurauksena myöhemmin hitaampaa kuin siemensyntyisillä. Sinänsä suppeiden tutkimusten mutta varsin runsaiden käytännön kokemusten perusteella vesasyntyiset hieskoivut voidaan olettaa samassa iässä useiden laatuominaisuuksien, varsinkin runkomuodon ja lahoisuuden suhteen siemensyntyisiä heikommiksi.

Metsästä alkavassa puun käyttökohteen sekä puunkorjuun ja -kuljetuksen suunnittelussa on puun koko usein keskeinen lähtökohta. Tästä syystä mm. suunnittelun edellyttämät mittaukset ja arvioinnit on järkevää perustaa puun kokoon, useimmiten rinnankorkeusläpimittaan (tai tilavuuteen). Koska hies- ja rauduskoivun kasvunopeudessa on lukuisien tutkimusten perusteella eroja ja koivun koko vaikuttaa sen laadullisiin ominaisuuksiin, hies- ja rauduskoivua vertailtaessa on tiedettävä johtuvatko mahdollisesti havaitut laatuerot itse asiassa kokoeroista. Sinänsä harvojen aikaisempien tutkimusten ja käytännön kokemusten perusteella hies- ja rauduskoivujen välillä voidaan olettaa olevan laatueroja samassa koossa.

1.4.4 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen päätavoitteena on tutkia luontaisesti syntyneen hieskoivun tärkeimpiä ulkoiseen laatuun liittyviä ominaisuuksia ikä- ja kehitysluokittain vaneripuuna käyttöä ajatellen, erityisesti viljavuudeltaan eritasoisilla ojitetuilla turvemailla mutta myös viljavilla ja keskiviljavilla kivennäismailla. Hieskoivun laatua tarkastellaan sekä sellaisenaan että erityisesti rauduskoivuun vertaillen ja sekä runko- että metsikkötasolla. Runkotasolla tarkastellaan hieskoivun erityiskysymyksenä siemen- ja vesasyntyisiä puita, vertaillaan hies- ja rauduskoivuja rinnankorkeusläpimittaluokittain ja tutkitaan hies- ja rauduskoivuista saatavia sorvipölkkyjä.

Vaneripuulaadulla tarkoitetaan puun teknistä käyttökelpoisuutta vaneriviilun sorvaukseen. Tätä kuvataan niiden ulkoisten puutunnusten perusteella, jotka vaikuttavat keskeisesti vaneripuun saantoon ja laatuun rungosta sekä viilun saantoon ja laatuun sorvipölkyistä. Näitä ovat rungon, tukkiosan ja sorvipölkkyjen mitat, laatuominaisuudet ja viat. Vanerikoivujen vähimmäismitat ja -laatu määritellään aineiston keruuaikana kotimaan puukaupassa sovellettujen mukaisiksi.

Tutkimuksessa käsiteltäviä kysymyksiä ovat:

a) Runkotasolla:
   1. Runkojen ja niiden tukkiosan koko.
   2. Erilaisten oksa-, muoto-, pinta-, laho- ja värivikojen yleisyys ja vakavuus, erityisesti rungon tyvitukkiosassa mutta myös koko käyttöosassa.
   3. Runkojen puutavaralajirakenne, erityisesti vaneripuuosan pituus, tilavuus ja osuus rungon tilavuudesta, ulkoisen laadun perusteella arvosteltuna.

4. Eri vikojen aiheuttamat vähennykset vähimmäismittojen puolesta mahdollisessa vaneripuun määrässä ja vikojen tärkeysjärjestys.
5. Runkojen jakaumat tyvitukkiosan oksikkuuden ja runkomuodon perusteella sekä koon ja tyvitukkiosan oksikkuuden, runkomuodon ja pinta-, laho- ja värivikojen perusteella arvioiduissa käyttöarvoluokissa.
6. Vaneripuurungoista saatavien sorvipölkkyjen jakaumat läpimitan, oksikkuuden, runkomuodon, väri- ja lahovikojen esiintymisen sekä näiden tekijöiden yhteisvaikutuksena muodostuvan laatuluokan perusteella (vain hies- ja rauduskoivun vertailu runkotasolla).

b) Koealatasolla:

7. Runkojen lukumäärät hehtaarilla em. käyttöarvoluokissa, lähtökohtana säännöllinen metsänhoito.
8. Hakkuukertymät ja niiden puutavaralajijakaumat hehtaarilla, lähtökohtana koivuvaneritukin ja -kuitupuun nykyiset vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset.
9. Kantoraha-arvot ja niiden puutavaralajijakaumat hehtaarilla, lähtökohtana koivuvaneritukin ja -kuitupuun nykyiset vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset ja 1990-luvun kantohintataso.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1 Koeala-aineisto

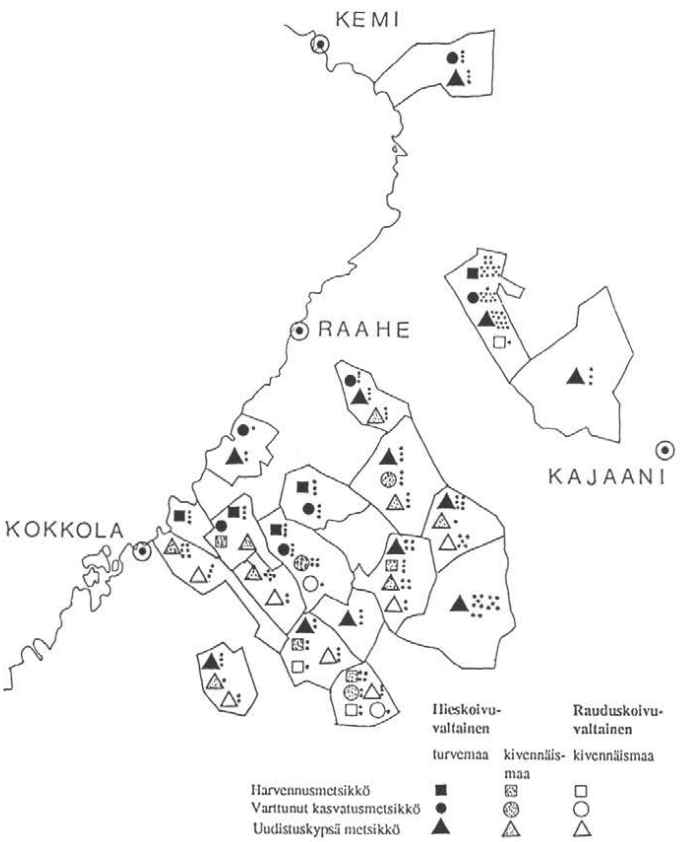
2.1.1 Otanta

Tutkimuksen empiirinen aineisto kerättiin Metsäntutkimuslaitoksen Kannuksen ja Muhoksen tutkimusalueiden ja Metsähallituksen Pohjanmaan piirikuntakonttorin alueen metsistä sekä Oy Wilh. Schauman Ab:n Pietarsaaren metsäosaston (nykyisin UPM-Kymmene Metsä, Pohjanmaan hankinta-alue) ja Osuuskunta Metsäliiton Kannuksen ja Haapajärven piirien (nykyisin yhtenä piirinä) pystykauppaleimikoista vuosina 1985-87. Aineistoa kerättiin vain Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalta, koska hieskoivun ja ojitettujen turvemaiden metsätaloudellinen merkitys on siellä suurin ja tutkimusaineistoa oli täältä runsaasti saatavilla. Tulosten haluttiin myös täydentävän niiden tärkeimmän vertailukohdan, Heiskasen (1957) Etelä-Suomesta Suomenselän itä- ja eteläpuolelta keräämään aineistoon perustuvan tutkimuksen tuloksia, jotka ovat vielä nykyisinkin pääosin käyttökelpoisia. Aineiston keruu rajoitettiin luontaisesti syntyneisiin metsiköihin ja hies- ja rauduskoivujen tunnistamisen helpottamiseksi niihin kuukausiin, jolloin koivut olivat täydessä lehdessä (luku 2.2.1).

Kirjoittaja tiedusteli etukäteen aineistoksi sopivia metsiköitä em. organisaatioilta ja selvitti niiden käsittelytavat, hakkuuvuodet ja turvemailla lisäksi ojitusvuodet. Kirjoittaja tarkasti paikanpäällä metsiköiden soveltuvuuden tutkimukseen ja merkitsi mitattavien koealojen keskipisteet hyväksyttyihin metsiköihin. Tilapäisiksi perustetut koealat olivat kahden aarin ympyräkoealoja (säde 7,98 m). Niitä sijoitettiin 2-4 kpl yhteen metsikköön sen edustaviin, koivuvaltaisimpiin kohtiin. Koska koealojen puuston rakenne saattoi vaihdella huomattavasti yhden metsikön sisällä, tietyn metsikön koealoja ei voida pitää toistoina vaan pikemminkin erillisinä, erilaisia metsiköitä edustavina koealoina. Hyväksyttyjen koealojen maantieteellinen sijainti ilmenee kuvasta 7.

Aineistoon hyväksyttävien koealojen tuli antaa mahdollisimman edustava kuva hieskoivun kasvatusmahdollisuuksista vaneripuuna ja toisaalta mahdollistaa tulosten vertailu Heiskasen (1957) tutkimuksen kanssa. Koealojen tuli sen vuoksi täyttää seuraavat vähimmäisvaatimukset:

1. *Koivuvaltaisuus*; koealan keskipisteestä relaskoopilla mitatusta pohjapinta-alasta vähintään kaksi kolmasosaa oli oltava koivua.
2. *Silmävaraisesti arvioiden "hyvä metsänhoidollinen tila";* järeyskehitystä tuntuvasti haittaavan ylitiheyden merkkinä olevaa itseharvenemista tai latvuksen supistumista, selvää vajaapuustoisuutta tai jälkiä harsintahakkuista ei sallittu eivätkä varttuneiden kasvatusmetsien ja uudistuskypsien metsien koealat saaneet olla kokonaan harventamattomia. Metsäntutkimuslaitoksen ja Metsähallituksen mailla sijainneiden koealojen osalta taimikonhoitoa ja hakkuita koskevat tiedot tarkistettiin asiapapereista, mutta yksityismailla oli tyydyttävä pelkästään silmävaraiseen arviointiin. Eräissä tapauksissa metsänhoidollisessa tilassa jouduttiin tinkimään tasolle "tyydyttävä", jotta aineistoa saatiin riittävästi.
3. *Todellisia metsikköolosuhteita vastaava muoto ja pinta-ala;* etäisyyden koelan reunasta metsikön reunaan tuli olla vähintään puuston valtapituuden suuruinen, jotta reunavaikutus voitiin välttää. Tämän vuoksi ojanvarsi- ja pellonreunametsiä ja kooltaan pieniä metsiköitä ei hyväksytty.
4. *Koelan tuli olla kauttaaltaan puustoinen* ; ajoura, oja tms. ei saanut halkoa koealaa.



Kuva 7. Koealojen maantieteellinen sijainti vallitsevan koivulajin, kasvupaikkaryhmän (turvemaa/kivennäismaa) ja puuston kehitysluokan mukaan.

Koelojen lukumäärä kiintiöitiin kolmella tasolla kasvupaikan pääluokan ja viljavuuden (Huikari 1952, Kujala 1979) sekä metsikön kehitysluokan (Metsäntutkimuslaitos, metsien käytön ... 1992) mukaan:

Taso 1: Kasvupaikan pääluokka: 1) kivennäismaa, 2) ojitettu turvemaa
Taso 2: Kasvupaikan viljavuus: 1) lehtomainen kangas (OMT) / ruohoinen turvemaa (Rh), 2) tuore kangas (MT) / mustikkainen- suursarainen turvemaa (M-Ss), 3) kuivahko kangas (VT) / puolukkainen-piensarainen turvemaa (V-Ps)
Taso 3: Metsikön kehitysluokka: 1) harvennusmetsikkö (kehtiysluokka 2), 2) varttunut kasvatusmetsikkö (kehitysluokka 3), 3) uudistuskypsä metsikkö (kehitysluokka 4)

Ositteita oli alkuperäisen koesuunnitelman mukaan 18 kpl. Lehtomaisten kankaiden ositteista jouduttiin kuitenkin luopumaan sopivien metsiköiden löytämisvaikeuksien vuoksi, joten ositteita oli lopulta 15 kpl. Tavoitteena oli mitata harvennusmetsiköiden ja varttuneiden kasvatusmetsiköiden ositteista kustakin 9 koealaa ja uudistuskypsien metsien ositteista 12 koealaa. Oleellista oli saada runsaasti aineistoa uudistuskypsistä metsistä, joissa koivujen kelpoisuus vaneripuuksi on parhaiten todettavissa. Lisäksi aineiston tuli käsittää sekä hies- että rauduskoivuvaltaisia koealoja.

2.1.2 Aineiston määrä ja laatu

Tutkimuksessa mitattiin kaikkiaan 184 koealaa 65 metsiköstä (taulukko 7). Koealoista oli turvemailla 114 kpl (62 %) ja kivennäismailla 70 kpl (38 %). Hieskoivuvaltaisia koealoja oli 158 kpl (86 %) ja rauduskoivuvaltaisia 26 kpl (14 %). Kaikki turvemaiden koealat olivat hiesvaltaisia, kun taas kankaiden koealoista oli raudusvaltaisia 37 %. Uudistuskypsien metsien koealoista oli tuoreilla kankailla selvä enemmistö raudusvaltaisia mutta kuivahkoilla kankailla hiesvaltaisia. Kuivahkojen kankaiden koealojen hiesvaltaisuus johtui osaksi siitä, että tälle viljavuustasolle luettiin myös soistuneet ja kiviset tuoreet kankaat. Kivennäismaiden harvennusmetsiköiden ja varttuneiden kasvatusmetsiköiden koealoista vain muutamat olivat raudusvaltaisia.

Taulukko 7. Koealojen lukumäärä kasvupaikka- ja kehitysluokittain tässä tutkimuksessa sekä 8. valtakunnan metsien inventoinnin koivuvaltaisten koealojen aineistossa (koivun osuus vähintään 70 %) koko Etelä-Suomessa ja Länsi-Suomessa (=Satakunnan, Etelä-Pohjanmaan, Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan metsäkeskukset) (Ahola 1994).

Kasvupaikkaluokka Kehitysluokka	Tämä tutkimus	8. VMI Etelä-Suomi Koealoja, kpl	8. VMI Länsi-Suomi
Ruohoinen turvemaa			
Harvennusmetsikkö	9	189	49
Varttunut kasvatusmetsikkö	10	63	22
Uudistuskypsä metsikkö	21	21	4
Yhteensä	40	84	75
Mustikkainen-suursarainen turvemaa			
Harvennusmetsikkö	9	188	85
Varttunut kasvatusmetsikkö	12	56	18
Uudistuskypsä metsikkö	21	20	5
Yhteensä	42	264	108
Puolukkainen-piensarainen turvemaa			
Harvennusmetsikkö	8	184	36
Varttunut kasvatusmetsikkö	7	8	6
Uudistuskypsä metsikkö	17	4	3
Yhteensä	32	196	45
Tuore tai kuivahko kangas, hiesvaltainen			
Harvennusmetsikkö	11	338	183
Varttunut kasvatusmetsikkö	9	62	26
Uudistuskypsä metsikkö	23	52	15
Yhteensä	43	452	224
Tuore tai kuivahko kangas, raudusvaltainen			
Harvennusmetsikkö	4	105	34
Varttunut kasvatusmetsikkö	2	29	6
Uudistuskypsä metsikkö	20	63	5
Yhteensä	26	197	45

Kirjoittajan tutkimusta varten kouluttamat kenttäryhmät määrittivät koealoilta maa- ja puustotunnuksia sekä keskimääräisinä että puulajikohtaisina. Tunnusten määrityksessä ja luokittelussa noudatettiin VMI:ssä käytettäviä mittausmenetelmiä ja luokituksia (Metsäntutkimuslaitos, metsien käytön ... 1992).

Kultakin koealalta kirjattiin tunnistetietoina mittauspäivämäärä, mittausryhmän johtajan nimi, paikkakunta, metsikön numero ja koealan numero. Koealan kasvupaikasta määritettiin pintakasvillisuuden perusteella kivennäismailla metsätyyppi perinteisin metsätaloudessa käytetyin luokin (Kujala 1979) ja turvemailla suotyyppi viljavuudeltaan samantasoisia kivennäismaita vastaavin luokin (Huikari 1952). Menettely katsottiin tarkkuudeltaan riittäväksi tutkimuksen tavoitteisiin nähden. Pituusbonitointi olisi sinänsä antanut pintakasvillisuutta tarkemman arvion kasvupaikan puuntuotoskyvystä (Vuokila 1980).

Koealoilta määritettiin turpeen paksuus keskiarvona koealan keskipisteestä ja neljästä kohdasta reunalta suorassilla 5 cm:n tarkkuudella mitatuista havainnoista. Turvekerros oli 15 turvemaakoealalla alle 30 cm, 90 koealalla 30-140 cm ja 9 koealalla yli 140 cm. Kaikki yli 140 cm:n turvekerroksen koealat olivat ruohoisilla turvemailla. Ruohoisten turvemaiden koealojen turpeen paksuutta ilmeisesti aliarvioitiin useissa tapauksissa, koska yli 140 cm:n turvekerrosta ei voitu mitata. Osalla kangasmaiden koealoista alle 20 cm:n turvekerros oli osoitus soistuneisuudesta. Koealojen turvekerroksen keskipaksuus, jota laskettaessa paksuturpeisten koealojen turpeen paksuus oli 140 cm, oli seuraava kasvupaikka- ja kehitysluokittain:

	Harvennusmetsikkö	Varttunut kasvatusmetsikkö	Uudistuskypsä metsikkö
		Keskimääräinen turvekerros, cm	
Ruohoinen turvemaa	92	59	61
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	46	42	46
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	39	40	29
Turvemaat keskimäärin	60	47	46
Tuore kangas	2	0	4
Kuivahko kangas	5	0	4
Kivennäismaat keskimäärin	3	0	4

Koealan puustosta arvioitiin kehitysluokka ja pääasiallinen syntytapa (siemensyntyinen, vesasyntyinen). Puuston pohjapinta-ala, m^2/ha, määritettiin puulajeittain relaskoooppimittauksin koealan keskipisteestä ja keskiläpimitta relaskooppikoealan puiden mediaanipuun läpimittana, joka likimain vastaa pohjapinta-alamediaanipuun läpimittaa. Puuston valtapituus ja keskipituus määritettiin koepuumittausten yhteydessä kerättyjen koivujen pituushavaintojen sekä koealaa mitattaessa tehtyjen muiden puulajien pituushavaintojen perusteella. Pituushavainnot tehtiin Suunto-korkeusmittarilla. Puuston tilavuus arvioitiin relaskooppikoealalta taulukkoarvona pohjapinta-alan ja keskipituuden perusteella (Nyyssönen 1978). Ympyräkoealan kaikkien ainespuun mitat täyttäneiden ja niitä pienempien, vähintään 3 cm:n puiden runkoluku laskettiin puulajeittain. Niiden rinnankorkeusläpimitat mitattiin koealan kehän suunnassa. Ainespuun vähimmäisrinnankorkeusläpimitta oli 8,5 cm. Tämän vaatimuksen täyttäneet elävät koivut numeroitiin koepuumittauksia varten.

Taulukossa 8 on esitetty eräitä koealojen keskimääräisiä puustotunnuksia kasvupaikka- ja kehitysluokittain. Saman kehitysluokan koealojen koivuvaltapuiden iän keskiarvot

poikkesivat vain vähän toisistaan kasvupaikkaluokkien välillä. Harvennusmetsiköissä koivut olivat turvemailla keskimäärin kuusi vuotta vanhempia kuin kivennäismailla. Uudistuskypsissä metsiköissä ero oli suunnilleen samansuuruinen mutta päinvastainen. Kivennäismaiden uudistuskypsissä metsiköissä koivut olivat hiesvaltaisilla koealoilla selvästi vanhempia kuin raudusvaltaisilla koealoilla: keski-ikä oli hiesvaltaisilla tuoreilla kankailla 114 vuotta ja kuivahkoilla kankailla 79 vuotta ja raudusvaltaisilla vastaavasti 85 ja 69 vuotta. Koealojen keski-iän hajonta oli suuri kasvupaikka- ja kehitysluokkien sisällä, sillä puustojen kehityserot olivat ositteissa suuria. Myös koealan sisäinen iän hajonta oli suuri erityisesti uudistuskypsien metsien koealoilla (luku 2.2.1). Täten koealojen puustoja ei voida kaikilta osin pitää täysin tasaikäisrakenteisina.

Selvästi vajaapuustoisia koealoja ei aineistossa ollut lainkaan ainespuiden runkoluvun, pohjapinta-alan ja keskiläpimitan perusteella arvioituna (ks. Koivisto 1959, Niemistö 1991). Eräät korkeat runkoluku- ja pohjapinta-alahavainnot ja alhaiset keskiläpimittahavainnot viittasivat ruohoisten ja mustikkaisten-suursaraisten turvemaiden vanhojen kehitysluokkien metsänhoidollisiin puutteisiin. Kasvutilan lisäys ei tosin edistä paljoakaan hieskoivun järeytymistä turvemailla (Niemistö 1991). Erityisesti ruohoisten turvemaiden varttuneiden kasvatusmetsien ja osin myös ruohoisten turvemaiden ja kuivahkojen kankaiden uudistuskypsien metsien keskimääräinen runkoluku oli korkea ja keskiläpimitta alhainen. Runkoluku ei myöskään pienentynyt eikä pohjapinta-ala kasvanut näillä kasvupaikoilla nuorista vanhoihin kehitysluokkiin siirryttäessä. Turvemaidenkin koealat olivat valtapituuden ja pohjapinta-alan perusteella arvioiden säilyttäneet keskimäärin hyvän metsänhoidollisen tason ja latvuksen elinvoimaisuuden. Millään koealalla ei havaittu valtapuiden latvuksen selvää supistumista tai puuston luontaista itseharvenemista. Koealojen puuston runkoluku, pohjapinta-ala ja keskiläpimitta vaihtelivat paljon kasvupaikka- ja kehitysluokan sisällä.

Puuston tiheys oli hies- ja rauduskoivuvaltaisilla tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden uudistuskypsillä koealoilla kasvupaikkaluokkia erikseen tarkasteltaessa suunnilleen samalla tasolla, mutta yhdistetyssä aineistossa hiesvaltaiset koealat olivat runkoluvun perusteella tiheämpiä kuin raudusvaltaiset koealat:

	Ainespuiden runkoluku, kpl/ha	Pohja-pinta-ala, m^2/ha	Keskiläpimitta (pohjapinta-alamediaanipuu)
Tuore kangas			
Hieskoivuvaltainen	730	18,0	25,7
Rauduskoivuvaltainen	760	22,9	23,0
Kuivahko kangas			
Hieskoivuvaltainen	1100	23,1	18,4
Rauduskoivuvaltainen	1080	24,0	19,8
Kivennäismaat keskimäärin			
Hieskoivuvaltainen	970	21,3	20,9
Rauduskoivuvaltainen	820	23,2	22,4

Koealojen lannoituksista ja koivujen pystykarsinnasta saatiin varmat tiedot vain Metsäntutkimuslaitoksen ja Metsähallituksen mailta 1920-luvulta lähtien. Kivennäismaiden koivikoita ei oltu lannoitettu, mutta kaikki turvemaiden koivikot oli vallinneen käytännön mukaisesti lannoitettu ojituksen jälkeen vaihtelevina aikoina sekä vaihtelevin lannoitelajein ja -annoksin. Myös yksityismailla oli tiettävästi lannoitettu kaikkia turvemaiden koivikoita. Koivuja ei oltu pystykarsittu tiettävästi minkään omistajaryhmän koealoilla.

Taulukko 8. Koealojen puustotunnuksia kasvupaikka- ja kehitysluokittain tässä tutkimuksessa.

Kasvupaikkaluokka	Kehitysluokka								
	Harvennusmetsikkö			Varttunut kasvatusmetsikkö			Uudistuskypsä metsikkö		
	$\bar{x}$	s	min-max	$\bar{x}$	s	min-max	$\bar{x}$	s	min-max
				Valtapuiden ikäluokka, a					
Ruohoinen turvemaa	43	9	25-50	57	9	45-70	80	16	60-115
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	45	11	25-60	55	6	45-65	74	7	65-90
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	41	8	25-50	55	9	40-65	81	11	65-100
Turvemaat yhteensä	43	10	25-60	56	8	45-70	78	14	60-115
Tuore kangas	37	14	20-55	60	18	40-85	95	18	65-140
Kuivahko kangas	37	11	25-50	57	4	50-60	77	14	50-100
Kivennäismaat yhteensä	37	13	20-55	59	16	40-85	87	17	50-140
				Ainespuiden runkoluku, kpl/ha (koivuainespuiden runkoluku, kpl/ha)					
Ruohoinen turvemaa	1050 (890)	241 (206)	750-1450 (700-1050)	1260 (1150)	495 (496)	550-2000 (550-2000)	1140 (880)	466 (313)	500-2050 (450-1450)
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	1020 (570)	459 (246)	500-1700 (300-1050)	1010 (880)	226 (319)	700-1400 (400-1350)	980 (850)	420 (437)	400-2300 (300-2100)
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	1000 (900)	209 (277)	700-1300 (500-1300)	1030 (750)	382 (314)	600-1650 (300-1150)	890 (570)	259 (153)	600-1500 (400-900)
Turvemaat yhteensä	1020 (820)	310 (242)	500-1700 (300-1300)	1100 (940)	377 (399)	550-2000 (300-2000)	1010 (780)	390 (263)	400-2300 (300-2100)
Tuore kangas	1010 (720)	380 (239)	400-1600 (400-1100)	1110 (710)	541 (328)	600-1800 (300-1050)	750 (440)	234 (126)	350-1250 (300-650)
Kuivahko kangas	1030 (570)	280 (207)	750-1450 (300-800)	1000 (470)	242 (76)	600-1200 (350-550)	1100 (560)	384 (267)	750-1850 (300-1150)
Kivennäismaat yhteensä	1020 (660)	336 (232)	400-1600 (300-1100)	1060 (600)	416 (267)	600-1800 (300-1050)	900 (490)	352 (207)	350-1850 (300-1150)

Taulukko 8 (jatkoa).

Kasvupaikkaluokka	Kehitysluokka								
	Harvennusmetsikkö			Varttunut kasvatusmetsikkö			Uudistuskypsä metsikkö		
	$\bar{x}$	s	min-max	$\bar{x}$	s	min-max	$\bar{x}$	s	min-max
				Pohjapinta-ala, m^2/ha (koivun pohjapinta-ala, m^2/ha)					
Ruohoinen turvemaa	20,4 (18,3)	4,2 (5,4)	14-27 (11-26)	24,9 (22,0)	5,7 (5,2)	16-33 (15-31)	21,9 (17,4)	6,3 (6,4)	9-31 (6-27)
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	16,3 (8,3)	7,6 (3,6)	7-28 (3-15)	23,0 (18,5)	3,2 (6,4)	20-30 (9-29)	20,8 (16,5)	5,1 (6,1)	8-33 (6-29)
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	20,0 (16,3)	5,5 (5,6)	10-27 (6-22)	16,9 (12,7)	3,0 (4,7)	12-20 (7-19)	18,7 (10,9)	4,7 (2,9)	13-27 (6-16)
Turvemaat yhteensä	18,8 (14,2)	5,8 (4,8)	7-28 (3-26)	22,2 (18,3)	4,0 (5,6)	12-33 (9-31)	20,6 (15,2)	5,5 (5,3)	8-33 (6-29)
Tuore kangas	23,2 (14,2)	7,7 (6,7)	11-34 (8-25)	24,5 (14,3)	6,4 (6,2)	16-32 (6-21)	21,3 (11,1)	6,7 (4,2)	9-36 (5-20)
Kuivahko kangas	17,0 (7,5)	2,8 (2,9)	14-21 (3-11)	18,4 (8,8)	5,4 (2,9)	10-24 (5-13)	23,3 (9,6)	6,4 (5,5)	12-41 (4-25)
Kivennäismaat yhteensä	20,9 (11,7)	6,9 (6,4)	11-34 (3-25)	20,5 (9,0)	0,7 (4,2)	10-32 (5-21)	22,2 (10,4)	6,6 (4,8)	9-41 (4-25)
				Pohjapinta-alamediaanipuun mukainen keskiläpimitta, cm					
Ruohoinen turvemaa	13,3	1,65	11,5-15,8	14,8	1,52	12,8-17,0	17,6	2,00	14,7-22,3
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	13,6	2,32	10,2-17,1	16,1	0,89	15,1-17,5	16,5	2,10	12,0-20,6
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	12,9	1,17	11,4-15,3	14,7	0,84	13,7-16,1	15,8	2,16	12,9-21,0
Turvemaat yhteensä	13,3	1,73	10,2-17,1	15,3	1,10	12,8-17,5	16,7	2,08	12,0-22,3
Tuore kangas	13,1	2,54	9,5-18,1	17,3	4,18	14,3-25,4	23,9	3,73	18,4-33,9
Kuivahko kangas	12,6	0,53	12,1-13,5	16,7	1,56	15,2-19,0	18,7	2,92	13,6-23,1
Kivennäismaat yhteensä	12,9	2,00	9,5-18,1	17,1	3,12	14,3-25,4	21,6	4,23	13,6-33,9

Taulukko 8 (jatkoa).

Kasvupaikkaluokka	Kehitysluokka								
	Harvennusmetsikkö			Varttunut kasvatusmetsikkö			Uudistuskypsä metsikkö		
	$\bar{x}$	s	min-max	$\bar{x}$	s	min-max	$\bar{x}$	s	min-max
				Valtapituus, m					
Ruohoinen turvemaa	14,9	2,3	11,5-18,0	17,4	0,5	16,8-18,0	18,6	1,2	16,0-20,5
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	13,3	2,4	10,5-16,0	18,1	0,9	17,0-20,0	18,3	1,6	15,3-21,0
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	14,8	2,2	12,0-17,8	15,9	1,6	14,0-19,0	16,6	1,9	11,5-20,5
Turvemaat yhteensä	14,3	2,3	10,5-18,0	17,3	0,9	14,0-20,0	17,9	1,5	11,5-21,0
Tuore kangas	15,5	2,5	10,0-18,8	20,0	1,8	17,0-22,0	22,9	1,5	21,0-26,0
Kuivahko kangas	14,0	0,9	12,8-15,5	16,7	1,8	15,0-19,0	19,1	1,5	16,0-21,0
Kivennäismaat yhteensä	15,0	2,1	10,0-18,8	18,5	2,5	15,0-22,0	21,3	2,4	16,0-26,0
				Tilavuus, m^3/ha					
Ruohoinen turvemaa	128	33	80-185	164	39	95-220	186	12	160-205
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	95	55	32-178	165	25	130-204	153	46	62-254
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	120	42	51-173	106	28	72-152	121	29	77-167
Turvemaat yhteensä	114	43	32-185	150	31	72-220	156	29	62-254
Tuore kangas	153	62	53-264	180	66	82-244	179	68	94-320
Kuivahko kangas	99	24	79-132	130	46	67-191	175	55	76-292
Kivennäismaat yhteensä	133	57	53-264	157	61	67-244	178	62	76-320

2.2 Koepuuaineisto sekä mittaus- ja analyysimenetelmät

2.2.1 Pystykoepuut ja niiden mittaus

Pystykoepuumittauksia tehtiin vakiokokoisten ympyräkoealojen kaikista elävistä koivuista, jotka olivat vähintään kuitupuun kokoisia (vähimmäisrinnankorkeusläpimitta 8,5 cm). Näin saatiin aineistoa paitsi runkotason myös koealatason hehtaarikohtaisia tutkimuksia varten, joskin samalla puuston tiheys vaikutti yhdeltä koealalta tutkittujen puiden lukumäärään. Mittaukset tehtiin mahdollisuuksien mukaan Heiskasen (1957) tutkimuksen kanssa yhdenmukaisin menetelmin tulosten vertailun mahdollistamiseksi.

Pystykoepuiden frekvenssijakaumat on esitetty koivulajeittain sekä kasvupaikka- ja ikäluokittain taulukossa 9 ja suhteelliset frekvenssijakaumat kuvissa 8a-c ja 9a-c. Vastaavat jakaumat on esitetty koivulajeittain sekä kasvupaikka- ja kehitysluokittain taulukossa 10 ja kuvissa 10 ja 11. Jakaumien yhteydessä ilmoitettujen aineistojen (A,B,C) määrittelyperusteet on kuvattu luvussa 2.2.3.

A-aineisto käsitti kaikkiaan 2646 koivua, joista 2306 oli hieskoivuja ja 340 rauduskoivuja. Hieskoivuista oli 79 % turvemailta ja 21 % kivennäismailta, rauduskoivulla suhde oli päinvastainen. Rauduskoivuaineistoa käsiteltiin suhteellisen pienuutensa vuoksi vain turvemaiden ja kivennäismaiden ryhmissä. Turvemaiden rauduskoivuaineisto oli silloinkin pieni. Aineiston keruun tavoitteena oli löytää ennenkaikkea päätehakkuuikäisiä puita, joista laatu voidaan havaita selvimmin. Yli 60-vuotiaita oli hieskoivuista 34 % ja rauduskoivuista 52 %. Nuorten, alle 41-vuotiaiden puiden osuus oli tavoitteen mukaisesti pienin, hieskoivuilla 19 % ja rauduskoivulla 22 %. Hieskoivun kasvupaikkaluokittaiset ikäluokkajakaumat olivat normaalijakaumaan verrattuna yleensä positiivisesti (oikealle) vinoja ja eräissä tapauksissa kaksihuippuisia iäkkäiden puiden suuren osuuden vuoksi. Rauduskoivun jakaumat olivat monihuippuisia keski-ikäisten puiden pienen osuuden vuoksi.

Hieskoivuista oli uudistuskypsiksi arvioiduilla koeloilla 48 % ja rauduskoivuista vastaavasti 66 %. Suuri osa uudistuskypsien koealojen koivuista oli nuorempia kuin koivikon tavanomainen uudistuskypsyysraja eli 60 vuotta. Varttuneiden kasvatusmetsiköiden koealoilla oli hieskoivuista 28 % ja rauduskoivuista 10 %, harvennusmetsiköiden koealoilla vastaavasti 23 ja 24 %.

Pystykoepuiden lukumäärän rajoitus koealan koivujen runkoluvun mukaan pienensi aineiston 1813 koivuun. Rajoituksessa pois jääneet koivut olivat lähes pelkästään hieskoivuja. B-aineisto käsitti 1517 hieskoivua ja 314 rauduskoivua ja C-aineisto 1522 hieskoivua ja 309 rauduskoivua. Hieskoivuista oli tällöin 74 % turvemailta ja 26 % kivennäismailta, rauduskoivuilla suhde oli sama kuin koko aineistossa.

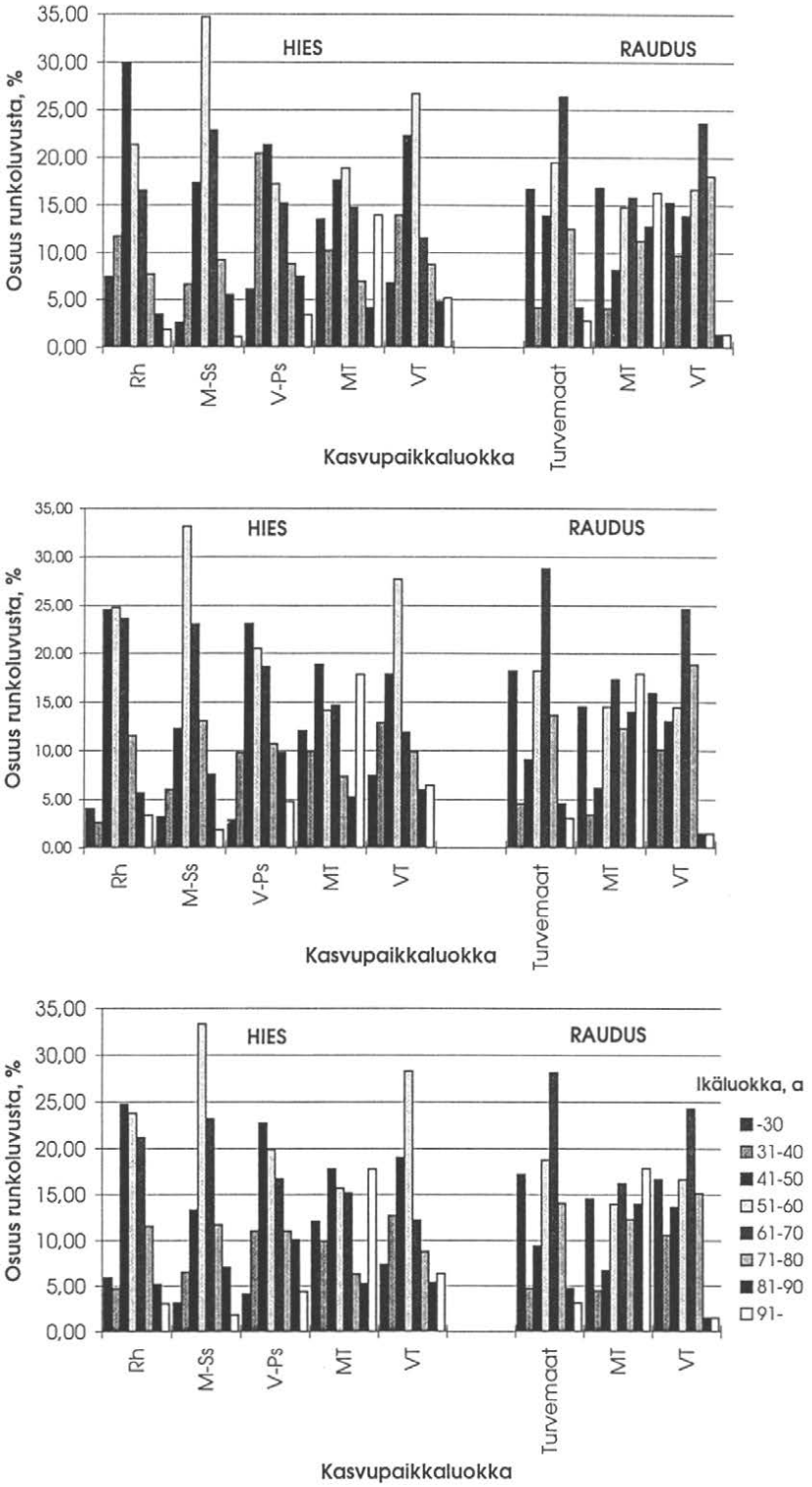
Rajoituksessa pois jääneet koivut olivat valtaosin myös nuorimpia, puun koon mukaisessa rajoituksessa selvemmin kuin puun laadun mukaisessa. Varsinkin hieskoivulla puiden lukumäärän rajoitus muutti kasvupaikkaluokittaisia ikäluokkajakaumia lähemmäksi normaalijakaumaa poistamatta kuitenkaan kokonaan positiivista (oikealle) vinoutta ja monihuippuisuutta. Kehitysluokittain tarkastellen pystykoepuiden lukumäärän rajoitus poisti hieskoivuaineistosta lähinnä varttuneiden kasvatusmetsiköiden puita ja rauduskoivuaineistosta lähinnä harvennusmetsiköiden puita.

Taulukko 9. Pystykoepuiden lukumäärä koivulajeittain sekä kasvupaikka- ja ikäluokittain.

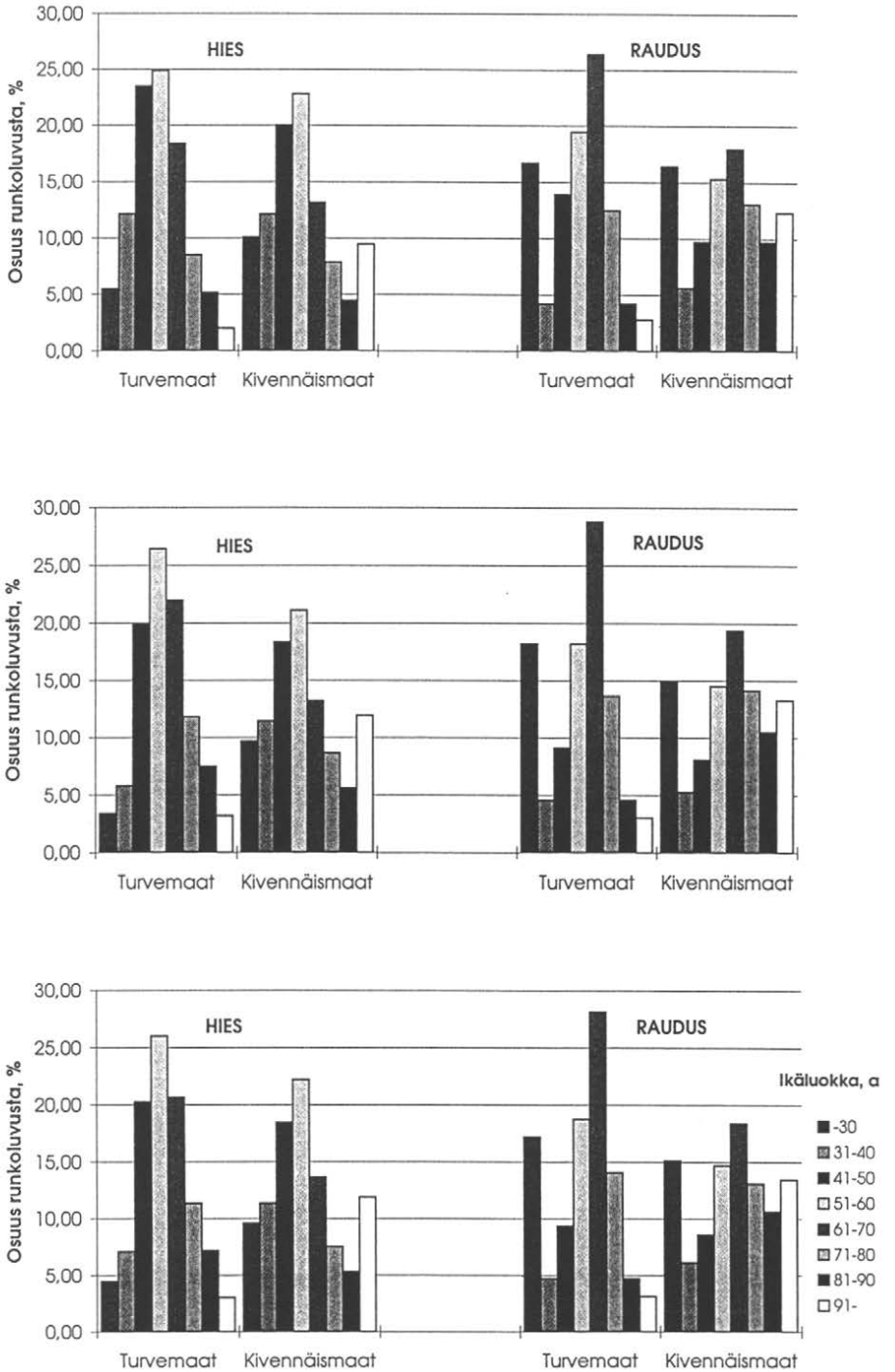
Koivulaji / Kasvupaikkaluokka	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+	Yhteensä
					Ikäluokka, a				
					Pystykoepuita, kpl				
					Koko aineisto				
Hieskoivu									
Ruohoinen turvemaa	56	88	225	162	124	58	26	14	753
Mustikkainen suursarainen turvemaa	16	41	107	214	141	57	34	7	617
Puolukkainen piensarainen turvemaa	27	90	94	76	67	39	33	15	441
Turvemaat yhteensä	99	219	425	450	332	154	93	36	1808
Tuore kangas	33	25	43	46	36	17	10	34	244
Kuivahko kangas	17	35	56	67	29	22	12	13	251
Kivennäismaat yhteensä	50	60	99	113	65	39	22	47	495
Yhteensä	149	279	525	565	397	193	115	83	2306
Rauduskoivu									
Turvemaat yhteensä	12	3	10	14	19	9	3	2	72
Tuore kangas	33	8	16	29	31	22	25	32	196
Kuivahko kangas	11	7	10	12	17	13	1	1	72
Kivennäismaat yhteensä	44	15	26	41	48	35	26	33	268
Yhteensä	56	18	36	55	67	44	29	35	340
					12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta				
Hieskoivu									
Ruohoinen turvemaa	17	11	104	105	100	49	24	14	424
Mustikkainen suursarainen turvemaa	12	23	47	127	88	50	29	7	383
Puolukkainen piensarainen turvemaa	9	31	73	65	59	34	31	15	317
Turvemaat yhteensä	38	65	224	297	247	133	84	36	1124
Tuore kangas	23	19	36	27	28	14	10	34	191
Kuivahko kangas	15	26	36	56	24	20	12	13	202
Kivennäismaat yhteensä	38	45	72	83	52	34	22	47	393
Yhteensä	76	110	296	380	299	167	106	83	1517

Taulukko 9 (jatkoa).

Koivulaji / Kasvupaikkaluokka	-30	31-40	41-50	51-60	Ikäluokka, a 61-70	71-80	81-90	91+	Yhteensä
					Pystykoepuita, kpl				
	12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta								
Rauduskoivu									
Turvemaat yhteensä	12	3	6	12	19	9	3	2	66
Tuore kangas	26	6	11	26	31	22	25	32	179
Kuivahko kangas	11	7	9	10	17	13	1	1	69
Kivennäismaat yhteensä	37	13	20	36	48	35	26	33	248
Yhteensä	49	26	26	48	67	44	29	35	314
	12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta								
Hieskoivu									
Ruohoinen turvemaa	25	20	105	101	90	49	22	13	425
Mustikkainen suursarainen turvemaa	12	25	51	128	89	45	27	7	384
Puolukkainen piensarainen turvemaa	13	35	72	63	53	35	32	14	317
Turvemaat yhteensä	50	80	228	293	232	128	81	34	1126
Tuore kangas	23	19	34	30	29	12	10	34	191
Kuivahko kangas	15	26	39	58	25	18	11	13	205
Kivennäismaat yhteensä	38	45	73	88	54	30	21	47	396
Yhteensä	88	125	301	381	286	158	102	81	1522
Rauduskoivu									
Turvemaat yhteensä	11	8	6	12	18	9	3	2	64
Tuore kangas	26	8	12	25	29	22	25	32	179
Kuivahko kangas	11	7	9	11	16	10	1	1	66
Kivennäismaat yhteensä	37	15	21	36	45	32	26	33	245
Yhteensä	48	23	27	48	63	41	29	35	309



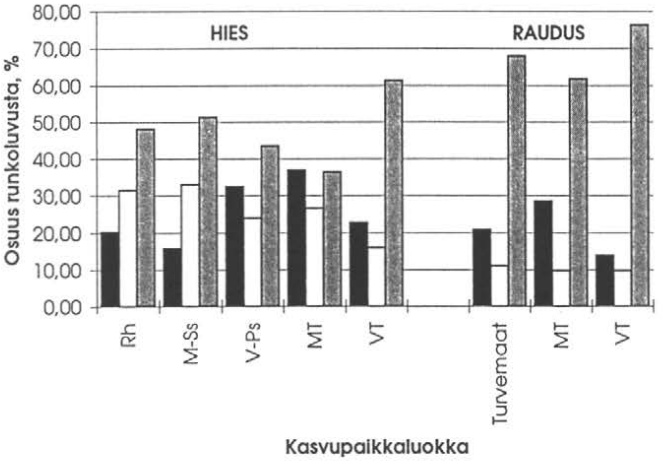
Kuva 8a-c. Pystykoepuiden suhteelliset frekvenssijakaumat koivulajeittain sekä kasvupaikka- ja ikäluokittain A- B- ja C-aineistoissa (yläkuva, keskikuva, alakuva).

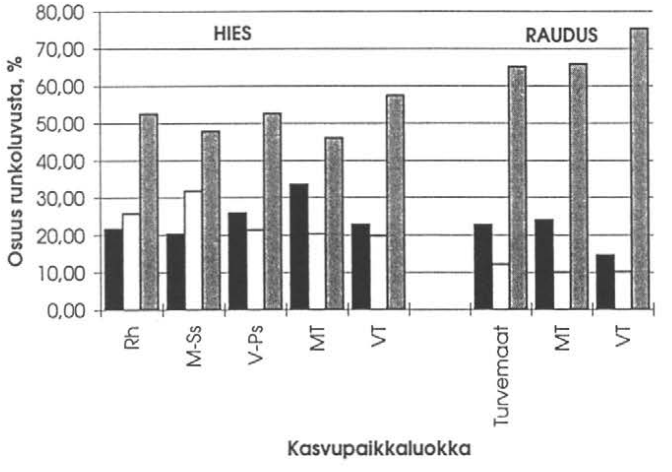


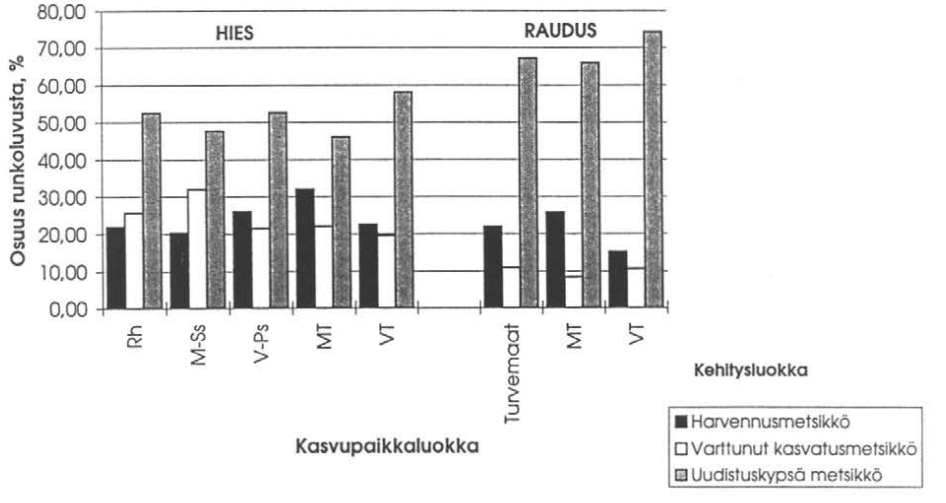
Kuva 9a-c. Pystykoepuiden suhteelliset frekvenssijakaumat koivulajeittain ja ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A- B- ja C-aineistoissa (yläkuva, keskikuva, alakuva).

Taulukko 10. Pystykoepuiden lukumäärä koivulajeittain sekä kasvupaikka- ja kehitysluokittain. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

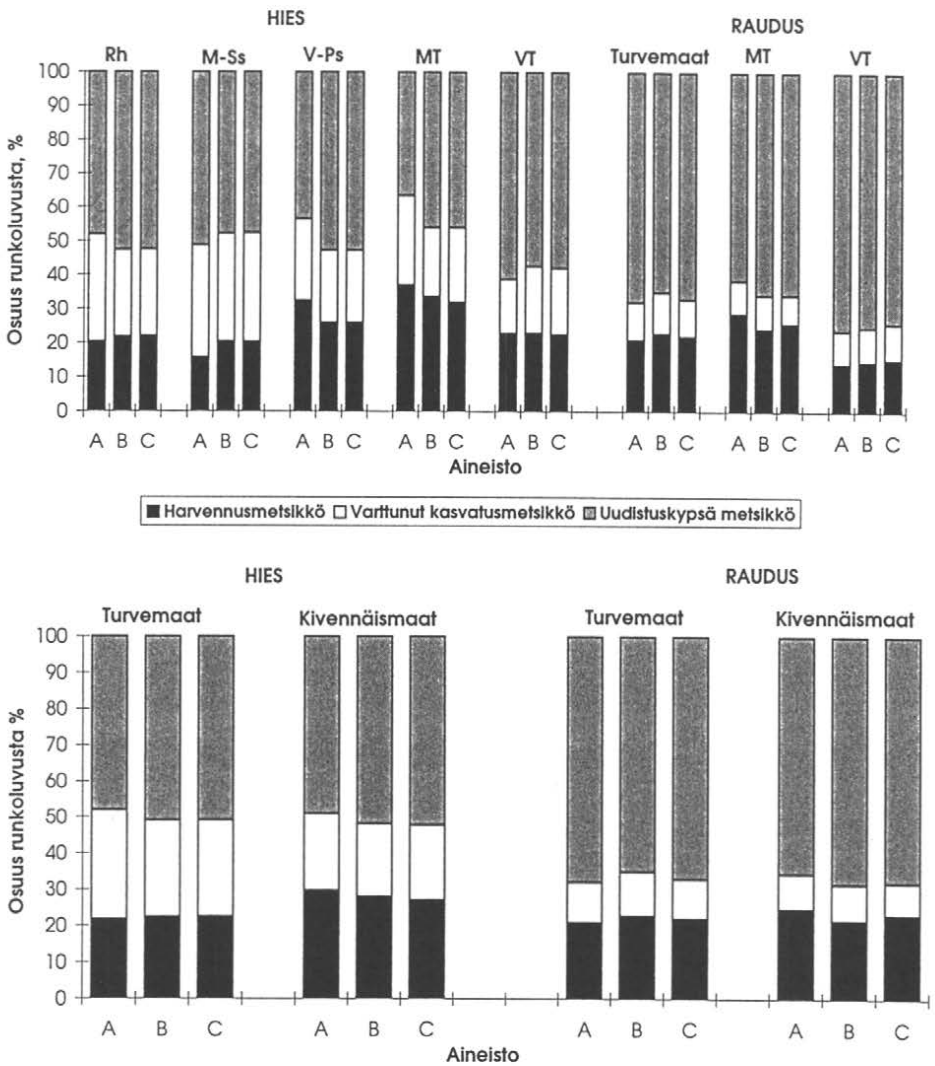
Kasvupaikkaluokka Kehitysluokka	A		B		C	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
	Pystykoepuita, kpl					
Ruohoinen turvemaa						
Harvennusmetsikkö	152	6	92	6	93	5
Varttunut kasvatusmetsikkö	237	1	109	1	109	1
Uudistuskypsä metsikkö	364	5	223	5	223	5
Mustikkainen-suursarainen turvemaa						
Harvennusmetsikkö	97	4	78	4	78	4
Varttunut kasvatusmetsikkö	204	6	122	6	123	5
Uudistuskypsä metsikkö	316	41	183	35	183	35
Puolukkianen-piensarainen turvemaa						
Harvennusmetsikkö	143	5	82	5	82	5
Varttunut kasvatusmetsikkö	106	1	68	1	68	1
Uudistuskypsä metsikkö	192	3	167	3	167	3
Turvemaat yhteensä						
Harvennusmetsikkö	392	15	252	15	253	14
Varttunut kasvatusmetsikkö	547	8	299	8	300	7
Uudistuskypsä metsikkö	872	49	573	43	573	43
Tuore kangas						
Harvennusmetsikkö	90	56	64	43	61	46
Varttunut kasvatusmetsikkö	65	19	39	18	42	15
Uudistuskypsä metsikkö	89	121	88	118	88	118
Kuivahko kangas						
Harvennusmetsikkö	57	10	46	10	46	10
Varttunut kasvatusmetsikkö	40	7	40	7	40	7
Uudistuskypsä metsikkö	154	55	116	52	119	49
Kivennäismaat yhteensä						
Harvennusmetsikkö	147	66	110	53	107	56
Varttunut kasvatusmetsikkö	105	26	79	25	82	22
Uudistuskypsä metsikkö	243	176	204	170	207	167
Yhteensä						
Harvennusmetsikkö	539	81	362	66	360	70
Varttunut kasvatusmetsikkö	652	34	378	33	382	29
Uudistuskypsä metsikkö	1115	225	777	213	780	210







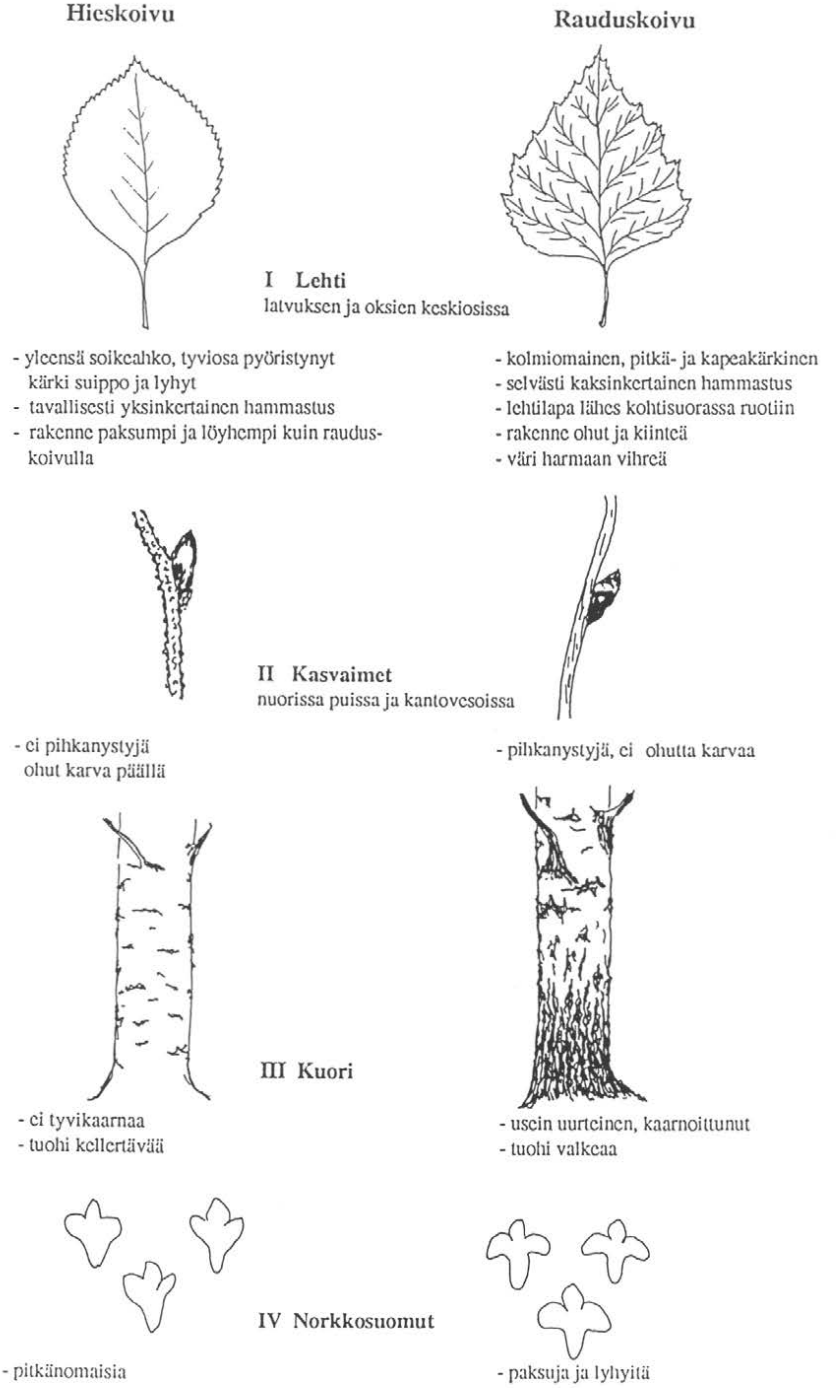
Kuva 10a-c. Pystykoepuiden suhteelliset frekvenssijakaumat koivulajeittain ja puuston kehitysluokittain turve- ja kivennäismailla A- B- ja C-aineistoissa (yläkuva, keskikuva ja alakuva).



Kuva 11a-b. Pystykoepuiden suhteelliset frekvenssijakaumat koivulajeittain ja puuston kehitysluokittain eri kasvupaikkaluokissa (yläkuva) sekä turve- ja kivennäismailla (alakuva) A- B- ja C-aineistoissa.

Pystykoepuista määritettiin aluksi koivulaji. Määritys perustui samoihin tuntomerkkeihin kuin VMI:ssä (Metsäntutkimuslaitos, metsien käytön ... 1992, ks. myös kuva 12). Seuraavaksi ne *luokiteltiin silmävaraisesti latvuskerroksen, syntytavan, runkomuotoa kuvaavan runkoluokan sekä käyttökelpoisuutta kuvaavan runkolajin mukaan.* Latvuskerrosluokka määritettiin Ilvessalon (1929) biologisen puuluokituksen mukaisesti:

1. Päävaltapuu
2. Lisävaltapuu,
3. Välipuu
4. Aluspuu.



Kuva 12. Hies- ja rauduskoivun tuntomerkit Raulon (1981) ja Metsäntutkimuslaitoksen metsien käytön tutkimusosaston (1992) mukaan.

Pää- ja lisävaltapuut luettiin vallitsevaan ja väli- ja aluspuut vallittuun latvuskerrokseen. Kuvassa 13 on kaavamainen esimerkki luokituksen soveltamisesta. Luokitus koskee varsinaisesti harventamattomia luonnonmetsiä, joten aineiston puiden voitiin olettaa olevan lähinnä pää- ja lisävaltapuita.

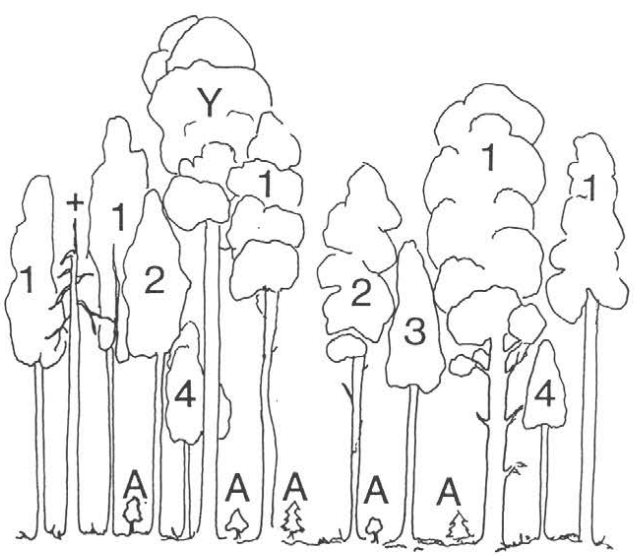
Kuvissa 14a-b on esitetty pystykoepuiden suhteelliset frekvenssijakaumat latvuskerrosluokan mukaan koivulajeittain sekä kasvupaikka- ja ikäluokittain. Koko aineistossa hieskoivuista oli päävaltapuita 56 %, lisävaltapuita 33 % ja välipuita 11 %, kun vastaavat osuudet olivat rauduskoivulla 75, 19 ja 6 %. Turvemailla päävaltapuiden osuus oli hieskoivulla selvästi pienempi mutta koko vallitsevan latvuskerroksen puiden osuus vain hieman pienempi kuin rauduskoivulla. Kivennäismailla koivulajien välinen ero oli selvä molemmissa suhteissa.

Päävaltapuiden ja koko vallitsevan latvuskerroksen puiden osuus kasvoi odotetusti B- ja C-aineistossa A-aineistoon verrattuna, hieskoivulla 67 ja 92 prosenttiin ja rauduskoivulla 79 ja 95 prosenttiin. Kasvu oli selvin niillä kasvupaikoilla, joilla puuston tiheys oli suurin (luku 2.1.3; taulukko 8).

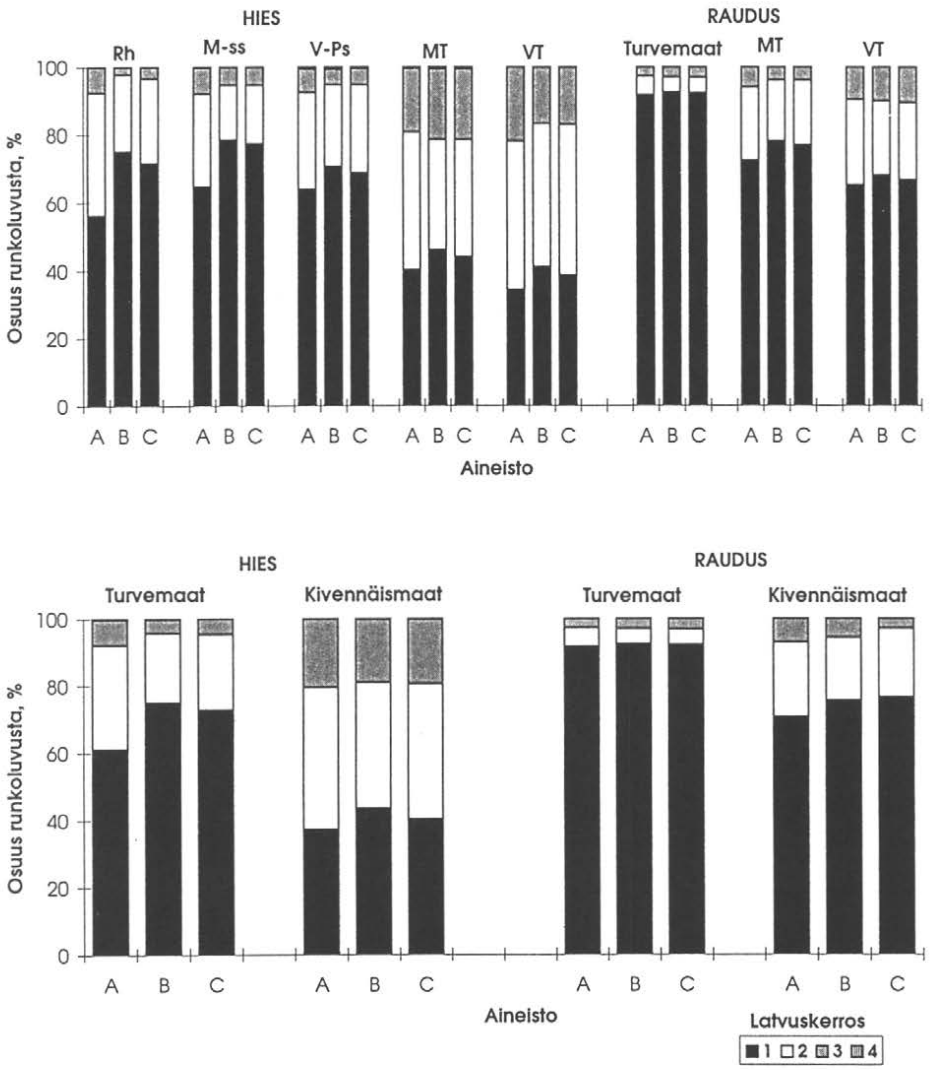
Syntytapaluokka määritettiin silmävaraisesti puun tyviosan runkomuodon ja kantovesoista näkyvien merkkien perusteella:

1. Luontainen siemensyntyinen
2. Luontainen vesasyntyinen
3. Istutettu

Yhtäkään koivua ei kuitenkaan luokiteltu istutetuksi. Tämä oli odotettua, koska paitsi että koeala-aineistoon ei hyväksytty viljelymetsiköitä ei aineiston puiden syntyaikana myöskään tiettävästi harjoitettu koivun täydennysistutusta.

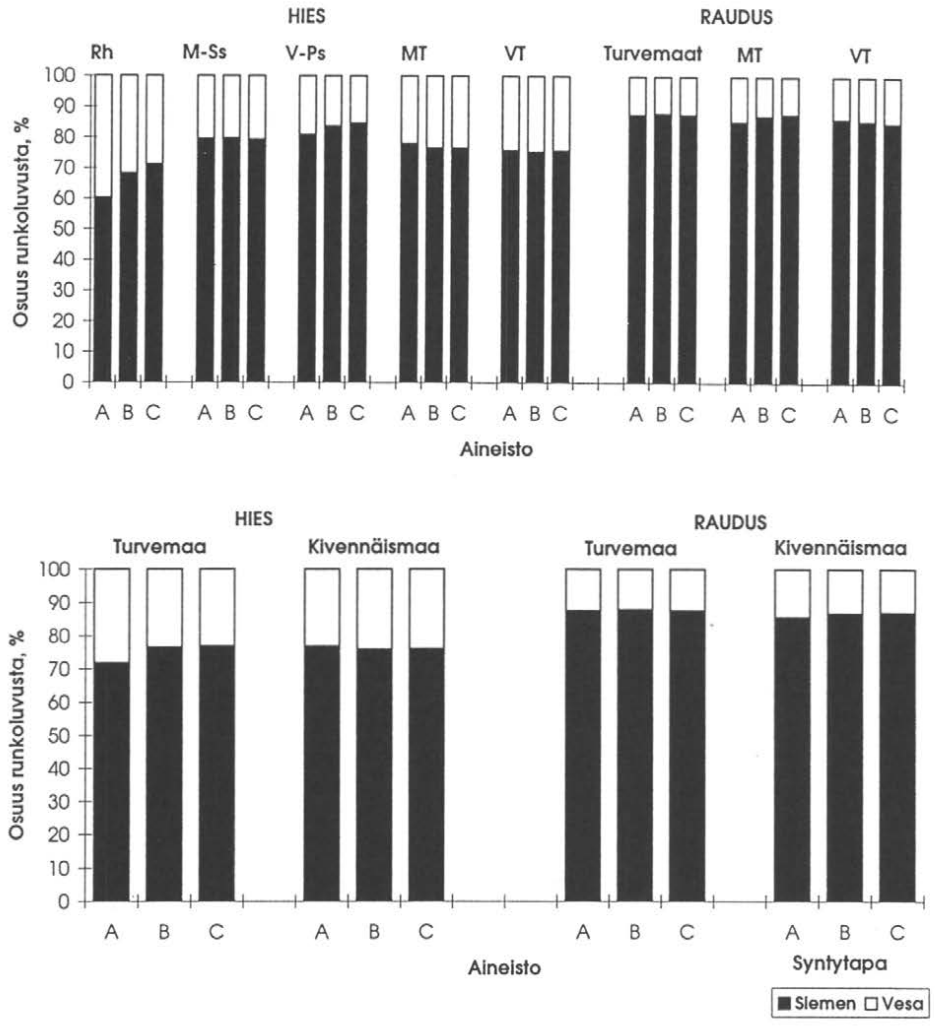


Kuva 13. Metsikön biologisen latvuskerrosluokituksen soveltaminen (Ilvessalo 1929): Y = ylispuu, A = alikasvospuu, 1 = päävaltapuu, 2 = lisävaltapuu, 3 = välipuu, 4 = aluspuu.



Kuva 14a-b. Pystykoepuiden suhteelliset frekvenssijakaumat latvuskerrosluokan mukaan koivulajeittain ja ikäluokittain eri kasvupaikkaluokissa (yläkuva) ja turve- ja kivennäismailla (alakuva) A-, B- ja C-aineistoissa.

Kuvissa 15a-b on esitetty pystykoepuiden suhteelliset frekvenssijakaumat syntytavan mukaan koivulajeittain sekä kasvupaikka- ja ikäluokittain. A-aineistossa hieskoivuista oli vesasyntyisiä 29 % ja rauduskoivuista 15 %. Hieskoivulla vesasyntyisten puiden osuus oli turvemailla odotetusti suurempi kuin kivennäismailla, mutta ero ei ollut kovin suuri. Vesasyntyisten puiden osuus pieneni turvemaiden hieskoivulla 24 prosenttiin ja tasoero turve- ja kivennäismaiden välillä katosi B- ja C-aineistossa A-aineistoon verrattuna. Hies- ja rauduskoivun välinen tasoero kuitenkin säilyi.



Kuva 15a-b. Pystykoepuiden suhteelliset frekvenssijakaumat syntytavan mukaan koivulajeittain ja ikäluokittain eri kasvupaikkaluokissa (yläkuva) ja turve- ja kivennäismailla (alakuva) A-, B- ja C-aineistoissa.

Runkoluokka määritettiin silmävaraisesti ottaen huomioon sellaiset runkomuotoviat, joiden arvioitiin pienentävän vaneripuun määrää ja/tai heikentävän sorvipölkkyjen laatuluokkaa tyvitukkiosuudella (Maataloustuottajain ... 1973; taulukko 6). Käytetty luokitus oli:

1. Suorarunkoinen
2. Mutkainen
3. Lenko
4. Haarainen
5. Moniväärä: mutkainen ja lenko, mutkainen ja haarainen tai lenko ja haarainen

Runkoluokkaa määritettäessä otettiin huomioon muotoviat viiden metrin tyviosasta. Rungon määrittelyssä lengoksi ei otettu huomioon alle 1 cm:n lenkoutta, koska sellaisen suurimpana sivuviivapoikkeamana määriteltynä katsottiin voivan aiheutua jo pelkästään tyvilaajentumasta. Sorvipölkkyjen mahdollisiksi pituuksiksi oletettiin 1,3 ja 1,6 m. Runkoluokan määrityksessä

otettiin huomioon se, että rungon todennäköisiin katkontakohtiin sattuvilla mutkilla on huomattavasti vähemmän merkitystä sorvipölkkyjen laadun kannalta kuin katkontakohtien väliin sattuvilla.

Runkolaji määritettiin silmävaraisesti puun rinnankorkeusläpimitan ja tyviosan laadun perusteella aineiston keruun aikaisiin vanerikoivun vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksiin (Maataloustuottajain ... 1985; taulukko 5) sekä viiden metrin tyvitukkiosuuden sorvipölkkyjen laatuluokkaan (Maataloustuottajain ... 1973; taulukko 6) perustuen. Käytetty luokitus oli seuraava:

1. Tukkipuu I: tyvitukkiosuus täyttää I-laatuluokan vaatimukset
2. Tukkipuu II-III: tyvitukkiosuus täyttää II- tai III-laatuluokan vaatimukset
3. Tukkipuu IV: tyvitukkiosuus täyttää tyvcämisen tai välivähennyksen jälkeen tukin vähimmäisvaatimukset
4. Tukkipuu R: tyvitukkiosuus ei täytä tukin vähimmäisvaatimuksia
5. Kuitupuu I: tyvitukkiosuus täyttää laadullisesti I-laatuluokan tukin aiheen vaatimukset
6. Kuitupuu II-III: tyvitukkiosuus täyttää laadullisesti II- tai III-laatuluokan tukin aiheen vaatimukset
7. Kuitupuu R: tyvitukkiosuus ei täytä laadullisesti tukin aiheen vähimmäisvaatimuksia.

Pystykoepuista mitattiin läpimitat mittasaksilla yhden millimetrin tarkkuudella (aleneva luokitus) koealan keskipisteestä katsottuna eteen sattuvassa suunnassa alimman kaatoa haittaavan juurenniskan korkeudelta (tyviläpimitta) ja tämän yläpuolelta 1,3 metrin korkeudelta (rinnankorkeusläpimitta). Pituus mitattiin Suunto-korkeusmittarilla 0,5 metrin tarkkuudella. Lenkous mitattiin suoralla ja jäykällä mittarimalla suurimpana sivuviivapoikkeamana neljän metrin tyviosalta juurenniskasta lähtien lengoimmalta puolelta. Oksikkuusrajat mitattiin juurenniskasta lähtien 0,1 metrin tarkkuudella mittarimalla ja tarvittaessa korkeusmittarilla. Mitatut rajat olivat:

1. Oksakyhmyraja	=.	alimman oksakyhmyn korkeus juurenniskasta lähtien. Oksakyhmy on paisuma, jonka alta pinnanmyötäisesti veistettäessä paljastuu kuiva oksa.
2. Kuivaoksaraja	=	alimman läpimitaltaan vähintään 5 mm:n kuivan tai lahon oksan korkeus juurenniskasta lähtien.
3. Terveoksaraja	=	alimman, läpimitaltaan vähintään 5 mm:n terveen oksan korkeus juurenniskasta lähtien.
4. Latvusraja	=	yhtenäisen elävän latvuksen alkamiskohta juurenniskasta lähtien. Latvus- ja terveoksaraja tulkittiin samaksi, mikäli alimman yksittäisen terveen oksan yläpuolella oli korkeintaan kaksi vähintään 5 mm:n kuivaa tai lahoa oksaa.

Pystykoepuista kirjattiin viiden metrin tyviosuudella silmävaraisesti havaittavissa olleet mutka- ja pintaviat, lahoviat ja niiden pääasiallinen syy sekä mitattiin kunkin vian esiintymiskorkeus 0,1 metrin tarkkuudella juurenniskasta lähtien. Mutkavikojen luokitus oli seuraava:

1. Tavallinen mutka
2. Pystyoksa
3. Monivääryys
4. Haara

Pintavikojen luokitus oli seuraava:

1. Umpikoro
2. Avokoro
3. Huolema
4. Tuohcama
5. Pintahalkeama
6. Pahka tms. paisuma
7. Tikanjälkiä
8. Muu

Lahovikojen syiden luokitus oli seuraava:

1. Juuristosta lähtenyt
2. Laho oksa
3. Koro, huolema, tuoheama
4. Pintahalkeama
5. Korjuuvaurio
6. Pahka tms. paisuma
7. Tikanjäljet
8. Muu

Tukkipuun mittaisista puista mitattiin aineiston keruun aikaiset tukin vähimmäislaatuvaatimukset täyttävän rungon osan sekä tyveysten ja leikkojen pituudet 0,1 metrin tarkkuudella mittarimalla ja tarvittaessa korkeusmittarilla. Jokaisesta tyveyksestä ja leikosta kirjattiin pääasiallinen syy:

1. Liian paksu terve oksa
2. Liian paksu kuiva oksa
3. Liian paksu laho oksa
4. Suuri oksakyhmy
5. Pystyoksa
6. Oksaryhmä
7. Liian suuri lenkous
8. Mutka
9. Laho
10. Koro, huolema, tuoheama
11. Pintahalkeama
12. Muu

2.2.2 Kaatokoepuut ja niiden mittaus

Kaatokoepuumittauksia varten pystykoepuista arvottiin neljän puun otos koealoittain. Koealan pystykoepuut järjestettiin alenevan rinnankorkeusläpimitan mukaisesti neljään runkoluvultaan yhtä suureen luokkaan, joista kustakin arvottiin yksi kaatokoepuu. Mikäli koealalla oli sekä hies- että rauduskoivuja, pystykoepuut järjestettiin ja kaatokoepuut arvottiin koivulajeittain siten, että otokseen saatiin vähintään yksi puu kumpaakin koivulajia. Mikäli koealalla oli tukkipuun vähimmäismittavaatimukset täyttäneitä puita, ainakin yhden kaatokoepuista tuli olla tällainen. - Tutkimusta aloitettaessa tutkittiin neljän ensimmäisen leimikon 13 koealan kaikki pystykoepuut esitutkimusluonteisesti myös kaatokoepuina. Nämä kaikki olivat uudistuskypsien hieskoivuvaltaisten metsiköiden koealoja. Tämän jälkeen kaatokoepuiden totaaliotannasta siirryttiin läpimittaluokittaiseen ositettuun otantaan.

Kaatokoepuiden frekvenssijakaumat on esitetty taulukossa 11 koivulajeittain sekä kasvupaikka- ja ikäluokittain ja taulukossa 12 koivulajeittain sekä kasvupaikka- ja kehitysluokittain. Aineisto käsitti kaikkiaan 821 koivua, joista 691 oli hieskoivuja ja 130 rauduskoivuja. Rauduskoivujen osuus kaatokoepuista oli otantamenetelmän vuoksi hieman suurempi kuin pystykoepuista. Sen sijaan turve- ja kivennäismaiden puiden osuudet olivat molemmilla koivulajeilla muuttumattomat.

Tavoite keskittyä aineiston keruussa etupäässä päätehakkuuikäisiin ja ennen kaikkea tukkipuukokoisiin koivuihin näkyi myös kaatokoepuiden ikäluokkajakaumassa. Hieskoivulla kaatokoepuista oli yli 60-vuotiaita 43 % ja rauduskoivulla 54 %. Nuorten, alle 41-vuotiaiden puiden osuus oli tavoitteen mukaisesti pienin, hieskoivuilla 15 % ja rauduskoivulla 22 %.

Taulukko 11. Kaatokoepuiden lukumäärä koivulajeittain sekä kasvupaikka- ja ikäluokittain.

Koivulaji / Kasvupaikkaluokka	Ikäluokka, a								
	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+	Yhteensä
	Kaatokoepuita, kpl								
Hieskoivu									
Ruohoinen turvemaa	7	13	54	41	39	18	12	10	194
Mustikkainen suursarainen turvemaa	5	12	30	41	33	17	6	2	146
Puolukkainen piensarainen turvemaa	9	17	27	28	24	14	12	10	141
Turvemaat yhteensä	21	42	111	110	96	49	30	22	481
Tuore kangas	11	10	13	18	15	8	8	31	114
Kuivahko kangas	7	13	18	19	9	10	8	12	96
Kivennäismaat yhteensä	18	23	31	37	24	18	16	43	210
Yhteensä	39	65	142	147	120	67	46	65	691
Rauduskoivu									
Turvemaat yhteensä	9	1	2	2	2	3	0	1	20
Tuore kangas	9	4	8	10	9	9	11	20	80
Kuivahko kangas	5	0	5	5	7	8	0	0	30
Kivennäismaat yhteensä	14	4	13	15	16	17	11	20	110
Yhteensä	23	5	15	17	18	20	11	21	130

Taulukko 12. Kaatokoepuiden lukumäärä koivulajeittain sekä kasvupaikka- ja kehitysluokittain.

Kasvupaikkaluokka	Harvennus-metsikkö		Varttunut kasvatusmetsikkö		Uudistuskypsä metsikkö		Yhteensä	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
	Kaatokoepuita, kpl							
Ruohoinen turvemaa	30	5	39	0	125	1	194	6
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	32	2	46	2	68	4	146	8
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	29	3	26	1	86	2	141	6
Turvemaat yhteensä	91	10	111	3	279	7	481	20
Tuore kangas	26	16	18	6	70	58	114	80
Kuivahko kangas	20	3	17	1	59	26	96	30
Kivennäismaat yhteensä	46	19	35	7	129	84	210	110
Yhteensä	137	29	146	10	408	91	691	130

Molemmilla koivulajeilla kasvupaikkaluokittaiset ikäluokkajakaumat olivat normaalijakaumaan verrattuna jossain määrin positiivisesti (oikealle) vinoja ja kaksihuippuisia iäkkäiden puiden suuren osuuden vuoksi. Kaatokoepuista oli uudistuskypsiksi arvioiduilla koeloilla hieskoivulla 59 % ja rauduskoivulla 70 %. Varttuneiden kasvatusmetsiköiden koealoilla oli hieskoivuista 21 % ja rauduskoivuista 8 %, harvennusmetsiköiden koealoilla vastaavasti 20 ja 22 %.

Kaatokoepuista laskettiin aluksi *biologinen ikä kannosta*. Puista mitattiin *koko pituus* sekä *tukkipuun mittavaatimukset täyttävän osan pituus 18 cm:n vähimmäisläpimittaa käyttäen* 0,1 metrin tarkkuudella (aleneva luokitus). Puista mitattiin myös aineiston keruun aikaiset *mitta- ja laatuvaatimukset täyttävän osan pituus sekä tyveysten ja leikkojen alkamiskohdat ja pituudet* (Maataloustuottajain ... 1985). *Tyveyksistä ja leikoista kirjattiin niiden syyt* pystykoepuilla sovellettua luokitusta käyttäen. Puista mitattiin *läpimitat kuuden metrin korkeudella ja vanerikoivun mitta- ja laatuvaatimukset täyttävän rungon osan päättymiskorkeudella.*

Kaatokoepuista arvioitiin optimikatkontakohdat vaneritukeiksi ja kuitupuupölkyiksi aineiston keruun aikaisten vaneritukkien mitta- ja laatuvaatimusten (Maataloustuottajain ... 1985) sekä sorvipölkkyjen laatuluokitusohjeiden (Maataloustuottajain ... 1973) perusteella. Mahdolliset pituudet olivat vaneritukeilla 3,1-7,0 m ja kuitupuupölkyillä 3 m ja latvapölkyn apumittana 2 m. Katkontakohdat merkittiin väriliidulla, pölkyn aiheet numeroitiin juoksevasti ja koodattiin vaneritukki- ja kuitupuupölkyiksi. - Kaatokoepuut oli katkottava kaupallisten mitta- ja laatuvaatimusten mukaisesti, koska puutavara jäi metsänomistajan tai hakkuuoikeuden omistajan haltuun myyntiä tai käyttöä varten.

Ennen karsintaa ja katkontaa laskettiin pölkyittäin oksakyhmyt, vähintään 5 mm paksut terveet, kuivat ja lahot oksat sekä pystyoksat ja vesaoksat. *Oksista mitattiin* niiden ulkoiset, kuorelliset läpimitat oksankynnäksen ulkopuolelta 0,1 cm:n tarkkuudella. Oksan laatu varmistettiin karsinnan jälkeen puun vaippapinnan tasossa. Mittaukset tehtiin oksalajeittain mittaamalla vaneritukeista kaikki oksat ja kuitupuupölkyistä kolme lähinnä pölkyn puoliväliä sijainnutta oksaa kuitenkin siten, että mukana oli aina paksuin oksa kustakin oksalajista. *Lisäksi kirjattiin rungon alimman oksakyhmyn, kuivan tai lahon oksan ja terveen oksan korkeus sekä ylimmän kuivan tai lahon oksan korkeus vastaavien pystykoepuista tehtyjen mittausten kontrolloimiseksi.*

Mutkista ja haaroista kirjattiin niiden laji, etäisyys pölkyn tyvestä 0,1 m:n tarkkuudella sekä varsinaisista haaroista ja pystyoksista lisäksi läpimitta 0,1 cm:n tarkkuudella. Mutkien ja haarojen lajiluokitus oli seuraava:

1. Tavallinen mutka
2. Pystyoksa
3. Monivääryys
4. Varsinainen haara

Pintavioista kirjattiin niiden laji, etäisyys pölkyn tyvestä 0,1 m:n tarkkuudella sekä lahon esiintyminen vian yhteydessä. Pintaviat luokiteltiin samalla tavalla kuin pystykoepuilla (luku 2.2.1). Pintavikojen yhteydessä esiintynyt laho luokiteltiin silmävaraisesti värivikaan, kovaan lahoon ja pehmeään lahoon.

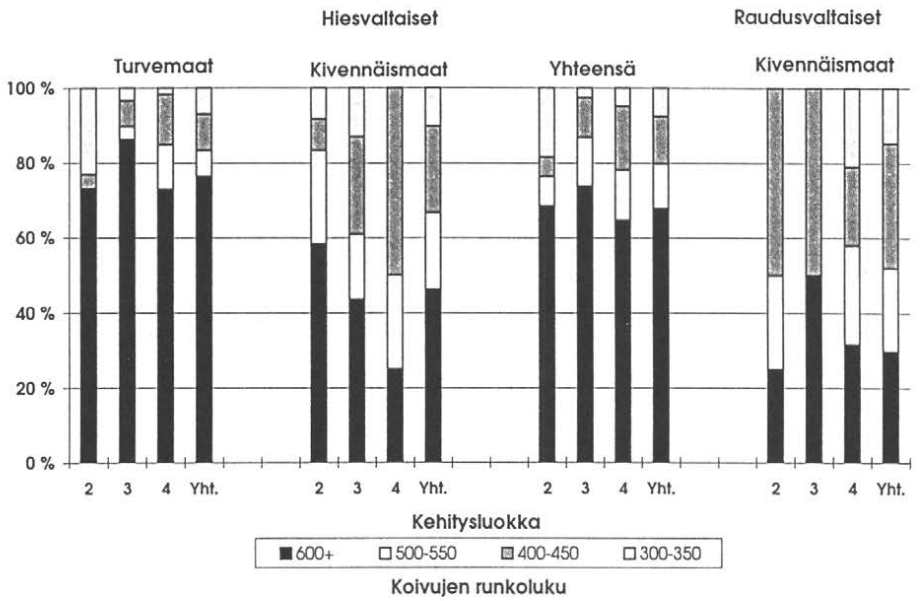
Tämän jälkeen kaatokoepuut karsittiin ja katkottiin ja kaato- ja katkontaleikkauksista sahattiin kiekko- tai sektorinäytteet erillistä hies- ja rauduskoivun puuaineen ominaisuuksien vaihtelua koskevaa tutkimusta varten. *Karsituista ja katkotuista pölkyistä mitattiin pituus* tyvi- ja latvapäiden välisenä lyhimpänä etäisyytenä yhden senttimetrin tarkkuudella *sekä kuorelliset läpimitat ohuimmalta ja paksuimmalta puolelta*. Ohuimman ja paksuimman puolen läpimittoja käytettiin *keskimääräisen läpimitan* ja *kuorellisen epäpyöreyden* määritykseen.

Kaato- ja katkontaleikkauksista kirjattiin näkyvät puuaineen viat. Väri- ja lahoviat luokiteltiin laadun perusteella värivikoihin, kovaan ja pehmeään lahoon ja sijainnin perusteella pintapuun, sydänpuun ja purilaan lahoon. Nimitykset pinta- ja sydänpuu liittyvät tässä tapauksessa vain sijaintiin poikkileikkauksessa, eivät biologiseen sydänpuun muodostukseen (esim. Kärkkäinen 1985). Lahovikojen pääasialliset syyt kirjattiin ja luokiteltiin samalla tavalla kuin pystykoepuilla (luku 2.2.1). *Halkeamat* luokiteltiin säteensuuntaisiin halkeamiin ja rengashalkeamiin. *Hyönteisviat* luokiteltiin koivunmantokuoriaisen (*Scolytus ratzeburgi* (Janson)) syömäjälkiin, ruskotäpläkärpäsen (*Dendromyza betulae*) syömäjälkiin ja muihin hyönteisvikoihin (Saalas 1949).

2.2.3 Tulosten laskenta ja analyysi

Pystykoepuuaineistoa käsiteltiin sekä sen koko laajuudessa, jolloin saatiin kuva puuston todellisista keskimääräisistä ominaisuuksista ja niiden jakaumista pinta-alayksiköllä, että rajoittaen kunkin koealan koivujen lukumäärä vakiotasolle. Rajoitusmenettelyllä voitiin parantaa erilaisia puuston tiheyksiä edustaneiden koealojen hies- ja rauduskoivujen sekä eri kasvupaikkaluokkien tulosten vertailukelpoisuutta (luku 2.1.2; taulukko 8). Tiheillä koealoilla voitiin olettaa olevan enemmän pienikokoisia ja/tai huonolaatuisia koivuja kuin väljillä koealoilla, vaikka suurten ja/tai hyvälaatuisten koivujen lukumäärä ei olisikaan ollut erilainen. Väljät koealat olivat nimittäin todennäköisesti tiheitä koealoja tehokkaammin perattuja ja harvennettuja. - Runkoluvun rajoitukselle vaihtoehtoinen menettelytapa olisi ollut vertailla eri ryhmien samassa tiheydessä tutkimusajankohtana olleita koealoja ja niiden koivuja. Koealaaineiston koko ei kuitenkaan antanut mahdollisuuksia tähän menettelyyn. Eri koealojen koivupuustojen ominaisuuksia olisi mahdollisesti voitu tutkia myös runkoluvulla tai pohjapinta-alalla painottaen. Erityisesti runkojen jakaumien analysointi olisi ollut tällöin vaikeaa.

Puiden enimmäislukumääräksi valittiin runkolukurajoituksessa 12 kpl/koeala, mikä vastaa metsikön runkolukua 600 kpl/ha. Koealoista 39 prosentilla oli kuitenkin vähemmän kuin 12 koivua, vähimmillään 6 kpl, jolloin ne kaikki valittiin luonnollisesti mukaan runkoluvun mukaan rajoitettuihin aineistoihin. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen suhteelliset frekvenssijakaumat koivujen runkoluvun mukaan on esitetty kehitysluokittain turve- ja kivennäismailla kuvassa 16.



Kuva 16. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen suhteelliset frekvenssijakaumat koivujen hehtaarikohtaisen runkoluvun mukaan turve- ja kivennäismailla.

Runkolukuratkaisulle oli seuraavat perustelut:

1. Tutkimuksen ensisijainen tarkoitus oli tutkia vaneripuukoossa olevien koivujen laatua.
2. Hieskoivulla vaneritukkia saadaan lähinnä vasta päätehakkuista, rauduskoivulla kylläkin myös harvennushakkuista (Koivisto 1958a, 1959, Niemistö 1991).
3. Vaneripuun kasvatuksessa voidaan arvioida korkeintaan 600 runkoa/ha sopivaksi määräksi hieskoivikon päätehakkuuvaiheessa (Niemistö 1991); rauduskoivikossa sopiva tiheys lienee kuitenkin alhaisempi, ehkä 450-550 kpl/ha (Raulo 1981).
4. Koivujen runkoluku ei kaikilla koealoilla riittänyt täyttämään vaatimusta 600 kpl/ha. Mikäli olisi pyritty pienempään runkolukuun kaikilla koealoilla, pystykoepuiden lukumäärä olisi pienentynyt kohtuuttoman paljon.

Runkolukurajoitus tehtiin toisaalta koivun koon ja toisaalta koivun laadun perusteella. Ensimainitussa tapauksessa kultakin koealalta valittiin 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua ja jälkimmäisessä tapauksessa tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan runkolajin (luku 2.2.1) perusteella 12 parasta ja, laadun ollessa samalla tasolla, rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua. Tässä tutkimuksessa kaikki koepuut käsittävää aineistoa, puun koon perusteella rajoitettua aineistoa ja puun laadun perusteella rajoitettua aineistoa kutsutaan nimillä "A-aineisto", B-aineisto" ja "C-aineisto".

Runkotasolla tutkimuksen tulokset laskettiin sekä A-, B- että C-ainestoista. Aluksi määritettiin niiden pystykoepuiden iät, joita ei kaadettu, inter- tai ekstrapoloimalla koealoittain graafisesti rinnankorkeusläpimitan suhteen kaatokoepuiden kannoista laskettujen ikien perusteella.

Laatutunnusten laskenta ja analyysi kohdistuivat runkojen kokoa, oksikkuutta, muotoa sekä pinta-, laho- ja värivikoja kuvaileviin tunnuksiin sekä puutavaralajirakenteeseen ja runkojen ja niistä tehtyjen sorvipölkkyjen laatujakaumiin. Vertailevat analyysit tehtiin hieskoivun

aineistoissa ensisijaisesti kasvupaikka- ja ikäluokittain ja molemmat koivulajit käsittäneissä aineistoissa koivulajeittain, kasvupaikkaryhmittäin (turvemaa/kivennäismaa) ja ikäluokittain ja lisäksi koivulajeittain ja rinnankorkeusläpimittaluokittain. Iän käsittely ensisijaisesti luokkamuuttujana oli perusteltua, koska em. inter- tai ekstrapolointimenettely ei taannut tarkkaa ikää niille puille, joista sitä ei oltu laskettu kannosta. Hieskoivulla analysoitiin lisäksi syntytavan vaikutuksia laatutunnuksiin turve- ja kivennäismailla ikäluokittain A-aineistossa.

Runkojen kokoa kuvattiin rinnankorkeusläpimitalla ja todellisella kuorellisella tilavuudella. Tilavuudet laskettiin Metsäntutkimuslaitoksen kirjasto-ohjelmiston splini-funktiolla, jolla kullekin koivulle muodostettiin runkokäyrä rinnankorkeusläpimitan, kuuden metrin korkeudelta määritetyn yläläpimitan ja pituuden perusteella (Lahtinen ja Laasasenaho 1979). Läpimitan mittausten lähtöpiste oli ylin kaatoa haittaava juurenniska. Rinnankorkeusläpimitat ja pituudet saatiin pystykoepuiden mittaustuloksista, yläläpimitat kaatokoepuilla niiden mittaustuloksista ja muilla pystykoepuilla koealoittain kaatokoepuiden mittaustuloksista inter- tai ekstrapoloimalla graafisesti rinnankorkeusläpimitan suhteen.

Runkojen oksikkuutta kuvattiin pystykoepuista mitatuilla oksakyhmy-, kuivaoksa-, terveoksa- ja latvusrajoilla ja niistä johdettujen oksikkuusvyöhykkeiden pituuksilla ja pituusosuuksilla. Nämä tunnukset laskettiin lisäksi erikseen kaatokoepuista ottaen huomioon myös latvusrajan yläpuolella olevat kuivat oksat, jolloin tuloksia oksikkuusvyöhykkeiden pituusosuuksia voitiin tarkentaa erityisesti kuiva-, seka- ja terveoksaisten osien osalta. Kaatokoepuiden oksamittausten perusteella laskettiin oksakyhmyjen, kuivien, lahojen, kuolleiden (oksakyhmyt sekä kuivat ja lahot oksat), terveiden ja kaikkien oksien lukumäärät rungon koko käyttöosan pituusyksikköä ja viiden metrin tyviosaa eli tyvitukkiosaa kohti sekä paksuimman kuivan, lahon, kuolleen ja terveen oksan läpimitta käyttö- ja tyvitukkiosassa. Pystykoepuista laskettiin pystyoksaisten ja kaatokoepuista vesaoksaisten puiden osuudet niiden koko käyttöosassa ja tyvitukkiosassa esiintymisen perusteella.

Runkojen muotoa kuvattiin pystykoepuista mitatulla tyvitukin lenkoudella sekä kaatokoepuista mitatulla kapenemisella ($d_{1.3}$-$d_{6.0}$) ja suhteellisella epäpyöreydellä eri korkeuksilla suurimman ja pienimmän kuorellisen läpimitan erotuksen suhteena suurimpaan läpimittaan. Epäpyöreyttä tutkittiin tyvipölkyn tyvi- ja latvaleikkauksen sekä koko käyttöosan pölkkyjen latvaleikkausten keskimääräisen arvon perusteella. Viimeksi mainittua muuttujaa kutsutaan jäljempänä käyttöosan keskimääräiseksi epäpyöreydeksi. Tyvileikkauksen epäpyöreydessä olivat siis mukana myös tyvilaajentuman ja tyven epäsäännöllisen muodon ("piparkakkutyvi") vaikutukset.

Runkojen pintavikoja kuvattiin niiden esiintymisenä pystykoepuiden viiden metrin tyviosassa. Pintaviat ryhmiteltiin vakavuusjärjestyksen mukaisesti pintahalkeamiin, tuoheamiin, avokoroihin (sis. huolemat ja korjuuvauriot), umpikoroihin, paisumiin ja tikanjälkiin. Pystykoepuiden pintavikojen arvioinnin oikeellisuus tarkastettiin vertailemalla tuloksia puittain vastaaviin kaatokoepuumittausten tuloksiin tyvipölkyn tyvi- ja latvaleikkauksessa. Tarkastus osoitti arvioinnin tulokset harhattomiksi, joten kaatokoepuiden tuloksia ei esitetä erikseen.

Runkojen lahovikoja kuvattiin yhtäältä lahon ulkoisesti havaittuna esiintymisenä pystykoepuiden viiden metrin tyviosassa ja toisaalta itse puuaineessa havaittuna esiintymisenä kaatokoepuiden tyvipölkyn tyvi- ja latvaleikkauksessa sekä koko käyttöosassa. Ensinmainitut ovat kaikki vaikutukseltaan vakavia, rungon käyttöarvoon vaikuttavia vikoja, sillä vähäinen,

alkava laho ei välttämättä ilmene puun pinnalla. Jälkimmäiset sisältävät myös käyttöarvoon vain vähän vaikuttavia vikoja. Ulkoisten lahovikojen voidaan olettaa osoittavan puuaineen vikojen vähimmäismäärän, mutta ulkoisesti ja puuaineessa havaittavien vikojen frekvenssieroja ei tunneta. Pystykoepuiden lahovikaisuuden arvioinnin oikeellisuus tarkastettiin vertailemalla tuloksia puittain vastaaviin kaatokoepuumittausten tuloksiin tyvipölkyn tyvi- ja latvaleikkauksessa. Tarkastus osoitti arvioinnissa olleen sekä satunnaista että systemaattista virhettä koivulajin, kasvupaikkaluokan, syntytavan ja turpeen paksuusluokan suhteen.

Pystykoepuissa lahovikoja käsiteltiin yhtenä ryhmänä. Kaatokoepuissa ne ryhmiteltiin pinnallisiin värivikoihin sekä kovaan ja pehmeään lahoon. Ruskotäpläkärpäsen toukanjälkiä tarkasteltiin vain niiden esiintymisenä tyvitukin tyvi- ja latvaleikkauksessa. Sekä pysty- että kaatokoepuiden osalta laskettiin lahovikojen frekvenssijakaumat niiden pääasiallisen syyn mukaan.

Runkojen puutavaralajirakenne laskettiin pystykoepuuaineistosta splini-funktiolla. Tarkastelu rajoitettiin ikäluokittain yli 50 a ja rinnakorkeusläpimittaluokittain yli 19,0 cm:n puihin, joissa luokissa esiintyi merkittävissä määrin nykyiset tukkipuun vähimmäismittavaatimukset täyttäneitä puita. Näissä luokissa eri aineistojen erot olivat hyvin pienet, joten rajoittuminen A-aineistoon oli perusteltua. Yhtäältä käsiteltiin kaikka ao. luokkien puita ja toisaalta pelkästään tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneitä puita. Puutavaralajirakennetta kuvaavina suureina olivat tukkiosan kokonaispituus sekä tukin tilavuus ja osuus rungon tilavuudesta sekä koivutukin vähimmäismittavaatimuksin että vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksin (taulukko 5) sekä näiden erotuksina määräytyneet hylkytukkiosan absoluuttinen ja suhteellinen pituus ja tilavuus ja osuudet rungon ja vähimmäismittavaatimusten mukaisen tukkiosan tilavuudesta. Lisäksi laskettiin niiden runkojen osuudet tukkipuun vähimmäismittavaatimukset täyttäneistä puista, joista tehtiin tyveys tai latvavähennys tai jotka oli hylättävä kokonaan tukkipuina sekä laadittiin ja analysoitiin tyveysten, latvavähennysten ja tukkipuuna hylkäämisen syiden frekvenssijakaumat.

Runkojen laatujakaumaa kuvattiin pystykoepuuaineistosta viiden metrin tyviosan yleisen oksikkuuslaadun (oksaton, oksakyhmyinen, kuivaoksainen, terveoksainen, sekaoksainen), runkomuotolaadun (runkoluokka) ja käyttöarvolaadun (runkolaji) perusteella. Käyttöarvolaatua tarkasteltaessa laskettiin myös niiden puiden osuudet tukkipuun mittaisista puista, joilla rungon oksikkuus, muotoviat, pintaviat tai laho- ja väriviat aiheuttivat tyveyksen, latvavähennyksen tai tukkipuuna hylkäämisen. Tukkipuuna hylättävien osuudet laskettiin myös kuitupuun mittaisista puista arvioiden vikojen vaikutukset mahdollisessa tukkipuukoossa. - Leikkoja tai välivähennyksiä ei aineistossa ollut lainkaan.

Sorvipölkkyjen laatujakaumaa kuvattiin kaatokoepuuaineistosta pölkkyjen kuorellisen keskusläpimitan, ulkoisen oksikkuuden (oksaton, oksakyhmyinen, kuivaoksainen, laho-oksainen, sekaoksainen - kokonaan terveoksaisia pölkkyjä ei aineistossa ollut lainkaan), muodon (suora, mutkainen, tasaisesti lenko), puuaineen väri- ja lahovikojen esiintymisen sekä pääasiassa näiden tekijöiden lopputuloksena muodostuvan, yleistä käyttöarvoa kuvaavan laatuluokan taulukko 6) perusteella. Sorvipölkyt, vakiopituudeltaan 1,3 m, katkottiin laskennallisesti rungon tyvestä lähtien niistä osista, joista kaatokoepuita mitattaessa oli tehty tukkia ts. tyvettyjä ja latvasta vähennettyjä osia ei otettu mukaan. Pölkkyjen kuorelliset keskusläpimitat saatiin splini-funktiolla kaatokoepuista vaneritukeiksi apteerattujen

rungonosien tyvi- ja latvaläpimittojen perusteella muodostetulta runkokäyrältä ja erilaiset viat sijoitettiin niihin kaatokoepuumittausten perusteella. Tulokset laskettiin tyvitukkien ja väli- ja latvatukkien pölkyt erotellen. Tyvitukkiin luettiin sen pituudesta riippuen 2-4 ensimmäistä pölkkyä kaatoleikkauksesta lähtien, jos runkoa ei tyvetty. Pölkkyjen määrä oli luonnollisesti tätä pienempi, 2-3 kpl, jos rungosta jouduttiin tekemään tyveys. Tyvitukin suurin pituus oli täten 5,2 m, joka vastaa koivuvaneritukkien keskipituutta käytännön puunhankinnassa (esim. Rikkonen 1974, Heiskanen ja Saikku 1976, Kellomäki ja Salmi 1979, Kärkkäinen 1979, Mäkelä 1993). - Vaneritukkeja oli tehty kaatokoepuumittauksissa vain 135 rungosta, millä perusteella rajoituttiin turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen sekä kaikkien kasvupaikkojen hies- ja rauduskoivujen vertailuhin.

Hieskoivun jatkuviin muuttujiin keskeisesti vaikuttaviksi oletettujen tekijöiden merkitystä tarkasteltiin kaksisuuntaisella askeltavalla regressioanalyysillä, jossa selittävinä muuttujina olivat puun ikä ja lenkous ja koealan puuston pohjapinta-ala, ainespuiden runkoluku ja turpeen paksuus sekä valemuuttujina puun syntytapa, latvuskerrosluokka, runkoluokka ja runkolaji ja koealan kasvupaikkaluokka, puuston kehitysluokka ja vallitseva koivulaji. Askeltavat regressioanalyysit tehtiin myös *hies- ja rauduskoivun jatkuviin* muuttujiin keskeisesti vaikuttaviksi oletetuille muuttujille, jolloin selittävinä olivat samat muuttujat kuin hieskoivua koskeneissa analyyseissä niillä poikkeuksilla, että koealan vallitsevan koivulajin tilalla oli todellinen koivulaji ja kasvupaikkaluokan tilalla kasvupaikkaryhmä (turvemaa/kivennäismaa). Molemmissa tapauksissa analyysit tehtiin myös sisällyttäen selittäviin muuttujiin rinnankorkeusläpimitta ja kapeneminen. Luokitteluasteikolliset selittävät muuttujat koodattiin analyysiä varten binäärimuuttujiksi. Malliin otettiin uusi muuttuja vähimmäismerkitsevyystasolla $p<0,15$, miktä pidettiin suuntaa antavan vaikutuksen rajana, ja pidettiin muuttujat vähimmäismerkitsevyystasolla $p<0,05$, mitä pidettiin merkitsevän vaikutuksen rajana. Askeltavien regressioanalyysien tulokset ovat liitteessä 1.

Askeltavien regressioanalyysien tulosten perusteella määritettiin keskeiset muuttujat, jotka oli otettava huomioon hieskoivun aineistoissa ikä- ja kasvupaikkaluokkien välisissä vertailuissa ja hies- ja rauduskoivujen yhteisissä aineistoissa koivulajien, kasvupaikkaryhmien ja ikäluokkien välisissä vertailuissa sekä siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen ikäluokittaisissa vertailuissa turve- ja kivennäismailla. Näiksi valittiin latvuskerrosluokka ja puuston tiheys ainespuiden runkolukuna ilmaistuna. Kapeneminen sivuutettiin sinänsä merkitsevästä vaikutuksesta huolimatta, koska se korreloi voimakkaasti yhtäältä kasvupaikkaluokan ja toisaalta koivulajin kanssa korreloivien iän, rinnankorkeusläpimitan ja puuston tiheyden kanssa, ei eronnut yhtäältä eri kasvupaikkaluokkien välillä ja toisaalta koivulajien ja kasvupaikkaryhmien välillä ja oli lisäksi mitattu vain kaatokoepuista.

Tilastolliset erot tarkasteltavien ositteiden välillä testattiin jatkuvien muuttujien osalta kaksisuuntaisilla varianssianalyyseillä ja Tukeyn testeillä sekä regressio- ja kovarianssianalyyseillä ja epäjatkuvien muuttujien osalta logistisella regressioanalyysillä (maximum likelihood-analyysi). Varianssi- ja kovarianssianalyyseissä käytettin tyyppi III -versioita, koska vertailtavien ositteiden havaintojen lukumäärät poikkesivat toisistaan osin huomattavastikin (Ranta ym. 1989). Testeissä ja analyyseissä pidettiin merkitsevän vaikutuksen rajana $p_{hav}<0,05$ ja suuntaa antavan vaikutuksen rajana $p_{hav}<0,15$.

Niiden selitettävien jatkuvien muuttujien osalta, joiden jakaumat poikkesivat silmämääräisesti oleellisesti normaalijakaumasta ja/tai joiden variansit olivat epähomogeenisia tai otoskeskiarvot ja -variansit olivat keskenään suunnilleen yhtäsuuria, tehtiin tarvittavat

muunnokset testejä ja analyysejä varten (Ranta ym. 1989). Rinnankorkeusläpimitta ja tilavuus sekä oksakyhmy-, kuivaoksa-, terveoksa- ja latvusrajat muunnettiin logaritmisiksi (X'=log(X+1)), jolloin positiivisesti vinot jakaumat korjaantuivat normaaleiksi ja varianssin heteroskedastisuuteen liittyvät ongelmat eliminoituivat. Eri oksalajien lukumääriin ja niitä vastaavien paksuimpien oksien läpimittoihin tehtiin neliöjuurimuunnokset ($X'=(X+0,5)^{1/2}$) sinänsä tehokkaamman logaritmimuunnoksen sijasta, koska otosten keskiarvot ja keskihajonnat olivat suunnilleen yhtäsuuret ja aineistossa oli mukana havaintoja, joilla muuttuja sai arvon 0. Tällä menettelyllä tarkasteltujen muuttujien positiivisesti vinot, runsaasti arvon 0 saaneita havaintoja sisältäneet jakaumat korjaantuivat sekä otoskeskiarvojen ja -varianssien yhtäsuuruuteen liittyvät ongelmat lieventyivät.

Liitteessä 2 on tyyppiesimerkit kustakin tilastollisesta testistä ja analyysistä, joita on sovellettu kautta linjan koko tutkimuksessa. Muutoin tilastollisista testeistä ja analyyseistä esitetään tulosten esittelyn yhteydessä vain vapausasteet, testisuureiden arvot ja havaitut merkitsevyystasot, joihin johtopäätökset perustuvat.

Koealatasolla tulokset laskettiin pystykoepuuaineistosta koealojen vertailukelpoisuuden parantamiseksi rajoittamalla kunkin koealan koivujen lukumäärä toisaalta puun koon (B-aineisto) ja toisaalta puun laadun (C-aineisto) perusteella tasolle 12 kpl eli 600 kpl/ha (luku 2.1.1). Lisäksi niiden koealojen osalta, joilla koepuiden lukumäärä oli pienempi kuin 12 kpl, korjattiin tulokset runkolukusuhteiden perusteella määräytyneellä kertoimella vastaamaan em. tiheyttä. Vertailevat analyysit tehtiin hieskoivuvaltaisten koealojen aineistoissa kasvupaikka- ja kehitysluokittain ja hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen aineistoissa koivulajeittain, kasvupaikkaryhmittäin (turvemaa/kivennäismaa) ja kehitysluokittain.

Runkojen laatujakaumat laskettiin viiden metrin tyviosan yleisen oksikkuuslaadun (oksaton, oksakyhmyinen, kuivaoksainen, terveoksainen, sekaoksainen), runkomuotolaadun (runkoluokka) ja käyttöarvolaadun perusteella (runkolaji). Tulokset ilmoitettiin tarkasteltavien ositteiden puitteissa koealojen eri luokkiin luettujen puiden keskimääräisinä runkolukuina hehtaaria kohti, vaihteluväleinä ja 0-havaintojen osuuksina. Tilastolliset erot testattiin tärkeimpien luokkien osalta varianssi- ja kovarianssianalyyseillä (tyyppi I tai III). - Runkolukua 600 kpl/ha tiheämmillä koealoilla eri luokkien puiden lukumäärät olivat luonnollisesti suuremmat kuin mitä tarkastelu tämän runkoluvun perusteella osoittaa. Tässä tutkimuksessa päämielenkiinto oli kuitenkin kunkin suureen osalta parhaimpien luokkien, eli oksikkuuslaadun osalta oksattomien ja terveoksaisten, runkomuotolaadun osalta suorarunkoisten sekä käyttöarvolaadun osalta tukkipuuksi tai tukkipuun kasvatukseen kelvollisten ja tyviosaltaan virheettömien koivujen hehtaarikohtaisissa lukumäärissä, jotka kaikki tulivat tällä tavalla tarkastellen mukaan aineistoihin.

Puutavaralajikertymät laskettiin runkojen puutavaralajirakenteen lailla sekä koivutukin vähimmäismittavaatimuksia että vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksia soveltaen. Vertailussa otettiin huomioon myös vaihtoehto, jossa rungosta tehdään vain kuitupuuta. Tulokset ilmoitettiin tarkasteltavien ositteiden puitteissa koko aineiston keskiarvoina ja koealojen vaihteluväleinä. Tilastolliset erot tarkasteltavien ositteiden välillä testattiin kovarianssianalyyseillä (tyyppi I tai III) ja Tukeyn testeillä.

Kantoraha-arvot määritettiin samoin vaihtoehtoisin laskentatavoin kuin puutavaralajikertymät. Vaihtoehtoisina koivutukin ja -kuitupuun kantohintoina käytettiin sekä tutkimusaluetta parhaiten vastanneen Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen että

koivutukin varsinaisen kasvatusalueen, Etelä-Suomen metsäkeskusten alueen yksityismetsien keskimääräisten hintojen aritmeettisia keskiarvoja kalenterivuosilta 1991-95 (Aarne 1993, 1995, Sevola 1996):

Puutavaralaji	Keski-Pohjanmaa	Etelä-Suomi
	Kantohinta, mk/m^3	
Tukki	183,72	222,44
Kuitupuu	77,22	78,06

Tilastolliset erot tarkasteltavien ositteiden välillä testattiin kovarianssianalyyseillä (tyyppi I tai III) ja Tukeyn testeillä.

3 Tulokset

3.1 Runkotaso

3.1.1 Runkojen koko

3.1.1.1 Rinnankorkeusläpimitta

3.1.1.1.1 Hieskoivu

Askeltavalla regressioanalyysillä pystyttiin selittämään 53-57 % hieskoivun rinnankorkeusläpimitan vaihtelusta laskenta-aineistosta riippuen (liite 1.1). Puun ikä osoittautui oletusten mukaisesti selvästi tärkeimmäksi selittäjäksi (R^2=0,36-0,39). Muita vaikuttavia tekijöitä olivat ennen kaikkea latvuskerros, kasvupaikkaluokka ja ainespuiden runkoluku sekä vähäisessä määrin kehitysluokka, vallitseva koivulaji, turpeen paksuus ja syntytapa (R^2-lisäys=0,16-0,18). Tekijöiden yhteisvaikutus sekä ainespuiden runkoluvun ja jossain määrin myös vallitsevan koivulajin vaikutukset pienenivät oletusten mukaisesti rajoitettaessa aineistoa koealan runkoluvun mukaan. Kasvupaikkaluokan ja turpeen paksuuden vaikutukset vastaavasti kasvoivat.

Taulukossa 13 on esitetty hieskoivujen rinnankorkeusläpimitat *kasvupaikka- ja ikäluokittain* A-, B- ja C-aineistojen perusteella. A-aineistossa hieskoivujen läpimitat vaihtelivat vähän kasvupaikkaluokkien välillä nuorissa ikäluokissa ja kasvupaikan viljavuustasolla ei täten ollut selvää vaikutusta läpimittaan. Ikäluokasta 41-50 a lähtien läpimitta pieneni kasvupaikan heikentyessä ja erot pääsääntöisesti kasvoivat puiden ikääntyessä. Näin oli kuitenkin vain turvemailla; kivennäismailla kuivahkojen kankaiden hiekset olivat keskimäärin tuoreiden kankaiden hieksiä paksumpia ikäluokkaan 71-80 a saakka. Tämä kivennäismaiden kasvupaikkojen ero näkyi myös turve- ja kivennäismaiden vertailussa siten, että tuoreiden kankaiden eli mustikkaisella viljavuustasolla turvemaiden hiekset olivat kivennäismaiden hieksiä paksumpia, kun vastaava ero oli kuivahkojen eli puolukkaisten kankaiden tasolla päinvastainen. Ikäluokittaisten läpimittojen hajonnat olivat suuria varsinkin vanhoissa ikäluokissa. Yli 90 a luokassa tähän vaikutti koivujen iän suuri vaihtelu, joka oli pienimmillään 93-110 a ja suurimmillaan 92-163 a.

Kasvupaikan viljavuustason vaikutus hieskoivujen ikäluokittaisiin läpimittoihin tuli selvemmäksi B- ja C-aineistoissa A-aineistoon verrattuna. Keskiläpimitat kasvoivat oletusten mukaisesti puiden lukumäärää koealoittain rajoitettaessa varsinkin nuorissa ikäluokissa ja erityisesti turvemailla, joissa koealojen puustot olivat tiheimpiä (taulukko 8). Muutokset olivat B-aineistossa hieman suurempia kuin C-aineistossa, koska B- rajoitus kohdistui vain koealan pienimpiin mutta C-rajoitus sekä koealan pieniin että heikkolaatuisiin suuriin puihin. Kummassakaan tapauksessa keskiläpimitan viljavuustason mukainen järjestys ei kuitenkaan muuttunut turve- eikä kivennäismailla. A-aineistoon verrattuna läpimitan hajonnat yleensä pienenivät B-aineistossa mutta pysyivät joko samalla tasolla tai suurenivat C-aineistossa. Poikkeukset näistä sinänsä oletusten mukaisista tuloksista johtuivat ilmeisesti ikäluokittaisten havaintojen huomattavasta vähenemisestä.

Taulukko 13. Hieskoivun rinnankorkeusläpimitta ja tilavuus kasvupaikka- ja ikäluokittain. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Kasvupaikkaluokka		Ikäluokka, a															
		-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
		Rinnankorkeusläpimitta, cm															
Ruohoinen	A	10,5	1,68	10,6	1,70	13,4	2,75	15,8	3,29	17,4	3,13	18,5	3,09	21,4	3,80	21,5	2,89
turvemaa	B	12,2	1,59	12,1	1,72	14,9	2,78	17,1	3,06	18,2	2,81	19,3	2,52	21,8	3,51	21,5	2,89
	C	10,9	1,82	11,0	1,61	14,5	1,61	16,9	3,19	18,1	3,11	19,2	2,62	22,3	3,24	21,8	2,81
Mustikkainen-	A	11,2	1,81	11,4	2,05	12,9	2,55	14,5	3,59	15,2	3,54	17,3	3,09	18,7	4,07	19,9	3,02
suursarainen	B	11,6	1,97	12,5	2,05	13,6	2,92	16,0	3,60	16,8	3,31	17,8	2,79	19,8	3,17	19,9	3,02
turvemaa	C	11,6	1,97	12,4	2,02	13,5	2,78	15,5	3,64	16,5	3,51	17,9	2,97	20,1	3,11	19,9	3,02
Puolukkainen-	A	10,2	1,80	11,0	2,12	12,9	2,16	13,6	2,95	14,5	3,74	15,4	3,50	15,5	2,37	19,9	6,04
piensarainen	B	10,9	2,67	13,0	1,84	13,4	2,19	14,1	2,86	15,0	3,67	16,0	3,34	15,7	2,30	19,9	6,04
turvemaa	C	10,3	2,11	12,2	2,34	13,3	2,18	13,8	2,92	15,1	3,82	15,8	3,38	15,6	2,33	20,3	6,04
Tuore kangas	A	10,9	2,10	11,7	2,51	13,3	3,74	13,0	3,58	14,9	3,26	15,9	3,23	21,2	7,02	25,1	5,99
	B	11,7	2,05	12,3	2,56	14,0	3,66	14,5	3,85	15,9	3,08	16,8	2,73	21,2	7,02	25,1	5,99
	C	12,3	1,93	12,3	2,59	14,2	3,70	14,2	3,84	15,4	3,43	17,2	2,62	21,2	7,02	25,1	5,99
Kuivahko kangas	A	10,7	2,04	11,2	2,63	11,5	2,24	15,2	3,18	15,8	4,02	16,7	3,43	19,0	3,63	20,4	4,14
	B	11,0	2,02	11,7	2,79	12,6	2,12	16,0	2,86	16,7	3,81	17,1	3,31	19,0	3,63	20,4	4,14
	C	11,0	2,02	11,7	2,79	15,6	3,19	15,6	3,19	16,1	4,18	17,5	3,32	19,6	3,06	20,4	4,14

Taulukko 13 (jatkoa).

Kasvupaikkaluokka		Ikäluokka, a															
		-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
		Tilavuus, dm^3															
Ruohoinen turvemaa	A	55,6	16,6	59,0	23,5	106,6	53,2	153,7	71,0	190,1	75,9	226,9	90,3	302,2	111,4	321,0	96,4
	B	71,3	13,1	75,1	25,8	132,5	61,4	177,7	72,7	208,0	72,1	247,1	83,0	314,6	106,1	321,0	96,4
	C	59,9	16,5	64,2	23,0	126,3	62,0	174,6	74,9	205,4	78,8	245,5	84,5	326,4	101,3	330,5	93,4
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	A	59,6	13,9	73,6	34,3	105,4	50,8	136,5	76,6	147,0	81,7	192,6	80,9	243,9	106,5	280,6	134,6
	B	60,3	14,4	87,5	37,6	125,5	60,8	167,4	79,8	180,4	83,6	205,3	77,8	269,7	91,5	280,6	134,6
	C	60,3	14,4	85,4	36,8	122,1	57,5	159,0	81,1	174,2	86,3	207,2	82,2	277,9	89,5	280,6	134,6
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	A	57,6	24,2	66,4	30,6	91,1	38,7	105,7	49,4	126,4	81,3	141,9	83,6	145,5	55,8	265,1	199,0
	B	69,9	35,9	86,7	34,9	97,5	40,7	111,4	49,8	132,9	82,8	152,6	84,3	149,0	55,9	265,1	199,0
	C	62,7	29,7	82,4	39,6	95,8	40,3	106,6	49,9	136,0	86,4	150,1	84,4	147,1	55,9	275,1	202,5
Tuore kangas	A	61,3	19,8	79,4	49,6	117,9	84,8	114,6	92,1	156,5	96,0	163,6	83,1	396,7	280,5	521,8	268,1
	B	68,1	18,7	87,9	53,1	130,3	86,0	153,3	105,5	180,5	96,1	180,7	80,3	396,7	280,5	522,0	268,1
	C	68,1	18,7	87,5	53,4	134,4	87,1	144,0	103,3	169,4	102,3	190,2	83,0	396,7	280,5	521,8	268,1
Kuivahko kangas	A	59,4	24,1	75,9	48,8	73,5	31,7	146,9	65,1	169,6	98,0	191,7	92,6	234,2	95,6	289,9	112,2
	B	61,1	24,3	80,4	51,8	84,9	32,2	158,9	62,7	188,9	97,2	200,8	92,2	234,2	95,6	289,9	112,2
	C	61,1	24,3	80,4	51,8	82,1	32,3	152,5	66,8	175,8	102,3	209,6	93,2	246,7	89,4	289,9	112,2

Kasvupaikka- ja ikäluokka vaikuttivat kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun logaritmiseen rinnankorkeusläpimittaan (liite 2.1). Ikäluokan vaikutus oli selvästi kasvupaikkaluokan vaikutusta voimakkaampi ja tekijöillä oli merkitsevää yhdysvaikutusta. Selvimmin kasvupaikan vaikutus tuli näkyviin rajoitettaessa koepuuaineistoa koealoittain, B-aineistossa hieman selvemmin kuin C-aineistossa. Tukeyn testin mukaan kuitenkin vain puolukkaisten-piensaraisten turvemaiden hieskoivujen läpimitta erosi muiden kasvupaikkojen hieskoivujen läpimitasta A-aineistossa. Läpimittacrot olivat sen sijaan merkitseviä kaikkien muiden kasvupaikkojen paitsi tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden ja toisaalta puolukkaisten-piensaraisten turvemaiden ja kuivahkojen kankaiden välillä B-aineistossa. Kasvupaikkojen eroja esiintyi C-aineistossa oletusten mukaisesti enemmän kuin A-aineistossa mutta vähemmän B-aineistossa.

Hieskoivun kasvupaikkaluokittaiset rinnankorkeusläpimitat tasoitettiin tulosten selventämiseksi ikään ja sen neliöön perustuvilla toisen asteen polynomifunktiomalleilla (taulukko 14, kuvat 17a-c). Ruohoiset turvemaat erottuivat tässä muita kasvupaikkaluokkia selvästi suuremmilla ja puolukkaiset-piensaraiset turvemaat pienemmillä läpimitoilla, alle 41 a ikäluokkaa lukuunottamatta. Puun ikääntyessä läpimitta kasvoi ruohoisilla ja mustikkaisilla-suurasaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla hidastuvalla nopeudella. Tuoreilla kankailla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla läpimitta kasvoi sitä vastoin kiihtyvällä nopeudella. Selvää syytä tähän tulokseen ei löydetty. Puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla nuoret hiekset olivat peräisin suhteellisen harvoista metsiköistä, jolloin niiden läpimitatkin saattoivat olla suhteettoman suuria keski-ikäisiin ja vanhoihin hieksiin verrattuna.

Hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaiset rinnankorkeusläpimitat esitetään myös latvuskerrosluokittain, koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat toisistaan eri kasvupaikkaluokkien, varsinkin turve- ja kivennäismaiden luokkien välillä (kuva 14a), ja latvuskerrosluokka vaikutti selvästi rinnankorkeusläpimittaan (liite 1.1). Päävaltapuut olivat luonnollisesti lisävaltapuita paksumpia ja nämä puolestaan väli- ja aluspuita paksumpia, mutta latvuskerrosluokkien läpimittasuhteiden ja ikäluokan välillä ei ollut selviä yhteyksiä.

Kasvupaikkaluokka	Rinnankorkeusläpimittojen suhde, %	
	Lisävaltapuut (latvuskerros 2) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)	Väli- ja aluspuut (latvuskerrokset 3-4) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)
Ruohoinen turvemaa	81-92	61-83
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	78-94	70-86
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	72-92	...
Tuore kangas	72-92	66-86
Kuivahko kangas	76-84	62-69

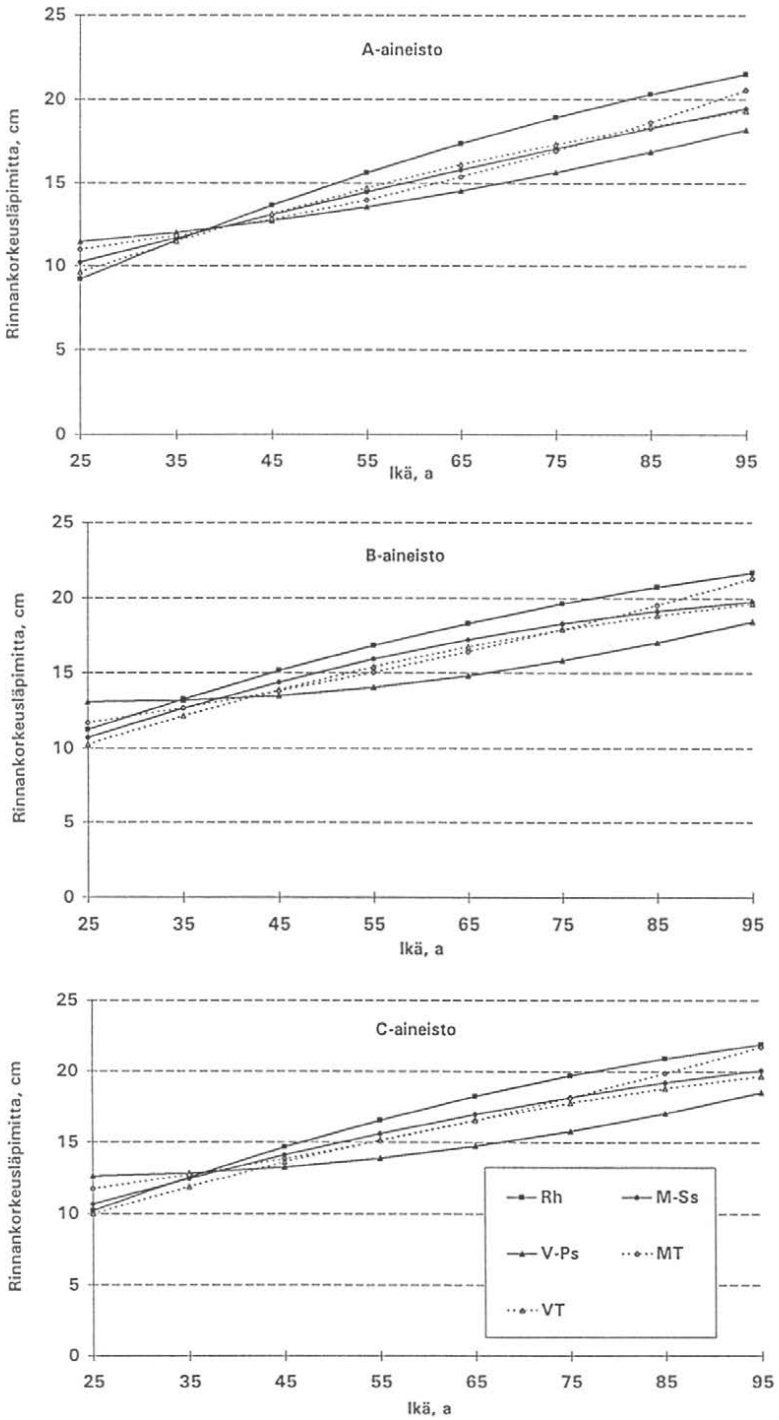
Latvuskerrosluokittaiset rinnankorkeusläpimitat esitetään vain A-aineistosta (kuvat 18a-c), joskin latvuskerros vaikutti rinnankorkeusläpimittaan myös B- ja C-aineistoissa (liite 1.1). Kasvupaikkojen läpimittasuhteet olivat pää- ja lisävaltapuilla tässä tarkastelussa hyvin samansuuntaiset kuin kaikkien latvuskerrosten aineistossa. Kivennäismailla tuoreiden kankaiden hiekset olivat kuitenkin useimmissa ikäluokissa kuivahkojen kankaiden hieksiä suurempia. Väli- ja aluspuilla kasvupaikkaluokkien erot olivat pienet. Rinnankorkeusläpimitta kohosi iän myötä oletusten mukaisesti sitä hitaammin mitä alemmasta latvuskerroksesta oli kysymys.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä kasvupaikkaluokan, latvuskerroksen, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia hieskoivun logaritmiseen rinnankorkeusläpimittaan (liite 2.2). A-aineistossa vain iän ja runkoluvun vaikutukset olivat merkitseviä ja kasvupaikkaluokan vaikutus suuntaa antava; muuttujien välillä oli lisäksi lukuisia yhdysvaikutuksia. Merkitsevyydet kohosivat ja yhdysvaikutukset vähenivät rajoitettaessa aineistoa runkoluvun mukaan. Koealojen suurimmat puut sisältäneessä B-aineistossa iän, latvuskerroksen ja kasvupaikkaluokan vaikutukset olivat

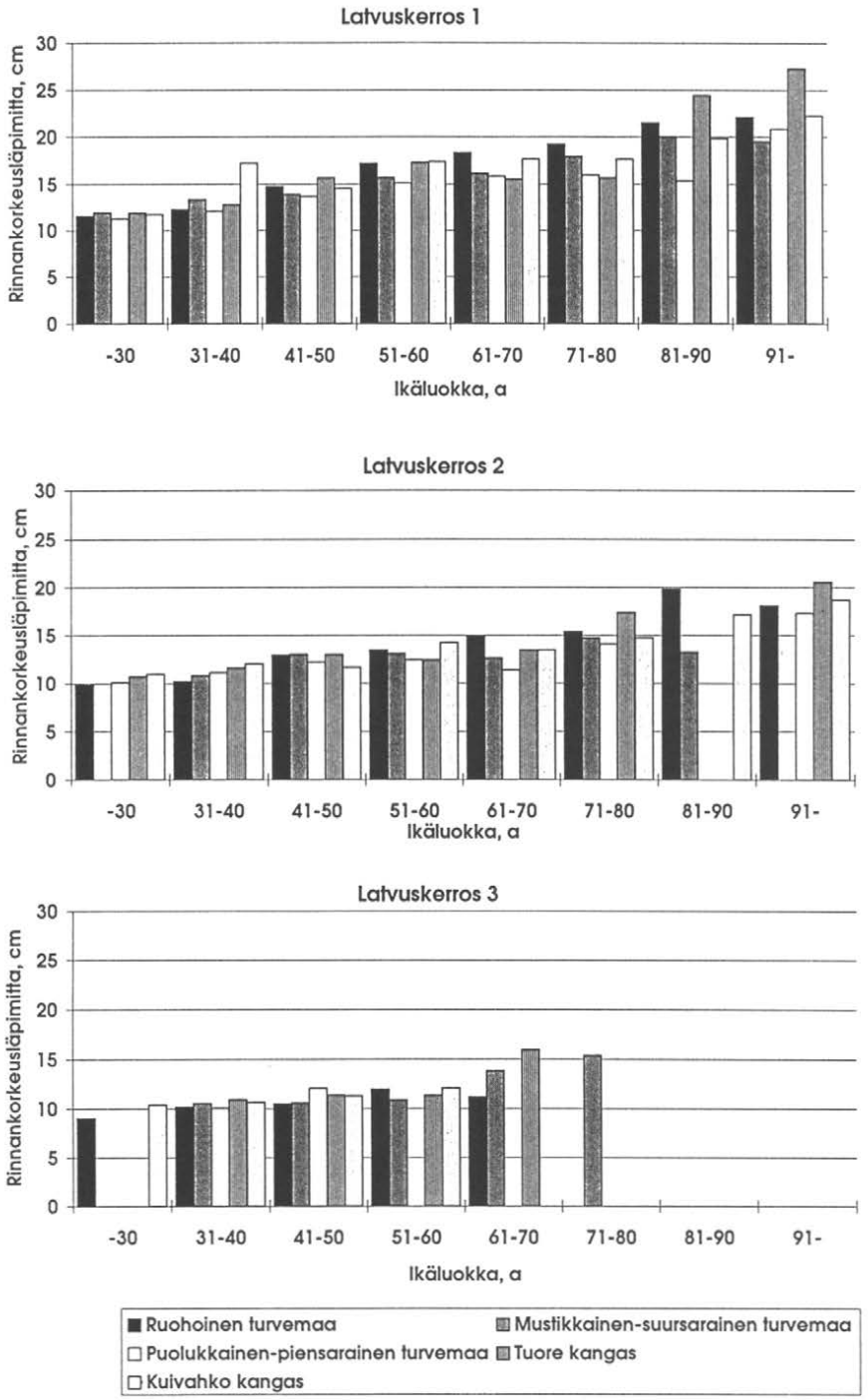
merkitseviä; runkoluvulla ei sen sijaan ollut vaikutusta. Kocalojen suurimmat ja laadukkaimmat puut sisältäneessä C-aineistossa merkitsevyydet olivat voimakkaimmat ja muuttujien järjestys sama kuin B-aineistossa.

Taulukko 14. Hieskoivun rinnankorkeusläpimitan ja tilavuuden tasoitus regressiomalleilla iän perusteella kasvupaikkaluokittain, $y = a+bx+cx^2$ (y = rinnankorkeusläpimitta, cm, x = ikä kannosta, a). A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Kasvupaikkaluokka		Mallin parametrit a	b	c	Selitysaste R^2	Jäännöshajonta RMSE
				Rinnankorkeusläpimitta, cm		
Ruohoinen	A	2,616	0,287	-0,000930	0,507	2,848
turvemaa	B	5,425	0,262	-0,000940	0,395	2,821
	C	3,329	0,302	-0,00112	0,467	2,927
Mustikkainen-	A	6,392	0,159	-0,000227	0,245	3,194
suursarainen	B	4,800	0,263	-0,00111	0,284	3,018
turvemaa	C	5,437	0,227	-0,000766	0,290	3,104
Puolukkainen-	A	10,559	0,0173	0,000659	0,269	2,904
piensarainen	B	13,795	-0,0566	0,00111	0,202	2,996
turvemaa	C	12,946	-0,0403	0,00104	0,225	3,025
Tuore kangas	A	9,806	0,0249	0.000929	0,600	3,773
	B	9,764	0,0615	0,000628	0,606	3,790
	C	10,015	0,0499	0,000707	0,597	3,874
Kuivahko kangas	A	4,323	0,231	-0,000772	0,394	3,140
	B	4,701	0,246	-0,000937	0,413	3,022
	C	4,449	0,243	-0,000874	0,408	3,126
				Tilavuus, dm^3		
Ruohoinen	A	-85,466	4,614	-0,00541	0,498	64,975
turvemaa	B	-82,917	5,405	-0,0131	0,410	72,074
	C	-98,477	5,628	-0,0132	0,458	72,944
Mustikkainen-	A	-19,196	2,440	0,00528	0,246	74,213
suursarainen	B	-73,252	5,070	-0,0155	0,270	77,317
turvemaa	C	-60,432	4,369	-0,00878	0,281	78,198
Puolukkainen-	A	84,401	-1,328	0,0289	0,268	66,492
piensarainen	B	130,742	-2,389	0,0354	0,218	72,696
turvemaa	C	119,760	-2,181	0,0346	0,232	72,847
Tuore kangas	A	85,703	-2,089	0,0514	0,619	127,101
	B	72,439	-1,007	0,0434	0,607	137,348
	C	72,265	-1,195	0,0447	0,605	138,344
Kuivahko kangas	A	-94,642	5,067	-0,0150	0,417	71,308
	B	-93,716	5,479	-0,0187	0,423	72,250
	C	-99,092	5,471	-0,0177	0,428	72,879



Kuva 17a-c. Hieskoivun iän mukaan kasvupaikkaluokittain tasoitetut rinnankorkeusläpimitat A-, B- ja C-aineistoissa.



Kuva 18a-c. Hieskoivun keskimääräiset rinnankorkeusläpimitat kasvupaikka- ja ikäluokittain eri latvuskerroksissa A-aineistossa.

Puuston tiheyskin olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon A-aineiston hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaisten rinnankorkeusläpimittojen vertailussa. Tehdyissä koelaskelmissa, joissa hiesten läpimitat tasoitettiin sekä ikään että kocalan ainespuiden runkolukuun perustuvilla lineaarisilla regressiomalleilla, saatiinkin ikätasoitukseen verrattuna suurempia ja enemmän oletusten mukaisia eroja kasvupaikkaluokkien välille. Tiheyden vakiointi on kuitenkin epärealistista, koska viljavilla kasvupaikoilla hieskoivua voidaan kasvattaa ja myös kasvatetaan tiheämpänä kuin karuilla kasvupaikoilla puuntuotantopotentiaalin täysimääräiseksi hyödyntämiseksi. Lisäksi ikäluokittaisia optimitiheyksiä on vaikea määritellä, koska ne riippuvat mm. eri puutavaralajien tuotantotavoitteista sekä harvennushakkuiden ajoituksesta ja voimakkuudesta.

Taulukossa 15 on esitetty *siemen- ja vesasyntyisiksi arvioitujen hieskoivujen* rinnankorkeusläpimitat. Turvemailla vesasyntyisten hiesten läpimitta oli vain 0,3-1,0 cm eli 2-9 % pienempi kuin siemensyntyisten hiesten läpimitta. Ero pieneni sekä absoluuttisesti että suhteellisesti puiden ikääntyessä. Kivennäismailla siemen- ja vesasyntyisten hiesten läpimittaerot olivat epäselvät; alle 31 a ja yli 90 a ikäluokkia lukuunottamatta vesasyntyiset hiekset olivat keskimäärin jopa hieman siemensyntyisiä paksumpia. Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa vesasyntyisten hiesten läpimitta oli vain 0,1-0,8 cm eli 1-5 % pienempi kuin siemensyntyisten hiesten läpimitta. Tässäkin ero pieneni puiden ikääntyessä.

Syntytapa vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun logaritmiseen rinnankorkeusläpimittaan sekä turve- että kivennäismailla ja varsinkin kaikilla kasvupaikoilla konaisuutena, vaikka erot sinänsä olivat pieniä (liite 2.3). Ikäluokka vaikutti kaikissa tapauksissa huomattavasti syntytapaa voimakkaammin. Syntytavalla ja ikäluokalla oli yhdysvaikutusta kivennäismailla ja kaikilla kasvupaikoilla.

Taulukko 15. Siemen- ja vesasyntyisen hieskoivun rinnankorkeusläpimitta ja tilavuus ikäluokittain turve- ja kivennäismailla koko aineistossa.

Kasvupaikkaryhmä / Syntytapa	Ikäluokka, a -30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
	Rinnankorkeusläpimitta, cm							
Turvemaa								
Siemensyntyinen	11,4	11,5	13,5	15,1	16,1	17,3	18,4	20,7
Vesasyntyinen	10,4	10,7	13,0	14,7	15,5	17,0	17,8	17,5
Kivennäismaa								
Siemensyntyinen	11,3	11,8	12,5	14,5	15,3	16,3	20,1	24,9
Vesasyntyinen	11,0	11,9	12,9	14,5	15,4	17,0	18,8	14,1
Yhteensä								
Siemensyntyinen	11,4	11,6	13,3	14,9	15,9	17,1	18,7	23,0
Vesasyntyinen	10,7	10,9	13,0	14,7	15,5	17,0	17,9	15,0
	Tilavuus, dm^3							
Turvemaa								
Siemensyntyinen	60,5	68,2	107,3	141,3	161,3	193,8	226,6	297,8
Vesasyntyinen	50,5	59,8	95,1	127,8	152,0	186,7	215,8	154,6
Kivennäismaa								
Siemensyntyinen	63,0	80,8	93,6	136,7	163,8	179,6	314,3	499,3
Vesasyntyinen	59,0	71,2	92,4	119,0	140,4	177,1	245,4	108,3
Yhteensä								
Siemensyntyinen	61,2	71,0	104,5	140,3	161,8	190,7	243,8	409,1
Vesasyntyinen	54,3	61,8	94,7	126,7	151,4	185,7	220,4	121,5

Kovarianssianalyysissä, jossa otettiin syntytavan ja iän lisäksi huomioon latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset, siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen välillä ei ollut merkitsevää eroa rinnankorkeusläpimitassa turve- tai kivennäismaita erikseen tai kokonaisuutena tarkastellen (liite 2.4). Täten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen järeyskehitys olisi samalla tasolla samassa latvuskerroksessa ja vakiotiheydessä. Tällainen metsikön rakenne ei liene kuitenkaan normaali (luku 4.1.5).

3.1.1.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Askeltavalla regressioanalyysillä pystyttiin selittämään 55-60 % hies- ja rauduskoivujen rinnankorkeusläpimitan vaihtelusta laskenta-aineistosta riippuen (liite 1.2). Puun ikä osoittautui tässäkin selvästi tärkeimmäksi selittäjäksi sekä A-, B- että C-aineistoissa (R^2=0,38-0,41). Toiseksi tärkein selittäjä oli koivulaji (R^2=0,05). Muita vaikuttavia tekijöitä olivat ennen kaikkea latvuskerros ja ainespuiden runkoluku sekä vähäisessä määrin kehitysluokka, kasvupaikkaryhmä ja turpeen paksuus (R^2-lisäys = 0,11-0,13). Tekijöiden yhteisvaikutus pieneni rajoitettaessa aineistoa koealan runkoluvun mukaan.

Taulukossa 16 on esitetty hies- ja rauduskoivujen rinnankorkeusläpimitat ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistojen perusteella. A-aineistossa hieskoivut olivat yhtä kivennäismaiden ikäluokkaa lukuunottamatta oletusten mukaisesti rauduskoivuja pienempiä. Hieskoivujen läpimitta oli turvemailla 70-94 % ja kivennäismailla 77-96 % (poikkeustapaus 103 %) rauduskoivujen läpimitasta ikäluokasta riippuen. Koivulajien ero kasvoi pääsääntöisesti puiden ikääntyessä. Poikkeuksena olivat yli 90-vuotiaat puut, joilla hieksen ja rauduksen suhteellisen pieni eroi johtui ilmeisesti hiesten keskimäärin rauduksia korkeammasta iästä. Ikäluokittaisten läpimittojen hajonnat olivat molemmilla koivulajeilla suuria varsinkin vanhoissa ikäluokissa. Turvemailla hajonnat olivat hieskoivulla yleensä suurempia kuin rauduskoivulla, kun taas kivennäismailla tilanne oli yleensä päinvastainen.

Hieskoivut olivat turvemailla nuorissa ikäluokissa oletusten vastaisesti ja vanhoissa ikäluokissa oletusten mukaisesti pienempiä mutta keski-ikäisissä luokissa suurempia kuin kivennäismailla läpimitan suhteen vaihdellessa 86-107 %. Myös rauduskoivut olivat turvemailla vanhoissa ikäluokissa oletusten mukaisesti pienempiä mutta nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa oletusten vastaisesti suurempia kuin kivennäismailla, mikä kylläkin johtui ilmeisesti pienestä aineistosta. Turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen läpimitan vaihteluväli oli myös suuri, 83-131 %.

Hies- ja rauduskoivujen läpimittaerot pienenivät oletusten mukaisesti varsinkin nuorissa ikäluokissa B- ja C-aineistoissa A-aineistoon verrattuna, koska hieskoivut olivat pääosin peräisin tiheämmiltä koealoilta kuin rauduskoivut (taulukko 8). Muutokset olivat B-aineistossa hieman suurempia kuin C-aineistossa. Ensinmainitussa tapauksessa hies- ja rauduskoivujen suhteellinen läpimittaero pieneni turvemailla 0-12 %-yksikköä ja kivennäismailla 0-5 %-yksikköä ikäluokasta riippuen. Jälkimmäisessä tapauksessa vastaavat muutokset olivat turvemailla 1-7 %- yksikköä ja kivennäismailla 0-5 %-yksikköä. Siitä huolimatta hieskoivut olivat näissäkin tarkasteluissa rauduksia pienempiä yksittäisiä ikäluokkia lukuunottamatta. Kummankin koivulajin ikäluokittaisten läpimittojen hajonnat joko suurenivat tai pienenivät riippuen siitä, miten paljon aineisto pieneni suhteessa läpimitan todellisen vaihteluvälin pienenemiseen. Hajonnat suurenivat pääsääntöisesti turvemailla ja nuorissa ikäluokissa ja pienenivät tai pysyivät samalla tasolla kivennäismailla ja vanhoissa ikäluokissa.

Taulukko 16. Hies- ja rauduskoivun rinnankorkeusläpimitta ja tilavuus ikäluokittain turve- ja kivennäismailla. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä		Ikäluokka, a															
		-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
		Rinnankorkeusläpimitta, cm															
Hieskoivu, turvemaa	A	10,5	1,75	10,9	1,96	13,1	2,57	14,8	2,66	15,9	2,53	17,2	2,29	18,3	2,40	20,5	4,46
	B	11,7	2,02	12,7	1,90	14,1	2,72	16,0	3,43	17,0	3,44	17,9	3,11	18,9	3,92	20,5	4,46
	C	10,9	1,95	11,9	2,12	13,9	2,71	15,6	3,51	16,8	3,62	17,9	3,22	18,9	4,01	20,8	4,42
Hieskoivu, kivennäismaa	A	10,8	2,06	11,4	2,58	12,3	3,10	14,3	3,51	15,3	3,61	16,4	3,33	20,0	5,41	23,8	5,89
	B	11,4	2,04	12,0	2,69	13,3	3,07	15,5	3,27	16,2	3,42	17,0	3,04	20,0	5,41	23,8	5,89
	C	11,4	2,04	11,9	2,69	13,2	3,11	15,1	3,47	15,7	3,77	17,4	3,01	20,3	5,25	23,8	5,89
Rauduskoivu, turvemaa	A	11,3	1,70	14,5	4,57	14,2	2,17	17,7	2,86	20,1	4,08	24,7	2,84	25,5	1,64	21,9	1,06
	B	11,3	1,70	14,5	4,57	14,4	2,65	18,0	2,95	20,1	4,08	24,7	2,84	25,5	1,64	21,9	1,06
	C	11,3	1,78	14,5	4,57	14,4	2,65	18,0	2,96	20,2	4,16	24,7	2,84	25,5	1,64	21,9	1,06
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	11,3	2,55	11,1	1,51	15,6	4,85	17,6	4,50	19,8	4,16	21,4	4,39	22,2	4,06	26,3	5,93
	B	11,7	2,63	11,4	1,48	17,0	4,64	18,4	4,07	19,8	4,16	21,4	4,39	22,2	4,06	26,3	5,93
	C	11,6	2,64	11,1	1,51	16,7	4,77	18,2	4,35	20,0	4,19	22,1	3,90	22,2	4,06	26,3	5,93
		Tilavuus, dm^3															
Hieskoivu, turvemaa	A	56,6	18,1	64,8	29,1	102,9	50,1	137,6	72,4	159,3	83,1	192,7	91,0	225,3	112,3	289,8	151,9
	B	67,5	19,6	85,1	34,5	119,8	57,3	159,0	75,8	180,4	83,8	207,2	88,8	238,0	109,9	289,8	151,9
	C	60,6	18,8	78,7	34,4	115,5	56,4	153,0	77,2	177,8	87,2	206,2	91,3	239,4	111,8	297,4	152,7
Hieskoivu, kivennäismaa	A	60,7	21,1	77,5	48,7	93,2	64,8	134,0	78,3	162,3	96,4	179,4	88,6	308,1	213,0	457,7	256,6
	B	65,3	21,1	83,8	51,8	107,6	68,4	157,2	77,8	184,4	95,7	192,5	86,8	308,1	213,0	457,7	256,6
	C	65,3	21,1	83,6	52,0	106,4	68,5	149,7	80,0	172,4	101,4	201,8	88,3	318,1	212,8	457,7	256,6
Rauduskoivu, turvemaa	A	58,1	15,1	120,9	57,7	113,3	39,5	192,3	76,9	274,6	112,7	427,9	102,2	451,9	118,8	293,2	20,5
	B	58,1	15,1	120,9	577	114,8	47,2	200,8	80,2	274,6	112,7	427,9	102,9	451,9	118,8	293,2	20,5
	C	58,1	15,1	120,9	58,3	114,8	47,2	197,5	81,7	279,2	114,2	427,9	102,2	451,9	118,8	293,2	20,5
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	75,6	36,5	65,4	19,9	178,9	153,0	221,3	132,8	301,8	136,6	376,0	161,3	414,6	188,1	597,4	302,0
	B	80,6	37,4	68,6	19,4	214,7	157,8	241,6	128,9	301,8	136,6	376,0	161,3	414,6	188,1	597,4	302,0
	C	80,4	37,6	65,4	19,9	206,6	158,3	235,2	134,0	309,1	137,8	399,3	148,4	414,6	188,1	597,4	302,0

Aineiston rajoittaminen koealoittain koivujen läpimitan perusteella muutti kasvupaikkaryhmien läpimittasuhteita kummallakin koivulajilla enemmän oletusten mukaisiksi koko aineistoon verrattuna. B-aineiston hieskoivut olivat turvemailla suurempia kuin kivennäismailla aina ikäluokkaan 81-90 a saakka, mistä lähtien tasoero oli selvästi päinvastainen. Läpimitan suhteen vaihteluväli oli A- ja B-aineistoissa kuitenkin suunnilleen yhtä suuri, 86-106 % ikäluokasta riippuen. B-aineiston rauduskoivut olivat turvemailla useimmissa ikäluokissa pienempiä kuin kivennäismailla; päinvastaiset tulokset eräissä luokissa johtuivat ilmeisesti pienistä aineistoista. Tilavuuden suhteen vaihteluväli oli 83-129 %. C-aineistossa turve- ja kivennäismaiden koivujen tilavuussuhteet olivat lähes samat kuin A-aineistossa. Läpimitan suhteen vaihteluvälit olivat tässäkin suuret, hieskoivulla 87-107 % ja rauduskoivulla 83-131 % ikäluokasta riippuen.

Koivulaji vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi logaritmiseen rinnankorkeusläpimittaan sekä turve- että kivennäismailla (liite 2.5). Ikäluokan vaikutus oli hieman koivulajin vaikutusta voimakkaampi turvemaiden A-aineistoa lukuunottamatta ja tekijöillä oli myös merkitsevää yhdysvaikutusta. Turve- ja kivennäismaiden koivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja kummallakaan koivulajilla eikä missään lasketta-aineistossa (liite 2.6). Hieskoivulla tulos oli täten päinvastainen kuin kasvupaikkaluokan vaikutusta koskeneessa varianssianalyysissä ja Tukeyn testissä. Tämä johtui mitä ilmeisimmin siitä, että kasvupaikkaluokka kuvaa turve- ja kivennäismaihin jaottelun lisäksi maapohjan viljavuustasoa.

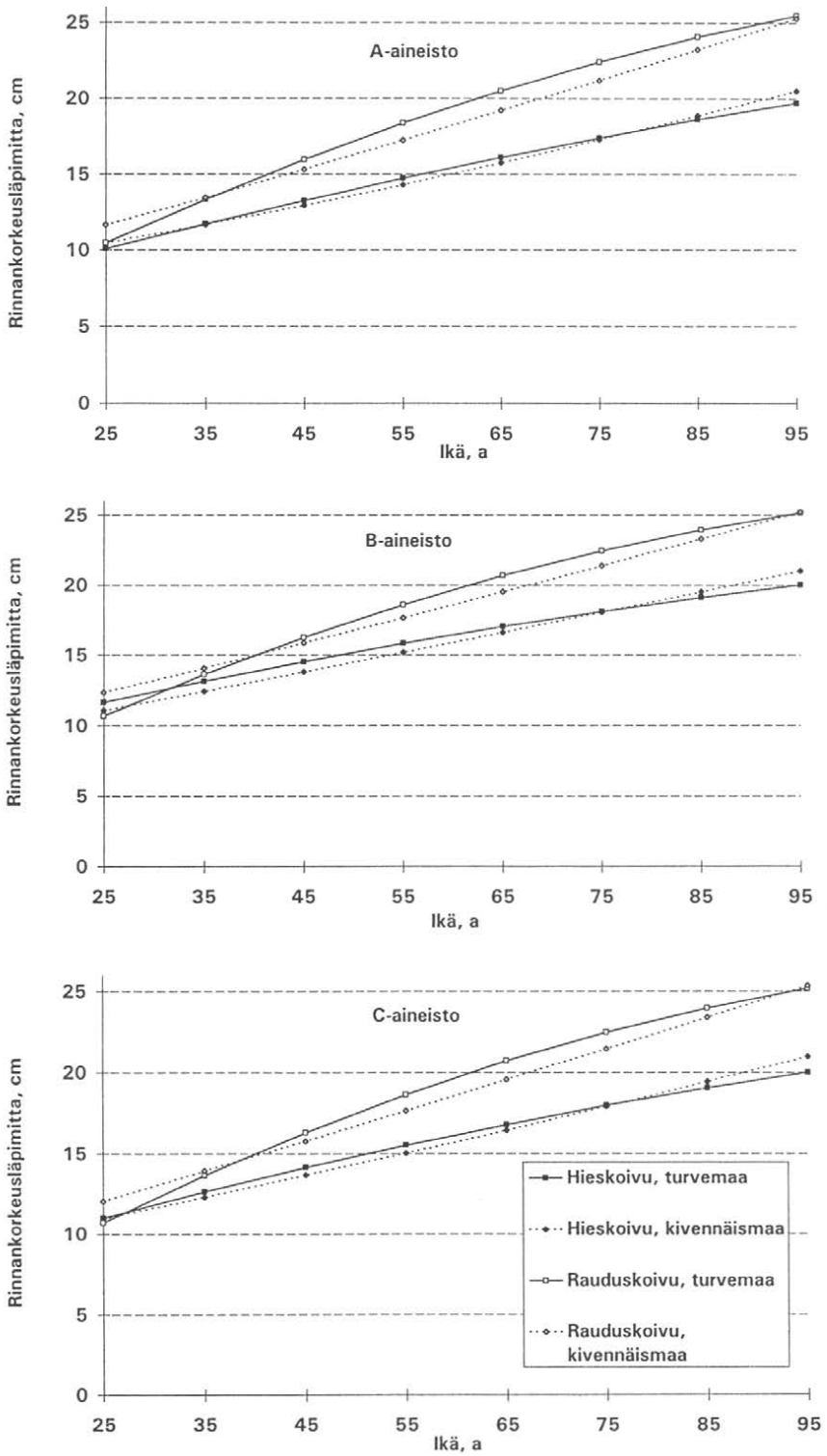
Hies- ja rauduskoivun rinnankorkeusläpimitat turve- ja kivennäismailla tasoitettiin tulosten selventämiseksi ikään ja sen neliöön perustuvilla toisen asteen polynomifunktiomalleilla (taulukko 17, kuvat 19a-c), jolloin tulokset hieskoivujen rauduskoivuja pienemmästä järeydestä ja suhteellisen pienistä järeyseroista turve- ja kivennäismaiden välillä myös vahvistuivat. Hies- ja rauduskoivujen läpimittaero kasvoi säännönmukaisesti puiden ikääntyessä. Läpimitat olivat varsinkin nuorilla puilla suuremmat ja koivulajien ero hieman pienempi B- ja C-aineistoissa A-aineistoon verrattuna, koska aineistosta poistettiin tällöin pienimpiä puita ja hieskoivuaineisto oli peräisin keskimäärin tiheämmiltä koealoilta kuin rauduskoivuaineisto (taulukko 8). A-aineistossa hies- ja rauduskoivun läpimittaero kasvoi 1,1 cm:stä 5,1 cm:iin eli 10 prosentista 20 prosenttiin, kun puun ikä kasvoi 25 vuodesta 95 vuoteen. B-aineistossa läpimittaero kasvoi vastaavalla 0,4 cm:stä 4,6 cm:iin eli 4 prosentista 18 prosenttiin ja C-aineistossa 0,3 cm:stä 4,0 cm:iin eli 3 prosentista 16 prosenttiin

A-aineistossa nuorten ja vanhojen hieskoivujen tasoitetut rinnankorkeusläpimitat olivat turvemailla pienempiä kuin kivennäismailla. B-aineistossa tämänsuuntainen ero ilmeni vain vanhoilla hieksillä, mutta nuoret ja keski-ikäiset hiekset olivat turvemailla suurempia kuin kivennäismailla 70-80-vuotiaiksi saakka. Rauduskoivulla tulokset olivat sekavia ilmeisesti turvemaiden aineiston pienuuden vuoksi: keski-ikäisten ja vanhojen raudusten suurempi läpimitta turvemailla kivennäismaihin verrattuna ei ollut ymmärrettävää, varsinkaan kun nuorilla rauduksilla ero on päinvastainen. Joka tapauksessa raudukset olivat hieksiä suurempia myös turvemailla tässäkin tarkastelussa.

Hies- ja rauduskoivujen ikäluokittaiset rinnankorkeusläpimitat turve- ja kivennäismailla esitetään myös latvuskerrosluokittain, koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat selvästi toisistaan vertailtavien ositteiden välillä (kuva 14b) ja latvuskerrosluokka vaikutti selvästi rinnankorkeusläpimittaan (liite 1.2). Päävaltapuut olivat luonnollisesti lisävaltapuita paksumpia ja nämä puolestaan väli- ja aluspuita paksumpia, mutta latvuskerrosluokkien läpimittasuhteiden ja ikäluokan välillä ei ollut näkyviä yhteyksiä. Pää- ja lisävaltapuiden läpimittaerot olivat kivennäismailla rauduskoivulla yleensä suuremmat kuin hieskoivulla ja hieskoivulla vastaavasti kivennäismailla suuremmat kuin turvemailla alle 31 a ikäluokkaa lukuunottamatta. Samat säännönmukaisuudet esiintyivät päävaltapuiden läpimitoissa suhteessa väli- ja aluspuihin.

Taulukko 17. Hies- ja rauduskoivun rinnankorkeusläpimitan ja tilavuuden tasoitus turve- ja kivennäismailla regressiomalleilla iän perusteella, $y = a+bx+cx^2$ (y = rinnankorkeusläpimitta, cm, x = ikä kannosta, a). A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä		Mallin parametrit a	b	c	Selitysaste R^2	Jäännöshajonta RMSE
				Rinnankorkeusläpimitta, cm		
Hieskoivu, turvemaa	A	5,620	0,190	-0,000441	0,336	3,099
	B	7,436	0,180	-0,000504	0,262	3,152
	C	6,470	0,194	-0,000541	0,301	3,214
Hieskoivu, kivennäismaa	A	7,747	0,0999	0,000360	0,514	3,548
	B	7,822	0,127	0,000124	0,526	3,508
	C	7,788	0,122	0,000177	0,521	3,588
Hieskoivu, yhteensä	A	6,992	0,135	0,000584	0,391	3,207
	B	8,269	0,135	-0,0000478	0,359	3,264
	C	7,658	0,142	-0,0000467	0,380	3,326
Rauduskoivu, turvemaa	A	2,277	0,358	-0,00120	0,587	3,348
	B	2,128	0,378	-0,00143	0,579	3,440
	C	2,024	0,383	-0,00147	0,580	3,464
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	7,346	0,167	0,000230	0,537	4,232
	B	8,105	0,165	0,000158	0,507	4,207
	C	7,420	0,183	0,0000601	0,529	4,205
Rauduskoivu, yhteensä	A	6,451	0,203	-0,0000403	0,540	4,070
	B	7,021	0,204	-0,000127	0,515	4,066
	C	6,462	0,219	-0,000206	0,534	4,065
				Tilavuus, dm^3		
Hieskoivu, turvemaa	A	-26,950		0,00329	0,327	71,710
	B	-22,191	3,304	-0,00254	0,268	79,598
	C	-29,750	3,308	-0,00147	0,295	79,982
Hieskoivu, kivennäismaa	A	27,604	0,0792	0,0327	0,540	109,236
	B	18,554	0,866	0,0267	0,534	116,116
	C	16,601	0,838	0,0273	0,537	116,276
Hieskoivu, yhteensä	A	30,680	0,308	0,0267	0,419	82,126
	B	38,666	0,700	0,0228	0,392	91,771
	C	30,129	0,776	0,0231	0,408	91,988
Rauduskoivu, turvemaa	A	-195,425	9,049	-0,0251	0,553	99,475
	B	-200,538	9,652	-0,0319	0,542	102,679
	C	-203,722	9,768	-0,0327	0,545	103,409
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	26,016	0,640	0,0513	0,523	159,073
	B	35,974	0,790	0,0484	0,496	162,735
	C	17,557	1,355	0,0451	0,514	161,921
Rauduskoivu, yhteensä	A	4,066	1,345	0,0456	0,529	148,791
	B	9,957	1,576	0,0423	0,505	152,609
	C	- 4,595	2,016	0,0397	0,520	152,062



Kuva 19a-c. Hies- ja rauduskoivun iän mukaan turve- ja kivennäismailla tasoitetut rinnankorkeusläpimitat A-, B- ja C-aineistoissa.

Kasvupaikkaluokka	Rinnankorkeusläpimittojen suhde, %	
	Lisävaltapuut (latvuskerros 2) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)	Väli- ja aluspuut (latvuskerrokset 3-4) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)
Hieskoivu, turvemaa	78-90	68-83
Hieskoivu, kivennäismaa	73-94	67-89
Rauduskoivu, kivennäismaa	72-82	61-79

Latvuskerrosluokittaiset rinnankorkeusläpimitat esitetään vain A-aineistosta (kuvat 20a-c), joskin latvuskerros vaikutti rinnankorkeusläpimittaan myös B- ja C-aineistoissa (liite 1.2). Hies- ja rauduskoivujen läpimittasuhteet olivat päävaltapuilla tässä tarkastelussa hyvin samansuuntaiset kuin kaikkien latvuskerrosten aineistossa, sillä hieskoivujen läpimitta oli turvemailla 73-98 % ja kivennäismailla 76-97 % (poikkeustapaus 108 %) rauduskoivujen läpimitasta ikäluokasta riippuen. Muissa latvuskerroksissa voitiin koivulajien eroja tarkastella rauduskoivun aineiston pienuuden vuoksi vain kivennäismailla ja muutamissa ikäluokissa. Erot olivat alemmissa latvuskerroksissa ylempiä latvuskerroksia pienemmät. Hieskoivujen läpimitta oli lisävaltapuilla tällöin 82-112 % alle 81 a ikäluokissa ja väli- ja aluspuilla 85-106 % 31-60 a ikäluokissa rauduskoivujen läpimitasta. Koivulajien ero kasvoi pääsääntöisesti puiden ikääntyessä kaikissa latvuskerroksissa.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä koivulajin, latvuskerroksen, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia logaritmiseen rinnankorkeusläpimittaan (liite 2.7). Koivulajin vaikutus oli merkitsevä mutta ikäluokan vaikutus kuitenkin merkitsevin kaikissa laskenta-aineistoissa ja sekä turve- että erityisesti kivennäismailla. Myös latvuskerroksen vaikutus oli koivulajin vaikutusta merkitsevämpi sekä turvemailla että kivennäismailla C-aineistoa lukuunottamatta. Runkoluvun vaikutus oli turvemailla merkitsevä A-aineistossa ja suuntaa antava B-aineistossa mutta kivennäismailla merkitsevä kaikissa aineistoissa. Turvemailla muuttujien välillä oli yhdysvaikutuksia.

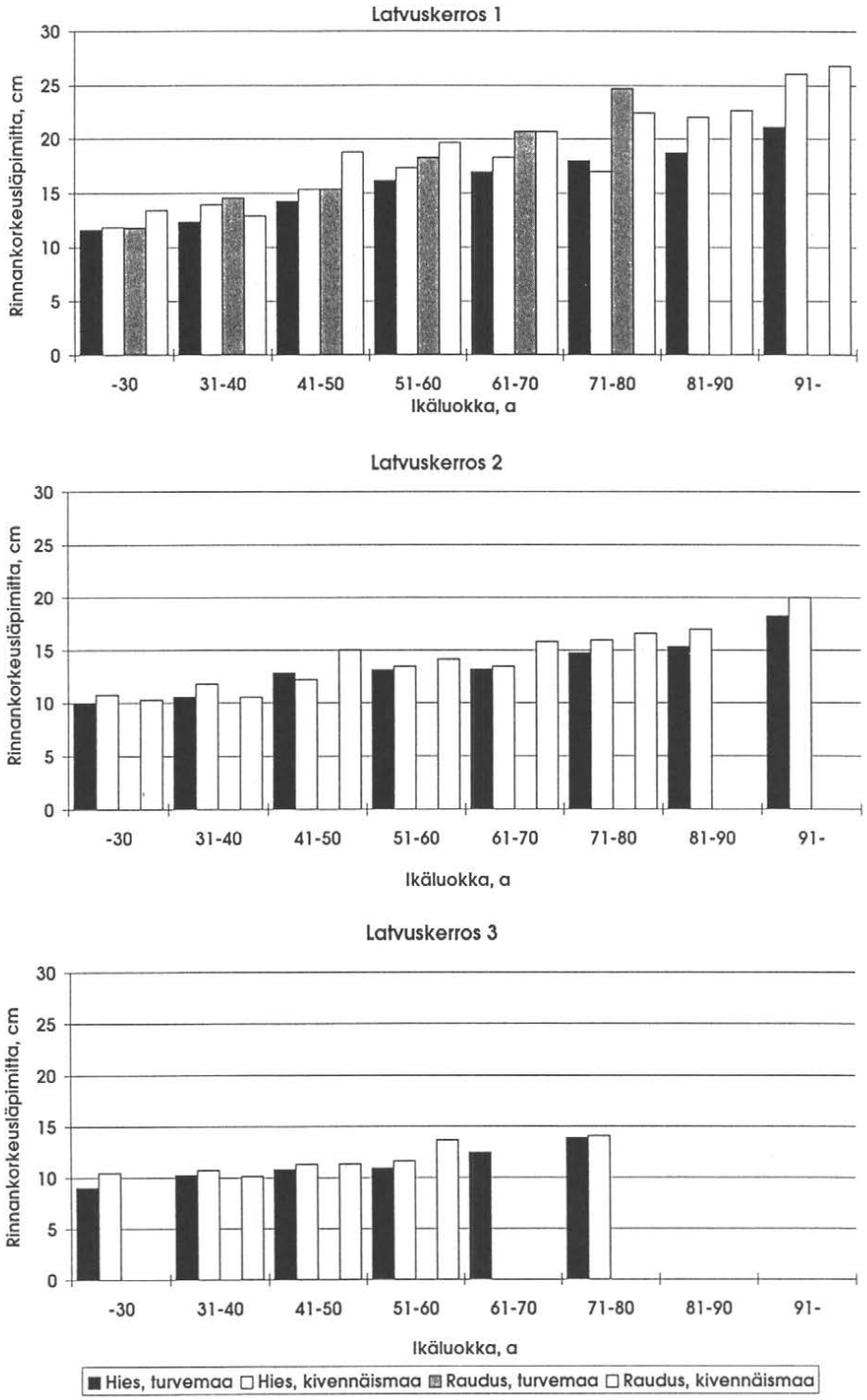
Puuston tiheys olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon myös hies- ja rauduskoivun ikäluokittaisten rinnankorkeusläpimittojen vertailussa ainakin kivennäismailla. Tehdyissä koelaskelmissa, joissa hiesten ja raudusten läpimitat tasoitettiin sekä ikään että koealan ainespuiden runkolukuun perustuvilla lineaarisilla regressiomalleilla, saatiinkin ikätasoitukseen verrattuna selvempiä ja enemmän oletusten mukaisia eroja koivulajien ja turve- ja kivennäismaiden välille. Tiheyden vakioinnin epärealistisuus oli kuitenkin vielä ilmeisempi ja perusteet epävarmemmat kuin hieskoivua koskeneessa vertailussa (luku 3.1.1.1.1).

3.1.1.2 Tilavuus

3.1.1.2.1 Hieskoivu

Askeltavalla regressioanalyysillä pystyttiin selittämään 52-54 % hieskoivun tilavuuden vaihtelusta laskenta-aineistosta riippuen (liite 1.1). Puun ikä osoittautui oletetun selvästi tärkeimmäksi selittäjäksi (R^2=0,38-0,40). Muita vaikuttavia tekijöitä olivat lähinnä latvuskerros, kasvupaikkaluokka ja ainespuiden runkoluku sekä vähäisessä määrin kehitysluokka, vallitseva koivulaji ja syntytapa (R^2-lisäys=0,14). Tekijöiden yhteisvaikutus ja ainespuiden runkoluvun vaikutus pienenivät oletusten mukaisesti rajoitettaessa aineistoa koealan runkoluvun mukaan.

Taulukossa 13 on esitetty hieskoivujen tilavuudet *kasvupaikka- ja ikäluokittain* A-, B- ja C-aineistojen perusteella. A-aineistossa hieskoivujen tilavuus pieneni kasvupaikan heikentyessä turvemaiden alle 41 a luokkia ja kivennäismaiden 51-80 a luokkia lukuunottamatta. Kasvupaikkojen erot kasvoivat pääsääntöisesti puiden ikääntyessä. Turvemaiden hieskoivujen tilavuus oli eräitä keski-ikäisiä luokkia lukuunottamatta pienempi kuin vastaavaa viljavuustasoa olevien kivennäismaiden hieskoivujen tilavuus. Ikäluokittaiset tilavuuden hajonnat olivat suuria varsinkin vanhoissa luokissa.



Kuva 20a-c. Hies- ja rauduskoivun keskimääräiset rinnankorkeusläpimitat turve- ja kivennäismailla ikäluokittain eri latvuskerroksissa A-aineistossa.

Kasvupaikan viljavuustason vaikutus hieskoivun ikäluokittaisiin tilavuuksiin tuli selvemmäksi rajoitettaessa aineistoa koealan koivujen runkoluvun perusteella. B- ja C-aineistoissa tilavuudet kasvoivat oletusten mukaisesti A-aineistoon verrattuna varsinkin nuorissa ikäluokissa ja erityisesti turvemailla, joissa koealojen puustot olivat tiheimpiä (taulukko 6). B-aineistossa tilavuuden muutokset olivat läpimitan muutosten tavoin hieman suurempia kuin C-aineistossa. Kummassakaan aineistossa tilavuuden viljavuustason mukainen järjestys ei kuitenkaan muuttunut turve- eikä kivennäismailla.

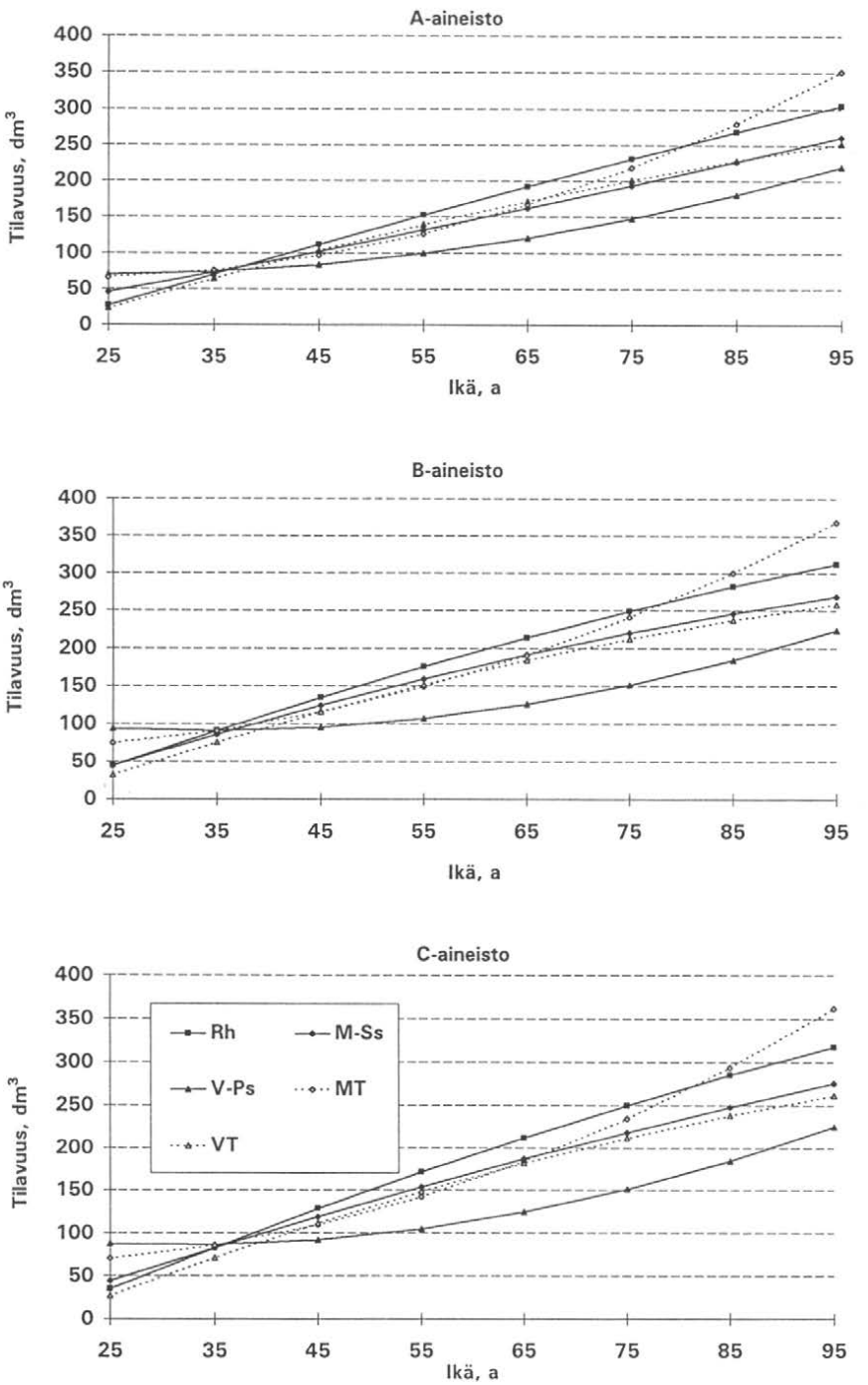
Sekä kasvupaikka- että ikäluokka vaikuttivat kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun tilavuuteen (liite 2.8). Ikäluokan vaikutus oli selvästi kasvupaikkaluokan vaikutusta voimakkaampi ja tekijöillä oli myös yhdysvaikutusta. Kasvupaikka vaikutti tilavuuteen voimakkaammin kuin rinnankorkeusläpimittaan (luku 3.1.1.1; liite 1.1) ja vaikutus tilavuuteen tuli - päinvastoin kuin vaikutus rinnankorkeusläpimittaan - näkyviin selvemmin koko aineistossa kuin rajoitettaessa koepuuaineistoa kocaloittain runkoluvun mukaan.

Tukeyn testin mukaan useimpien kasvupaikkaluokkien hieskoivujen tilavuudet erosivat muiden kasvupaikkojen hieskoivujen tilavuuksista A-aineistossa. Ruohoisten ja mustikkaisten-suursaraisten turvemaiden ja kuivahkojen kankaiden välillä ei kuitenkaan ilmennyt eroja. B-aineistossa tulokset olivat samansuuntaisia, mutta ruohoiset turvemaat ja tuoreet kankaat eivät eronneet toisistaan. C-aineistossa samanarvoisia kasvupaikkoja olivat vain ruohoiset ja mustikkaiset-suursaraiset turvemaat.

Hieskoivun kasvupaikkaluokittaiset tilavuudet tasoitettiin tulosten selventämiseksi ikään ja sen neliöön perustuvilla toisen asteen polynomifunktiomalleilla (taulukko 14, kuvat 21a-c). Ruohoiset turvemaat erottuivat tässä muita kasvupaikkaluokkia selvästi suuremmilla ja puolukkaiset-piensaraiset turvemaat pienemmillä tilavuuksilla, kun puun ikä oli yli 40 a. Vanhoilla puilla tilavuus oli kuitenkin selvästi suurin tuoreilla kankailla. Tämä johtui siitä, että puun ikääntyessä tilavuus kasvoi ruohoisilla ja mustikkaisilla-suurasaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla hidastuvalla mutta tuoreilla kankailla ja lisäksi puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla kiihtyvällä nopeudella. Tuoreiden kankaiden tulokseen ei löydetty selvää syytä. Puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla nuoret hiekset olivat peräisin suhteellisen harvoista metsiköistä, jolloin niiden tilavuudetkin saattoivat olla suhteettoman suuria keski-ikäisiin ja vanhoihin hieksiin verrattuna.

Hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaiset tilavuudet esitetään myös latvuskerrosluokittain A-aineistosta, koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat toisistaan kasvupaikkaluokkien, varsinkin turve- ja kivennäismaiden luokkien välillä (kuva 14a) ja latvuskerrosluokka vaikutti selvästi tilavuuteen (liite 1.1). Päävaltapuut olivat luonnollisesti lisävaltapuita suurempia ja nämä puolestaan väli- ja aluspuita suurempia. Latvuskerrosluokkien tilavuuserot kasvoivat pääsääntöisesti ikäluokan suurentuessa, joskin vanhoissa luokissa esiintyi tästä säännöstä poikkeavia tuloksia.

Kasvupaikkaluokka	Tilavuussuhde, %	
	Lisävaltapuut (latvuskerros 2) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)	Väli- ja aluspuut (latvuskerrokset 3-4) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)
Ruohoinen turvemaa	52-76	27-68
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	41-87	36-59
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	43-80	...
Tuore kangas	50-78	33-79
Kuivahko kangas	44-89	37-77



Kuva 21a-c. Hieskoivun iän mukaan kasvupaikkaluokittain tasoitetut tilavuudet A-, B- ja C-aineistoissa.

Latvuskerrosluokittaiset tilavuudet esitetään vain A-aineistosta (kuvat 22a-c), joskin latvuskerros vaikutti rinnankorkeusläpimittaan myös B- ja C-aineistoissa (liite 1.1). Kasvupaikkojen tilavuussuhteet olivat pää- ja lisävaltapuilla tässä tarkastelussa hyvin samansuuntaiset kuin kaikkien latvuskerrosten aineistossa. Väli- ja aluspuilla kasvupaikkaluokkien erot olivat pienet. Tilavuus kohosi iän myötä oletusten mukaisesti selvästi sitä hitaammin mitä alemmasta latvuskerroksesta oli kysymys.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä kasvupaikkaluokan, latvuskerroksen, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia hieskoivun tilavuuteen (liite 2.9). A-aineistossa ikä, latvuskerros ja kasvupaikkaluokka vaikuttivat merkitsevästi ja runkoluku suuntaa antavasti; muuttujien välillä oli lisäksi lukuisia yhdysvaikutuksia. Merkitsevyydet kohosivat ja yhdysvaikutukset vähenivät rajoitettaessa aineistoa runkoluvun mukaan. Kocalojen suurimmat puut sisältäneessä B-aineistossa ikä ja kasvupaikkaluokka olivat runkolukua ja latvuskerrosluokkaa selvästi merkitsevämpiä. Kocalojen suurimmat ja laadukkaimmat puut sisältäneessä C-aineistossa ikä oli merkitsevin mutta runkoluku ja kasvupaikkaluokka myös merkitseviä muuttujia.

Puuston tiheys olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon hieskoivun kasvupaikka- ja ikäluokittaisten tilavuuksien vertailussa B- ja C-aineistoissa. Tehdyissä koelaskelmissa, joissa hiesten tilavuudet tasoitettiin sekä iään että koealan ainespuiden runkolukuun perustuvilla lineaarisilla regressiomalleilla, saatiinkin ikätasoitukseen verrattuna selvempiä ja enemmän oletusten mukaisia eroja kasvupaikkaluokkien välille. Tiheyden vakioinnin epärealistisuus oli kuitenkin yhtä ilmeinen ja perusteet yhtä epävarmat kuin rinnankorkeusläpimittojen vertailussa (luku 3.1.1.1).

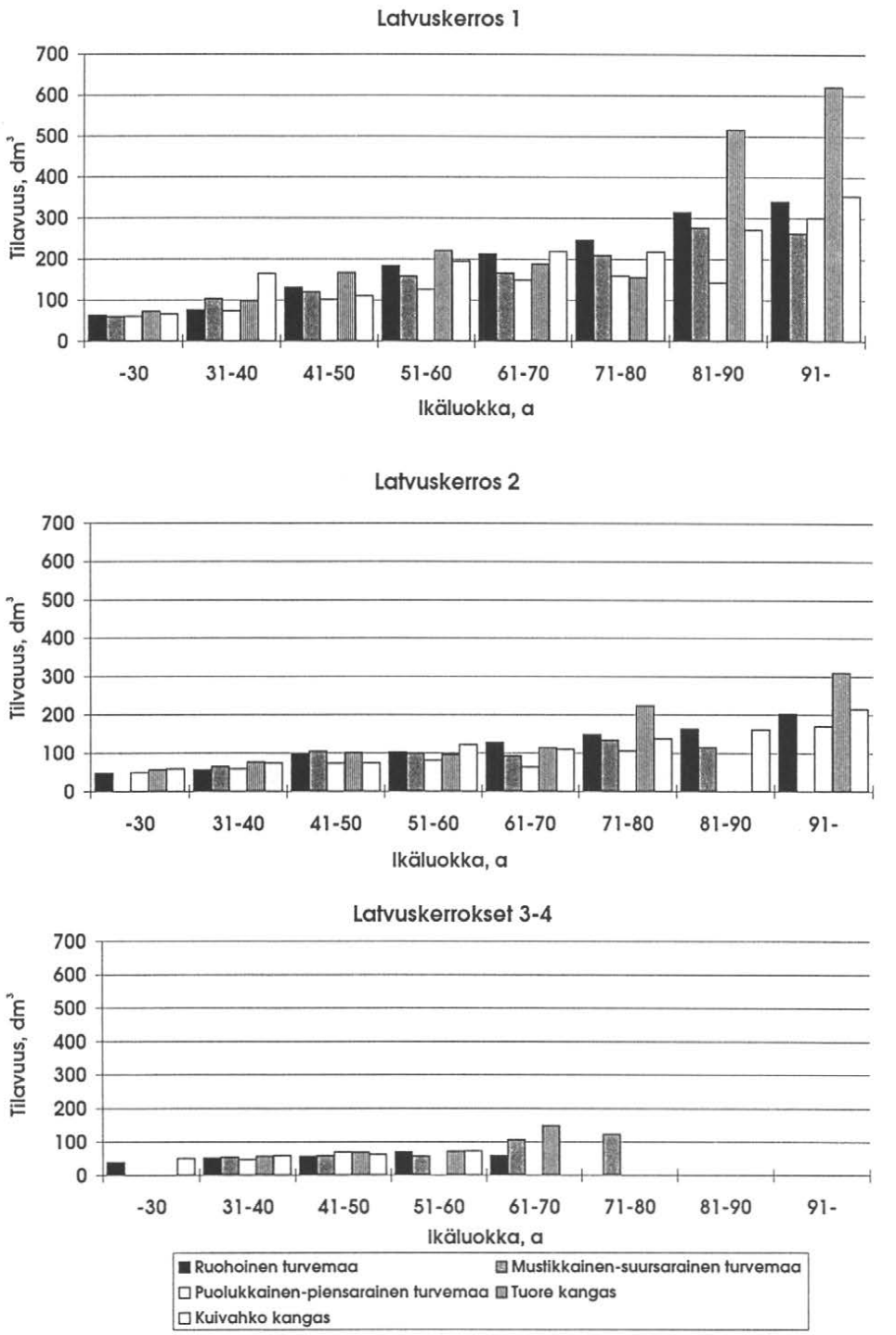
Taulukossa 15 on esitetty *siemen- ja vesasyntyisiksi arvioitujen hieskoivujen* tilavuudet A-aineiston perusteella. Turvemailla vesasyntyisten hiesten tilavuus oli 7-14 dm^3 eli 4-17 % pienempi kuin siemensyntyisten hiesten tilavuus. Ero pysyi absoluuttisesti suunnilleen vakiona mutta pieneni suhteellisesti puiden ikääntyessä. Kivennäismailla vesasyntyisten hiesten tilavuus oli 1-70 dm^3 eli 2-22 % pienempi kuin siemensyntyisten puiden tilavuus. Ero suureni absoluuttisesti mutta pääsääntöisesti pieneni suhteellisesti puiden ikääntyessä. Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa vesasyntyisten hiesten tilavuus oli 7-23 dm^3 eli 3-13 % pienempi kuin siemensyntyisten hiesten tilavuus. Tässäkin ero suureni absoluuttisesti ja pieneni suhteellisesti puiden ikääntyessä.

Syntytapa vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun tilavuuteen sekä turve- että kivennäismaita erikseen tarkastellen ja varsinkin kaikilla kasvupaikoilla kokonaisuutena (liite 2.10). Ikäluokka vaikutti kaikissa tapauksissa syntytapaa merkitsevämmin. Syntytavalla ja ikäluokalla oli merkitsevää yhdysvaikutusta kivennäismailla ja kaikilla kasvupaikoilla.

Kovarianssianalyysissä, jossa otettiin syntytavan ja iän lisäksi huomioon latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset, siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen välillä ei ollut merkitsevää tilavuuseroa turve- tai kivennäismailla (liite 2.11). Täten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen tilavuuskehitys olisi järeyskehityksen tavoin samalla tasolla samassa latvuskerroksessa ja vakiotiheydessä. Tällainen metsikön rakenne ei liene kuitenkaan normaali (luku 4.1.5).

3.1.1.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Askeltavalla regressioanalyysillä pystyttiin selittämään 54-56 % hies- ja rauduskoivujen tilavuuden vaihtelusta laskenta-aineistosta riippuen (liite 1.2). Puun ikä osoittautui tässäkin selvästi tärkeimmäksi selittäjäksi sekä A-, B- että C-aineistoissa (R^2=0,37-0,39). Toiseksi tärkein selittäjä oli koivulaji (R^2=0,08). Muita vaikuttavia tekijöitä olivat ennen kaikkea latvuskerros, kasvupaikkaryhmä ja ainespuiden runkoluku sekä vähäisessä määrin kehitysluokka ja turpeen paksuus (R^2-lisäys = 0,09). Tekijöiden yhteisvaikutus pieneni rajoitettaessa aineistoa koealan runkoluvun mukaan.



Kuva 22a-c. Hieskoivun keskimääräiset tilavuudet kasvupaikka- ja ikäluokittain eri latvuskerroksissa A-aineistossa.

Taulukossa 16 on esitetty hies- ja rauduskoivujen tilavuudet *ikäluokittain turve- ja kivennäismailla* A-, B- ja C-aineistojen perusteella. A-aineistossa hieskoivut olivat yhtä kivennäismaiden ikäluokkaa lukuunottamatta oletusten mukaisesti rauduksia pienempiä. Hieskoivujen tilavuus oli turvemailla 45-99 % ja kivennäismailla 48-80 % (poikkeustapaus 119 %) rauduskoivujen tilavuudesta ikäluokasta riippuen. Koivulajien ero kasvoi pääsääntöisesti puiden ikääntyessä. Poikkeuksena oli tässäkin ikäluokka yli 90 a, joissa hieksen ja rauduksen suhteellisen pieni eroi johtui ilmeisesti hiesten keskimäärin rauduksia korkeammasta iästä. Ikäluokittaisten tilavuuksien hajonnat olivat molemmilla koivulajeilla suuria varsinkin vanhoissa luokissa.

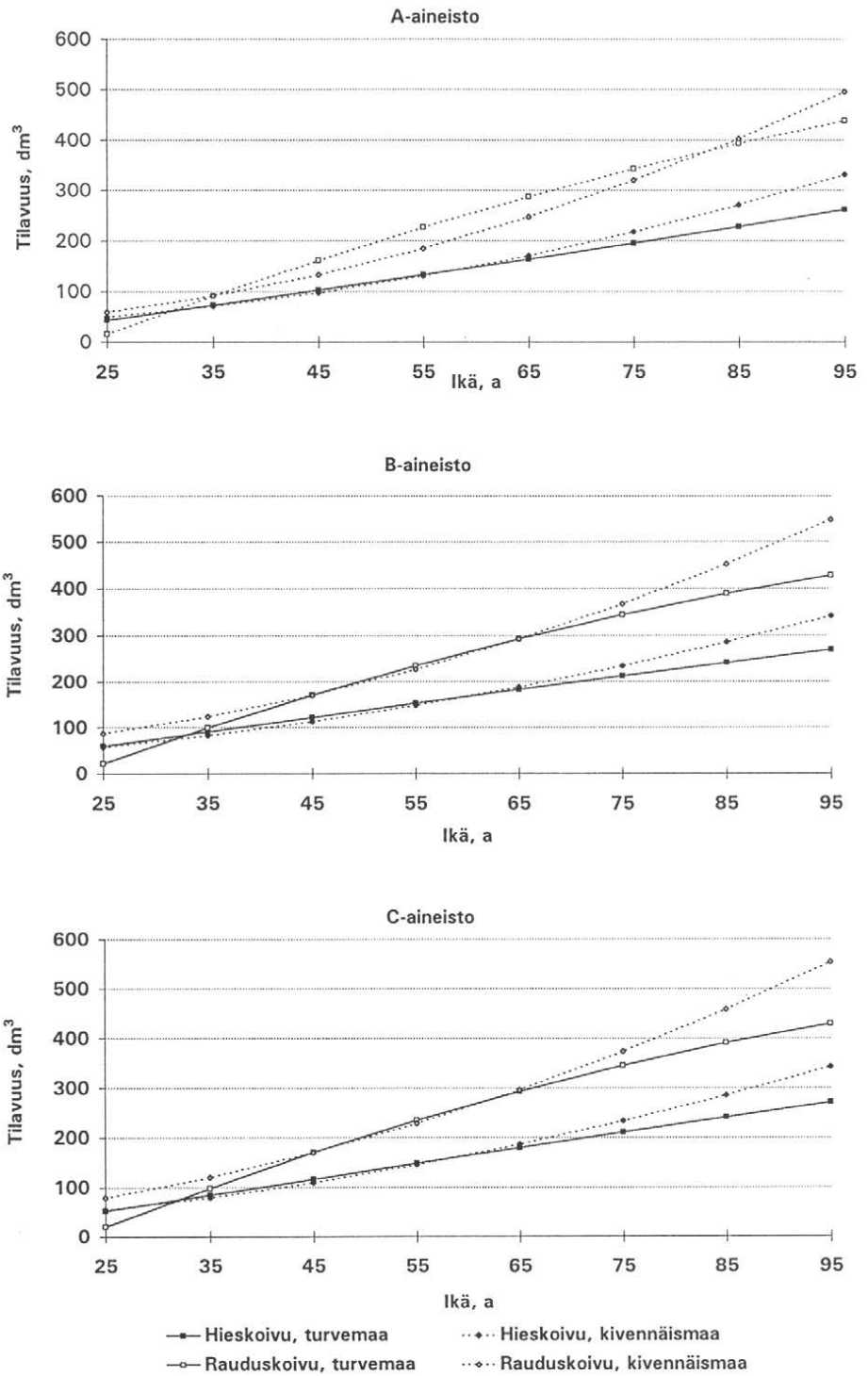
Hieskoivut olivat turvemailla nuorissa ikäluokissa oletusten vastaisesti ja vanhoissa ikäluokissa oletusten mukaisesti pienempiä mutta keski-ikäisissä luokissa suurempia kuin kivennäismailla läpimitan suhteen vaihdellessa 63-107 %. Myös rauduskoivut olivat turvemailla useimmissa ikäluokissa oletusten mukaisesti pienempiä kuin kivennäismailla. Päinvastaiset tulokset eräissä luokissa johtuivat ilmeisesti pienestä aineistosta. Turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen tilavuuden suhteen vaihteluväli oli 49-184 %.

Hies- ja rauduskoivujen tilavuuserot pienenivät B- ja C-aineistoissa A-aineistoon verrattuna, koska hieskoivut olivat pääosin peräisin tiheämmiltä koealoilta kuin rauduskoivut (taulukko 8). Muutokset olivat B-aineistossa hieman suurempia kuin C-aineistossa. Ensinmainitussa tapauksessa hies- ja rauduskoivujen suhteellinen läpimittaero pieneni turvemailla 0-19 %-yksikköä ja kivennäismailla 0-5 %-yksikköä ikäluokasta riippuen. Jälkimmäisessä tapauksessa vastaavat muutokset olivat turvemailla 3-12 %-yksikköä ja kivennäismailla 0-9 %-yksikköä. Siitä huolimatta hieskoivut olivat näissäkin tarkasteluissa rauduksia pienempiä yksittäisiä ikäluokkia lukuunottamatta. A-aineistoon verrattuna kummankin koivulajin ikäluokittaisten läpimittojen hajonnat joko suurenivat tai pysyivät samalla tasolla B- ja C-aineistoissa, koska aineiston pieneneminen vaikutti suhteellisesti enemmän kuin läpimitan todellisen vaihteluvälin pieneneminen.

Aineiston rajoittaminen koealoittain läpimitan perusteella muutti kummankin koivulajin kasvupaikkaryhmien suhteita enemmän oletusten mukaisiksi koko aineistoon verrattuna. B-aineistossa hieskoivut olivat turvemailla hieman suurempia kuin kivennäismailla aina 80-vuotiaiksi saakka, minkä jälkeen tasoero oli selvästi päinvastainen. Läpimitan suhteen vaihteluväli oli A- ja B-aineistoissa kuitenkin yhtä suuri, 63-107 % ikäluokasta riippuen. B-aineiston rauduskoivut olivat turvemailla useimmissa ikäluokissa pienempiä kuin kivennäismailla; päinvastaiset tulokset eräissä ikäluokissa johtuivat ilmeisesti pienestä aineistosta. Tilavuuden suhteen vaihteluväli oli 49-176 %. C-aineistossa turve- ja kivennäismaiden koivujen tilavuussuhteet olivat lähes samat kuin A-aineistossa. Tilavuuden suhteen vaihteluväli oli tässä hieskoivulla 65-109 % ja rauduskoivulla 49-185 % ikäluokasta riippuen.

Koivulaji vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan tilavuuteen sekä turve- että kivennäismailla ja kaikissa laskenta-aineistoissa (liite 2.12). Kasvupaikkaryhmittäisessä tarkastelussa ikäluokan vaikutus oli hieman koivulajin vaikutusta voimakkaampi turvemaiden A-aineistoa lukuunottamatta. Tekijöillä oli myös merkitsevää yhdysvaikutusta. Turve- ja kivennäismaiden koivujen tilavuuksissa oli merkitseviä eroja vain hieskoivulla ja suuntaa antavia eroja rauduskoivulla B- ja C-aineistoissa (liite 2.13).

Hies- ja rauduskoivujen tilavuudet turve- ja kivennäismailla tasoitettiin tulosten selventämiseksi ikään ja sen neliöön perustuvilla toisen asteen polynomifunktiomalleilla (taulukko 17, kuvat 23a-c), jolloin tulokset hieskoivujen rauduskoivuja pienemmästä



Kuva 23a-c. Hies- ja rauduskoivun iän mukaan turve- ja kivennäismailla tasoitetut tilavuudet A-, B- ja C-aineistoissa.

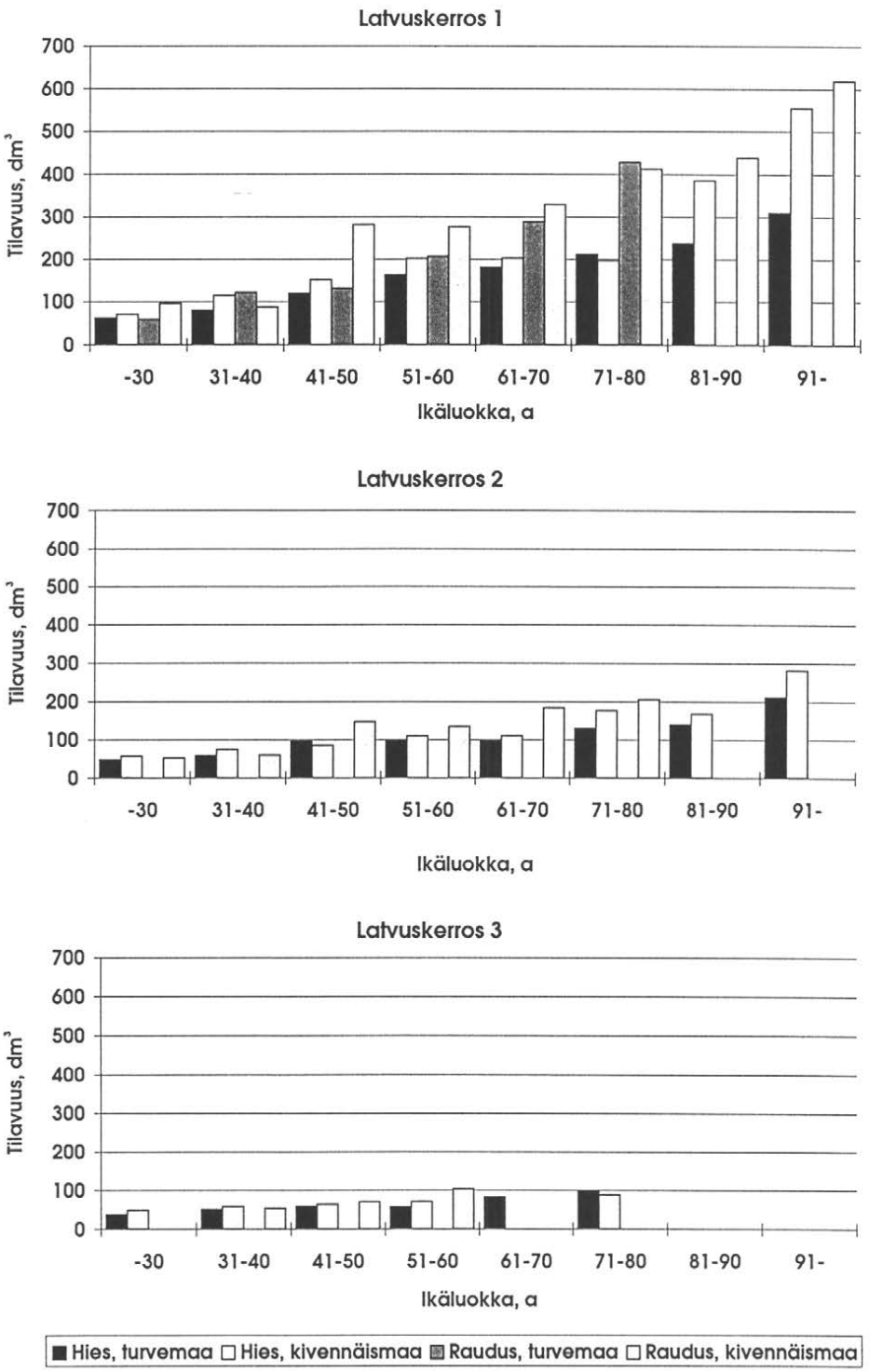
tilavuudesta ja suhteellisen pienistä tilavuuseroista turve- ja kivennäismaiden välillä myös vahvistuivat. Hies- ja rauduskoivun tilavuusero kasvoi säännönmukaisesti ja jyrkästi puiden ikääntyessä. Tilavuudet olivat varsinkin nuorilla puilla suuremmat ja koivulajien ero hieman pienempi B-aineistossa A-aineistoon verrattuna, koska aineistosta poistettiin pienimpiä puita ja hieskoivut oli peräisin keskimäärin tiheämmiltä koealoilta kuin rauduskoivut (taulukko 8). A-aineistossa hies- ja rauduskoivun tilavuusero kasvoi 11 dm^3:stä 243 dm^3:iin eli 17 prosentista 45 prosenttiin, kun puun ikä kasvoi 25 vuodesta 95 vuoteen. B-aineistossa tilavuusero kasvoi vastaavalla välillä 5 dm^3:stä 231 dm^3:iin eli 7 prosentista 43 prosenttiin ja C-aineistossa 7 dm^3:stä 234 dm^3:iin eli 9 prosentista 43 prosenttiin.

A-aineistossa hieskoivujen tasoitetut tilavuudet olivat turvemailla 31-60-vuotiaita puita lukuunottamatta pienempiä kuin kivennäismailla. B-aineistossa tämänsuuntainen ero ilmeni vain vanhoilla hieksillä, mutta nuoret ja keski-ikäiset hiekset olivat turvemailla suurempia kuin kivennäismailla 60-vuotiaiksi saakka. Rauduskoivulla tulokset olivat osin sekavia ilmeisesti turvemaiden aineiston pienuuden vuoksi: valtaosin turvemaiden raudukset olivat kivennäismaiden rauduksia pienempiä mutta turvemaiden keski-ikäisten raudusten suurempi tilavuus kivennäismaiden rauduksiin verrattuna ei ollut ymmärrettävää. Joka tapauksessa raudukset olivat hieksiä suurempia myös turvemailla tässäkin tarkastelussa.

Hies- ja rauduskoivujen ikäluokittaiset tilavuudet turve- ja kivennäismailla esitetään myös latvuskerrosluokittain, koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat selvästi toisistaan vertailtavien ositteiden välillä (kuva 14b) ja latvuskerrosluokka vaikutti selvästi tilavuuteen (liite 1.2). Päävaltapuut olivat luonnollisesti lisävaltapuita suurempia ja nämä puolestaan väli- ja aluspuita suurempia. Latvuskerrosluokkien tilavuuserot yleensä kasvoivat ikäluokan myötä, mutta yhteys ei ollut selvä. Pää- ja lisävaltapuiden tilavuuserot olivat kivennäismailla rauduskoivulla yleensä suuremmat kuin hieskoivulla ja hieskoivulla vastaavasti kivennäismailla suuremmat kuin turvemailla, alle 31 a ikäluokkaa lukuunottamatta. Samat säännönmukaisuudet esiintyivät päävaltapuiden läpimitoissa suhteessa väli- ja aluspuihin.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Tilavuussuhde, %	
	Lisävaltapuut (latvuskerros 2) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)	Väli- ja aluspuut (latvuskerrokset 3-4) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)
Hieskoivu, turvemaa	55-80	35-65
Hieskoivu, kivennäismaa	44-89	36-71
Rauduskoivu, kivennäismaa	49-68	25-62

Latvuskerrosluokittaiset tilavuudet esitetään vain A-aineistosta (kuvat 24a-c), joskin latvuskerros vaikutti tilavuuteen myös B- ja C-aineistoissa (liite 1.2). Hies- ja rauduskoivujen tilavuusero oli päävaltapuilla tässä tarkastelussa pienempi kuin kaikkien latvuskerrosten aineistossa. Hieskoivujen tilavuus oli turvemailla 49-90 % (poikkeustapaus 106 %) ja kivennäismailla 54-90 % (poikkeustapaus 131 %) rauduskoivujen tilavuudesta ikäluokasta riippuen. Koivulajien ero kasvoi pääsääntöisesti puiden ikääntyessä lukuunottamatta yli 80-vuotiaita puita kivennäismailla. Muissa latvuskerroksissa voitiin koivulajien eroja tarkastella rauduskoivun aineiston pienuuden vuoksi vain kivennäismailla ja muutamissa ikäluokissa. Hieskoivujen tilavuus oli lisävaltapuilla tällöin 56-126 % alle 81 a ikäluokissa ja väli- ja aluspuilla 69-109 % 31-60 a ikäluokissa rauduskoivujen tilavuudesta. Koivulajien ero kasvoi tässäkin puiden ikääntyessä.



Kuva 24a-c. Hies- ja rauduskoivun keskimääräiset tilavuudet turve- ja kivennäismailla ikäluokittain eri latvuskerroksissa A-aineistossa.

Taulukko 18. Hies- ja rauduskoivujen keskimääräinen ikä, pituus ja tilavuus rinnankorkeusläpimittaluokittain. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm	Ikä, a		Pituus, m		Tilavuus, dm^3			
					Aineisto		Tasoitettu	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
				A-aineisto				
9	40	34	12,7	12,3	41,2	42,9	37,8	28,3
11	45	35	13,0	13,0	59,4	59,8	61,1	58,0
13	51	44	14,3	14,7	89,4	94,1	91,8	95,4
15	58	53	15,6	16,4	129,8	140,7	130,1	140,6
17	62	61	16,3	16,9	173,5	181,8	175,9	193,6
19	67	61	16,7	18,2	220,2	242,6	229,2	254,3
21	71	74	17,7	20,0	285,5	323,4	290,0	322,9
23	79	73	18,8	20,0	355,2	386,6	358,3	399,3
25	90	80	19,4	21,2	427,8	484,8	434,1	483,5
27	91	75	19,6	21,5	485,3	566,2	517,5	575,4
29	82	83	20,5	22,6	584,2	695,4	608,3	675,1
31	95	87	22,3	22,9	756,0	773,7	706,7	782,7
				B-aineisto				
9	41	34	12,0	11,9	40,6	42,3	34,4	25,6
11	44	31	12,5	12,5	58,6	58,7	58,3	56,1
13	50	44	13,9	14,9	87,1	95,3	89,8	94,3
15	59	53	15,4	16,4	129,2	141,7	128,6	140,1
17	62	61	16,3	17,0	173,7	183,3	174,9	193,5
19	66	61	16,7	18,2	220,2	242,5	228,7	254,7
21	71	74	17,7	20,1	285,5	323,4	289,9	323,4
23	79	73	18,8	20,0	355,2	386,6	358,5	399,9
25	90	64	19,4	21,2	427,8	484,8	434,5	484,0
27	91	75	19,6	21,5	485,3	566,2	518,1	575,8
29	82	83	20,5	22,6	584,2	695,4	609,0	675,3
31	95	87	22,3	22,9	756,0	773,7	707,4	782,4
				C-aineisto				
9	39	34	12,3	12,1	41,2	42,5	35,8	25,8
11	45	34	12,8	12,7	59,9	59,4	59,5	56,1
13	50	42	14,0	14,6	87,6	93,4	90,6	94,1
15	58	52	15,4	16,2	129,5	138,9	129,3	139,9
17	63	61	16,3	16,8	173,7	180,5	175,4	193,3
19	67	61	16,7	18,3	222,1	243,9	229,0	254,4
21	71	74	17,7	20,1	285,7	323,4	290,1	323,2
23	79	73	18,8	20,0	355,2	386,6	358,6	399,7
25	90	80	19,4	21,2	427,8	484,8	434,7	483,9
27	91	75	19,6	21,5	485,3	566,2	518,2	575,8
29	82	83	20,5	22,6	584,2	695,4	609,1	675,4
31	95	87	22,3	22,9	756,0	773,7	707,5	782,7

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä koivulajin, latvuskerroksen, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia tilavuuteen (liite 2.14). Koivulajin vaikutus oli merkitsevä kaikissa laskenta-aineistoissa ja sekä turve- että erityisesti kivennäismailla. Ikäluokan vaikutus oli kuitenkin merkitsevin turvemailla ja kivennäismaiden C-aineistossa mutta vasta toiseksi merkitsevin kivennäismaiden A- ja B-aineistoissa, joissa puolestaan runkoluvun vaikutus oli merkitsevin. Muutoin runkoluku vaikutti merkitsevästi kivennäismaiden C-aineistossa ja suuntaa antavasti turvemaiden B- ja C-aineistoissa. Latvuskerrosluokalla oli vain suuntaa antava vaikutus turvemailla ja kivennäismailla sen vaikutus oli tutkituista muuttujista heikoin.

Taulukko 19. Hies- ja rauduskoivun tilavuuden ja oksikkuusrajojen tasoitus regressiomalleilla rinnankorkeusläpimitan perusteella, $y = a+bx+cx^2$ (y = tilavuus, dm^3, tai oksikkuusraja, dm, x = rinnankorkeusläpimitta, cm). A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Koivulaji		Mallin parametrit a	b	c	Selitysaste R^2	Jäännöshajonta RMSE
				Tilavuus, dm^3		
Hieskoivu	A	26,265	-7,166	0,939	0,953	23,363
	B	18,531	-6,611	0,930	0,945	27,642
	C	21,511	-6,824	0,934	0,948	27,227
Rauduskoivu	A	- 8,500	-4,672	0,974	0,956	45,227
	B	-16,630	-3,925	0,958	0,953	46,868
	C	-15,357	-4,087	0,962	0,954	47,057
				Oksakyhmyraja, dm		
Hieskoivu	A	5,645	0,636	0,0131	0,078	15,378
	B	3,096	0,847	0,00891	0,082	15,969
	C	4,508	0,777	0,00934	0,080	15,999
Rauduskoivu	A	-21,683	3,569	-0,0415	0,167	25,917
	B	-27,333	4,067	-0,0518	0,159	26,635
	C	-24,043	3,863	-0,0488	0,153	26,850
				Kuivaoksaraja, dm		
Hieskoivu	A	15,459	1,071	0,00540	0,064	19,704
	B	5,415	1,948	-0,0129	0,081	20,375
	C	15,788	1,033	0,00613	0,063	20,500
Rauduskoivu	A	-2,114	2,760	-0,0203	0,158	27,053
	B	-7,504	3,249	-0,0306	0,155	27,386
	C	-5,827	3,049	-0,0257	0,161	27,388
				Terveoksaraja, dm		
Hieskoivu	A	44,752	1,727	-0,0146	0,053	21,362
	B	14,063	4,422	-0,0711	0,118	21,182
	C	26,980	3,145	-0,0414	0,102	21,061
Rauduskoivu	A	20,269	4,190	-0,0558	0,157	27,842
	B	9,435	5,214	-0,0781	0,162	27,901
	C	14,546	4,670	-0,0653	0,166	27,639
				Latvusraja, dm		
Hieskoivu	A	47,539	2,009	-0,0167	0,075	20,942
	B	13,144	5,020	-0,0796	0,158	20,627
	C	28,880	3,479	-0,0443	0,132	20,696
Rauduskoivu	A	18,116	4,867	-0,0641	0,222	26,327
	B	8,207	5,755	-0,0828	0,225	26,504
	C	10,787	5,418	-0,0741	0,238	26,344

Puuston tiheys olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon myös hies- ja rauduskoivun ikäluokittaisten tilavuuksien vertailussa kivennäismailla. Tehdyissä koelaskelmissa, joissa hiesten ja raudusten tilavuudet tasoitettiin sekä ikään että kocalan ainespuiden runkolukuun perustuvilla lineaarisilla regressiomalleilla, saatiinkin ikätasoitukseen verrattuna selvempiä ja enemmän oletusten mukaisia eroja koivulajien ja maaluokkien välille. Tiheyden vakioinnin epärealistisuus oli kuitenkin vielä ilmeisempi ja perusteet epävarmemmat kuin hieskoivua koskeneessa vertailussa (luku 3.1.1.2.1).

Hies- ja rauduskoivujen suhteelliset erot tilavuudessa olivat ikäluokittain säännöllisesti suurempia kuin rinnankorkeusläpimitassa. Tämä johtui siitä, että rauduskoivujen tilavuudet olivat myös *läpimittaluokittain* suurempia kuin hieskoivujen tilavuudet, vaikka ikäerot olivat yleensä päinvastaiset (taulukko 18). Hies- ja rauduskoivujen läpimittaluokittaiset tilavuuserot selittyivät samansuuntaisilla pituuseroilla. A-aineistossa hies- ja rauduskoivun läpimittaluokittaiset tilavuussuhteet olivat 84-99 % suhteen pienetessä läpimitan kasvun myötä. Regressiotasoituksen (taulukko 19) jälkeen tilavuussuhde pieneni 134 prosentista 90 prosenttiin, kun läpimitta kasvoi 9 cm:stä 31 cm:iin. Alle 12 cm:n hiekset olivat tässä rauduksia suurempia eron ollessa 9 cm:n puilla 10 dm^3. Näitä paksummat raudukset olivat hieksiä suurempia eron ollessa 31 cm:n puilla 76 dm^3. Hiesten ja raudusten läpimittaluokittaiset tilavuuserot olivat B- ja C-aineistoissa sekä absoluuttisesti että suhteellisesti lähes samat kuin A-aineistossa.

Kovarianssianalyysin mukaan, jossa selitettiin logaritmista tilavuutta koivulajilla ja logaritmisella rinnankorkeusläpimitalla, hiesten ja raudusten tilavuuserot olivat merkitseviä A- ja C-aineistoissa mutta eivät kuitenkaan B-aineistossa (liite 2.15). Selittävien muuttujien välillä oli merkitsevä yhdysvaikutus, joten rinnankorkeusläpimitta vaikutti eriasteisella voimakkuudella hies- ja rauduskoivun tilavuuteen. Otettaessa koivulajin ja logaritmisen rinnankorkeusläpimitan lisäksi huomioon myös latvuskerros ja runkoluku, läpimitta vaikutti edelleen merkitsevimmin tilavuuteen koivulajin ja latvuskerroksen ollessa kaikissa aineistoissa järjestyksessä seuraavina (liite 2.16). Runkoluku vaikutti merkitsevästi B- ja C-aineistoissa.

3.1.2 Runkojen oksikkuus

3.1.2.1 Oksikkuusvyöhykkeiden pituus ja pituusosuus

3.1.2.1.1 Hieskoivu

Askeltavalla regressioanalyysillä pystyttiin selittämään vain 14-17 % hieskoivun oksakyhmyrajan, 23-28 % kuivaoksarajan, 27-33 % terveoksarajan ja 33-38 % latvusrajan vaihtelusta (liite 1.3). Puun ikä selitti yksinään 10-12 % oksakyhmyrajan, 14-18 % kuivaoksarajan, 9-13 % terveoksarajan ja 11-16 % latvusrajan vaihtelusta. Pohjapinta-ala selitti suunnilleen yhtä suuren osan terveoksa- ja latvusrajan vaihtelusta kuin ikä, sillä pohjapinta-alan näihin muuttujiin tuoma R^2-lisäys oli 0,10-0,11. Muita lähinnä vaikuttavia tekijöitä olivat kaikkien oksikkuusrajojen osalta kasvupaikkaluokka ja ainespuiden runkoluku sekä kuivaoksarajan osalta lisäksi turpeen paksuus ja puuston kehitysluokka ja terveoksa- ja latvusrajan osalta latvuskerros ja puuston kehitysluokka.

Tekijöiden yhteisvaikutus suureni kaikissa tapauksissa rajoitettaessa aineistoa koealan runkoluvun mukaan. Iän ja vähäisessä määrin myös pohjapinta-alan vaikutukset kaikkiin oksikkuusrajoihin suurenivat. Kasvupaikkaluokan vaikutus oksakyhmy- ja kuivaoksarajoihin suureni ja terveoksa- ja latvusrajoihin pieneni. Ainespuiden runkoluvun vaikutusten muutokset olivat epäselviä.

Rinnankorkeusläpimitta ei valikoitunut lainkaan selittäväksi muuttujaksi kokeiltuihin kuivaoksa- ja terveoksarajojen eikä myöskään A- ja B-aineistojen latvusrajojen

selitysmalleihin, joten puun iän ja metsikön pohjapinta-alan vaikutukset peittivät näiden muuttujien osalta läpimitan vaikutukset. Läpimitta vaikutti vain hyvin lievästi oksakyhmyrajaan (R^2-lisäys=0,008-0,012) ja C-aineiston latvusrajaan (R^2-lisäys=0,022). Mallien selitysaste kohosi kuitenkin vain noin yhden prosenttiyksikön.

Kapeneminen osoittautui merkitseväksi oksikkuusrajojen vaihtelun selittäjäksi kaatokoepuuaineistossa tehdyissä analyyseissä. Sisällyttämällä kapeneminen malleihin, joissa ei ollut mukana rinnankorkeusläpimittaa, pystyttiin selittämään 23 % oksakyhmyrajan, 34 % kuivaoksarajan, 37 % terveoksarajan ja 43 % latvusrajan vaihtelusta. Näissäkin malleissa puun ikä selitti 17 % oksakyhmyrajan, 19 % kuivaoksarajan, 11 % terveoksarajan ja 13 % latvusrajan vaihtelusta. Kapenemisen vaikutus oksakyhmyrajaan oli pieni, sillä R^2-lisäys oli vain 0,007. Muiden oksikkuusrajojen osalta kapeneminen oli iän ja pohjapinta-alan tai ainespuiden runkoluvun jälkeen tärkein selittäjä: R^2-lisäys oli kuivaoksarajalla 0,031, terveoksarajalla 0,056 ja latvusrajalla 0,042. Kapenemisen ja rinnankorkeusläpimitan sisältäneiden mallien selitysasteet olivat 0,006-0,025 edellisten mallien selitysasteita suuremmat. Näissä malleissa kapeneminen vaikutti oksikkuusrajoihin selvästi vähemmän kuin ikä mutta vastaavasti hieman enemmän kuin rinnankorkeusläpimitta.

Taulukossa 20 on esitetty hieskoivujen oksikkuusrajat ja kuvissa 25a-c oksikkuusrajojen mukaisten rungonosien osuudet puun koko pituudesta *kasvupaikka- ja ikäluokittain* A-, B- ja C-aineistojen perusteella. Oksakyhmyraja ilmaisee rungon korkeussuunnassa ulkoisesti virheettömän tyviosan loppumisen ja säteensuuntaisesti vaippapinnasta kuivaoksaisen osan alkamisen. Oksakyhmyraja ja virheettömän tyviosan pituusosuus kasvoivat hieskoivulla hitaasti puun ikääntyessä kasvupaikkaluokasta riippumatta kaikissa laskenta-aineistoissa. Ne olivat A-aineistossa alle 31 a ikäluokassa 0,7-1,5 m ja 6-12 % ja yli 90 a ikäluokassa 2,7-4,3 m ja 15-21 %. Käytetty aineisto vaikutti hyvin vähän tuloksiin. Oksakyhmyraja oli kuitenkin nuorilla hieskoivuilla B-aineistossa mustikkaisia-suursaraisia turvemaita lukuunottamatta hieman alempana kuin A-aineistossa, joten tiheiden koealojen aineistoon rajoituksen jälkeen jääneet suurimmat puut olivat runsaskyhmyisempiä kuin sen ulkopuolelle jääneet pienimmät puut. Erot A- ja C-aineistojen välillä olivat pääasiassa päinvastaiset, joten aineistoon rajoituksen jälkeen jääneet laadukkaimmat puut olivat myös vähäkyhmyisimpiä. Kasvupaikkaluokkien erot olivat epäselviä ja pieniä. Eniten virheetöntä tyviosaa oli nuorissa ikäluokissa mustikkaisilla-suursaraisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja vanhoissa ikäluokissa tuoreilla kankailla. Vähiten sitä oli vastaavasti ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla. Ikäluokittaiset hajonnat olivat suuria kaikilla kasvupaikoilla.

Kuivaoksaraja ilmaisee oksien karsiutumiskorkeuden. Kuivaoksaraja kasvoi hitaasti mutta kyhmyisen ja koko oksattoman osan pituusosuudet yleensä selvästi puiden ikääntyessä. Kuivaoksaraja oli A-aineistossa alle 31 a ikäluokassa 1,5-1,9 m ja yli 90 a luokassa 3,2-6,9 m. Käytetty aineisto vaikutti vain vähän tuloksiin. Kuivaoksaraja oli nuorilla hieskoivuilla B-aineistossa hieman alempana kuin A-aineistossa, joten tiheiden koealojen aineistoon rajoituksen jälkeen jääneet suurimmat puut olivat heikommin karsiutuneita kuin sen ulkopuolelle jääneet pienimmät puut. A- ja C-aineistojen välillä ilmeni eroja molempiin suuntiin. Kyhmyisen ja koko oksattoman osan pituusosuudet olivat A-aineistossa alle 31 a luokassa 2-5 % ja 12-18 % ja yli 90 a luokassa 12-21 % ja 27-36 % lukuunottamatta ruohoisia turvemaita, joilla pituusosuudet vaihtelivat epäsäännöllisesti iän mukaan. Kasvupaikkaluokkien erot olivat nuorissa ikäluokissa samalla tasolla ja vanhoissa luokissa suurempia mutta ikäluokasta riippumatta lähes yhtä epäselviä kuin alimman oksakyhmyn korkeutta tarkasteltaessa. Oksat olivat nuorissa luokissa karsiutuneet korkeimmalle turvemailla ja

Taulukko 20. Hieskoivun oksikkuusrajat kasvupaikka- ja ikäluokittain. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Kasvupaikkaluokka		Ikäluokka, a															
		-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
								Oksakyhmyraja, m									
Ruohoinen	A	0,94	0,50	1,25	1,06	1,40	1,36	1,49	1,04	1,98	1,55	1,99	1,33	1,85	0,95	2,77	1,63
turvemaa	B	0,82	0,53	0,96	0,87	1,36	1,07	1,49	1,04	1,94	1,59	1,92	1,35	1,88	0,98	2,77	1,63
	C	0,97	0,51	1,23	1,14	1,39	1,13	1,55	1,08	1,82	1,36	2,01	1,35	1,82	0,99	2,84	1,67
Mustikkainen-	A	1,38	0,86	1,65	1,47	1,82	1,45	2,15	1,82	1,87	1,87	2,64	2,65	2,62	2,49	3,09	2,83
suursarainen	B	1,53	0,93	1,70	1,67	1,59	0,96	2,41	1,82	2,22	2,06	2,61	2,63	2,58	2,51	3,09	2,83
turvemaa	C	1,53	0,93	1,72	1,60	1,88	1,43	2,38	1,86	2,14	1,94	2,90	2,82	2,69	2,56	3,09	2,83
Puolukkainen-	A	1,33	0,94	1,31	1,07	1,37	0,88	1,56	1,06	2,30	1,36	2,29	1,47	2,77	1,66	3,15	1,99
piensarainen	B	1,29	0,68	1,14	0,81	1,29	0,79	1,46	1,03	2,22	1,21	2,22	1,55	2,84	1,69	3,15	1,99
turvemaa	C	1,53	0,90	1,19	0,84	1,32	0,86	1,50	1,06	2,22	1,24	2,31	1,54	2,78	1,69	3,30	1,97
Tuore kangas	A	0,93	0,99	0,82	0,36	0,96	0,82	1,59	1,76	2,00	1,99	1,74	1,62	3,29	2,23	4,37	2,15
	B	0,73	0,42	0,82	0,36	1,02	0,86	2,09	2,16	2,28	2,17	1,78	1,65	3,29	2,23	4,37	2,15
	C	0,73	0,42	0,80	0,35	1,05	0,81	1,98	2,07	2,30	2,11	1,98	1,71	3,29	2,23	4,37	2,15
Kuivahko kangas	A	1,01	0,50	1,35	1,18	1,24	0,82	1,68	1,54	1,84	1,41	2,71	2,18	1,76	0,96	2,72	1,47
	B	0,97	0,51	1,48	1,31	1,26	0,81	1,79	1,65	2,04	1,47	2,87	2,23	1,76	0,96	2,72	1,47
	C	0,97	0,51	1,48	1,31	1,33	0,93	1,78	1,62	1,82	1,43	3,05	2,28	1,80	0,99	2,72	1,47
								Kuivaoksaraja, m									
Ruohoinen	A	1,85	1,63	2,83	1,57	2,82	1,80	2,92	1,75	3,67	1,94	3,46	1,84	3,54	2,11	3,15	1,60
turvemaa	B	0,95	0,44	1,39	1,45	2,51	1,55	2,86	1,77	3,72	1,95	3,44	1,90	3,52	2,20	3,15	1,60
	C	1,92	2,00	2,86	2,33	2,56	1,61	2,80	1,67	3,51	1,85	3,50	1,92	3,69	2,23	3,02	1,59
Mustikkainen-	A	1,57	0,87	3,04	1,76	3,29	1,75	3,24	1,80	3,39	2,02	4,23	2,34	4,69	1,79	5,31	1,33
suursarainen	B	1,53	0,98	3,13	1,88	2,86	1,42	3,37	1,70	3,55	2,04	4,31	2,29	4,63	1,89	5,31	1,33
turvemaa	C	1,53	0,98	3,25	1,87	3,26	1,75	3,52	1,78	3,56	1,96	4,51	2,34	4,69	1,94	5,31	1,33
Puolukkainen-	A	1,85	1,05	2,13	1,16	2,33	1,46	2,58	1,56	3,33	1,51	3,82	1,90	4,77	2,14	4,44	1,83
piensarainen	B	1,17	0,94	2,22	1,03	2,32	1,48	2,48	1,51	3,22	1,47	3,70	1,99	4,83	2,19	4,44	1,83
turvemaa	C	1,65	1,05	2,45	1,01	2,50	1,53	2,62	1,56	3,19	1,50	3,60	1,71	4,82	2,15	4,29	1,81

Taulukko 20 (jatkoa).

Kasvupaikkaluokka		Ikäluokka, a															
		-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
								Kuivaoksaraja, m									
Tuore kangas	A	1,57	1,49	1,60	1,69	1,95	1,72	3,71	2,47	4,65	2,27	4,96	2,90	5,14	2,12	6,86	2,92
	B	1,35	1,19	1,92	1,83	2,17	1,80	3,63	2,79	4,68	2,45	4,83	3,12	5,14	2,12	6,86	2,92
	C	1,35	1,19	1,89	1,85	2,27	1,80	3,93	2,67	5,22	2,00	4,75	3,25	5,14	2,12	6,86	2,92
Kuivahko kangas	A	1,46	1,05	2,13	1,17	2,70	1,52	3,13	1,85	3,78	1,77	4,82	3,02	4,39	1,81	6,51	2,12
	B	1,46	1,12	2,11	1,28	2,73	1,42	3,30	1,95	3,86	1,66	5,04	3,05	4,39	1,81	6,51	2,12
	C	1,46	1,12	2,11	1,28	2,86	1,65	3,29	1,93	3,77	1,65	5,25	3,11	4,35	1,90	6,51	2,12
								Terveoksaraja, m									
Ruohoinen turvemaa	A	4,29	2,41	6,45	2,22	7,36	2,00	7,07	1,90	7,12	1,89	7,80	1,90	7,93	1,36	8,94	1,22
	B	2,75	0,83	4,71	3,67	6,99	1,89	6,93	1,86	7,18	1,87	7,71	1,64	7,95	1,40	8,94	1,22
	C	3,84	2,32	5,63	2,57	6,95	1,94	6,80	1,86	7,10	1,78	7,71	1,75	7,90	1,30	8,99	1,26
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	A	3,13	1,03	6,13	2,09	6,45	2,24	6,48	2,18	6,73	2,12	7,02	2,17	8,09	1,87	7,87	2,14
	B	3,01	0,94	6,53	2,21	6,15	2,31	6,25	2,28	6,61	2,20	7,18	2,14	8,02	1,86	7,87	2,14
	C	3,01	0,94	6,57	2,14	6,53	2,38	6,25	2,24	6,60	2,18	7,22	2,18	8,13	1,83	7,87	2,14
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	A	5,17	1,38	5,13	1,55	5,60	2,06	5,13	1,50	5,50	1,66	6,14	2,19	6,71	2,12	6,94	1,70
	B	4,76	1,23	4,82	1,70	5,64	2,14	5,06	1,51	5,37	1,59	5,85	2,16	6,66	2,15	6,94	1,70
	C	5,01	1,44	5,21	1,65	5,73	2,09	5,13	1,53	5,30	1,61	5,81	2,01	6,64	2,12	6,72	1,53
Tuore kangas	A	4,69	2,42	5,55	1,62	5,84	1,54	6,74	2,22	8,36	1,82	7,33	2,90	9,04	2,49	8,72	2,71
	B	3,94	2,16	5,68	1,43	5,97	1,59	6,38	2,24	8,52	1,93	7,29	3,04	9,04	2,49	8,72	2,71
	C	3,94	2,16	5,72	1,45	6,00	1,63	6,59	2,32	8,18	1,90	7,21	3,01	9,04	2,49	8,72	2,71
Kuivahko kangas	A	4,30	1,08	4,74	1,74	5,66	1,69	6,74	1,93	7,33	2,08	9,22	2,15	8,11	2,27	7,98	2,74
	B	4,33	1,13	4,85	1,95	5,47	1,50	6,60	1,80	7,18	1,99	9,15	2,23	8,11	2,27	7,98	2,74
	C	4,33	1,13	4,85	1,95	5,60	1,55	6,58	1,78	7,12	1,64	9,22	2,34	7,87	2,22	7,98	2,74

Taulukko 20 (jatkoa).

Kasvupaikkaluokka		Ikäluokka, a															
		-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
		Latvusraja, m															
Ruohoinen turvemaa	A	5,23	2,86	7,00	2,15	7,89	1,93	8,03	2,03	7,94	1,91	8,49	1,87	8,95	1,64	9,60	0,97
	B	2,99	0,71	4,96	3,63	7,54	1,70	7,88	2,00	8,00	1,97	8,26	1,80	8,97	1,71	9,60	0,97
	C	4,83	2,93	6,26	2,73	7,54	1,81	7,67	2,04	7,88	1,91	8,34	1,89	8,78	1,65	9,70	9,26
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	A	3,54	8,46	6,80	2,03	7,21	2,25	7,04	2,09	7,45	1,86	8,07	2,01	8,71	1,69	8,69	2,23
	B	3,44	0,77	7,26	1,96	6,71	2,32	6,86	2,18	7,37	1,93	8,20	2,04	8,56	1,66	8,69	2,23
	C	3,44	0,77	7,32	1,93	7,16	2,45	6,92	2,19	7,40	1,95	8,19	1,94	8,61	1,71	8,69	2,23
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	A	5,46	1,36	5,73	1,39	6,02	1,93	5,82	1,55	6,13	1,53	7,05	1,92	4,95	2,07	7,17	1,46
	B	5,01	1,05	5,38	1,58	6,06	2,06	5,85	1,57	6,02	1,51	6,73	1,84	7,69	1,94	7,17	1,46
	C	5,45	1,43	5,58	1,58	6,18	1,97	5,92	1,57	5,98	1,53	6,74	1,76	7,67	1,91	6,97	1,28
Tuore kangas	A	5,07	2,40	5,87	1,26	6,20	1,59	7,16	2,25	9,09	1,91	8,24	2,33	9,69	2,98	9,41	2,50
	B	4,43	2,27	5,82	1,42	6,33	1,68	6,79	2,32	9,47	1,91	8,23	2,35	9,69	2,98	9,41	2,50
	C	4,43	2,27	5,85	1,44	6,38	1,71	6,96	2,35	8,97	2,01	8,17	2,35	9,69	2,98	9,41	2,50
Kuivahko kangas	A	4,58	1,03	5,07	1,84	6,05	1,81	7,09	1,94	7,93	2,32	9,60	1,84	8,19	2,36	7,98	2,74
	B	4,64	1,06	5,21	2,04	5,78	1,42	6,89	1,84	7,76	2,40	9,56	1,91	8,19	2,36	7,98	2,74
	C	4,64	1,06	5,21	2,04	5,89	1,45	6,96	1,85	7,56	2,00	9,68	1,98	7,96	2,33	7,98	2,74

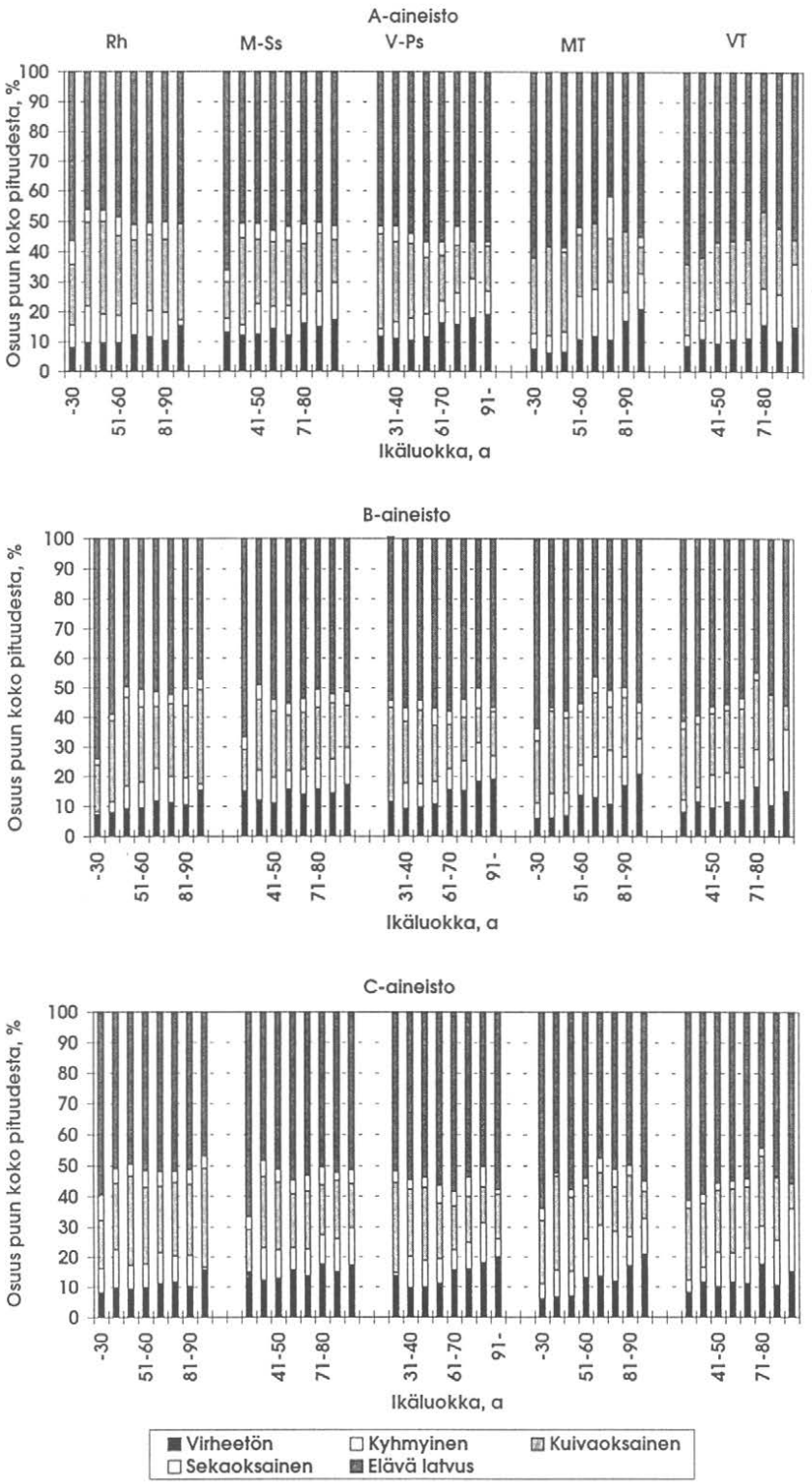
vanhoissa ikäluokissa kankailla ja vähiten ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla. Ikäluokittaiset hajonnat olivat tässäkin suuria.

Terveoksaraja ilmaisee ulkoisesti terveitä ja yleensä myös kuivia oksia sisältävän rungon osan alkamisen korkeussuunnassa.Terveoksaraja kasvoi hieskoivulla puun ikääntyessä kasvupaikkaluokasta riippumatta selvästi nopeammin kuin oksakyhmy- ja kuivaoksarajat. Terveoksaraja oli A-aineistossa 3,1-5,2 m alle 31 a ikäluokassa ja 6,0-8,9 m yli 90 a luokassa. Käytetty aineisto vaikutti jonkin verran tuloksiin. Terveoksaraja oli nuorilla hieskoivuilla B- ja C-aineistoissa kuivahkoja kankaita lukuunottamatta hieman alempana ja keski-ikäisillä hieskoivuilla hieman ylempänä kuin A-aineistossa. Kuivaoksaisen osan pituusosuus yleensä pieneni puun ikääntyessä. A-aineistossa se oli päinvastaisen ikävaikutuksen ruohoisia turvemaita lukuunottamatta alle 31 a luokassa 27-32 % ja yli 90 a luokassa 8-15 %. Nuorissa ikäluokissa pituusosuudet olivat B-aineistossa selvästi ja C-aineistossa hieman pienemmät kuin A-aineistossa. Terveoksaraja oli pääsääntöisesti sitä korkeammalla ja kuivaoksaisen osan pituusosuus sitä suurempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso. Nuorissa luokissa alin terve oksa oli turvemailla yleensä korkeammalla kuin vastaavan viljavuustason kivennäismailla, mutta keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa suhde oli päinvastainen. Ikäluokittaiset hajonnat olivat tässäkin suuria kaikilla kasvupaikoilla.

Latvusraja ilmaisee todennäköisesti lähes pelkästään terveitä mutta mahdollisesti myös kuivia oksia sisältävän rungon osan alkamisen korkeussuunnassa. Latvusraja kasvoi hieskoivulla suunnilleen terveoksarajan tavoin kasvupaikkaluokasta riippumatta kaikissa laskenta-aineistoissa. Latvusraja oli A-aineistossa 3,5-5,5 m alle 31 a ikäluokassa ja 7,2-9,4 m yli 90 a luokassa. Latvusraja oli nuorilla hieskoivuilla B- ja C-aineistoissa kuivahkoja kankaita lukuunottamatta hieman alempana ja keski-ikäisillä hieskoivuilla hieman ylempänä kuin A-aineistossa. Latvusraja oli pääsääntöisesti sitä korkeammalla mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso. Nuorissa luokissa se oli turvemailla yleensä korkeammalla kuin vastaavan viljavuustason kivennäismailla, mutta keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa tämä suhde oli päinvastainen. Ikäluokittaiset hajonnat olivat tässäkin suuria kaikilla kasvupaikoilla.

Latvus- ja terveoksarajan väliin jäävä, sekaoksaisena pidettävä osa oli varsin lyhyt ja sen pituuden riippuvuus iästä oli epäsäännöllistä. Sekaoksaisen osan osuus puun koko pituudesta oli A-aineistossa yleensä 1-8 % turvemailla ja 0-4 % kivennäismailla. Latvusrajan yläpuolelle jäävän, pääasiassa terveoksaisen osan pituusosuus eli latvusosuus joko aleni tai pysyi samalla tasolla puun ikääntyessä. Latvusosuus oli A-aineistossa alle 31 a ikäluokassa 56-66 % % ja yli 90 a luokassa 51-57 %. Latvusosuus oli nuorilla ja keski-ikäisillä hieskoivuilla B- ja C-aineistoissa selvästi suurempi kuin A-aineistossa, joten tiheiden koealojen aineistoon rajoituksen jälkeen jääneillä suurimmilla puilla oli suhteellisesti paremmat kasvun edellytykset kuin sen ulkopuolelle jääneillä pienimmillä puilla.

Puun vaippapinnassa voidaan päätellä olevan kuivia oksia sekä kyhmyisellä, kuivaoksaisella että sekaoksaisella osalla. Turvemailla tämän osan osuus hieskoivun koko pituudesta aleni puun ikääntyessä, kun taas kivennäismailla iän vaikutus oli päinvastainen, ainakin 71-80 a ikäluokkaan asti. A-aineistossa osuus oli eri ikäluokissa pienimmillään 21-34 %-yksikköä ja suurimmillaan 37-47 %-yksikköä kasvupaikkaluokasta riippuen. Se oli nuorissa luokissa lisäksi B- ja C-aineistoissa selvästi pienempi kuin A-aineistossa.



Kuva 25a-c. Hieskoivun keskimääräisten oksikkuusrajojen mukaisten rungonosien osuudet puun koko pituudesta kasvupaikka- ja ikäluokittain A-, B- ja C-aineistoissa.

Kasvupaikkaluokka vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan kaikissa pystykoepuiden laskenta-aineistoissa merkitsevästi hieskoivun logaritmiseen oksakyhmyrajaan (df=2182, 1532 ja 1532, F=3,70, 3,65 ja 3,54, p=0,0052, 0,0058 ja 0,0070), kuivaoksarajaan (F=2,45, 8,66 ja 4,67, p=0,0444, 0,0001 ja 0,0001), terveoksarajaan (F=10,93, 6,66 ja 5,77, p=0,0001) ja latvusrajaan (F=12,02, 6,66 ja 5,77, p=0,0001). Ikäluokan vaikutus oli kuitenkin kaikissa tapauksissa selvästi kasvupaikkaluokan vaikutusta merkitsevämpi (F=20,83-23,67, 30,26-37,38, 31,03-37,90 ja 31,03-37.90, p=0,0001) ja tekijöillä oli yhdysvaikutusta (F=2,16-2,42, 2,96-3,84, 2,96-3,87 ja 2,96-4,29, p=0,0001). Sekä kasvupaikka- että ikäluokan vaikutukset olivat merkitsevimmät oksakyhmyrajalla A-aineistossa ja muilla oksikkuusrajoilla B-aineistossa.

Tukeyn testi erotteli oksakyhmyrajan perusteella ruohoiset turvemaat ja tuoreet kankaat muista turvemaista ja kuivahkoista kankaista, kuivaoksarajan perusteella ruohoiset mustikkaisista-suursaraisista turvemaista ja nämä kuivahkoja kankaita lukuunottamatta kaikista kasvupaikoista sekä terveoksa- ja latvusrajan perusteella ruohoiset puolukkaisista-piensaraisista turvemaista ja nämä kaikista muista kasvupaikoista. Kasvupaikkojen eroja esiintyi oksakyhmyrajassa oletusten mukaisesti eniten A-aineistossa ja muissa oksikkuusrajoissa B-aineistossa.

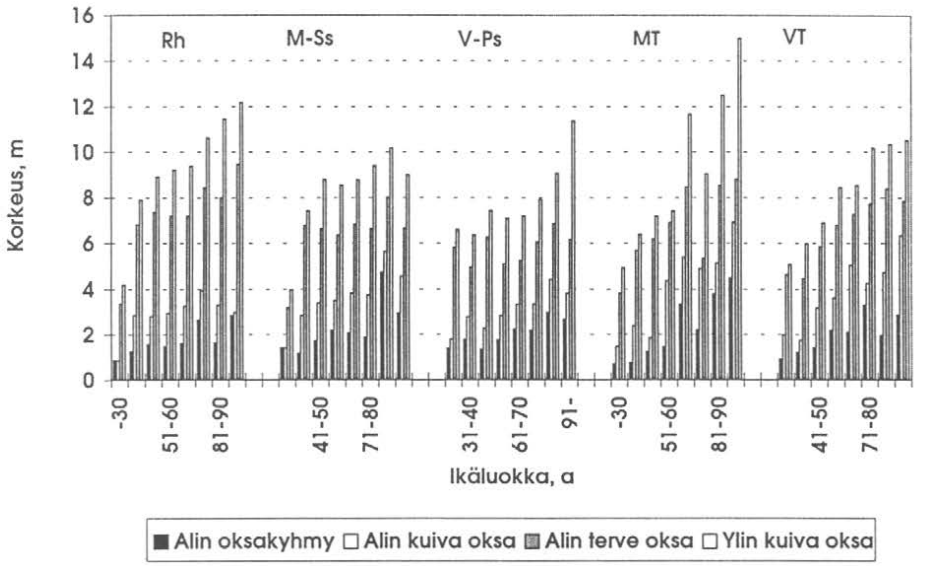
Tuloksia oksikkuusrajoista ja oksikkuusvyöhykkeiden pituusosuuksista voitiin tarkentaa *kaatokoepuumittausten perusteella* pystykoepuumittauksiin verrattuna tarkemman korkeuden mittauksen ansiosta, joskin aineisto samalla pieneni (kuvat 26a-b). Erot ikäluokittaisissa oksakyhmy-, kuivaoksa- ja terveoksarajoissa ja täten myös virheettömän ja kuivaoksaisen osan pituusosuuksissa olivat varsin pienet kaato- ja pystykoepuuaineistojen välillä. Oksakyhmyraja oli kaatokoepuuaineistossa turvemaiden kasvupaikoilla 0,01-0,1 m ja kivennäismaiden kasvupaikoilla 0,2-0,3 m ylempänä kuin pystykoepuuaineistossa. Kuivaoksaraja oli turvemaiden kasvupaikoilla keskimäärin 0,03-0,2 m alempana ja kivennäismaiden kasvupaikoilla 0,2-0,3 ylempänä ja terveoksaraja vastaavasti 0,01-0,1 m ylempänä ja 0,1-0,3 m alempana. Nämä erot eivät riippuneet ikäluokasta eivätkä ne juurikaan vaikuttaneet tuloksiin ikäluokittaisista kasvupaikkaluokkien eroista.

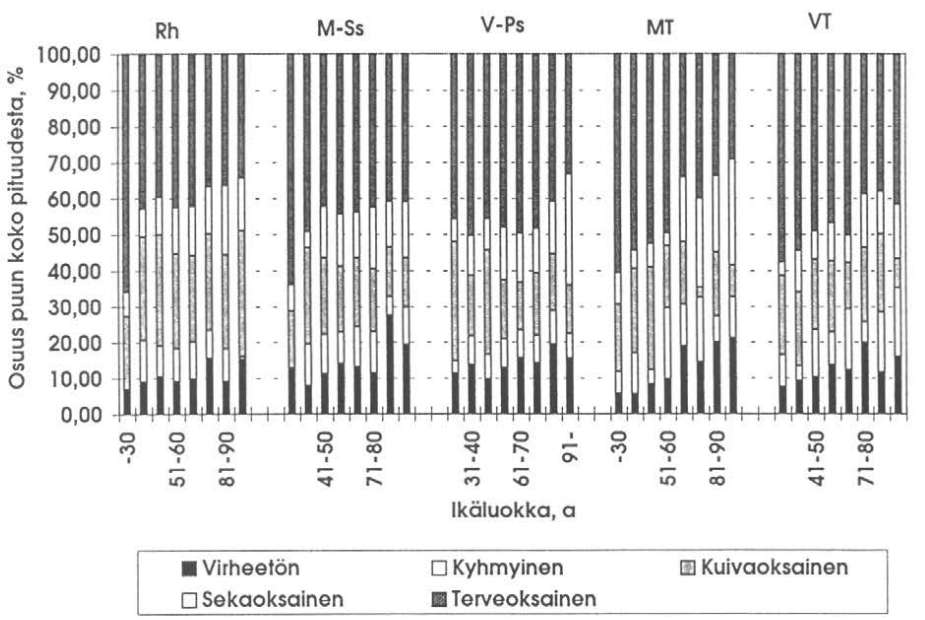
Kaatokoepuuaineiston ylin kuollut oksa oli kuitenkin kasvupaikkaluokasta riippuen 1,1-2,2 m ylempänä kuin pystykoepuuaineiston latvusraja eron kasvaessa ikäluokan mukana. Tätä suuruusluokkaa oleva ero vaikuttaa olennaisesti tuloksiin oksikkuusvyöhykkeiden pituuksista ja pituusosuuksista. Kaatokoepuuaineistossa ylin kuollut oksa oli keskimäärin 0,9-1,9 m korkeammalla kuin latvusraja. Ero kasvoi selvästi puun ikääntyessä nuorten luokkien 0,1-0,7 metristä vanhojen luokkien 1,1-5,5 metriin. Ero oli suurin niillä kasvupaikoilla, joilla ikäluokittaiset rinnankorkeusläpimitat ja tilavuudet olivat vastaavasti suurimmat ts. tuoreilla kankailla, ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla.

Täten hieskoivun sekaoksainen osa oli todellisuudessa huomattavasti pidempi ja terveoksainen osa lyhyempi kuin mitä voitiin päätellä pystykoepuumittausten perusteella. Sekaoksaisen osan pituusosuus kasvoi selvästi puun ikääntyessä ollen alle 31 a ikäluokassa 4-7 % ja yli 90 a luokassa 15-31 % puun koko pituudesta. Iän vaikutus oli kivennäismailla selvempi kuin turvemailla. Kasvupaikkaluokkien erot olivat pienet nuorissa luokissa. Keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa sekaoksaisen osan pituusosuus oli ylimmän kuivan oksan korkeuden lailla suurin tuoreilla kankailla ja ruohoisilla turvemailla. Latvusosuus puolestaan aleni puun ikääntyessä ollen alle 31 a luokassa 50-66 % % ja yli 90 a luokassa 29-41 %. Iän vaikutus oli tässäkin kivennäismailla selvempi kuin turvemailla. Latvusosuus oli kivennäismailla nuorissa ikäluokissa suurempi kuin turvemailla, lukuunottamatta alle 31 a luokkaa. Vanhoissa luokissa ero oli yleensä päinvastainen.

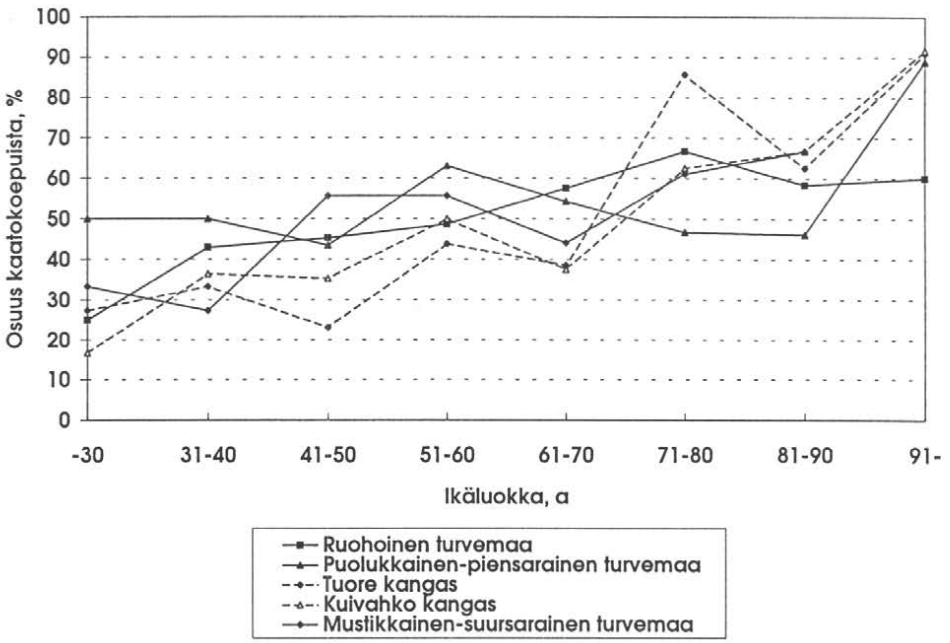
Kuolleita oksia latvusrajan yläpuolella sisältäneiden hieskoivujen osuus olikin huomattava. Osuus kasvoi ikäluokan mukana alle 31 a luokan 17-30 prosentista yli 90 a luokan 60-92 prosenttiin (kuva 27). Poikkeuksena tästä säännöstä olivat puolukkaisten-piensaraisten turvemaiden hieskoivut, joilla ikä ei vaikuttanut osuuteen yli 90 a luokan keskimääräistä selvästi suurempaa osuutta lukuunottamatta. Kasvupaikan viljavuus vaikutti kuolleita oksia

latvusrajan yläpuolella sisältäneiden hieskoivujen osuuteen sekä turve- että kivennäismailla siten, että nuorissa luokissa osuus oli yleensä pienin viljavimmilla ja suurin karuimmilla mailla, kun taas vanhoissa luokissa suhteet olivat päinvastaiset. Nuorissa luokissa osuus oli pienin tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla ja suurin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja vanhoissa luokissa päinvastoin. Tulosten mukaan oksien kuoleminen oli nuorilla hieskoivuilla sitä säännöllisempää mitä viljavampi oli kasvupaikka. Keski-ikäisillä ja vanhoilla hieskoivuilla tuloksiin vaikuttivat ilmeisesti järeyserot:kuolleita oksia oli elävän latvuksen alueella sitä todennäköisemmin mitä paksummasta ja paksuoksaisemmasta puusta oli kysymys (luku 3.1.2.1.2).





Kuva 26a-b. Hieskoivun keskimääräiset oksikkuusrajat (yläkuva) ja oksikkuusrajojen mukaisten rungonosien osuudet puun koko pituudesta (alakuva) kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.



Kuva 27. Kuolleita oksia latvusrajan yläpuolella sisältäneiden hieskoivujen osuudet kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Hieskoivun kasvupaikkaluokittaiset oksikkuusrajat tasoitettiin tulosten selventämiseksi ikään ja sen neliöön perustuvilla toisen asteen polynomifunktioilla (taulukko 21, kuvat 28a-c). Tasoitettujen tulosten mukaan oksakyhmyraja oli nuorissa ikäluokissa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla muita kasvupaikkaluokkia ylempänä ja tuoreilla kankailla vastaavasti alempana, kun taas vanhoissa luokissa se oli ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla alempana kuin muissa kasvupaikkaluokissa. Oksakyhmyraja kohosi tuoreilla kankailla muita kasvupaikkaluokkia nopeammin puun ikääntyessä. Kuivaoksaraja oli kivennäismailla nuorissa ikäluokissa alempana ja vanhoissa luokissa ylempänä kuin turvemailla, joten se myös kohosi kivennäismailla turvemaita nopeammin puun ikääntyessä. Alhainen kuivaoksaraja vanhoissa ikäluokissa ja hidas kuivaoksarajan kohoaminen puun ikääntyessä olivat silmiinpistäviä ruohoisilla turvemailla. Terveoksa- ja latvusrajat olivat kivennäismailla nuorissa ikäluokissa alempana kuin turvemailla ja keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa samalla tasolla tai hieman ylempänä kuin ruohoisilla turvemailla. Näissä ikäluokissa erottuivat puolukkaiset-piensaraiset turvemaat muita kasvupaikkaluokkia alemmilla terveoksa- ja latvusrajoilla.

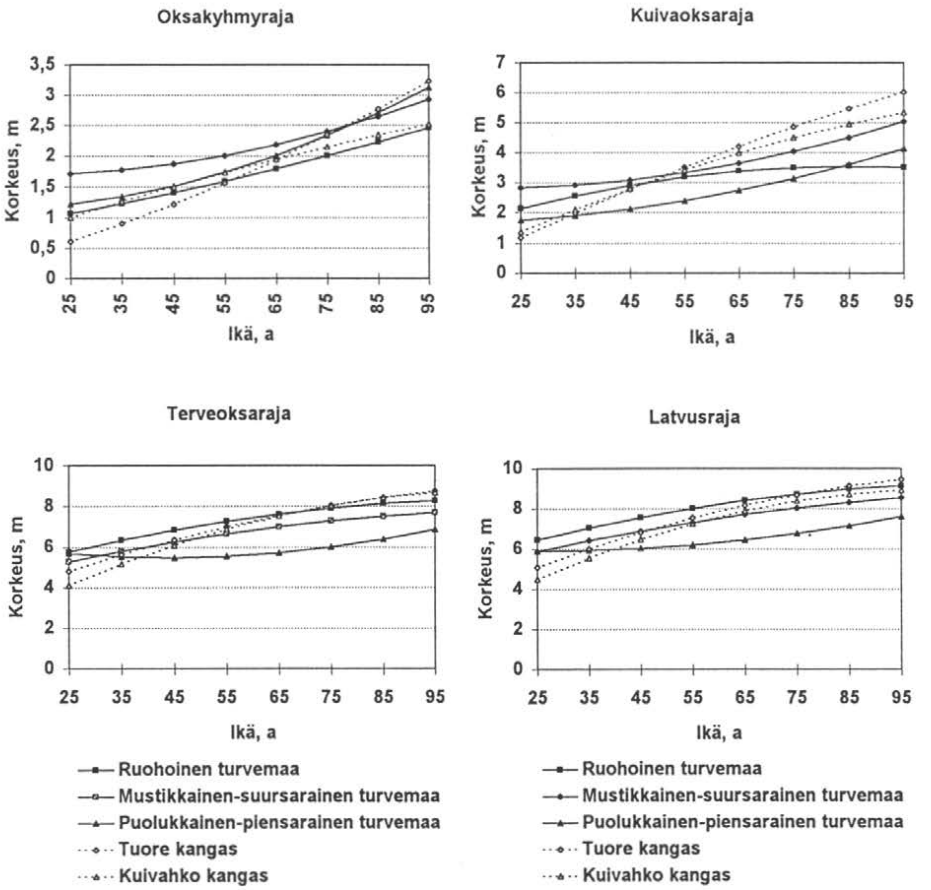
Hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaiset terveoksa- ja latvusrajat esitetään myös latvuskerrosluokittain A-aineistosta, koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat toisistaan eri kasvupaikkaluokkien, varsinkin turve- ja kivennäismaiden luokkien välillä (kuva 14a) ja latvuskerrosluokka vaikutti näihin oksikkuusrajoihin tässä aineistossa (liite 1.3). Terveoksa- ja latvusrajat olivat päävaltapuissa nuorissa ikäluokissa alempana, keski-ikäisissä luokissa ylempänä ja vanhoissa luokissa taas alempana kuin lisävaltapuissa. Näillä terveoksa- ja latvusrajat olivat puolestaan säännöllisesti alempana kuin väli- ja aluspuissa.

Taulukko 21. Hieskoivun oksikkuusrajojen tasoitus regressiomalleilla iän perusteella kasvupaikkaluokittain, $y = a+bx+cx^2$ (y = oksikkuusraja, dm, x = ikä kannosta, a). A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpi-mitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnan-korkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Kasvupaikkaluokka		Mallin parametrit a	b	c	Selitysaste R^2	Jäännöshajonta RMSE
				Oksakyhmyraja, dm		
Ruohoinen	A	6,977	0,129	0,000597	0,0644	12,567
turvemaa	B	4,207	0,193	0,000235	0,0782	12,511
	C	7,136	0,109	0,000764	0,0830	11,789
Mustikkainen-	A	17,191	-0,0512	0,00188	0,0167	19,046
suursarainen	B	7,700	0,326	-0,00116	0,0181	20,085
turvemaa	C	9,295	0,259	-0,000357	0,0231	20,071
Puolukkainen-	A	11,154	-0,0249	0,00249	0,141	12,464
piensarainen	B	6,980	0,0555	0,00213	0,181	12,190
turvemaa	C	9,812	-0,0215	0,00268	0,174	12,331
Tuore kangas	A	0,159	0,200	0,00145	0,345	16,096
	B	-0,766	0,255	0,00107	0,342	16,672
	C	-2,051	0,300	0,000786	0,350	16,523
Kuivahko kangas	A	3,015	0,294	-0,000639	0,0787	13,867
	B	-8,077	0,929	-0,000696	0,0739	14,266
	C	3,099	0,313	-0,000801	0,0766	14,375
				Kuivaoksaraja, dm		
Ruohoinen	A	7,356	0,651	-0,00377	0,041	18,041
turvemaa	B	-20,218	1,336	-0,00771	0,119	17,531
	C	1,252	0,751	-0,00412	0,055	18,105
Mustikkainen-	A	28,958	-0,124	0,00367	0,054	18,889
suursarainen	B	15,633	0,290	0,000753	0,084	18,611
turvemaa	C	19,558	0,226	0,00103	0,071	18,954
Puolukkainen-	A	16,513	0,0382	0,00315	0,186	15,897
piensarainen	B	15,051	0,0700	0,00292	0,178	16,667
turvemaa	C	19,691	-0,0346	0,00341	0,161	16,138
Tuore kangas	A	-10,443	0,942	-0,00209	0,376	22,912
	B	-8,737	0,882	-0,00170	0,378	23,558
	C	-10,300	0,950	-0,00216	0,384	23,321
Kuivahko kangas	A	-7,306	0,911	-0,00287	0,236	18,716
	B	-8,007	0,929	-0,00297	0,247	18,886
	C	-9,769	1,000	-0,00341	0,254	19,096
				Terveoksaraja, dm		
Ruohoinen	A	40,377	0,773	-0,00344	0,083	20,150
turvemaa	B	21,423	1,116	-0,00467	0,159	19,217
	C	30,475	0,864	-0,00312	0,146	19,280

Taulukko 21 (jatkoa).

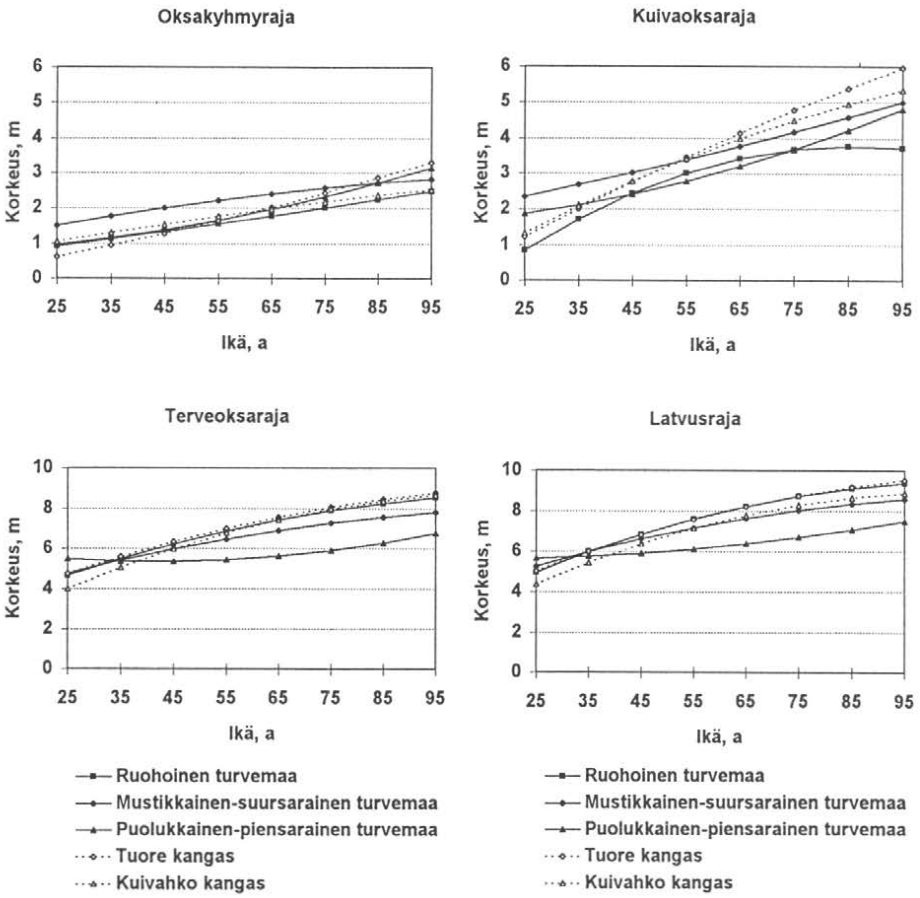
Kasvupaikkaluokka		Mallin parametrit a	b	c	Selitysaste R^2	Jäännöshajonta RMSE
				Terveoksaraja, dm		
Mustikkainen-	A	37,328	0,686	-0,00286	0,048	21,314
suursarainen	B	29,081	0,827	-0,00327	0,076	22,051
turvemaa	C	34,966	0,690	-0,00250	0,063	22,181
Puolukkainen-	A	65,167	-0,475	0,00538	0,041	17,859
piensarainen	B	62,178	-0,422	0,00505	0,049	18,385
turvemaa	C	69,553	-0,605	0,00604	0,037	17,900
Tuore kangas	A	24,501	1,046	-0,00405	0,266	21,743
	B	22,682	1,102	-0,00438	0,286	21,921
	C	25,217	1,127	-0,00358	0,279	21,651
Kuivahko kangas	A	9,270	1,441	-0,00659	0,273	19,416
	B	8,174	1,436	-0,00643	0,287	19,786
	C	10,763	1,363	-0,00602	0,274	19,577
				Latvusraja, dm		
Ruohoinen	A	46,403	0,804	-0,00348	0,094	20,219
turvemaa	B	18,766	1,385	-0,00626	0,190	19,623
	C	36,731	0,891	-0,00322	0,143	20,143
Mustikkainen-	A	43,305	0,676	-0,00245	0,065	20,062
suursarainen	B	30,991	0,960	-0,00403	0,105	20,396
turvemaa	C	36,442	0,862	-0,00367	0,082	20,961
Puolukkainen-	A	60,943	-0,176	0,00351	0,071	16,669
piensarainen	B	56,627	-0,0747	0,00281	0,078	17,209
turvemaa	C	63,776	-0,261	0,00391	0,060	16,865
Tuore kangas	A	23,973	1,193	-0,00472	0,322	21,106
	B	22,035	1,261	-0,00514	0,343	21,284
	C	25,217	1,127	-0,00426	0,335	21,115
Kuivahko kangas	A	11,685	1,506	-0,00728	0,257	19,868
	B	10,803	1,492	-0,00705	0,217	20,087
	C	12,709	1,436	-0,00673	0,263	19,883



Kuva 28a. Hieskoivun iän mukaan kasvupaikkaluokittain tasoitetut oksikkuusrajat A-aineistossa.

Kasvupaikkaluokka	Oksikkuusrajan suhde			
	Lisävaltapuut (latvuskerros 2) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)		Väli- ja aluspuut (latvuskerrokset 3-4) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)	
	Terveoksaraja	Latvusraja	Terveoksaraja	Latvusraja
Ruohoinen turvemaa	86-151	87-120	79-117	80-144
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	92-108	96-110	77-112	80-106
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	61-119	74-115	85-107	84-104
Tuore kangas	68-105	75-119	45-86	61-89
Kuivahko kangas	73-136	78-127	73-130	66-129

Kasvupaikkojen terveoksa- ja latvusrajojen suhteet olivat A-aineistossa pää- ja lisävaltapuissa samansuuntaiset kuin kaikkien latvuskerrosten yhteisessä aineistossa (kuvat 29a-c). Väli- ja aluspuissa kasvupaikkaluokkien erot olivat pienet. Terveoksa- ja latvusrajat kohosivat iän myötä sitä hitaammin mitä alemmasta latvuskerroksesta oli kysymys.

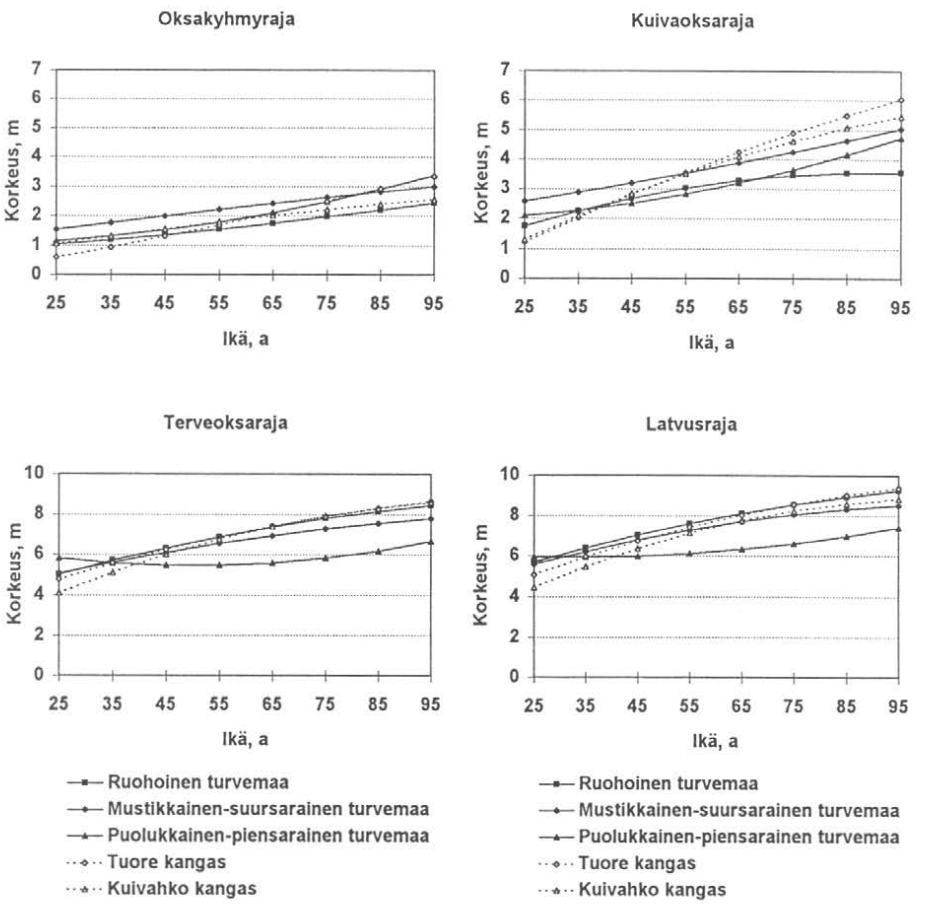


Kuva 28b. Hieskoivun iän mukaan kasvupaikkaluokittain tasoitetut oksikkuusrajat B-aineistossa.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä kasvupaikka- ja latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia hieskoivun logaritmisiin oksikkuusrajoihin. Oksakyhmy- ja kuivaoksarajoihin vaikuttivat A-aineistossa merkitsevästi vain ikä ja kasvupaikkaluokka (df=2182, F=18,24 ja 46,27 sekä 8,63 ja 19,68, p=0,0001), mutta eri muuttujien välillä oli lukuisia vaikeasti tulkittavia yhdysvaikutuksia. B- ja C-aineistoissa kumpaankin oksikkuusrajaan vaikutti iän (df=1532 ja 1532, F=196,39 ja 251,83 sekä 198,60 ja 209,75, p=0,0001) ja kasvupaikkaluokan (F=6,57 ja 6,29 sekä 6,53 ja 5,97, p=0,0001) lisäksi runkoluku (F=15,32 ja 37,22 sekä 15,69 ja 24,67, p=0,0001). Terveoksarajaan vaikutti A-aineistossa vain latvuskerrosluokka (F=8,99, p=0,0001; vrt. kasvupaikkaluokka ja ikä: F=0,80 ja 0,13, p=0,5256 ja 0,7151), B-aineistossa ikä, kasvupaikkaluokka ja runkoluku (F=28,50, 14,80 ja 9,13, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0026) ja C-aineistossa vain ikä (F=14,11, p=0,0002; vrt. kasvupaikkaluokka: F=0,97, p=0,4244). Latvusrajaan vaikuttivat A-aineistossa vain kasvupaikka- ja latvuskerrosluokka (F=5,38 ja 7,78, p=0,0003 ja 0,0004; vrt. ikä: F=0,00, p=0,9515), B-aineistossa runkoluku, ikä ja suuntaa antavasti latvuskerrosluokka (F=11,82, 6,47 ja 2,89, p=0,0006, 0,0111 ja 0,0560; vrt. kasvupaikkaluokka: F=0,41, p=0,8035) ja C-aineistossa runkoluku, ikä ja latvuskerrosluokka (F=16,93, 13,51 ja 3,42, p=0,0001, 0,0002 ja 0,0328; vrt. kasvupaikkaluokka: F=0,25, p=0,9120). Myös terveoksa- ja latvusrajojen osalta eri muuttujien välillä oli lukuisia yhdysvaikutuksia.

Puuston tiheyskin olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaisten oksakyhmy-, kuivaoksa- ja latvusrajojen vertailussa B- ja C-aineistoissa ja terveoksarajojen vertailussa B-aineistossa. Tiheyden vakiointi oli tässäkin epärealistista edellä todetuista syistä (luku 3.1.1.1.1).

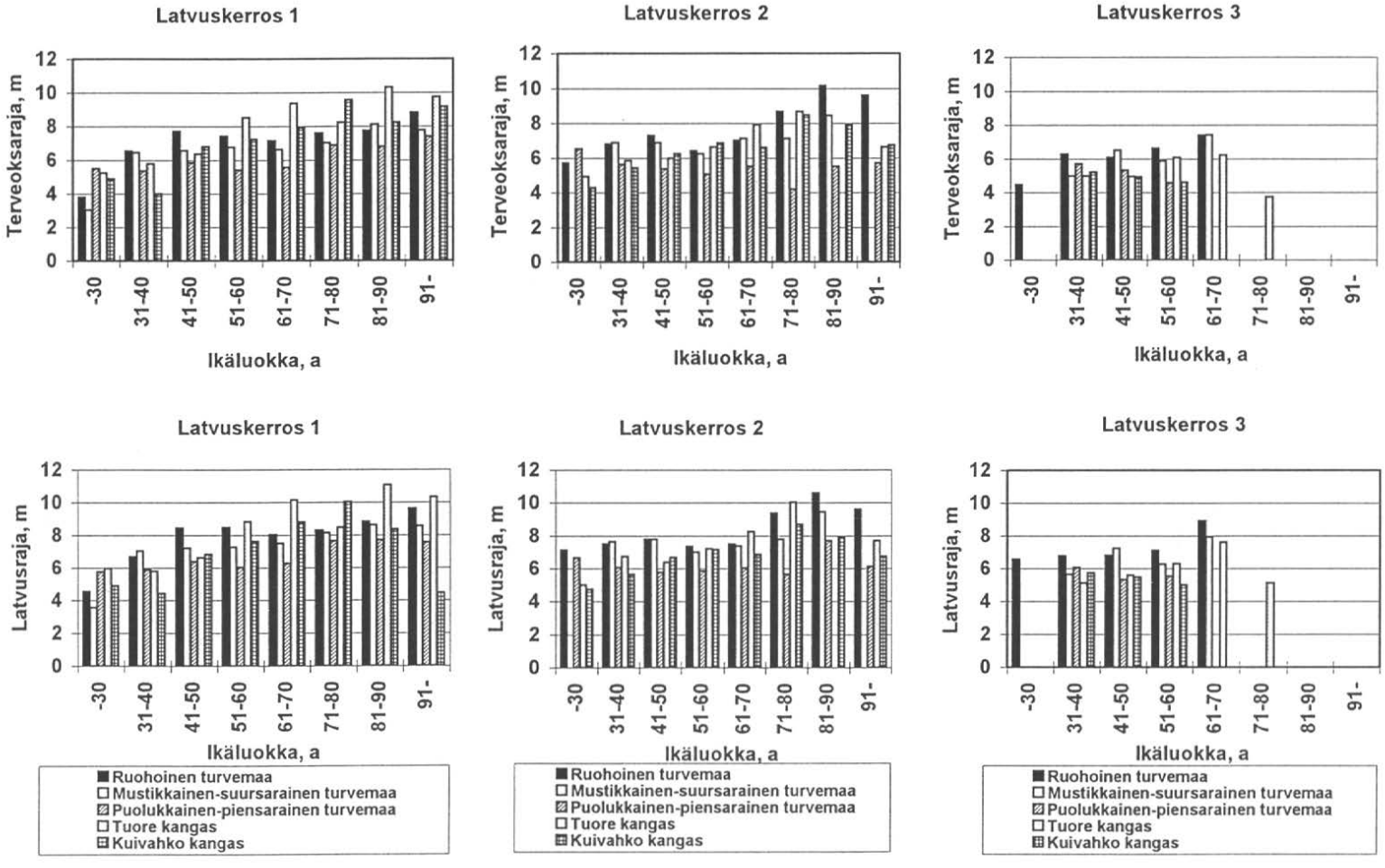
Taulukossa 22 on esitetty *siemen- ja vesasyntyisiksi arvioitujen hieskoivujen* oksikkuusrajat ja kuvissa 30a-c oksikkuusrajojen mukaisten rungonosien osuudet puun koko pituudesta A-aineiston perusteella. Oksakyhmyraja oli vesasyntyisillä hieksillä 51-60 a ja nuoremmissa



Kuva 28c. Hieskoivun iän mukaan kasvupaikkaluokittain tasoitetut oksikkuusrajat C-aineistossa.

ikäluokissa 0,1-0,4 m alempana ja vanhemmissa luokissa 0,1-0,5 m ylempänä kuin siemensyntyisillä. Virheettömän osan pituusosuus oli vastaavasti vesasyntyisillä hieksillä alle 51-60 a ja nuoremmissa ikäluokissa 1-2 %-yksikköä pienempi ja vanhemmissa luokissa 1-4 %-yksikköä suurempi kuin siemensyntyisillä. Nämä erot olivat turve- ja kivennäismailla nuorissa ikäluokissa suunnilleen samalla tasolla, mutta vanhoissa ikäluokissa ne olivat kivennäismailla hieman suuremmat kuin turvemailla. Poikkeavat tulokset turvemaiden hieksillä luokassa alle 31 a johtuivat ilmeisesti tiheimpien koealojen pienimmistä vesasyntyisistä puista.

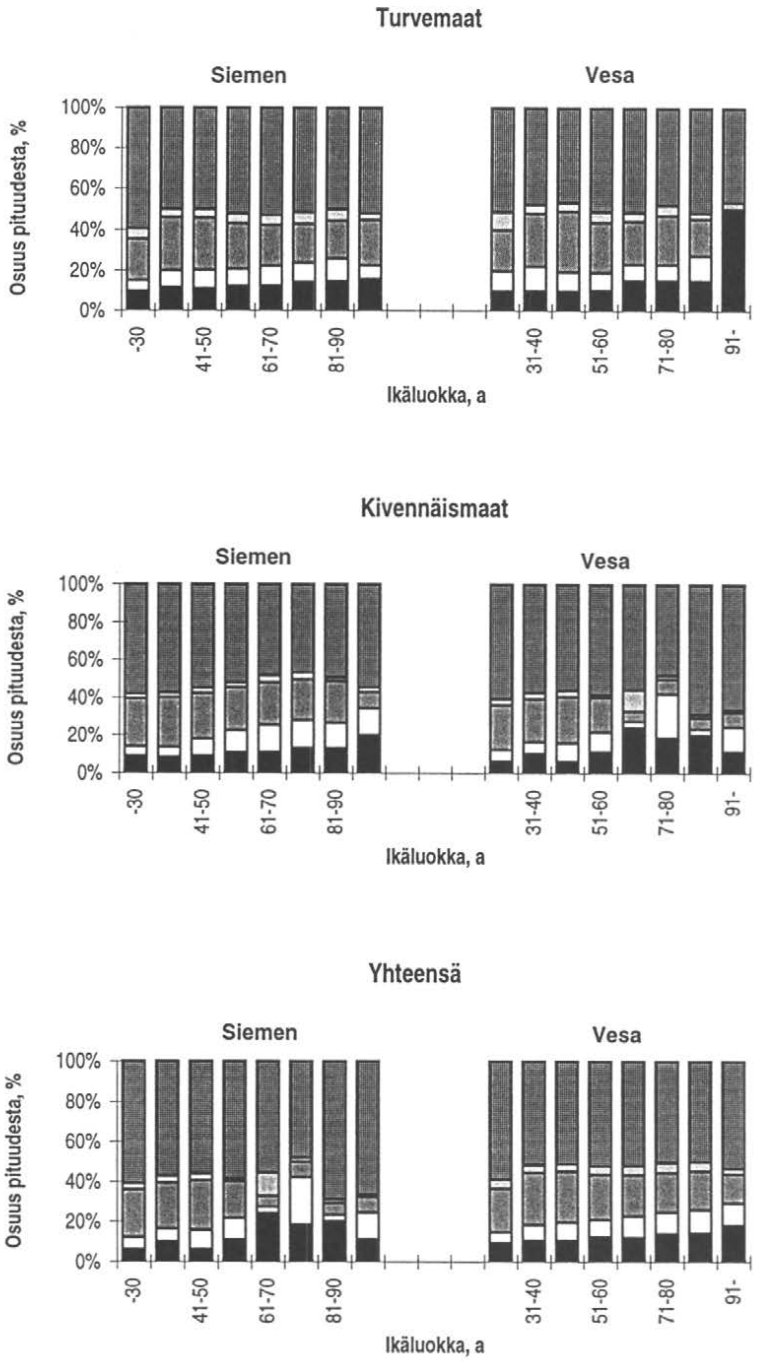
Kuivaoksaraja oli vesasyntyisillä hieksillä 31-40 a ja nuoremmissa ikäluokissa 0,2-0,4 m ylempänä ja 41-80 a luokissa 0-0,4 m alempana kuin siemensyntyisillä. Kyhmyisen osan pituusosuus oli vastaavasti vesasyntyisillä hieksillä 51-60 a ja nuoremmissa luokissa 1-3 %-yksikköä suurempi ja vanhemmissa luokissa saman verran pienempi kuin siemensyntyisillä. Koko oksattoman osan pituusosuus oli vesasyntyisillä hieksillä 1-3 %-yksikköä suurempi kuin siemensyntyisillä lukuunottamatta 41-60 a luokkia, joissa oli päinvastainen 1-2 %-yksikön ero. Siemen- ja vesasyntyisten hiesten suhteet olivat turvemailla pitkälti samanlaiset kuin koko aineistossa, mutta kivennäismailla sekä alimman kuivan oksan korkeus että kyhmyisen osan pituusosuus olivat vesasyntyisillä hieksillä yleensä pienemmät kuin siemensyntyisillä.



Kuva 29a-f. Hieskoivun keskimääräiset terveoksa- ja latvusrajat kasvupaikka- ja ikäluokittain eri latvuskerroksissa A-aineistossa.

Taulukko 22. Siemen- ja vesasyntyisen hieskoivun oksikkuusrajat ikäluokittain turve- ja kivennäismailla koko aineistossa.

Kasvupaikkaryhmä	Ikäluokka, a							
Syntytapa	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
				Oksakyhmyraja, m				
Turvemaa								
Siemensyntyinen	1,15	1,48	1,59	1,94	1,90	2,30	2,45	2,77
Vesasyntyinen	1,19	1,30	1,39	1,51	2,31	2,36	2,58	6,65
Kivennäismaa								
Siemensyntyinen	1,15	1,13	1,28	1,66	1,82	2,25	2,39	4,20
Vesasyntyinen	0,77	1,32	0,83	1,54	3,55	2,77	3,15	1,48
Yhteensä								
Siemensyntyinen	1,15	1,40	1,53	1,88	1,89	2,29	2,43	3,56
Vesasyntyinen	1,00	1,30	1,31	1,52	2,38	2,41	2,67	2,96
				Kuivaoksaraja, m				
Turvemaa								
Siemensyntyinen	1,80	2,57	2,92	3,12	3,46	3,87	4,35	3,96
Vesasyntyinen	2,42	2,90	2,77	2,83	3,58	3,65	4,75	6,65
Kivennäismaa								
Siemensyntyinen	1,78	1,85	2,57	3,48	4,28	4,76	4,84	7,18
Vesasyntyinen	1,51	2,15	2,16	3,04	4,03	6,33	3,65	3,26
Yhteensä								
Siemensyntyinen	1,79	2,41	2,85	3,20	3,61	4,07	4,45	5,74
Vesasyntyinen	2,02	2,77	2,68	2,85	3,61	3,94	4,58	4,23
				Terveoksaraja, m				
Turvemaa								
Siemensyntyinen	4,28	5,99	6,69	6,55	6,60	7,01	7,50	7,94
Vesasyntyinen	4,93	6,33	7,07	6,53	6,88	7,50	7,94	7,10
Kivennäismaa								
Siemensyntyinen	5,05	5,46	6,06	7,05	8,10	8,47	8,93	9,02
Vesasyntyinen	4,51	5,17	5,58	5,62	4,83	7,50	4,60	4,30
Yhteensä								
Siemensyntyinen	4,49	5,87	6,57	6,66	6,89	7,33	7,78	8,54
Vesasyntyinen	4,74	6,13	6,85	6,41	6,77	7,50	7,42	5,10
				Latvusraja, m				
Turvemaa								
Siemensyntyinen	4,88	6,51	7,30	7,27	7,36	7,91	8,42	8,49
Vesasyntyinen	6,01	6,90	7,65	7,28	7,53	8,29	8,42	7,10
Kivennäismaa								
Siemensyntyinen	5,39	5,81	6,44	7,45	8,71	9,11	9,27	9,55
Vesasyntyinen	4,89	5,61	6,02	5,82	6,53	7,80	4,90	4,48
Yhteensä								
Siemensyntyinen	5,02	6,36	7,13	7,31	7,62	8,17	8,59	9,08
Vesasyntyinen	5,51	6,67	7,41	7,09	7,48	8,24	7,88	5,23



Kuva 30a-c. Siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen keskimääräisten oksikkuusrajojen mukaisten rungonosien osuudet puun koko pituudesta ikäluokittain turve- ja kivennäismailla ja kaikilla kasvupaikoilla A-aineistossa.

Terveoksaraja oli vesasyntyisillä hieksillä 41-50 a ja nuoremmissa ikäluokissa noin 0,3 m ylempänä ja 51-90 a luokissa saman verran alempana kuin siemensyntyisillä. Kuivaoksaisen osan pituusosuus oli vesasyntyisillä hieksillä 1-2 %-yksikköä pienempi kuin siemensyntyisillä lukuunottamatta 41-60 a ja 71-80 a luokkia, joissa oli päinvastaisia 1-4 %-yksikön eroja. Turvemailla terveoksaraja oli vesasyntyisillä hieksillä korkeammalla ja kuivaoksainen osa alle 41 a ja nuorempia ikäluokkia lukuunottamatta pitempi kuin siemensyntyisillä, mutta kivennäismailla erot olivat päinvastaiset.

Latvusraja oli vesasyntyisillä hieksillä 41-50 a ja nuoremmissa ikäluokissa 0,1-0,5 m ylempänä ja 51-90 a luokissa 0,1-0,7 m alempana kuin siemensyntyisillä. Turvemailla latvusraja oli vesasyntyisillä hieksillä korkeammalla kuin siemensyntyisillä, mutta kivennäismailla ero oli päinvastainen. Sekaoksaisen osan pituusosuus oli vesasyntyisillä hieksillä 51-60 a ja nuoremmissa luokissa 0-3 %-yksikköä pienempi ja näitä vanhemmissa luokissa saman verran suurempi kuin siemensyntyisillä. Suhde oli turve- ja kivennäismailla samansuuntainen. Latvussuhde oli vesasyntyisillä hieksillä 71-80 a ja nuoremmissa luokissa 0-3 %-yksikköä pienempi ja näitä vanhemmissa luokissa 4-7 %-yksikköä suurempi kuin siemensyntyisillä hieksillä. Turvemailla latvussuhde oli vesasyntyisillä hieksillä pienempi kuin siemensyntyisillä, mutta kivennäismailla ero oli päinvastainen.

Kyhmyisen ja kuiva- ja sekaoksaisen osan yhteinen pituusosuus oli vesasyntyisillä hieksillä 51-60 a ja nuoremmissa ikäluokissa 2-5 %-yksikköä suurempi ja näitä vanhemmissa luokissa 3-11 %-yksikköä pienempi kuin siemensyntyisillä. Turvemailla erot olivat samansuuntaisia koko aineistossa, suuruudeltaan alle 61 a luokissa 3-8 %-yksikköä ja näitä vanhemmissa luokissa 1-29 %-yksikköä. Kivennäismailla tämä osuus oli sen sijaan vesasyntyisillä hieksillä 41-50 a luokkaa lukuunottamatta säännöllisesti pienempi kuin siemensyntyisillä eron kasvaessa ikäluokan mukana välillä 1-26 %-yksikköä.

Syntytapa vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun logaritmiseen terveoksa- ja latvusrajaan kivennäismailla (df=461, F=33,56 ja 36,84, p=0,0001) ja kaikilla kasvupaikoilla kokonaisuutena (df=2182, F=4,30 ja 9,16, p=0,0383 ja 0,0025) mutta ei vaikuttanut turvemailla (df=1720, F=1,63 ja 0,84, p=0,2019 ja 0,3602). Syntytapa vaikutti suuntaa antavasti logaritmiseen oksakyhmyrajaan kaikilla kasvupaikoilla kokonaisuutena (F=2,40, p=0,1214) mutta ei vaikuttanut turve- tai kivennäismaita erikseen tarkastellen (F=1,52 ja 0,40, p=0,2176 ja 0,5285). Syntytapa vaikutti suuntaa antavasti logaritmiseen kuivaoksarajaan turvemailla (F=2,09, p=0,1489) mutta ei vaikuttanut kivennäismailla tai kaikilla kasvupaikoilla kokonaisuutena (F=0,44 ja 0,00, p=0,5078 ja 0,9877).

Kovarianssianalyysissä, jossa otettiin syntytavan ja iän lisäksi huomioon latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset, siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen välillä oli kaikkien kasvupaikkojen aineistossa suuntaa antava ero vain oksakyhmyrajassa (F=2,78, p=0,0925; vrt. muut oksikkuusrajat: F=0,00-0,05, p=0,8237-0,9530). Turvemailla ero oli merkitsevä terveoksarajassa ja suuntaa antava kuivaoksarajassa (F=4,81 ja 2,92, p=0,0236 ja 0,0836), mutta syntytapa ei vaikuttanut oksakyhmy- tai latvusrajaan (F=1,51 ja 0,20, p=0,2135 ja 0,6528). Kivennäismailla ero oli merkitsevä kaikissa oksikkuusrajoissa (F=12,07-18,65, p=0,0001). Täten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen oksat kuolisivat, karsiutuisivat ja kyljestyisivät jossain määrin eri tavoin myös samassa latvuskerroksessa ja vakiotiheydessä. Tällainen metsikön rakenne ei liene kuitenkaan normaali (luku 4.1.5).

3.1.2.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Askeltavalla regressioanalyysillä pystyttiin selittämään 21-24 % hies- ja rauduskoivujen oksakyhmyrajan, 29-34 % kuivaoksarajan, 30-37 % terveoksarajan ja 35-41 % latvusrajan vaihtelusta laskenta-aineistosta riippuen (liite 1.4). Puun ikä selitti yksinään 14-16 % oksakyhmyrajan, 18-23 % kuivaoksarajan, 12-16 % terveoksarajan ja 15-20 % latvusrajan vaihtelusta. Koivulaji selitti vain 3-4 % oksakyhmyrajan, alle 0,1 % kuivaoksarajan ja 2-3 % terveoksa- ja latvusrajan vaihtelusta. Muita lähinnä vaikuttavia tekijöitä olivat oksakyhmyrajan

osalta pohjapinta-ala, ainespuiden runkoluku ja runkomuodon poikkeamat suoruudesta sekä edellisten lisäksi kuivaoksarajan osalta turpeen paksuus ja puuston kehitysluokka ja terveoksa- ja latvusrajan osalta kasvupaikkaryhmä, puuston kehitysluokka ja latvuskerros.

Tekijöiden yhteisvaikutus suureni kaikissa tapauksissa rajoitettaessa aineistoa koealan runkoluvun mukaan. Iän ja vähäisessä määrin myös koivulajin vaikutukset kaikkiin oksikkuusrajoihin suurenivat. Myös ainespuiden runkoluvun vaikutus terveoksa- ja latvusrajaan suureni. Oksakyhmy- ja kuivaoksarajan osalta sen vaikutus lievästi pieneni pelkkään läpimittaan perustuneessa ja vastaavasti suureni läpimittaan ja tyviosan laatuun perustuneessa rajoituksessa. Muutokset pohjapinta-alan vaikutuksessa olivat näissä tapauksissa päinvastaiset kuin ainespuiden runkoluvun vaikutuksessa.

Rinnankorkeusläpimitta ei valikoitunut lainkaan selittäväksi muuttujaksi kokeiltuihin kuivaoksa- ja terveoksarajojen selitysmalleihin, joten puun iän ja metsikön pohjapinta-alan vaikutukset peittivät ilmeisesti läpimitan vaikutukset. Läpimitta vaikutti vain lievästi oksakyhmyrajaan (R^2-lisäys=0,003-0,005) ja latvusrajaan (R^2-lisäys=0,024-0,033). Mallien selitysaste kohosi kummassakin tapauksessa kuitenkin vain alle yhden prosenttiyksikön.

Kapeneminen osoittautui kuivaoksarajaa lukuunottamatta tärkeimmäksi oksikkuusrajojen vaihtelun selittäjäksi kaatokoepuuaineistossa tehdyissä analyyseissä. Sisällyttämällä kapeneminen malleihin, joissa ei ollut mukana rinnankorkeusläpimittaa, pystyttiin selittämään 35 % oksakyhmyrajan, 39 % kuivaoksarajan, 41 % terveoksarajan ja 46 % latvusrajan vaihtelusta. Kapeneminen yksin selitti 21 % oksakyhmyrajan, 3 % kuivaoksarajan, 25 % terveoksarajan ja 29 % latvusrajan vaihtelusta. Sisällytettäessä malleihin kapenemisen lisäksi myös rinnankorkeusläpimitta selitysaste ei muuttunut oksakyhmyrajan osalta mutta kohosi yhden prosenttiyksikön kuivaoksarajan, 4 %-yksikköä terveoksarajan ja 3 %-yksikköä latvusrajan osalta.

Taulukossa 23 on esitetty hies- ja rauduskoivujen oksikkuusrajat ja kuvissa 31a-c oksikkuusrajojen mukaisten rungonosien osuudet puun koko pituudesta *ikäluokittain turve- ja kivennäismailla* A-, B- ja C-aineistojen perusteella. Oksakyhmyraja oli hieskoivulla lähes aina alempana ja virheetön tyviosa vastaavasti lyhyempi kuin rauduskoivulla. A-aineistossa ero oli turvemailla yleensä 0,1-1,2 m, lukuunottamatta päinvastaisia eroja luokissa 31-40 a ja 61-70 a, ja kivennäismailla 0,2-3,8 m. Koivulajien ero kasvoi varsinkin kivennäismailla puiden ikääntyessä. Virheetöntä tyviosaa oli hieksellä turvemailla useimmiten suhteellisesti enemmän kuin rauduksella eron vaihdellessa välillä -3 - +5 %-yksikköä. Kivennäismailla vastaava osuus oli rauduksella säännöllisesti 1-16 %-yksikköä suurempi; päivastainen ero 0,5 %-yksikköä yli 90 a luokassa johtui ilmeisesti hiesten rauduksia korkeammasta iästä. Muuten puun ikä ei näyttänyt vaikuttanut selvästi koivulajien eroihin. Käytetty aineisto vaikutti vain vähän näihinkin tuloksiin.

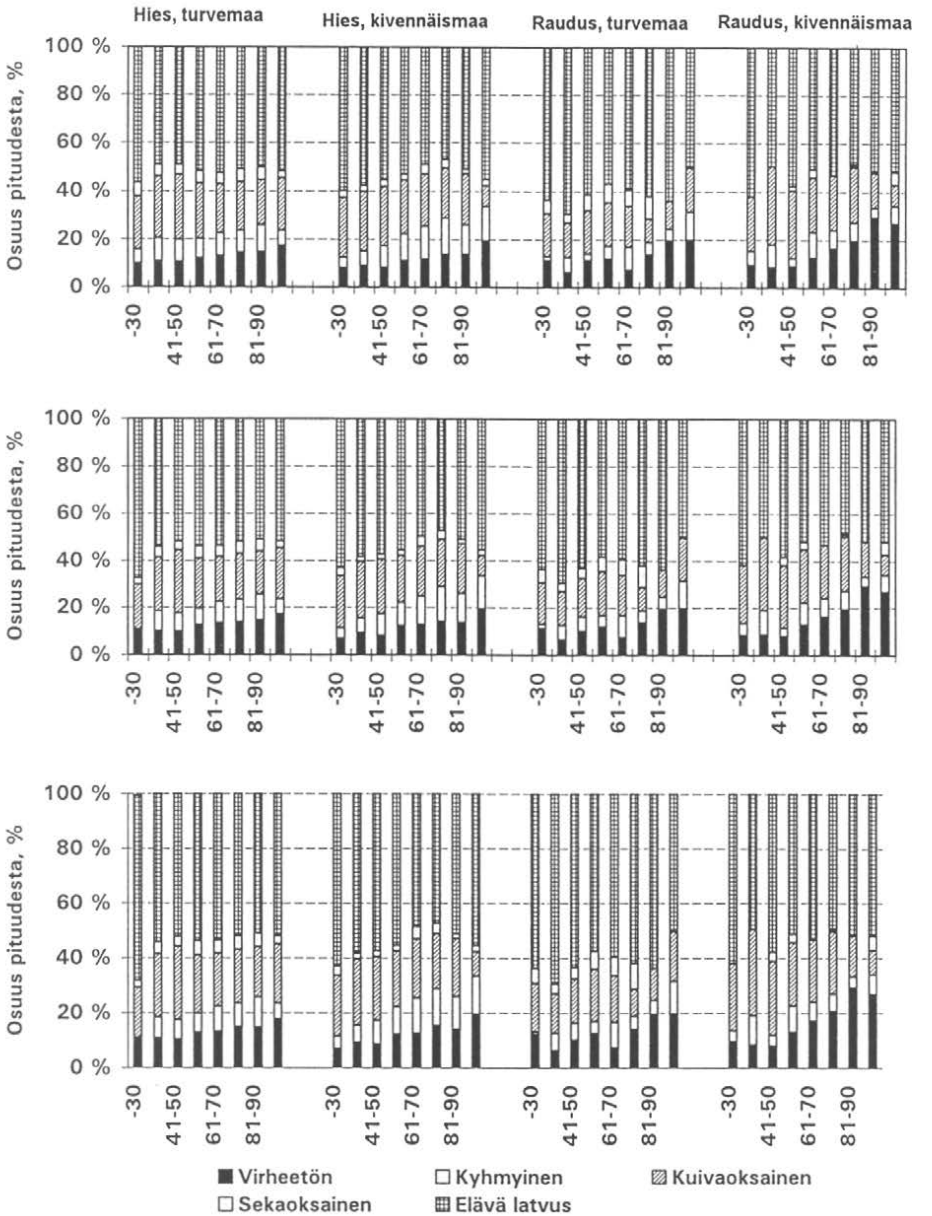
Myös kuivaoksaraja oli hieskoivulla turvemaiden nuoria ja keski-ikäisiä luokkia lukuunottamatta alempana kuin rauduskoivulla. A-aineistossa se oli hieskoivulla turvemailla alle 81 a luokissa 0,3-1,0 m ylempänä mutta näitä vanhemmissa luokissa 0,3-1,1 m alempana kuin rauduskoivulla ja kivennäismailla, yleisestä säännnöstä poikennutta 41-50 a luokkaa lukuunottamatta, 0,4-2,3 m alempana kuin rauduskoivulla. Koivulajien ero kasvoi kivennäismailla puiden ikääntyessä. Käytetty aineisto vaikutti vain vähän tuloksiin, joskin B- ja C-aineistoissa hieksen ja rauduksen erot pienenivät tai olivat päinvastaisia turvemaiden nuorimmissa ikäluokissa A-aineistoon verrattuna.

Taulukko 23. Hies- ja rauduskoivun oksikkuusrajat ikäluokittain turve- ja kivennäismailla. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä		Ikäluokka, a															
		-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
								Oksakyhmyraja, m									
Hieskoivu, turvemaa	A	1,12	0,73	1,35	1,15	1,50	1,30	1,81	1,49	2,00	1,66	2,31	1,96	2,46	1,89	2,99	1,99
	B	1,15	0,76	1,31	1,21	1,39	0,97	1,88	1,49	2,11	1,70	2,26	1,98	2,47	1,89	2,99	1,99
	C	1,25	0,78	1,37	1,21	1,48	1,15	1,90	1,53	2,04	1,59	2,41	2,06	2,49	1,91	3,08	2,01
Hieskoivu, kivennäismaa	A	0,96	0,85	1,13	0,96	1,12	0,83	1,64	1,63	1,93	1,74	2,29	2,00	2,46	1,80	3,91	2,11
	B	0,82	0,47	1,20	1,07	1,14	0,84	1,89	1,82	2,17	1,87	2,42	2,06	2,46	1,80	3,91	2,11
	C	0,82	0,47	1,19	1,07	1,20	0,91	1,85	1,78	2,08	1,83	2,62	2,11	2,51	1,82	3,91	2,11
Rauduskoivu, turvemaa	A	1,19	0,92	0,80	0,50	1,61	0,84	1,86	1,36	1,24	0,87	2,59	1,93	3,67	2,55	3,25	2,47
	B	1,19	0,92	0,80	0,50	1,43	0,65	1,84	1,37	1,24	0,87	2,59	1,93	3,67	2,55	3,25	2,47
	C	1,27	0,92	0,80	0,50	1,43	0,65	1,91	1,42	1,26	0,89	2,59	1,93	3,67	2,55	3,25	2,47
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	1,14	0,91	1,12	1,27	1,44	1,05	2,18	1,83	3,22	2,94	3,98	2,97	6,15	3,22	5,90	3,30
	B	1,03	0,63	1,17	1,37	1,35	0,86	2,28	1,91	3,22	2,94	3,98	2,97	6,15	3,22	5,90	3,30
	C	1,16	0,97	1,12	1,27	1,32	0,85	2,26	1,92	3,37	2,97	4,26	2,95	6,15	3,22	5,90	3,30
								Kuivaoksaraja, m									
Hieskoivu, turvemaa	A	1,81	1,38	2,58	1,50	2,83	1,74	3,01	1,75	3,49	1,90	3,84	2,07	4,40	2,06	4,11	1,82
	B	1,19	0,79	2,40	1,56	2,52	1,51	3,00	1,71	3,54	1,89	3,83	2,10	4,39	2,14	4,11	1,82
	C	1,76	1,57	2,80	1,71	2,69	1,64	3,07	1,74	3,46	1,82	3,88	2,07	4,47	2,14	4,02	1,82
Hieskoivu, kivennäismaa	A	1,53	1,35	1,91	1,42	2,38	1,64	3,36	2,13	4,26	2,09	4,88	2,93	4,73	1,95	6,76	2,70
	B	1,39	1,15	2,03	1,52	2,45	1,63	3,41	2,25	4,30	2,15	4,95	3,03	4,73	1,95	6,76	2,70
	C	1,39	1,15	2,02	1,53	2,59	1,74	3,51	2,22	4,55	1,97	5,05	3,12	4,72	2,00	6,76	2,70
Rauduskoivu, turvemaa	A	1,38	1,09	1,63	1,57	2,03	1,44	2,69	1,18	2,89	1,52	3,54	1,53	4,63	1,46	5,20	2,83
	B	1,38	1,09	1,63	1,57	2,32	1,70	2,60	1,26	2,89	1,52	3,54	1,53	4,63	1,46	5,20	2,83
	C	1,35	1,14	1,63	1,57	2,32	1,70	2,60	1,26	2,81	1,51	3,54	1,53	4,63	1,46	5,20	2,83
Rauduskoivu, kiivennäismaa	A	1,88	1,43	2,41	2,32	1,98	1,21	4,05	2,50	4,76	2,84	5,59	2,82	7,00	2,82	7,48	2,58
	B	1,65	0,98	2,58	2,42	1,97	1,12	3,99	2,51	4,76	2,84	5,59	2,82	7,00	2,82	7,48	2,58
	C	1,75	1,17	2,41	2,32	1,88	1,15	4,11	2,56	4,71	2,81	5,61	2,87	7,00	2,82	7,48	2,58

Taulukko 23 (jatkoa).

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä		Ikäluokka, a															
		-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
								Terveoksaraja, m									
Hieskoivu, turvemaa	A	4,35	2,09	5,85	2,03	6,70	2,19	6,46	2,08	6,63	2,04	7,09	2,16	7,55	1,93	7,90	1,82
	B	3,31	1,25	5,41	2,42	6,38	2,14	6,23	2,10	6,55	2,05	7,03	2,09	7,50	1,95	7,90	1,82
	C	3,94	1,96	5,74	2,12	6,47	2,15	6,20	2,06	6,49	2,02	7,02	2,12	7,48	1,93	7,82	1,84
Hieskoivu, kivennäismaa	A	4,56	2,06	5,08	1,73	5,74	1,62	6,74	2,04	7,90	1,99	8,39	2,65	8,53	2,36	8,52	2,70
	B	4,09	1,82	5,20	1,78	5,72	1,56	6,53	1,94	7,90	2,05	8,38	2,72	8,53	2,36	8,52	2,70
	C	4,09	1,82	5,22	1,79	5,79	1,59	6,58	1,97	7,69	1,84	8,42	2,77	8,43	2,37	8,52	2,70
Rauduskoivu, turvemaa	A	3,27	1,64	3,50	1,33	4,65	2,32	5,57	2,45	5,85	1,80	5,40	2,04	6,80	2,78	8,20	1,70
	B	3,27	1,64	3,50	1,33	4,90	2,16	5,73	2,62	5,85	1,80	5,40	2,04	6,80	2,78	8,20	1,70
	C	3,35	1,69	3,50	1,33	4,90	2,16	5,56	2,60	6,03	1,67	5,40	2,04	6,80	2,78	8,20	1,70
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	4,66	2,01	6,81	1,81	6,50	1,63	8,04	2,38	9,24	2,44	10,30	2,43	10,10	2,82	9,43	2,55
	B	4,49	1,92	6,89	1,93	6,67	1,66	7,99	2,26	9,24	2,44	10,30	2,43	10,10	2,82	9,43	2,55
	C	4,59	1,97	6,81	1,81	6,62	1,64	7,89	2,14	9,22	2,49	10,39	2,51	10,10	2,82	9,43	2,55
								Latvusraja, m									
Hieskoivu, turvemaa	A	5,02	2,37	6,44	1,93	7,31	2,14	7,19	2,12	7,37	1,93	7,97	2,00	8,42	1,81	8,41	1,81
	B	3,61	1,14	5,97	2,34	6,89	2,06	7,00	2,13	7,30	2,00	7,85	2,00	8,35	1,84	8,41	1,81
	C	4,66	2,32	6,30	2,14	7,03	2,10	6,96	2,11	7,26	1,98	7,85	1,99	8,28	1,82	8,37	1,85
Hieskoivu, kivennäismaa	A	4,90	2,04	5,40	1,66	6,12	1,71	7,12	2,06	8,58	2,16	9,01	2,15	8,87	2,70	9,01	2,62
	B	4,51	1,87	5,47	1,81	6,05	1,57	6,86	2,00	8,68	2,29	9,01	2,17	8,87	2,70	9,01	2,62
	C	4,51	1,87	5,48	1,82	6,12	1,58	6,96	2,02	8,32	2,11	9,08	2,23	8,79	2,74	9,01	2,62
Rauduskoivu, turvemaa	A	3,86	1,39	3,97	1,75	5,58	1,93	6,78	2,54	7,02	1,57	7,17	1,92	7,50	2,18	8,20	1,70
	B	3,86	1,39	3,97	1,75	5,25	2,02	6,55	2,39	7,02	1,57	7,17	1,92	7,50	2,18	8,20	1,70
	C	3,97	1,40	3,97	1,75	5,25	2,02	6,41	2,41	7,16	1,51	7,17	1,92	7,50	2,18	8,20	1,70
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	5,06	2,13	6,87	1,80	6,80	1,61	8,62	2,50	9,87	2,28	10,50	2,43	11,62	2,27	10,59	2,22
	B	4,90	2,11	6,93	1,93	7,06	1,58	8,61	2,48	9,87	2,28	10,50	2,43	11,62	2,27	10,59	2,22
	C	4,90	2,10	6,87	18,0	6,99	1,58	8,51	2,40	9,85	2,35	10,53	2,54	11,62	2,27	10,59	2,22



Kuva 31a-c. Hies- ja rauduskoivun keskimääräisten oksikkuusrajojen mukaisten rungonosien osuudet puun koko pituudesta ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa (yläkuva, keskikuva, alakuva).

Turvemailla kyhmyisen osan pituusosuus oli hieskoivulla A-aineistossa 1-6 %-yksikköä ja koko oksattoman osan pituusosuus vastaavasti 2-8 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla. Yli 90 a ikäluokassa oli kuitenkin päinvastaisia, 5-8 %-yksikön eroja. Kivennäismailla kyhmyisen osan pituusosuus oli hieskoivulla alle 41 a luokissa 1-3 %-yksikköä ja koko oksattoman osan pituusosuus 3 %-yksikköä pienempi kuin rauduskoivulla. Näitä vanhemmissa luokissa kyhmyisen osan pituusosuus oli hieskoivulla 1-9 %-yksikköä ja koko oksattoman

osan pituusosuus yleensä 1-5 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla. Koivulajien erot kasvoivat puiden ikääntyessä vain kivennäismaiden vanhimmissa ikäluokissa. Turvemaiden nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa hieksen ja rauduksen erot pienenivät tai olivat päinvastaisia B- ja C-aineistoissa A-aineistoon verrattuna.

Terveoksaraja oli hieskoivulla turvemailla ylempänä ja kivennäismailla alempana kuin rauduskoivulla. Em. suuntaiset erot olivat A-aineistossa turvemailla 0,8-2,4 m, yleisestä säännöstä poikennutta yli 90 a ikäluokkaa lukuunottamatta, ja kivennäismailla 0,1-1,9 m. Koivulajien ero kasvoi kivennäismailla puiden ikääntyessä. Kuivaoksaisen osan pituusosuus oli hieskoivulla A-aineistossa turvemailla 3-11 %-yksikköä suurempi ja kivennäismailla, yleisestä säännöstä poikenneita alle 31 a ja 81-90 luokkia lukuunottamatta, 2-4 %-yksikköä pienempi kuin rauduskoivulla. Koivulajien em. suuntaiset erot olivat B- ja C-aineistojen nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa turvemailla jonkin verran pienemmät ja kivennäismailla suuremmat ja myös alle 31 a luokassa samansuuntaiset kuin muissa luokissa A-aineistoon verrattuna.

Myös latvusraja oli hieskoivulla turvemailla ylempänä ja kivennäismailla alempana kuin rauduskoivulla. Em. suuntaiset erot olivat A-aineistossa turvemailla 0,2-2,5 m ja kivennäismailla 0,2-2,8 m. Koivulajien ero kasvoi kivennäismailla puiden ikääntyessä. Em. suuntaiset erot olivat B- ja C-aineistojen nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa turvemailla jonkin verran pienemmät ja alle 31 a luokassa jopa päinvastaiset ja kivennäismailla suuremmat A-aineistoon verrattuna. Sekaoksaiseksi arvioidun osan pituusosuus oli hieskoivulla A-aineistossa turvemailla alle 31 a luokassa noin yhden prosenttiyksikön ja yli 80 a luokissa 3-5 %-yksikköä suurempi ja 41-80 a luokissa 2-4 %-yksikköä pienempi kuin kivennäismailla ja kivennäismailla vastaavasti 2-4 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla. Rauduskoivulla näin määriteltyä sekaoksaista osuutta oli itse asiassa harvoin. Em. suuntaiset erot olivat B- ja C-aineistojen nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa turvemailla jonkin verran pienemmät ja alle 31 a luokassa jopa päinvastaiset ja kivennäismailla suuremmat A-aineistoon verrattuna.

Latvusosuus oli hieskoivulla A-aineistossa turvemailla, yleisestä säännöstä poikennutta yli 90 a ikäluokkaa lukuunottamatta, 5-20 %-yksikköä pienempi ja kivennäismailla enimmillään 4 %-yksikköä pienempi tai 8 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla. Koivulajien ero ei ollut suoranaisesti yhteydessä ikään. Em. suuntaiset erot olivat B- ja C-aineistoissa turvemailla jonkin verran pienemmät ja kivennäismailla nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa suuremmat ja alle 31 a luokassa sekä turve- että kivennäismailla jopa päinvastaiset A-aineistoon verrattuna.

Vaippapinnassa kuivia oksia sisältävän osan osuus puun koko pituudesta aleni puun ikääntyessä kivennäismaiden hieskoivua lukuunottamatta, jolla iän vaikutus oli lievästi päinvastainen. A-aineistossa tämä osuus oli hieskoivulla turvemailla 1-19 %-yksikköä ja kivennäismailla 4-17 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla. Em. suuntaiset erot olivat B- ja C-aineistoissa jonkin verran pienemmät nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa ja eräissä luokissa jopa päinvastaiset A-aineistoon verrattuna.

Hieskoivun oksakyhmyraja oli turvemailla vain 0-0,4 m ylempänä kuin kivennäismailla, lukuunottamatta jälleen yli 90 a luokkaa, missä se oli turvemailla 0,9 m alempana kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla oksakyhmyraja oli turvemailla kahta nuorta luokkaa lukuunottamatta 0,3-2,7 m alempana kuin kivennäismailla. Em. suuntaiset erot pienenivät hieskoivulla ja suurenivat rauduskoivulla puun ikääntyessä. Hieskoivun kuivaoksaraja oli turvemailla alle 51 a luokissa 0,3-0,5 m ylempänä ja näitä vanhemmissa luokissa 0,4-2,7 m

alempana kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla kuivaoksaraja oli turvemailla 0,5-2,4 m alempana kuin kivennäismailla. Ero pieneni rauduskoivulla puun ikääntyessä.

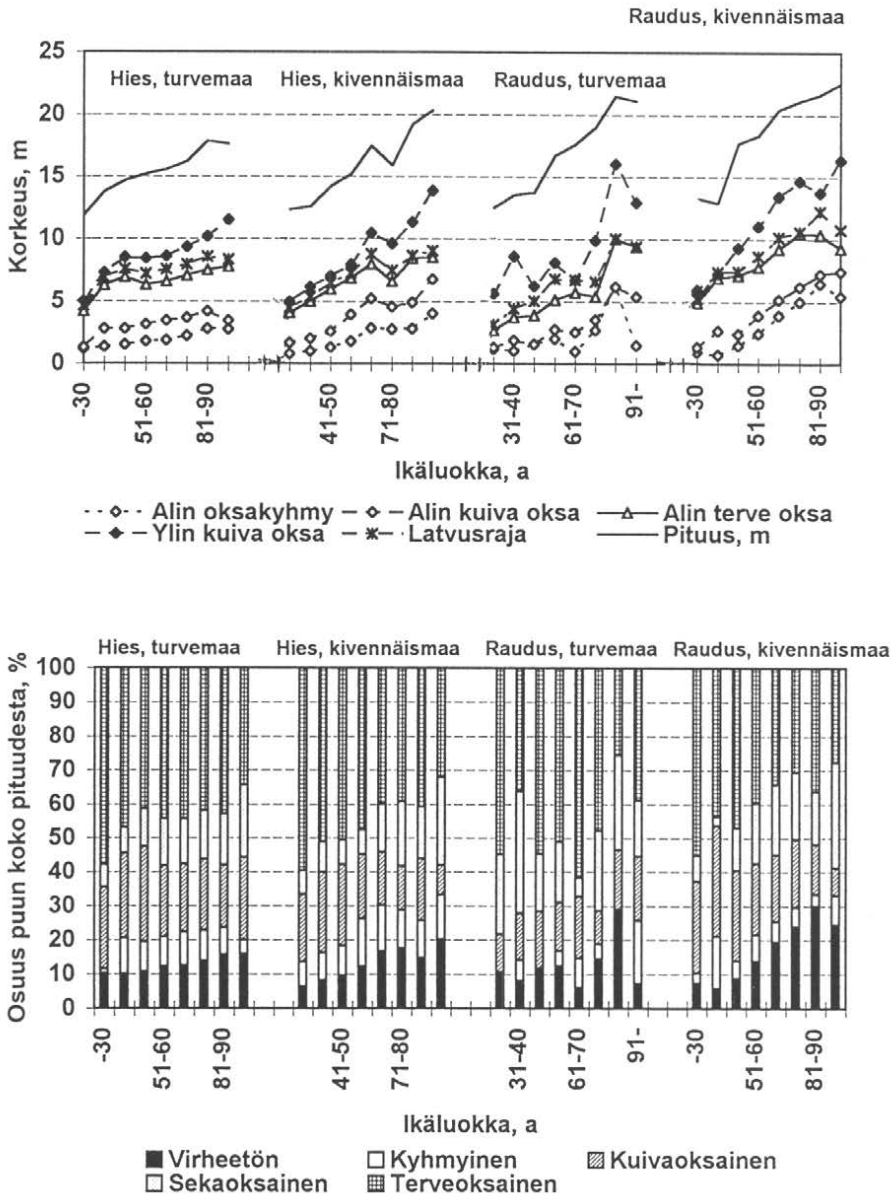
Hieskoivun terveoksaraja oli turvemailla enimmillään 1,0 m ylempänä ja 1,3 m alempana kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla terveoksaraja oli turvemailla 1,2-4,9 m alempana kuin kivennäismailla. Ikä ei vaikuttanut havaittavasti eroon kummallakaan koivulajilla. Hieskoivun latvusraja oli turvemailla alle 61 a luokissa 0,1-1,2 m ylempänä ja näitä vanhemmissa luokissa 0,5-1,2 m alempana kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla latvusraja oli turvemailla 1,2-4,1 m alempana kuin kivennäismailla. Ero suureni rauduskoivulla puun ikääntyessä.

Aineiston rajoittaminen koealoittain runkoluvun perusteella muutti kummankin koivulajin kasvupaikkaryhmien oksikkuusrajojen suhteita varsin vähän. Muutokset koskivat nuoria ja keski-ikäisiä luokkia. Hieskoivulla turve- ja kivennäismaiden erot pienenivät tai muuttuivat lievästi päinvastaisiksi B- ja C-aineistoissa, kun ko. oksikkuusraja oli A-aineistossa ollut turvemailla ylempänä kuin kivennäismailla, ja suurenivat päinvastaisissa tapauksissa. Rauduskoivulla tapahtui pieniä muutoksia alle 61 a luokissa.

Koivulaji vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan kivennäismailla merkitsevästi logaritmiseen oksakyhmyrajaan laskenta-aineistosta riippumatta (df=718, 614 ja 614, F=25,95-34,37, p=0,0001) ja hieman heikommin logaritmiseen kuivaoksarajaan C-aineistoa lukuunottamatta (F=4,57, 4,25 ja 2,00, p=0,0329, 0,0397 ja 0,1582). Ikäluokan vaikutus oksakyhmyrajaan oli jonkin verran (F=38,32-39,81, p=0,0001) ja kuivaoksarajaan huomattavasti (F=42,94-44,25, p=0,0001) koivulajin vaikutusta merkitsevämpi. Turvemailla koivulajilla ei ollut vaikutusta kumpaankaan oksikkuusrajaan (df=1787, 1157 ja 1157, F=0,00-0,04 ja 0,29-1,36, p=0,8444-0,9044 ja 0,2431-0,5935). Koivulaji vaikutti sekä turve- että kivennäismailla merkitsevästi logaritmiseen terveoksarajaan (F=6,52-16,55 ja 30,08-33,42, p=0,0001-0,0108 ja 0,0001) ja latvusrajaan (F=5,28-12,47 ja 38,39-41,51, p=0,0004-0,0217 ja 0,0001). Ikäluokka vaikutti turvemailla terveoksa- ja latvusrajoihin A-aineistossa hieman koivulajia vähemmän merkitsevästi (F=10,16 ja 12,39, p=0,0001 ja 0,0001) mutta B- ja C-aineistoissa selvästi merkitsevämmin (F=13,13 ja 10,95 sekä 18,71 ja 13,82, p=0,0001) ja kivennäismailla kaikissa aineistoissa hieman koivulajia merkitsevämmin (F=33,86-35,38 ja 42,06-43,17, p=0,0001).

Kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut hieskoivulla logaritmiseen oksakyhmyrajaan (df=2180, 1470 ja 1474, F=1,05-2,01, p=0,1566-0,3062) mutta vaikutti kuivaoksarajaan suuntaa antavasti B-aineistossa (F=2,63, p=0,1054; vrt. A- ja C-aineisto: F=0,09 ja 1,18, p=0,7666 ja 0,2779). Rauduskoivulla turve- ja kivennäismaiden ero oli merkitsevä kaikissa aineistoissa sekä oksakyhmyrajassa (df=325, 301 ja 297, F=4,54-5,30, p=0,0039-0,0322) että kuivaoksarajassa (F=4,39-5,48, p=0,0198-0,0370). Kasvupaikkaryhmä vaikutti hieskoivulla logaritmiseen terveoksarajaan A-aineistossa suuntaa antavasti ja B- ja C-aineistoissa merkitsevästi (F=3,47, 12,87 ja 6,26, p=0,0628, 0,0003 ja 0,0125) mutta logaritmiseen latvusrajaan vain B-aineistossa merkitsevästi (F=5,06, p=0,0246; vrt. A- ja C-aineisto: F=0,00 ja 0,46, p=0,9550 ja 0,4968). Rauduskoivulla turve- ja kivennäismaiden ero oli merkitsevä laskenta-aineistosta riippumatta sekä terveoksarajassa (F=45,31-51,27, p=0,0001) että latvusrajassa (F=38,82-39,61, p=0,0001).

Myös hies- ja rauduskoivun vertailua oksikkuusrajojen ja oksikkuusvyöhykkeiden pituusosuuksien suhteen voitiin tarkentaa kaatokoepuumittausten perusteella pystykoepuumittauksiin verrattuna tarkemman korkeuden mittauksen ansiosta, joskin aineisto samalla pieneni, turvemaiden rauduksella siinä määrin että tuloksia ei voida esittää (kuvat 32a-b). Erot oksakyhmy-, kuivaoksa- ja terveoksarajassa ja täten myös virheettömän, oksattoman ja kuivaoksaisen osan pituusosuuksissa olivat pienet kaato- ja pystykoepuuaineistojen välillä. Kaatokoepuuaineistossa oksakyhmyraja oli keskimäärin hieksellä turvemailla 0,01 m ja kivennäismailla 0,3 m ja rauduksella kivennäismailla 0,2 m ylempänä, kuivaoksaraja vastaavasti 0,1 m alempana sekä 0,3 m ja 0,2 m ylempänä ja terveoksaraja vastaavasti 0,02 m ylempänä, 0,2 m alempana ja 0,1 m ylempänä kuin pystykoepuuaineistossa. Nämä erot eivät riippuneet ikäluokasta eivätkä juurikaan vaikuttaneet tuloksiin hieksen ja rauduksen eroista. Ylin kuollut oksa oli kaatokoepuuaineistossa kuitenkin keskimäärin hieksellä turvemailla 1,4 m ja kivennäismailla 1,5 m ja rauduksella kivennäismailla 2,7 m ylempänä kuin latvusraja pystykoepuuaineistossa eron kasvaessa puun ikääntyessä.

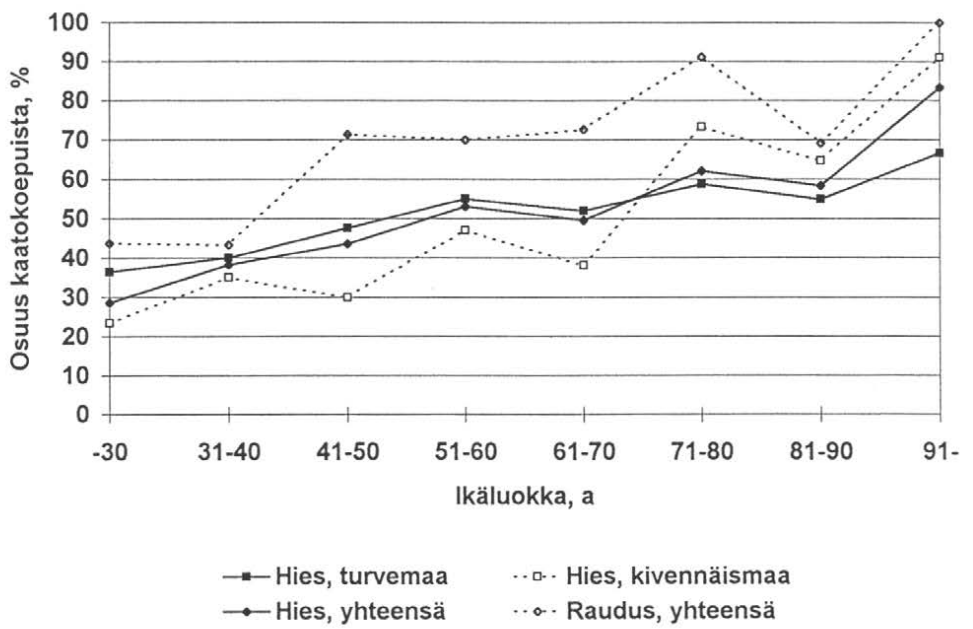


Kuva 32a-b. Hies- ja rauduskoivun keskimääräiset oksikkuusrajat (yläkuva) ja oksikkuusrajojen mukaisten rungonosien osuudet puun koko pituudesta (alakuva) ikäluokittain turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa.

Kaatokoepuuaineistossa ylin kuollut oksa oli hieksellä turvemailla keskimäärin 1,27 m ja kivennäismailla 1,73 m ja rauduksella kivennäismailla 2,39 m korkeammalla kuin latvusraja. Ero kasvoi selvästi puun ikääntyessä nuorten ikäluokkien 0,3-0,8 metristä vanhojen luokkien 1,6-5,5 metriin. Ero oli sitä suurempi mitä suurempia olivat rinnankorkeusläpimitat ja tilavuudet eli ikäluokan vaikutus oli suurin kivennäismaiden rauduksella ja pienin turvemaiden

hieksellä. Täten sekaoksainen osa oli sekä hies- että rauduskoivulla todellisuudessa huomattavasti pitempi ja terveoksainen osa lyhyempi kuin mitä voitiin päätellä pystykoepuumittausten perusteella. Sekaoksaisen osan pituusosuus kasvoi selvästi puun ikääntyessä ollen alle 31 a luokassa 7-8 % ja yli 90 a luokassa 22-31 % puun koko pituudesta. Iän vaikutus oli kivennäismailla selvempi kuin turvemailla. Hieksen ja rauduksen erot olivat pienet nuorissa ikäluokissa. Keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa sekaoksaisen osan pituusosuus oli ylimmän kuivan oksan korkeuden lailla suurin kivennäismaiden rauduksella ja pienin turvemaiden hieksellä. Latvusosuus puolestaan aleni puun ikääntyessä ollen alle 31 a luokassa 55-60 % % ja yli 90 a luokassa 28-34 %. Iän vaikutus oli tässäkin selvin kivenäismaiden rauduksella ja heikoin turvemaiden hieksellä. Latvusosuus oli kivennäismaiden rauduksella säännöllisesti pienempi kuin turve- ja kivennäismaiden hieksellä.

Kuolleita oksia latvusrajan yläpuolella sisältäneiden puiden osuus olikin huomattava sekä hies- että rauduskoivulla turve- ja kivennäismailla. Osuus kasvoi ikäluokan mukana ollen koivulajeittain ja kasvupaikkaryhmittäin alle 31 a luokassa 24-44 % ja yli 90 a luokassa 67-100 % (kuva 33). Hieskoivulla kuolleita oksia oli latvusrajan yläpuolella kuitenkin selvästi harvemmin kuin rauduskoivulla eron ollessa 5-28 %-yksikköä ikäluokasta riippuen. Pelkästään kivennäismaita koskeneessa vertailussa ero oli 5-41 %-yksikköä ja se pieneni ikäluokan kasvaessa. Tämä johtui siitä, että hieskoivulla oli turvemailla kuolleita oksia latvusrajan yläpuolella kivennäismaihin verrattuna alle 71 a luokissa useammin ja näitä vanhemmissa luokissa harvemmin. Suuri osa hies- ja rauduskoivun ikäluokittaisista eroista selittyi keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa rauduskoivujen hieskoivuja suuremmilla läpimitoilla ja paksummilla oksilla.



Kuva 33. Kuolleita oksia latvusrajan yläpuolella sisältäneiden hies- ja rauduskoivujen osuudet ikäluokittain turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa.

Tätä johtopäätöstä tukivat sekä läpimittaluokittaiset että seuraavat, yli 50-vuotiaita puita koskeneet keskimääräiset tulokset:

Kuolleiden oksien esiintyminen	Ikä, a		$d_{1,3}$, cm		Paksuin oksa, mm	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
Vain latvusrajan alapuolella	63	63	14,0	17,4	46	47
Latvusrajalle asti	68	70	15,0	20,4	48	61
Latvusrajan ala- ja yläpuolella	76	77	19,1	23,7	52	70

Hies- ja rauduskoivun oksikkuusrajat turve- ja kivennäismailla tasoitettiin tulosten selventämiseksi ikään ja sen neliöön perustuneilla toisen asteen polynomifunktioilla (taulukko 24, kuvat 34a-c). Kivennäismaiden rauduskoivu erottui tässä oksakyhmy- ja kuivaoksarajojen osalta selkeästi muista vertailuryhmistä siten, että rajat kohosivat sillä nopeasti puun ikääntyessä ja ero muihin ryhmiin oli selvä ja kasvava 40 ikävuoden jälkeen. Muuten vertailuryhmien erot olivat pienet, joskin hieksellä oksakyhmy- ja kuivaoksarajat kohosivat puun ikääntyessä muita ryhmiä hitaammin ja olivat alle 30-vuotiaana ylempänä kuin rauduksella ja turvemailla yli 80-vuotiaana alempana kuin muilla vertailuryhmillä. Kuivaoksaraja oli hieskoivulla yli 50-vuotiaana kivennäismailla ylempänä kuin kummallakaan koivulajilla turvemailla. Latvus- ja terveoksarajat olivat kivennäismaiden rauduskoivulla ikäluokasta riippumatta ylempänä kuin kivennäismaiden hieskoivulla ja tällä ylempänä kuin turvemaiden rauduskoivulla. Turvemaiden hieskoivu poikkesi tässäkin muista vertailuryhmistä siten, että terveoksa- ja latvusrajat kohosivat sillä puun ikääntyessä muita ryhmiä hitaammin ja olivat nuorimmissa ikäluokissa muita ryhmiä ylempänä ja vanhimmissa luokissa alempana turvemaiden rauduskoivua lukuunottamatta.

Hies- ja rauduskoivujen ikäluokittaiset terveoksa- ja latvusrajat turve- ja kivennäismailla esitetään myös latvuskerrosluokittain A-aineistosta, koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat selvästi toisistaan vertailtavien ositteiden välillä (kuva 14b) ja latvuskerrosluokka vaikutti näihin oksikkuusrajoihin tässä aineistossa (liite 1.4). Terveoksa- ja latvusrajat olivat päävaltapuissa yleensä jonkin verran korkeammalla kuin lisävaltapuissa ja säännöllisesti korkeammalla kuin väli- ja aluspuissa. Tästä säännöstä poikkeavia tuloksia oli varsinkin turvemaiden hieskoivulla, jolla nämä rajat olivat nuorissa ikäluokissa päävaltapuissa alempana kuin lisävaltapuissa, ja kivennäismaiden rauduskoivulla, jolla rajat olivat päävaltapuissa ikäluokasta riippuen joko korkeammalla tai matalammalla kuin lisävaltapuissa. Terveoksa- ja latvusrajojen suhde lisä- ja päävaltapuiden ja varsinkin väli- ja aluspuiden ja päävaltapuiden välillä pieneni ikäluokan myötä. Nämä yhteydet eivät kuitenkaan olleet selviä ja kivennäismaiden rauduskoivulla niitä ei voitu osoittaa lisä- ja päävaltapuiden välillä.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Oksikkuusrajan suhde			
	Lisävaltapuut (latvuskerros 2) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)		Väli- ja aluspuut (latvuskerrokset 3-4) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)	
	Terveoksaraja	Latvusraja	Terveoksaraja	Latvusraja
Hieskoivu, turvemaa	89-145	88-115	84-110	84-107
Hieskoivu, kivennäismaa	69-104	74-114	41-96	54-102
Rauduskoivu, kivennäismaa	84-107	83-106	51-141	57-138

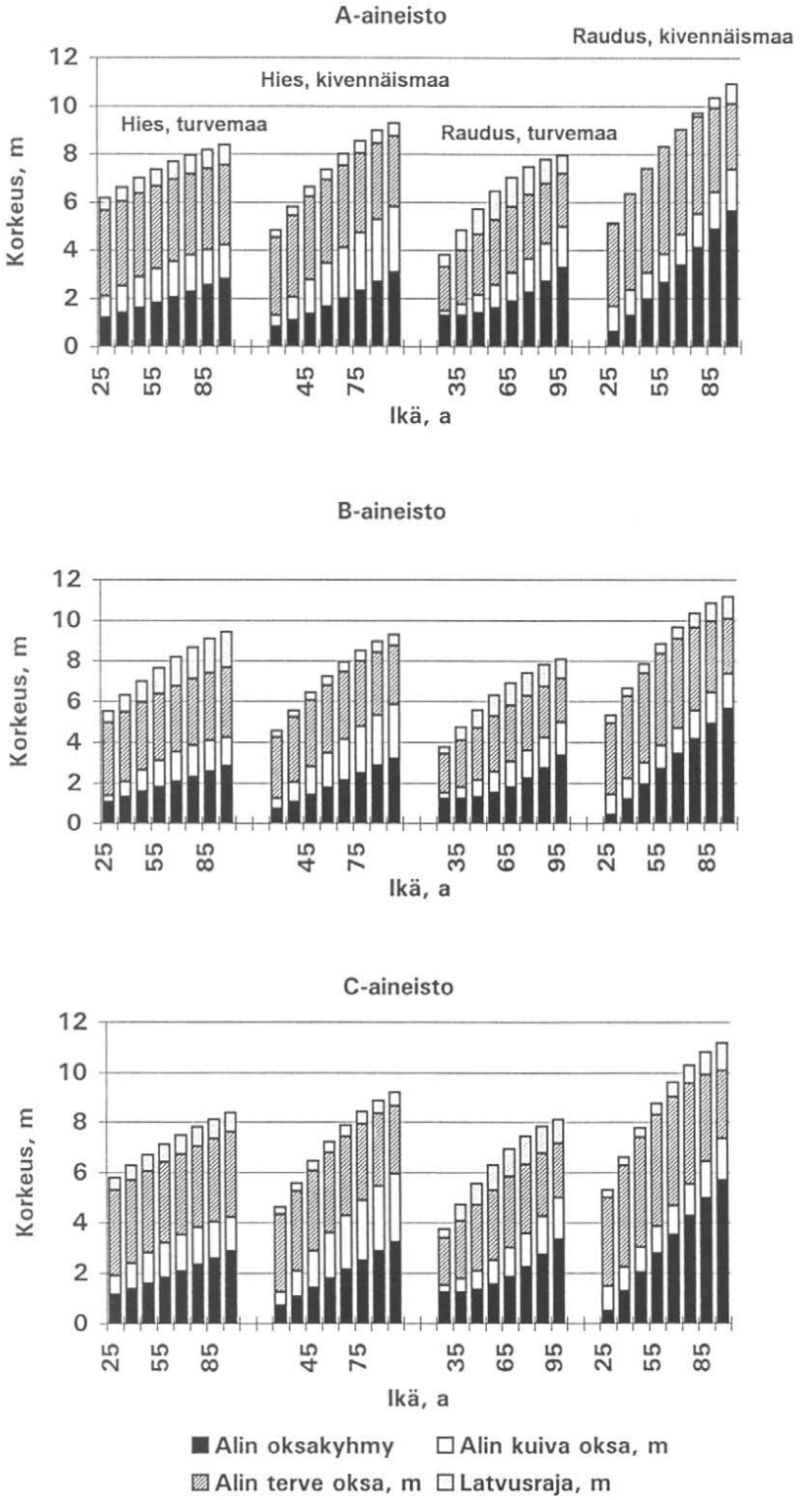
Hies- ja rauduskoivujen erot terveoksa- ja latvusrajassa olivat A-aineistossa päävaltapuissa samalla tasolla kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin (kuvat 35a-f). Lievänä poikkeuksena oli latvusraja kivennäismailla, jossa erot olivat päävaltapuissa hieman pienempiä kuin kaikkien latvuskerrosten puilla.

Taulukko 24. Hies- ja rauduskoivun oksikkuusrajojen tasoitus turve- ja kivennäismailla regressiomalleilla iän perusteella, $y = a+bx+cx^2$ (y = oksikkuusraja, dm, x = ikä kannosta, a). A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

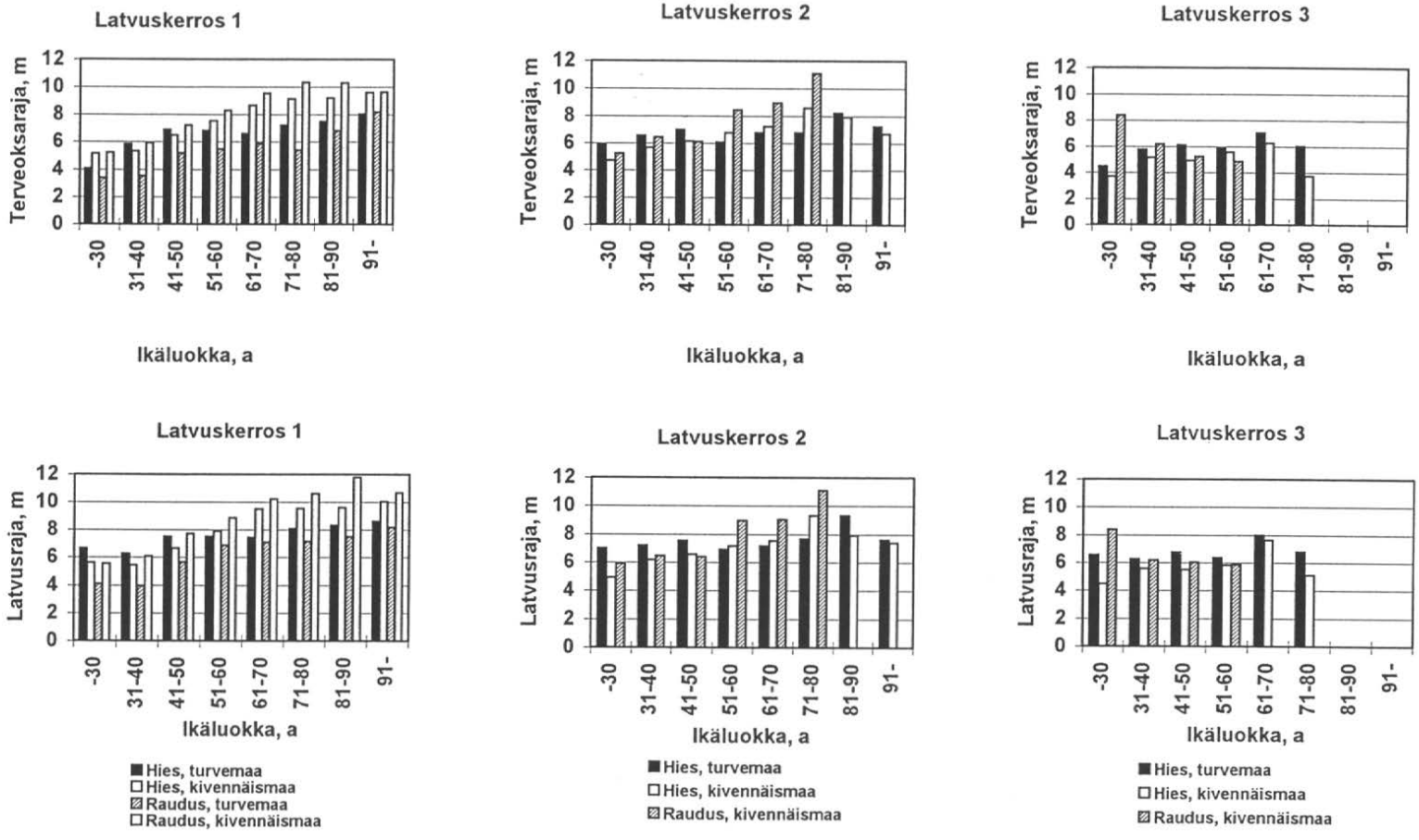
Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä		Mallin parametrit a	b	c	Selitysaste R^2	Jäännöshajonta RMSE
				Oksakyhmyraja, dm		
Hieskoivu, turvemaa	A	7,338	0,157	0,000623	0,057	15,205
	B	4,457	0,242	0,0000677	0,064	15,519
	C	6,205	0,198	0,000381	0,064	15,546
Hieskoivu, kivennäismaa	A	2,470	0,193	0,00180	0,236	15,152
	B	-1,611	0,344	0,0000976	0,245	16,034
	C	-2,080	0,359	0,0000207	0,249	15,934
Hieskoivu, yhteensä	A	7,326	0,117	0,00121	0,097	15,212
	B	3,537	0,228	0,000530	0,117	15,666
	C	4,392	0,211	0,000638	0,118	15,664
Rauduskoivu, turvemaa	A	16,081	-0,254	0,00449	0,111	13,453
	B	17,181	-0,331	0,00529	0,128	13,592
	C	16,189	-0,282	0,00484	0,123	13,809
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	-10,012	0,613	0,000888	0,307	25,321
	B	-14,676	0,763	-0,000179	0,304	25,839
	C	-14,579	0,791	-0,000416	0,309	25,846
Rauduskoivu, yhteensä	A	-2,216	0,291	0,00318	0,292	23,887
	B	-5,594	0,394	0,00247	0,290	24,463
	C	-5,386	0,414	0,00230	0,292	24,542
				Kuivaoksaraja, dm		
Hieskoivu, turvemaa	A	8,886	0,520	-0,00181	0,069	18,047
	B	-6,686	0,925	-0,00431	0,111	17,952
	C	4,868	0,629	-0,00251	0,079	18,219
Hieskoivu, kivennäismaa	A	-8,007	0,877	-0,00192	0,325	20,917
	B	-9,721	0,938	-0,00232	0,340	21,459
	C	-11,012	1,011	-0,00284	0,339	21,317
Hieskoivu, yhteensä	A	9,913	0,389	0,000227	0,138	18,916
	B	0,0319	0,628	-0,00109	0,184	19,200
	C	5,908	0,201	-0,000433	0,160	19,404
Rauduskoivu, turvemaa	A	10,001	0,0945	0,00340	0,284	13,510
	B	11,548	0,0504	0,00369	0,275	13,873
	C	12,639	-0,00074	0,00413	0,279	13,831
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	1,385	0,549	0,00223	0,385	24,381
	B	-4,421	0,718	0,00108	0,396	24,340
	C	-3,162	0,684	0,00130	0,396	24,443
Rauduskoivu, yhteensä	A	6,356	0,282	0,00428	0,381	23,199
	B	1,861	0,415	0,00335	0,389	23,276
	C	3,275	0,372	0,00363	0,388	23,380

Taulukko 24 (jatkoa).

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä		Mallin parametrit a	b	c	Selitysaste R^2	Jäännöshajonta RMSE
				Terveoksaraja, dm		
Hieskoivu, turvemaa	A	45,267	0,486	-0,00178	0,043	20,882
	B	35,086	0,631	-0,00203	0,078	20,819
	C	42,396	0,444	-0,000948	0,063	20,734
Hieskoivu, kivennäismaa	A	18,368	1,193	-0,00492	0,268	20,601
	B	13,784	1,279	-0,00532	0,303	20,746
	C	15,473	1,231	-0,00507	0,294	20,467
Hieskoivu, yhteensä	A	40,252	0,582	-0,00176	0,087	20,977
	B	29,435	0,771	-0,00249	0,137	20,955
	C	34,662	0,643	-0,00181	0,121	20,836
Rauduskoivu, turvemaa	A	13,860	0,821	-0,00222	0,198	20,390
	B	15,598	0,795	-0,00221	0,193	20,510
	C	14,413	0,832	-0,00243	0,209	20,153
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	11,931	1,783	-0,00892	0,336	23,401
	B	6,405	1,962	-0,0102	0,343	23,401
	C	8,988	1,870	-0,00952	0,341	23,372
Rauduskoivu, yhteensä	A	16,913	1,328	-0,00497	0,286	25,625
	B	11,916	1,499	-0,00625	0,293	25,634
	C	14,306	1,420	-0,00569	0,293	25,458
				Latvusraja, dm		
Hieskoivu, turvemaa	A	48,885	0,567	-0,00211	0,059	20,397
	B	33,114	0,879	-0,00355	0,109	20,196
	C	44,644	0,575	-0,00171	0,080	20,371
Hieskoivu, kivennäismaa	A	19,890	1,267	-0,00525	0,290	20,555
	B	15,163	1,352	-0,00563	0,321	20,985
	C	17,127	1,292	-0,00529	0,313	20,649
Hieskoivu, yhteensä	A	42,403	0,700	-0,00242	0,107	20,573
	B	28,219	0,978	-0,00371	0,170	20,477
	C	35,842	0,786	-0,00264	0,143	20,562
Rauduskoivu, yhteensä	A	5,784	1,469	-0,00732	0,288	18,646
	B	8,593	1,304	-0,00572	0,320	18,054
	C	7,916	1,322	-0,00579	0,330	17,987
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	17,363	1,668	-0,00708	0,416	22,313
	B	12,504	1,839	-0,00837	0,418	22,264
	C	12,938	1,800	-0,00801	0,425	22,304
Rauduskoivu, yhteensä	A	20,377	1,345	-0,00432	0,375	23,599
	B	15,874	1,490	-0,00537	0,381	23,693
	C	16,541	1,453	-0,00506	0,387	23,615



Kuva 34a-c. Hies- ja rauduskoivujen iän mukaan kasvupaikkaryhmittäin tasoitetut oksikkuusrajat A-, B- ja C-aineistoissa.



Kuva 35a-f. Hies- ja rauduskoivujen keskimääräiset terveoksa- ja latvusrajat ikäluokittain eri latvuskerroksissa turve- ja kivennäismailla A-aineistossa.

Hieskoivun terveoksaraja oli turvemailla 0,7-2,3 m ylempänä, yleissäännöstä poikennutta yli 90 a ikäluokkaa lukuunottamatta, ja kivennäismailla 0,1-1,2 m alempana kuin rauduskoivun terveoksaraja. Hieskoivun latvusraja oli puolestaan turvemailla 0,4-2,6 m ylempänä ja kivennäismailla 0,6-2,2 m alempana kuin rauduskoivun latvusraja. Tulokset viittasivat lievästi koivulajien eron pienenemiseen terveoksarajassa ja kasvamiseen latvusrajassa ylimmässä latvuskerroksessa puiden ikääntyessä. Muissa latvuskerroksissa koivulajien eroja voitiin tarkastella rauduskoivun aineiston pienuuden vuoksi vain muutamissa ikäluokissa kivennäismailla. Hieskoivulla lisävaltapuiden terveoksaraja oli tällöin 0,5-2,5 m ja latvusraja 0,2-1,8 m alempana kuin rauduskoivulla, ja koivulajien ero kasvoi selvästi puiden ikääntyessä. Hieskoivulla alle 61 a luokkien väli- ja aluspuiden terveoksaraja oli vastaavasti 0,4-3,2 m ja latvusraja 0,2-2,8 m alempana ja 61-70 a luokan puiden vastaavat rajat 1,4 ja 1,8 m ylempänä kuin rauduskoivulla.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä koivulajin, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia logaritmisiin oksikkuusrajoihin. Ikä vaikutti merkitsevästi oksakyhmyrajaan sekä turvemailla (df=1790, 1157 ja 1157, F=79,21-98,88, p=0,0001) että kivennäismailla (df=718, 614 ja 614, F=10,59-18,19, p=0,0001-0,0012), ja runkoluku turvemailla merkitsevästi A-aineistossa (F=17,13, p=0,000) ja suuntaa antavasti C-aineistossa (F=2,11, p=0,1461; vrt. B-aineisto: F=1,29, p=0,2564) ja kivennäismailla kaikissa aineistoissa merkitsevästi (F=7,53-11,24, p=0,0009-0,0062). Koivulaji tai latvuskerrosluokka eivät vaikuttaneet missään aineistossa turvemailla (F=0,81-0,96 ja 0,57-1,00, p=0,3262-0,3696 ja 0,3670-0,5481) tai kivennäismailla (F=0,00-0,05 ja 0,17-1,08, p=0,7006-0,9526 ja 0,3286-0,8406).

Ikä oli merkitsevin kuivaoksarajaan vaikuttavista tekijöistä sekä turve- että kivennäismailla (F=83,65-118,89 ja 247,73-261,66, p=0,0001), mutta myös runkoluvun (F=12,24-18,03 ja 13,29-20,82, p=0,0001-0,0005 ja 0,0001-0,0003) ja koivulajin (F=4,00-6,83 ja 3,83-6,75, p=0,0091-0,0458 ja 0,0061-0,0488) vaikutukset olivat merkitseviä. Latvuskerrosluokka vaikutti turvemailla suuntaa antavasti vain B-aineistossa (F=2,01, p=0,1102; vrt. A- ja C-aineistot: F=1,23 ja 0,29, p=0,2990 ja 0,7477) ja ei vaikuttanut kivennäismailla missään aineistossa (F=0,54-0,96, p=0,3821-0,5802).

Koivulaji oli merkitsevin terveoksarajaan vaikuttavista tekijöistä turvemailla (F=14,84-26,05, p=0,0001) ja toiseksi merkitsevin kivennäismailla (F=28,16-29,16, p=0,0001). Ikä vaikutti turvemailla merkitsevästi vain B- ja C-aineistoissa (F=6,80 ja 5,97, p=0,0092 ja 0,0147; vrt. A-aineisto: F=0,39, p=0,5316), mutta sen vaikutus oli kivennäismailla tutkituista muuttujista merkitsevin kaikissa aineistoissa (F=154,65-160,21, p=0,0001). Myös latvuskerrosluokka ja runkoluku vaikuttivat merkitsevästi sekä turvemailla (F=6,71-14,99 ja 8,73-31,39, p=0,0001-0,0002 ja 0,0001-0,0032) että kivennäismailla (F=18,08-22,82 ja 19,95-35,45, p=0,0001).

Koivulaji vaikutti merkitsevästi latvusrajaan kaikissa aineistoissa sekä turve- että kivennäismailla (F=9,12-11,89 ja 39,80-40,58, p=0,0006-0,0026 ja 0,0001). Ikä vaikutti turvemailla merkitsevästi terveoksarajan tavoin vain B- ja C-aineistoissa (157,59 ja 125,14, p=0,0001; vrt. A-aineisto: F=1,50, p=0,2216), mutta kivennäismailla iän vaikutus oli tutkituista muuttujista merkitsevin kaikissa aineistoissa (F=197,68-213,10, p=0,0001). Myös runkoluku vaikutti merkitsevästi sekä turve- että kivennäismailla (F=7,14-41,06 ja 14,79-31,28, p=0,0001) ja latvuskerrosluokka turvemailla A-aineistossa (F=10,87, p=0,0001; vrt. B- ja C-aineistot: F=1,18 ja 1,47, p=0,3143 ja 0,2300) ja kivennäismailla kaikissa aineistoissa (F=14,10-19,17, p=0,0001).

Puuston tiheys olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon myös hies- ja rauduskoivun ikäluokittaisten oksikkuusrajojen vertailussa. Tiheyden vakioinnin epärealistisuus oli kuitenkin vielä ilmeisempi ja perusteet epävarmemmat kuin hieskoivua koskeneessa vertailussa (luku 3.1.1.1.2).

Taulukossa 25 on esitetty hies- ja rauduskoivujen keskimääräiset oksikkuusrajat *rinnankorkeusläpimittaluokittain* A-, B- ja C-aineistojen perusteella. Läpimittaluokittaiset erot hies- ja rauduskoivujen välillä olivat ikäluokittaisia eroja säännönmukaisemmat mutta kuitenkin varsin pienet. Kaikki oksikkuusrajat olivat hieskoivulla pienissä läpimittaluokissa hieman ylempänä ja muissa luokissa selvästi alempana kuin rauduskoivulla. Ero kasvoi pääsääntöisesti läpimittaluokan suurentuessa. A-aineistossa oksakyhmyraja oli hieskoivulla alle 15 cm:n luokissa, 9 cm:n luokkaa lukuunottamatta, 0,2-0,4 m ylempänä ja näitä suuremmissa luokissa 0,2-3,3 m alempana kuin rauduskoivulla ja kuivaoksaraja vastaavasti alle 17 cm:n luokissa 0,1-0,4 m ylempänä ja näitä suuremmissa luokissa 0,2-2,4 m alempana. Terveoksa- ja

latvusrajat olivat hieskoivulla alle 17 cm:n luokissa, 11 cm:n luokkaa lukuunottamatta, 0,1-0,5 m ja 0,2-0,6 m ylempänä ja näitä suuremmissa luokissa 0,3-1,7 m ja 0,3-2,0 m alempana kuin rauduskoivulla. Yleissäännön vastaiset erot oksakyhmy- ja terveoksarajassa 31 cm:n luokassa ja suhteellisen pienet erot muissa tukkipuuluokissa johtuivat hieskoivujen rauduskoivuja korkeammasta iästä. Käytetty aineisto vaikutti vain vähän tuloksiin, joskin B- ja C-aineistossa hieksen ja rauduksen erot pienimmissä läpimittaluokissa pienenivät tai olivat päinvastaisia A-aineistoon verrattuna.

Taulukko 25. Hies- ja rauduskoivujen keskimääräiset oksikkuusrajat rinnankorkeusläpimittaluokittain. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Rinnankorkeus-läpimittaluokka,	Oksakyhmyraja, m		Kuivaoksaraja, m		Terveoksaraja, m		Latvusraja, m	
cm	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
				A-aineisto				
9	1,32	1,48	2,70	2,27	6,10	5,99	6,72	6,16
11	1,37	0,95	2,71	2,65	5,95	6,23	6,46	6,68
13	1,63	1,40	3,01	2,94	6,51	5,98	7,07	6,66
15	1,85	2,26	3,36	3,18	6,94	6,78	7,61	7,40
17	1,90	3,33	3,40	4,74	6,95	7,43	7,73	7,96
19	2,17	2,53	3,66	3,81	7,06	7,64	7,72	8,38
21	2,60	3,88	4,10	4,90	7,15	8,81	8,00	9,99
23	2,75	3,69	4,57	4,99	7,79	8,78	8,51	9,53
25	3,38	4,12	5,06	5,63	7,88	9,78	8,73	10,40
27	2,95	4,52	3,96	4,98	8,12	8,42	9,02	9,43
29	3,36	6,67	4,54	6,98	8,60	9,17	10,05	10,97
31	3,98	4,18	3,88	5,34	9,23	8,60	9,35	9,60
				B-aineisto				
9	1,06	1,10	2,32	2,17	4,76	5,78	5,11	6,05
11	1,33	1,32	2,48	2,19	5,18	5,51	5,67	6,09
13	1,60	1,37	2,79	3,08	5,87	6,30	6,36	6,87
15	1,81	2,28	3,29	3,25	6,79	6,98	7,39	7,38
17	1,88	3,33	3,37	4,79	6,89	7,52	7,64	8,06
19	2,17	2,53	3,66	3,81	7,06	7,64	7,72	8,38
21	2,60	3,88	4,10	4,90	7,15	8,81	8,05	9,99
23	2,75	3,69	4,57	4,99	7,79	8,78	8,51	9,52
25	3,38	4,12	5,06	5,63	7,88	9,78	8,73	10,40
27	2,95	4,52	3,96	4,98	8,12	8,42	9,02	9,43
29	3,36	6,67	4,54	6,98	8,60	9,17	10,05	10,97
31	3,98	4,18	3,88	5,34	9,23	8,60	9,35	9,60
				C-aineisto				
9	1,17	1,41	2,72	2,27	5,27	5,91	5,80	6,14
11	1,39	0,93	2,80	2,49	5,64	6,02	6,17	6,39
13	1,66	1,39	2,90	2,78	5,98	6,01	6,48	6,62
15	1,93	2,46	3,51	3,07	6,63	6,57	7,31	6,93
17	1,85	3,43	3,28	4,75	6,89	7,26	7,58	7,84
19	2,18	2,59	3,63	3,82	7,10	7,75	7,74	8,44
21	2,60	3,88	4,11	4,90	7,18	8,81	8,01	9,99
23	2,75	3,69	4,57	4,99	7,79	8,78	8,51	9,52
25	3,38	4,12	5,06	5,63	7,88	9,78	8,73	10,40
27	2,95	4,52	3,96	4,98	8,12	8,42	9,02	9,43
29	3,36	6,67	4,54	6,98	8,60	9,17	10,05	10,97
31	3,98	4,18	3,88	5,34	9,23	8,60	9,35	9,60

Regressiotasoituksen (taulukko 19) jälkeen hies- ja rauduskoivun oksikkuusrajojen erot olivat säännönmukaisia. A-aineistossa sekä oksakyhmy- että kuivaoksarajat olivat hieskoivulla 9 ja 11 cm:n läpimittaluokissa 0,5 m ja 0,2 m ylempänä ja järeämmissä luokissa vastaavasti alempana kuin rauduskoivulla. Tämänsuuntainen ero kasvoi puun järeytyessä ollen 31 cm:n luokassa oksakyhmyrajassa 1,1 m ja kuivaoksarajassa 1,0 m. Terveoksaraja oli hieskoivulla 9 cm:n luokassa 0,4 m ylempänä ja järeämmissä luokissa vastaavasti alempana kuin rauduskoivulla. Tämänsuuntainen ero kasvoi puun järeytyessä ollen 31 cm:n luokassa 3,8 m. Latvusraja oli hieskoivulla alle 15 cm:n luokissa 0,8, 0,4 ja 0,3 m ylempänä ja järeämmissä luokissa vastaavasti alempana kuin rauduskoivulla. Tämänsuuntainen ero kasvoi puun järeytyessä ollen 31 cm:n luokassa 1,4 m. B- ja C-aineistoissa hies- ja rauduskoivujen läpimittaluokittaiset erot oksikkuusrajoissa poikkesivat vain 0,1-0,2 m siitä mitä ne olivat A aineistossa.

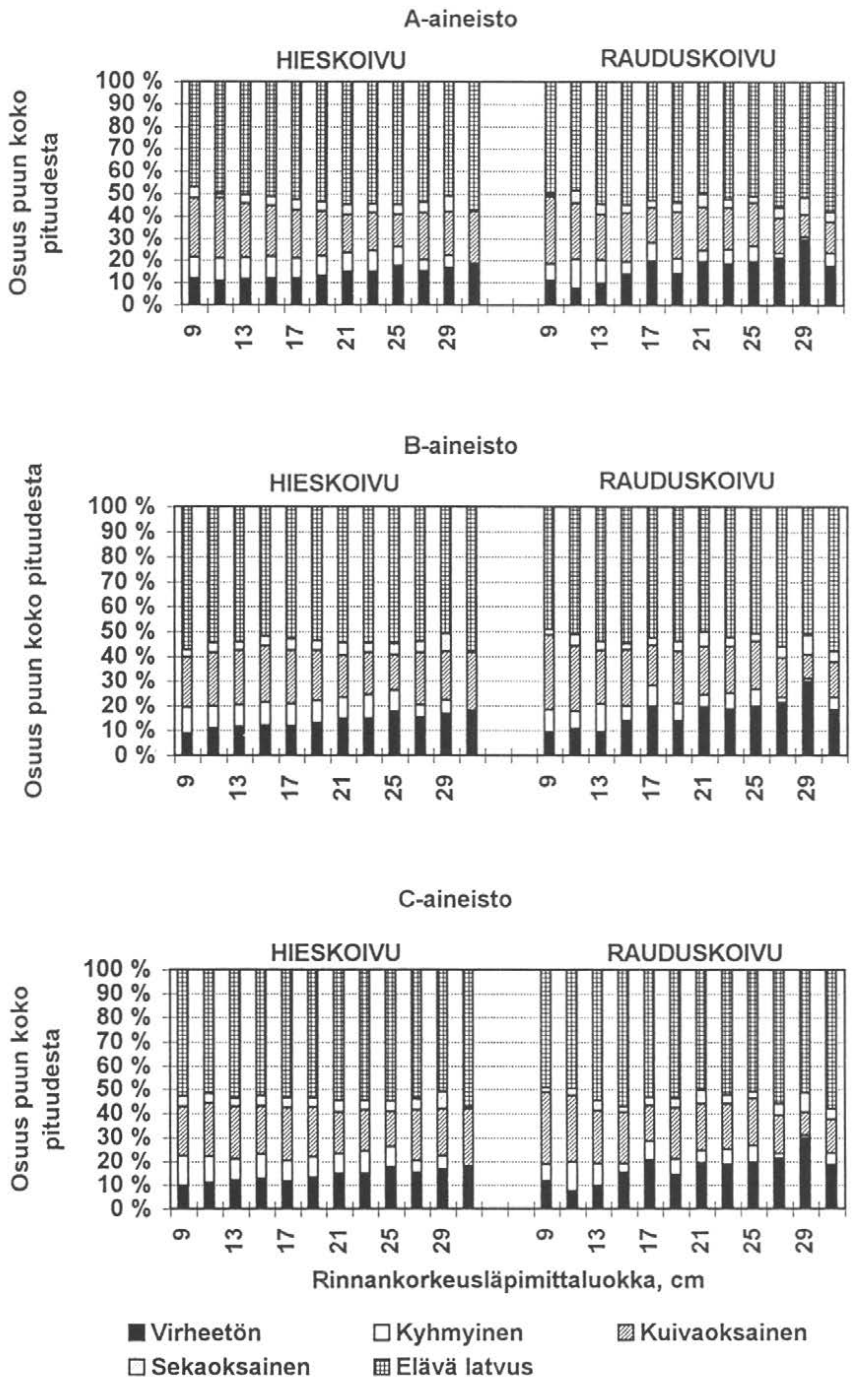
Kovarianssianalyysin mukaan, jossa logaritmisia oksikkuusrajoja selitettiin koivulajilla ja logaritmisella rinnankorkeusläpimitalla, hiesten ja raudusten ero oli merkitsevä kuivaoksarajassa A- ja C-aineistoissa (df=2507 ja 1770, F=4,68 ja 4,93, p=0,0344 ja 0,0279; vrt. B-aineisto: df=1772, F=0,57, p=0,4521). Koivulaji ei vaikuttanut oksakyhmyrajaan (F=0,85-1,42, p=0,2300-0,3500) tai terveoksarajaan (F=0,41-1,79, p=0,1834-0,5203) ja vaikutus latvusrajaan oli vain A-aineistossa suuntaa antava (F=2,88, p=0,0834; vrt. B- ja C-aineistot: F=1,64 ja 0,01, p=0,2021 ja 0,9211). Täten rinnankorkeusläpimitan vaikutus oli ratkaisevan merkitsevä sekä oksakyhmyrajaan (F=190,96-235,68, p=0,0001), kuivaoksarajaan (F=132,67-150,93, p=0,0001), terveoksarajaan (F=131,29-165,89, p=0,0001) että latvusrajaan (F=200,24-247,13, p=0,0001). Koivulajin ja rinnankorkeusläpimitan välillä oli merkitsevä yhdysvaikutus A-aineistossa oksakyhmy-, kuivaoksa- ja latvusrajojen ja C-aineistossa kuivaoksarajan suhteen.

Otettaessa koivulajin ja logaritmisen rinnankorkeusläpimitan lisäksi huomioon myös latvuskerrosluokka ja runkoluku, kaikki tutkitut muuttujat vaikuttivat merkitsevästi oksakyhmyrajaan järjestyksessä läpimitta (df=2507, 1770 ja 1772, F=199,89-215,32, p=0,0001), runkoluku (F=13,22-27,50, p=0,0001), latvuskerrosluokka (F=5,26-8,85, p=0,0002-0,0019) ja koivulaji (F=5,52-6,35, p=0,0118-0,0188). Kuivaoksarajaan vaikuttivat läpimitta ja runkoluku merkitsevästi kaikissa aineistoissa (F=115,30-156,51 ja 19,06-33,41, p=0,0001) ja latvuskerrosluokka suuntaa antavasti A-aineistossa (F=2,23, p=0,0827) ja merkitsevästi B- ja C-aineistoissa (F=3,29 ja 3,53, p=0,0200 ja 0,0295), mutta koivulaji ei vaikuttanut missään aineistossa (F=0,05-0,08, p=0,7735-0,8244). Terveoksa- ja latvusrajaan vaikuttivat kaikissa aineistoissa merkitsevästi läpimitta (F=156,13-190,66 ja 232,73-278,92, p=0,0001), runkoluku (F=24,89-75,10 ja 23,44-92,01, p=0,0001) ja koivulaji (F=8,11-10,86 ja 10,17-12,96, p=0,0010-0,0044 ja 0,0003-0,0014). Latvuskerrosluokka vaikutti merkitsevästi terveoksa- ja latvusrajaan A-aineistossa (F=5,05 ja 5,75, p=0,0017 ja 0,0006) ja suuntaa antavasti terveoksarajaan C-aineistossa (F=2,57, p=0,0765) mutta ei vaikuttanut tähän B-aineistossa (F=1,45, p=0,2259) kuten ei myöskään latvusrajaan B- ja C-aineistossa (F=1,45 ja 1,04, p=0,2259 ja 0,1716).

Kuvissa 36a-c on esitetty hies- ja rauduskoivun keskimääräisten oksikkuusrajojen mukaisten rungonosien osuudet puun koko pituudesta rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistojen perusteella. Läpimittaluokittaiset erot hies- ja rauduskoivujen välillä olivat tässäkin ikäluokittaisia eroja säännönmukaisemmat mutta kuitenkin varsin pienet.

Virheettömän osan pituusosuus oli hieskoivulla A-aineistossa alle 15 cm:n läpimittaluokissa, 9 cm:n luokkaa lukuunottamatta, 2-3 %-yksikköä suurempi ja näitä suuremmissa luokissa 1-13 %-yksikköä pienempi kuin kuin rauduskoivulla. Koivulajien erot kyhmyisen osan pituusosuudessa olivat päinvastaiset, alle 15 cm:n luokissa, 9 cm:n luokkaa lukuunottamatta, 1-3 %-yksikköä ja näitä suuremmissa luokissa 1-4 %-yksikköä. Yli 29 cm:n luokissa tulokset poikkesivat suurten puiden yleisestä linjasta siten, että hieskoivulla oli virheetöntä osaa 1-4 %-yksikköä enemmän ja kyhmyistä osaa 5-12 %-yksikköä vähemmän kuin rauduskoivulla. Koko oksattoman osan pituusosuus oli hieskoivulla alle 17 cm:n luokissa 1-3 %-yksikköä suurempi ja näitä suuremmissa luokissa 1-9 %-yksikköä pienempi kuin rauduskoivulla. Käytetty aineisto vaikutti vain vähän tuloksiin. Hies- ja rauduskoivun erot olivat kuitenkin B-aineiston alle 13 cm:n luokissa virheettömän osan osalta hyvin pienet ja kyhmyisenkin osan osalta pienemmät, B-aineiston muissa luokissa vastaavasti virheettömän osan osalta hieman pienemmät ja kyhmyisen osan osalta hieman suuremmat sekä koko C-aineistossa yleensä hieman suuremmat kuin A-aineistossa. Koko oksattoman osan osalta erot olivat B-ainestoissa alle 19 cm:n

luokissa, 11 cm:n luokkaa lukuunottamatta, hieman pienemmät ja B-aineiston muissa luokissa ja koko C-aineistossa suuremmat kuin A-aineistossa.



Kuva 36 a-c. Hies- ja rauduskoivun keskimääräisten oksikkuusrajojen mukaisten rungonosien osuudet puun koko pituudesta rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa.

Kuivaoksaisen osan pituusosuus oli hieskoivulla A-aineistossa alle 13 cm:n läpimittaluokissa 3-4 %-yksikköä pienempi, 13-17 cm:n luokissa 1-6 %-yksikköä suurempi, 19-25 cm:n luokissa 1-5 %-yksikköä pienempi ja näitä suuremmissa luokissa taas 1-10 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla. Vastaavan suuntaiset erot olivat B- ja C-aineistoissa alle 13 cm:n luokissa selvästi suuremmat ja muissa luokissa yleensä hieman pienemmät kuin A-aineistossa.

Koivulajien ero sekaoksaisessa osuudessa vaihteli A-aineistossa välillä -4 -+3 %-yksikköä läpimittaluokasta riippuen. Alle 19 cm:n luokissa osuus oli hieskoivulla yleensä hieman suurempi kuin rauduskoivulla, kun taas ero oli näitä suuremmissa luokissa yleensä päinvastainen. Koivulajien erot olivat varsinkin B-aineistossa mutta myös C-aineistossa pienissä läpimittaluokissa yleensä hieman pienemmät kuin A-aineistossa. Latvusosuus oli hieskoivulla A-aineistossa alle 19 cm:n ja yli 25 cm:n luokissa 1-3 %-yksikköä pienempi ja 21-25 cm:n luokissa 2-4 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla. Yleisestä linjasta poiketen se oli hieskoivulla 31 cm:n luokassa 8 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla. B-aineistossa latvusosuus oli hieskoivulla eräitä poikkeuksellisia luokkia lukuunottamatta ja varsinkin pienissä luokissa 1-8 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla. C-aineistossa koivulajien erot olivat yleensä samansuuntaisia ja suurempia tai päinvastainen ero oli pienempi kuin A-aineistossa.

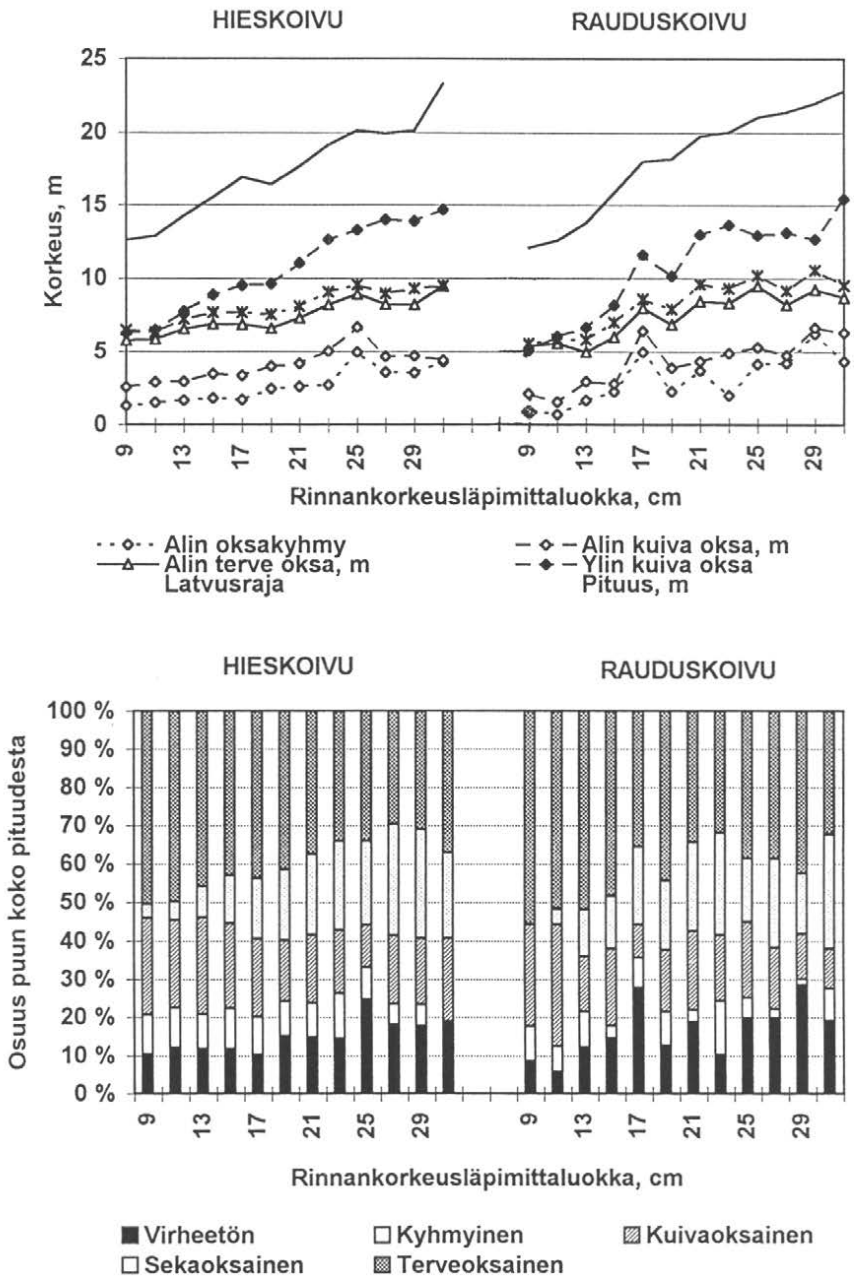
Vaippapinnassa kuivia oksia sisältävän osan pituusosuus oli hieskoivulla A-aineistossa vastaavasti yleensä 1-14 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla eräitä yksittäisiä läpimittaluokkia lukuunottamatta. Suurin päinvastainen ero, 12 %-yksikköä, esiintyi luokassa 33 cm. Osuus oli kuitenkin hieskoivulla alle 15 cm:n luokissa B-aineistoissa latvusosuuksien eroja koskeneiden tulosten lailla 3-8 %-yksikköä ja C-aineistossa 1-6 %-yksikköä pienempi kuin rauduskoivulla. Muissa luokissa päinvastainen ero oli B-aineistossa hieman pienempi ja C-aineistossa vastaavasti suurempi kuin A-aineistossa. Erityisesti hieskoivun aineistoon koealojen koivujen runkoluvun rajoituksen jälkeen jääneet suurimmat ja laadukkaimmat puut olivat myös vähemmän kuivaoksaisia kuin rajoituksessa aineiston ulkopuolelle jääneet puut ja kuivaoksaisuuden lieventyminen oli hieskoivulla tällöin selvempää kuin rauduskoivulla.

Myös hies- ja rauduskoivun rinnankorkeusläpimittaluokittaisten oksikkuusrajojen ja oksikkuusvyöhykkeiden pituusosuuksien vertailua voitiin tarkentaa kaatokoepuumittausten perusteella pystykoepuumittauksiin verrattuna tarkemman korkeuden mittauksen ansiosta, joskin aineisto samalla pieneni (kuvat 37a-b). Erot oksakyhmy-, kuivaoksa- ja terveoksarajassa ja täten myös virheettömän, oksattoman ja kuivaoksaisen osan pituusosuuksissa olivat tässäkin pienet kaato- ja pystykoepuuaineistojen välillä. Kaatokoepuuaineiston ylin kuollut oksa oli kuitenkin tässäkin selvästi ylempänä kuin pystykoepuuaineiston latvusraja.

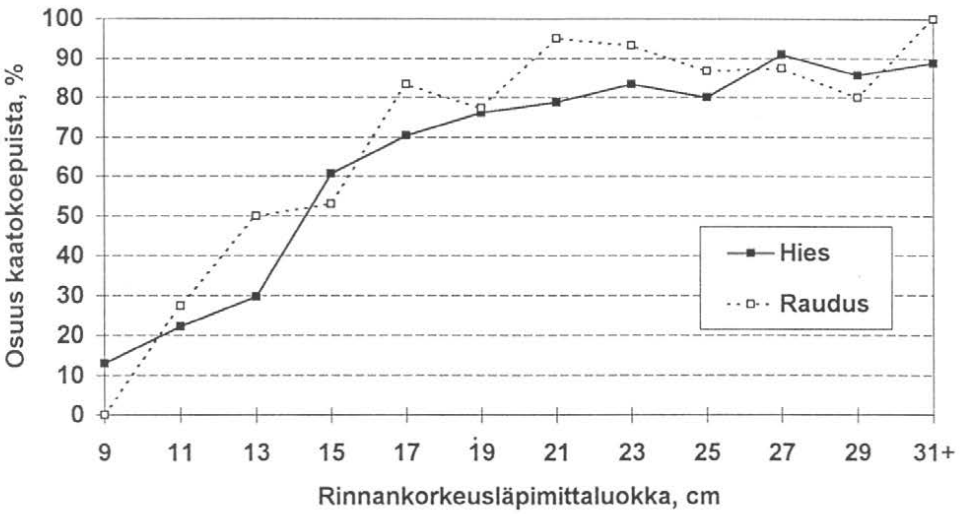
Kaatokoepuuaineistossa ylin kuollut oksa oli hieksellä keskimäärin 2,6 m ja rauduksella 2,5 m korkeammalla kuin latvusraja. Tämä ero esiintyi kaikissa läpimittaluokissa 9 cm:n luokkaa lukuunottamatta. Ero kasvoi selvästi ja säännöllisesti läpimitan kasvaessa siten, että se oli 11 cm:n luokassa hieksellä 0,1 m ja rauduksella 0,2 m ja 31 cm:n luokassa hieksellä 5,2 m ja rauduksella 5,9 m.

Täten sekaoksainen osa oli sekä hies- että rauduskoivulla 9 cm:n läpimittaluokkaa lukuunottamatta huomattavasti pidempi ja terveoksainen osa lyhyempi kuin mitä voitiin päätellä pystykoepuumittausten perusteella. Sekaoksaisen osan pituusosuus kasvoi selvästi läpimitan kasvaessa aina 23 cm:n luokkaan asti, minkä jälkeen se pysyi suunnilleen vakiotasolla. Osuus oli 9-11 cm:n luokissa hieksellä 4-5 % ja rauduksella 0-4 % ja yli 23 cm:n

luokissa hieksellä 22-29 % ja rauduksella 16-30 % puun koko pituudesta. Sekaoksaisen osan osuus oli hieskoivulla 13-19 cm:n luokkia lukuunottamatta suurempi kuin rauduskoivulla. Latvusosuus puolestaan pieneni ollen 9 cm:n luokassa hieksellä 50 % ja rauduksella 56 % ja 29-31 cm:n luokissa hieksellä 31-37 % ja rauduksella 32-42 %. Latvusosuus oli rauduksella eräitä keskikoisia luokkia lukuunottamatta suurempi kuin hieksellä.



Kuva 37 a-b. Hies- ja rauduskoivujen keskimääräiset oksikkuusrajat (yläkuva) ja oksikkuusrajojen mukaisten rungonosien osuudet puun koko pituudesta (alakuva) rinnankorkeusläpimittaluokittain kaatokoepuuaineistossa.



Kuva 38. Kuolleita oksia latvusrajan yläpuolella sisältäneiden hies- ja rauduskoivujen osuudet rinnankorkeusläpimittaluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Kuolleita oksia latvusrajan yläpuolella sisältäneiden puiden osuus oli huomattava sekä hies- että rauduskoivulla. Osuus kasvoi läpimittaluokan mukana jyrkästi, hieksellä 9 cm:n luokan 13 prosentista 17 cm:n luokan 70 prosenttiin ja rauduksella vastaavasti 0 prosentista 83 prosenttiin, minkä jälkeen kasvu tasaantui hieskoivulla noin 80 prosentin ja rauduskoivulla noin 90 prosentin tasolle (kuva 38). Hieskoivulla kuolleita oksia oli latvusrajan yläpuolella harvemmin kuin rauduskoivulla eräitä yksittäisiä läpimittaluokkia lukuunottamatta. Eron suuruus ei ollut selvässä yhteydessä puun läpimittaan.

3.1.2.2 Oksien lukumäärä

3.1.2.2.1 Hieskoivu

Hieskoivun kuitupuun vähimmäismittavaatimukset täyttävän osan eli käyttöosan pituusyksikön sekä tyvitukkiosaa kuvaavan viiden metrin tyviosan eri tyyppisten oksien lukumäärän vaihtelusta pystyttiin askeltavalla regressioanalyysillä selittämään vain 20 ja 18 % oksakyhmyjen, 20 ja 28 % kuivien oksien, 17 ja 16 % lahojen oksien, 17 % terveiden oksien, 31 ja 35 % kuolleiden sekä 26 ja 37 % kaikkien oksien osalta (liitteet 1.5 ja 1.6).

Käyttöosan osalta puuston ikää ja järeyttä kuvaava kehitysluokka oli selvästi tärkein oksakyhmyjen sekä kuivien, kuolleiden ja kaikkien oksien lukumäärän selittäjä (R^2=0,13-0,23), kun taas lahojen oksien lukumäärän vaihtelua selitti eniten turvemaihin liittyvä turpeen paksuus (R^2=0,05), ja terveiden oksien lukumäärän vaihtelua puuston tiheyttä kuvaava pohjapinta-ala (R^2=0,08). Muita tärkeimpiä selittäjiä olivat ennenkaikkea latvuskerros ja kasvupaikkaluokka. Ikä sinänsä selitti vain pienen osan oksakyhmyjen sekä kuolleiden ja kaikkien oksien lukumäärän vaihtelusta (R^2=0,01-0,02). Terveiden ja kuolleiden oksien lukumäärää lukuunottamatta puuston tiheyttä kuvaavien pohjapinta-alan ja ainespuiden runkoluvun selitysasteet olivat myös alhaiset.

Tyvitukkiosan osalta puuston kehitysluokka selitti niinikään eniten oksakyhmyjen, kuivien oksien ja kuolleiden oksien lukumäärän vaihtelusta (R^2=0,12-25), turpeen paksuus lahojen oksien lukumäärän vaihtelusta (R^2=0,07) ja pohjapinta-ala terveiden oksien lukumäärän vaihtelusta (R^2=0,08). Ikä oli kuitenkin selvästi tärkein kaikkien oksien lukumäärän vaihtelun selittäjä (R^2=0,23). Iän merkitys oksien lukumäärän selittäjänä oli tyvitukkiosassa oksalajeittainkin selvästi suurempi kuin käyttöosassa.

Vastaavat analyysit tehtiin myös sisällyttämällä rinnankorkeusläpimitta selittäjiin. Koko käyttöosassa pystyttiin tällöin selittämään jossain määrin suurempi osuus oksien lukumäärän vaihtelusta, kun taas tyvitukkiosassa selitysaste ei juurikaan kohonnut. Tarkastelluilla tekijöillä pystyttiin tässäkin selittämään kuitenkin vain 23 ja 20 % käyttöosan ja tyviosan oksakyhmyjen, 22 ja 29 % kuivien oksien, 18 ja 16 % lahojen oksien, 27 ja 17 % terveiden oksien sekä 31 ja 37 % kaikkien oksien lukumäärän vaihtelusta. Kuolleiden oksien lukumäärään läpimitta ei tuonut lainkaan lisää lisäselitystä.

Muuttujien keskinäinen selitysjärjestys muuttui kuitenkin paljon käyttöosassa, jossa rinnankorkeusläpimitta oli tärkein terveiden oksien lukumäärän (R^2=0,13), toiseksi tärkein oksakyhmyjen lukumäärän (R^2=0,05) ja kolmanneksi tärkein kaikkien oksien lukumäärän selittäjä (R^2=0,05). Läpimitta oli lisäksi oksien lukumäärän selittäjänä ikää tärkeämpi oksalajeittain ja lähes yhtä tärkeä kaikkien oksien lukumäärän osalta. Tyvitukkiosassa läpimitalla oli vain vähän merkitystä oksakyhmyjen ja kuivien oksien lukumäärän selittäjänä (R^2=0,01). Näissäkin tapauksessa läpimitan vaikutus oli iän vaikutusta heikompi.

Myös kapeneminen selitti oksien lukumäärän vaihtelua kaatokoepuuaineistossa tehdyissä analyyseissä. Selitysaste suureni tällöin kuitenkin vain vähän verrattuna malleihin, joissa kapenemista ei ollut mukana. Kuolleiden oksien lukumäärään kapeneminen ei tuonut lainkaan lisää lisäselitysvoimaa. Tarkasteluissa, joissa ei ollut mukana rinnankorkeusläpimittaa, pystyttiin selittämään 21 ja 19 % käyttöosan ja tyviosan oksakyhmyjen, 23 ja 29 % kuivien oksien, 18 ja 16 % lahojen oksien, 23 ja 19 % terveiden oksien sekä 29 ja 38 % kaikkien oksien lukumäärän vaihtelusta. Käyttöosassa kapeneminen oli tärkein terveiden oksien lukumäärän (R^2=0,0842), toiseksi tärkein oksakyhmyjen (R^2=0,0342) ja kaikkien oksien lukumäärien (R^2=0,0333) ja neljänneksi tärkein kuivien oksien lukumäärän (R^2=0,0092) vaihtelun selittäjä.

Kapenemisen ja rinnankorkeusläpimitan sisältäneissä analyyseissä kapeneminen selitti hyvin lievästi vain terveiden oksien lukumäärän vaihtelua (R^2=0,0063), koska läpimitan vaikutus peitti kapenemisen vaikutuksen suureksi osaksi terveiden oksien ja kokonaan muun laatuisten oksien lukumäärän osalta. Tyviosassa kapeneminen vaikutti oksien lukumääriin selvästi käyttöosaa vähemmän. Tarkasteluissa, joissa ei ollut mukana läpimittaa, kapeneminen selitti vain 0,5-0,8 % oksakyhmyjen ja kuivien, terveiden ja kaikkien oksien lukumäärän vaihtelusta. Läpimitan sisältäneissä tarkastelussa kapeneminen vaikutti vain terveiden ja kaikkien oksien lukumääriin ja silloinkin lievästi (R^2=0,0052 ja 0,0057).

Taulukossa 26 on esitetty hieskoivujen koko käyttöosan oksien lukumäärät pituusyksikköä kohti ja viiden metrin tyviosan oksien kokonaislukumäärät *oksalajeittain kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineiston perusteella*. Koko käyttöosassa pituusyksikön oksakyhmyjen sekä kuivien, kuolleiden ja kaikkien oksien lukumäärät pienenivät ja lahojen ja

Taulukko 26. Hieskoivun koko käyttöosan oksien lukumäärä pituusyksikköä kohti ja viiden metrin tyviosan oksien kokonaislukumäärä oksalajeittain sekä kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Oksalaji	Kasvupaikkaluokka	Koko käyttöosa, Ikäluokka, a								Viiden metrin tyviosa, Ikäluokka, a							
		-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
		Oksia, kpl/m								Oksia, kpl							
Oksa-kyhmyt	Ruohoinen turvemaa	0,17	1,44	1,09	0,78	0,62	0,59	0,56	0,49	0,83	7,10	5,83	4,39	3,78	3,70	3,28	2,98
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,67	1,11	1,01	0,88	0,75	0,59	0,58	1,15	3,33	5,15	5,39	4,43	3,85	2,87	2,64	5,00
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	1,28	0,72	0,72	0,59	0,61	0,67	1,06	0,43	7,71	4,17	4,18	3,58	3,30	3,48	4,77	2,46
	Tuore kangas	1,00	1,20	1,23	0,86	0,71	0,57	0,49	0,21	5,12	7,13	6,92	4,71	3,47	3,21	2,24	1,43
	Kuivahko kangas	1,08	0,74	1,05	0,77	1,11	0,52	0,97	0,58	5,39	3,76	5,51	4,19	5,01	2,60	5,39	2,24
Kuivat oksat	Ruohoinen turvemaa	1,14	0,79	0,89	0,58	0,49	0,61	0,64	0,54	5,72	2,99	3,31	1,88	1,29	1,20	1,44	1,49
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,94	0,54	0,87	0,78	0,28	0,31	0,52	0,13	4,72	2,17	2,71	2,56	0,73	0,61	0,42	0,42
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,41	1,16	1,02	0,65	0,69	0,57	0,69	0,72	1,66	6,07	3,96	2,63	2,71	2,29	2,27	2,26
	Tuore kangas	0,93	0,79	1,13	0,73	0,69	0,68	0,38	0,28	4,85	3,95	4,74	2,50	1,42	2,38	0,89	0,84
	Kuivahko kangas	1,63	1,36	1,09	1,12	0,57	0,47	0,32	0,45	8,17	6,15	4,86	3,67	2,23	0,42	0,19	1,21
Lahot oksat	Ruohoinen turvemaa	0,08	0,57	0,42	0,72	0,69	0,62	0,82	0,88	0,42	2,86	1,55	2,40	2,36	2,20	2,77	2,39
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0	0,47	0,43	0,52	0,66	0,78	0,18	0,77	0	1,33	1,66	1,59	2,80	2,66	0,14	1,25
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,99	0,68	0,74	0,48	0,33	0,41	0,04	0,05	3,96	2,67	3,85	2,31	1,74	2,00	0,19	0,19
	Tuore kangas	0,12	0,27	0,51	0,49	0,16	0,24	0,54	0,44	0,61	1,58	3,27	2,41	0,18	1,07	0,72	0,18
	Kuivahko kangas	0,08	0,20	0,24	0,34	0,30	0,39	0,63	0,22	0,42	1,14	1,37	1,11	1,30	2,19	1,39	0,14
Kuol-leet oksat	Ruohoinen turvemaa	1,39	2,80	2,40	2,08	1,80	1,82	2,02	1,91	6,97	12,95	10,69	8,67	7,43	7,10	7,49	6,86
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	1,61	2,12	2,31	2,18	1,69	1,68	1,28	2,05	8,05	8,65	9,76	8,58	7,38	6,14	3,20	6,67
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	2,68	2,56	2,48	1,72	1,63	1,65	1,79	1,20	13,33	12,91	11,99	8,52	7,75	7,77	7,23	4,91
	Tuore kangas	2,05	2,26	2,87	2,08	1,56	1,49	1,41	0,93	10,58	12,66	14,93	9,62	5,07	6,66	3,85	2,45
	Kuivahko kangas	2,79	2,30	2,38	2,23	1,98	1,38	1,92	1,25	13,98	11,15	11,74	8,97	8,54	5,21	6,97	3,59

Taulukko 26 (jatkoa).

Oksalaji	Kasvupaikkaluokka	Koko käyttöosa Ikäluokka, a								Viiden metrin tyviosa Ikäluokka, a							
		-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
		Oksia, kpl/m								Oksia, kpl							
Terveet oksat	Ruohoinen turvemaa	2,38	0,58	0,58	0,91	0,82	0,69	1,22	0,86	11,88	1,60	0,28	0,78	0,41	0,49	0,08	0
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	2,78	0,31	0,71	0,84	0,70	1,09	0,61	0,73	13,89	0,26	1,23	1,00	0,51	1,03	0	0,42
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,92	1,32	1,14	1,01	1,25	1,11	0,61	1,63	1,67	3,82	2,46	2,04	1,91	1,61	1,15	2,49
	Tuore kangas	1,39	1,08	0,92	0,64	0,61	0,90	0,72	1,16	6,56	2,61	0,51	0,90	0,42	1,78	0,63	0,59
	Kuivahko kangas	0,56	0,79	0,86	1,11	0,86	0,94	0,82	1,07	2,78	2,88	2,31	1,39	1,29	0,31	0,19	0,97
Kaikki oksat	Ruohoinen turvemaa	3,77	3,38	3,03	2,99	2,63	2,51	3,24	2,77	18,85	14,55	11,13	9,45	7,92	7,59	7,57	6,86
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	4,39	2,48	3,08	3,03	2,41	2,86	1,89	2,78	21,94	9,10	11,24	9,62	8,00	7,37	3,20	7,09
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	3,60	3,88	3,66	2,73	2,89	2,77	2,40	2,88	15,00	16,73	14,65	10,56	9,66	9,44	8,38	7,77
	Tuore kangas	3,44	3,51	3,81	2,73	2,20	2,39	2,13	2,10	17,14	16,05	15,57	10,57	5,49	8,44	4,48	3,06
	Kuivahko kangas	3,35	3,15	3,26	3,53	2,84	2,32	2,74	2,32	16,76	14,16	14,15	11,59	9,83	5,52	7,16	4,56

terveiden oksien lukumäärät kasvoivat oletusten mukaisesti hieskoivun ikääntyessä. Lahoja oksia esiintyi sitä enemmän suhteessa kuiviin oksiin mitä vanhempi oli ikäluokka.

Oksakyhmyjen osalta iän vaikutus ei ollut erityisen voimakas ja kasvupaikkaluokkien erot olivat kokonaisuutena pienet. Viljavimmilla kasvupaikoilla, eli tuoreilla kankailla ja ruohoisilla turvemailla, kyhmyjä oli alle 61 a ikäluokissa keskimääräistä enemmän, ruohoisten turvemaiden alle 31 a luokkaa lukuunottamatta, ja yli 80 a luokissa vastaavasti keskimääräistä vähemmän. Tulos ilmensi keskimääräistä nopeamman läpimitan kasvun oksien kyljestymistä edistävää vaikutusta.

Kuivien oksien osalta eroja oli kasvupaikkaluokkien välillä lähinnä alle 61 a ikäluokissa, joissa kuivahkojen kankaiden hieskoivut erottuivat muita kasvupaikkoja oksaisempina. Vähiten kuivia oksia oli koko ikäjakauman alueella mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Lahoja oksia oli varsinkin keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa eniten turvemaiden ja vähiten kivennäismaiden kasvupaikoilla. Muista kasvupaikoista poiketen ja oletusten vastaisesti lahojen oksien lukumäärä aleni selvästi puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla puun ikääntyessä. Syy tulokseen ei selvinnyt. Kuolleiden oksien kokonaislukumäärä oli alle 41 a luokissa suurin karuimmilla kasvupaikoilla eli puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla ja pienin viljavilla turvemailla, mutta iän kasvaessa kasvupaikkaluokkien erot tasoittuivat ja kuolleita oksia oli yleensä eniten ruohoisilla turvemailla ja vähiten tuoreilla kankailla.

Iän oksien lukumäärää lisäävä vaikutus oli pienin terveillä oksilla; vaikutus oli ruohoisten ja mustikkaisten-suursaraisten turvemaiden alle 31 a ikäluokkaa lukuunottamatta selväpiirteinen. Eniten terveitä oksia oli yleensä karuimmilla kasvupaikoilla eli puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla. Kaikkien oksien osalta kasvupaikkaluokkien erot olivat epäselvät. Nuorissa luokissa oksia oli eniten puolukkaisilla-piensaraisilla ja vähiten mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla alle 31 a luokkaa lukuunottamatta. Vanhoissa luokissa oksia oli eniten ruohoisilla turvemailla ja vähiten tuoreilla kankailla.

Myös tyvitukkiosassa erityisesti kuivien, kuolleiden ja kaikkien oksien lukumäärät mutta myös oksakyhmyjen ja terveiden oksien lukumäärät pienenivät hieskoivun ikääntyessä. Oksakyhmyjen osalta kasvupaikkaluokkien erot olivat kokonaisuutena pienet ja samansuuntaiset kuin koko käyttöosassa. Sama koski kuivien oksien esiintymistä. Niitä oli alle 61 a luokissa eniten kuivahkoilla kankailla ja vähiten mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Näitä vanhemmissa luokissa mustikkaiset-suursaraiset turvemaat erottuivat keskimääräistä enemmän kuollutoksaisina. Lahoja oksia oli nuorissa luokissa eniten puolukkaisilla-suursaraisilla ja vähiten ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla, kun taas keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa niitä oli eniten viljavien turvemaiden ja vähiten kivennäismaiden kasvupaikoilla. Iän vaikutus lahojen oksien lukumäärään oli epäselvä; kaiken lisäksi lukumäärä aleni oletusten vastaisesti puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla puiden ikääntyessä. Kuolleiden oksien kokonaislukumäärässä kasvupaikkojen erot olivat kokonaisuutena pienet, joskin lukumäärä oli alle 41 a ikäluokissa suurin karuimmilla kasvupaikoilla eli puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla.

Terveitä oksia oli yleensä eniten karuimmilla kasvupaikoilla eli puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla ja vähiten ruohoisilla turvemailla. Muutoin kasvupaikkojen erot olivat tässäkin pienet. Iän oksien lukumäärää pienentävä vaikutus oli selvin kaikkien oksien lukumäärässä. Kasvupaikkaluokkien erot olivat tällöin epäselvät

nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa. Vanhoissa luokissa oksia oli eniten puolukkaisilla-piensaraisilla ja ruohoisilla turvemailla ja vähiten mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla.

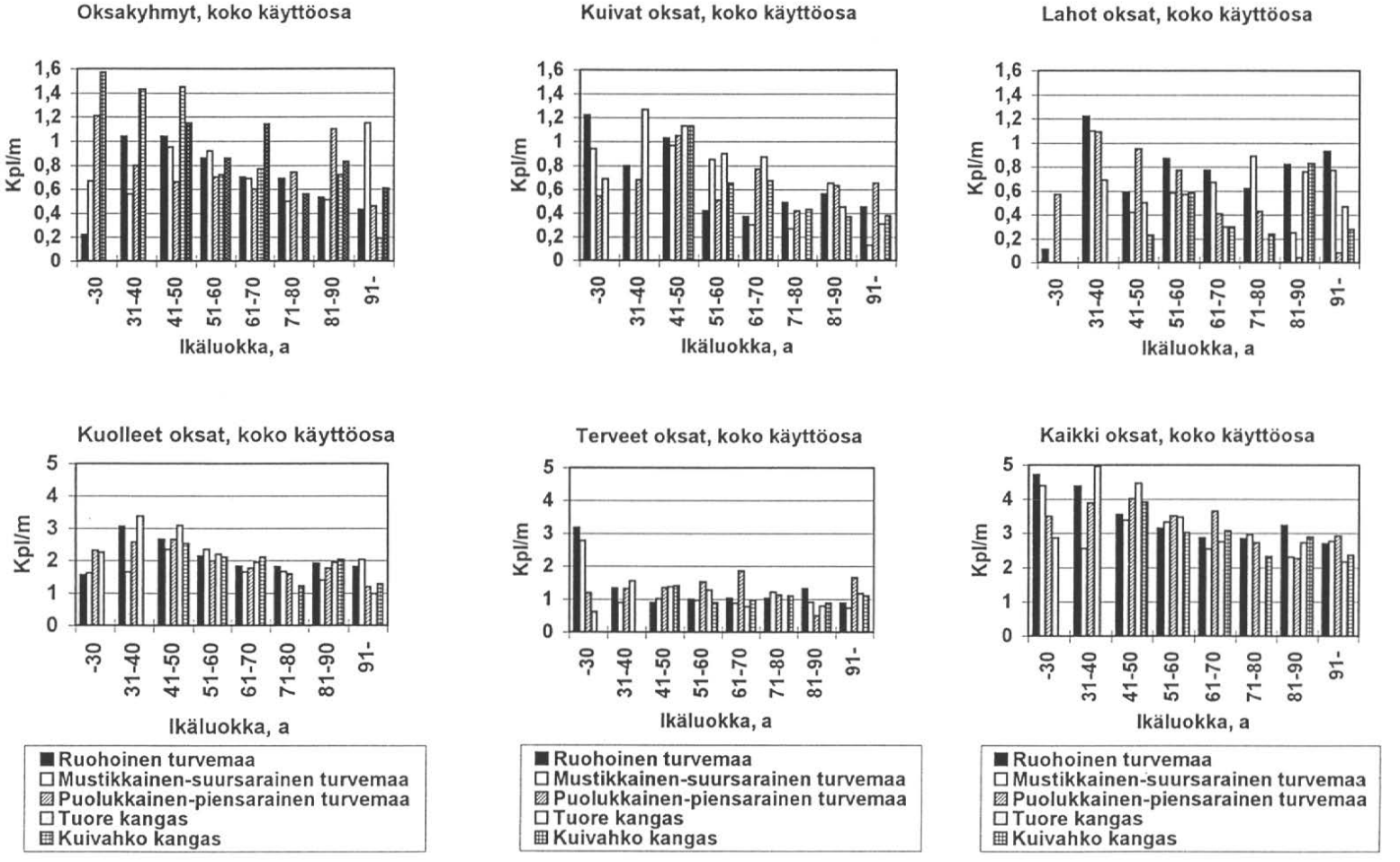
Kasvupaikka- ja ikäluokan vaikutusta hieskoivun oksien lukumäärien neliöjuuriin testattiin oksalajeittain kaksisuuntaisella varianssianalyysillä. Käyttöosassa (df=691) ikäluokka vaikutti oksakyhmyjen sekä kuivien, kuolleiden ja kaikkien oksien lukumääriin merkitsevästi (F=4,67-9,76, p=0,0001), terveiden oksien lukumäärään suuntaa antavasti (F=3,30, p=0,0534) mutta ei vaikuttanut lahojen oksien lukumäärään (F=1,47, p=0,1741), kun taas kasvupaikkaluokka vaikutti vain lahojen oksien lukumäärään merkitsevästi (F=5,77, p=0,0001) ja kuivien oksien lukumäärään suuntaa antavasti (F=1,91, p=0,1079; vrt. muut oksalajit: F=0,87-2,05, p=0,2650-0,4825). Muuttujien välillä oli yhdysvaikutusta oksakyhmyjen sekä lahojen ja terveiden oksien osalta. Tyvitukkiosassa (df=691) ikäluokka vaikutti merkitsevästi kaikkien oksalajien oksien lukumääriin (F=2,39-23,20, p=0,0001-0,0205) ja kasvupaikkaluokka lahojen ja kuolleiden oksien lukumääriin merkitsevästi (F=3,69 ja 2,52, p=0,0056 ja 0,0402) sekä kuivien, terveiden ja kaikkien oksien lukumääriin suuntaa antavasti (F=2,08-2,52, p=0,0616-0,0819; vrt. oksakyhmyt: F=0,11, p=0,9807). Muuttujien välillä oli kaikissa tapauksissa merkitseviä yhdysvaikutuksia. Tyvitukkiosassa ikäluokka vaikutti kaikilla oksalajeilla ja kasvupaikkaluokka oksakyhmyjä sekä lahoja oksia lukuunottamatta merkitsevämmin oksien lukumääriin kuin käyttöosassa.

Tukeyn testi erotteli käyttöosan lahojen oksien perusteella tuoreet kankaat ruohoisista turvemaista ja kuivahkot kankaat ruohoisista ja mustikkaisista-suursaraisista turvemaista sekä lisäksi ruohoiset turvemaat puolukkaisista-piensaraisista. Tyvitukkiosassa erottuivat kuolleiden oksien perusteella tuoreet kankaat mustikkaisia-suursaraisia turvemaita lukuunottamatta ja kuivahkot kankaat puolukkaisia-piensaraisia turvemaita lukuunottamatta kaikista kasvupaikkaluokista ja lahojen oksien perusteella tuoreet kankaat kaikista turvemaiden kasvupaikkaluokista ja kuivahkot kankaat ruohoisista turvemaista.

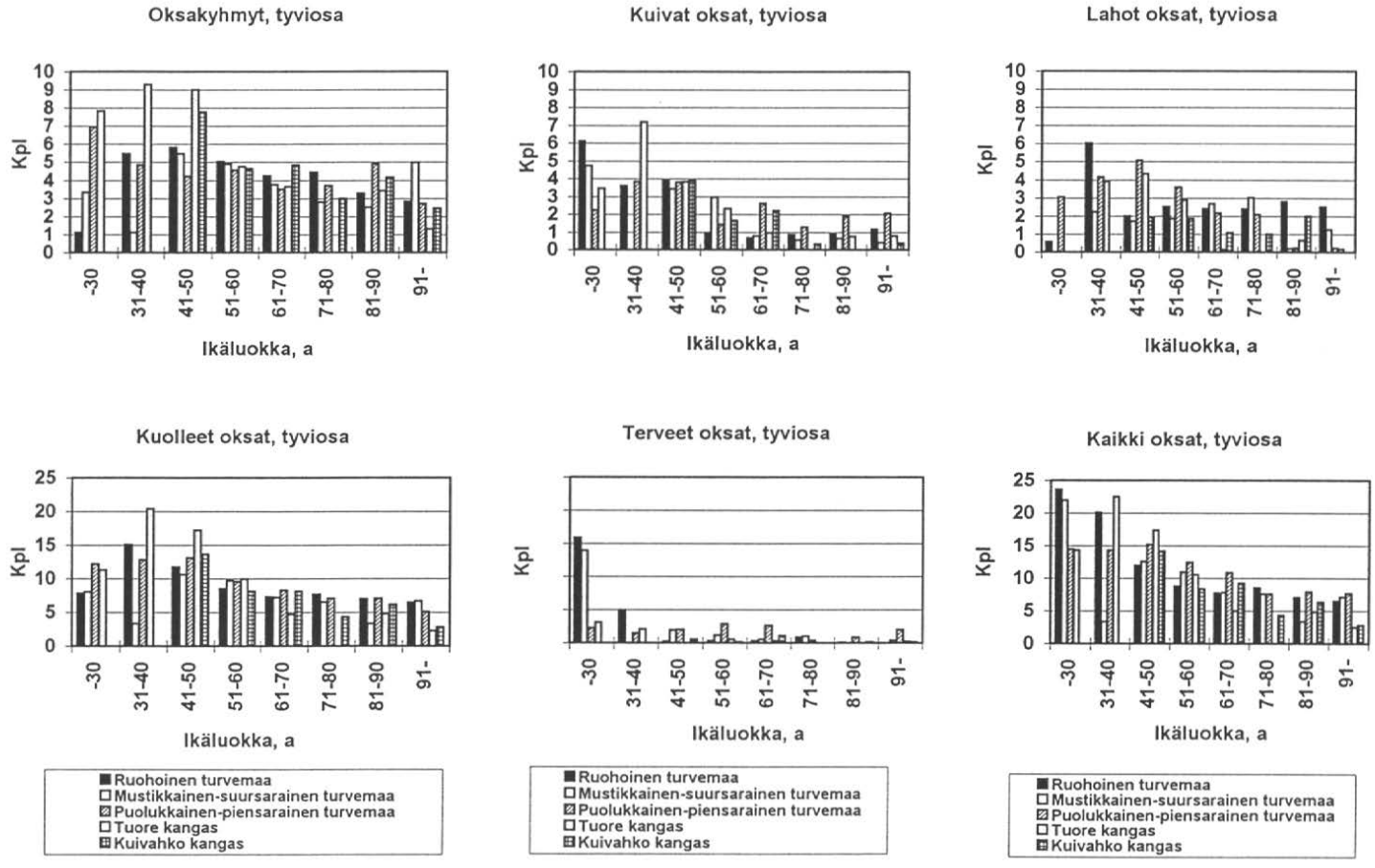
Hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaiset oksien lukumäärät esitetään erikseen päävaltapuille, koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat toisistaan eri kasvupaikkaluokkien, varsinkin turve- ja kivennäismaiden luokkien välillä (kuva 14a) ja latvuskerrosluokka vaikutti oksien lukumääriin (liitteet 1.5 ja 1.6). Muiden latvuskerrosluokkien kaatokoepuuaineistossa oli vain vähän havaintoja. Kasvupaikkojen suhteet oksien lukumäärissä ja iän vaikutus olivat päävaltapuiden käyttöosassa pääosin samansuuntaiset kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin (kuvat 39a-f). Tyvitukkiosassa kasvupaikkojen suhteet poikkesivat jossain määrin latvuskerrosten keskimääräisistä tuloksista (kuvat 40a-f).

Käyttöosassa keskimääräistä nopeamman kasvun tunnusmerkkeinä oleviin suuriin kyljestyneisiin oksiin viittaavia oksakyhmyjä oli päävaltapuissa useimmissa ikäluokissa ja varsinkin tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla enemmän ja iän kasvamisen oksakyhmyjen lukumäärää pienentävä vaikutus oli osin voimakkaampi (tuoreet kankaat) kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin. Erityisen paljon hieskoivuissa oli kyhmyjä tuoreilla kankailla nuorissa ikäluokissa ja osin myös kuivahkoilla kankailla ja ruohoisilla turvemailla. Kuivien oksien lukumäärässä erot päävaltapuiden ja keskimääräisten tulosten välillä olivat pieniä; joissakin harvoissa tapauksissa kuivia oksia oli päävaltapuissa keskimääräistä vähemmän. Lahoja oksia oli päävaltapuissa enemmän kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin. Myös päävaltapuissa oli lahoja oksia varsinkin vanhoissa luokissa eniten viljavilla turvemailla. Ikä ei vaikuttanut suoranaisesti lahojen oksien runsauteen, poikkeuksena lukumäärää alentanut vaikutus puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla.

Edellämainitun mukaisesti myös käyttöosan kuolleiden oksien kokonaislukumäärä oli päävaltapuissa yleensä, varsinkin kivennäismailla, suurempi kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin. Eniten kuolleita oksia oli nuorissa ikäluokissa ruohoisilla turvemailla sekä tuoreilla kankailla, mutta iän kasvaessa kasvupaikkaluokkien erot tasoittuivat tässäkin tarkastelussa. Erityisesti terveitä oksia oli päävaltapuissa säännöllisesti keskimääräistä enemmän, vaikka ero oli yleensä samansuuntainen kuolleiden oksien osalta.



Kuva 39a-f. Hieskoivun päävaltapuiden keskimääräiset pituusyksikön oksien lukumäärät käyttöosassa oksalajeittain eri kasvupaikka- ja ikäluokissa kaatokoepuuaineistossa.



Kuva 40a-f. Hieskoivun päävaltapuiden keskimääräiset oksien kokonaislukumäärät viiden metrin tyviosassa oksalajeittain eri kasvupaikka- ja ikäluokissa kaatokoepuu-aineistossa.

Täten päävaltapuissa oli täytynyt olla yhdessä kiehkurassa enemmän oksia ja/tai kiehkuroiden välillä enemmän välioksia kuin muissa latvuskerroksissa. Eniten terveitä oksia oli tässä tarkastelussa yleensä viljavimmilla kasvupaikoilla, joskin vanhoissa luokissa niitä oli runsaasti myös puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla ilmeisesti käyttöosan latvaosan keskimääräistä hitaamman pituuskasvun vuoksi. Edellä esitetystä seuraa, että myös oksien kokonaislukumäärä oli päävaltapuissa eräitä harvoja tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden ikäluokkia lukuunottamatta suurempi kuin kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin. Iän oksien lukumäärää pienentävä vaikutus oli päävaltapuissa keskimääräistä voimakkaampi varsinkin viljavimmilla kasvupaikoilla.

Tyvitukkiosassa latvuskerros vaikutti oksakyhmyjen lukumäärään vain tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla, joilla kyhmyjä oli päävaltapuissa varsinkin nuorissa ikäluokissa keskimääräistä enemmän.Kasvupaikkaluokkien erot olivat samansuuntaiset kuin koko käyttöosassa. Kuivia oksia päävaltapuiden tyviosassa oli yleensä keskimääräistä vähemmän ruohoisten turvemaiden nuoria luokkia lukuunottamatta, joissa latvuskerrosten ero oli päinvastainen. Kuivia oksia oli nuorissa luokissa eniten ruohoisilla turvemailla ja keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Lahojen oksien lukumäärään latvuskerros vaikutti nuorissa ja osin keski-ikäisissä luokissa, joissa päävaltapuiden tyviosassa oli lahoja oksia enemmän kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin. Lahoja oksia oli eniten turvemaiden kasvupaikoilla, nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa varsinkin puolukkaisilla-piensaraisilla ja vanhoissa luokissa ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla mailla.

Kuolleiden oksien kokonaislukumäärä oli päävaltapuissa keskimääräistä suurempi vain viljavimpien kasvupaikkojen, ruohoisten turvemaiden ja tuoreiden kankaiden nuorissa ikäluokissa. Kuolleita oksia oli päävaltapuiden tyviosassa nuorissa luokissa eniten tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla ja ruohoisilla turvemailla ja vanhoissa luokissa turvemaiden kasvupaikoilla. Terveiden oksien lukumäärä oli päävaltapuilla säännöllisesti keskimääräistä pienempi tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla sekä puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Viljavilla turvemailla oli päinvastaisia eroja ruohoisten turvemaiden nuorissa luokissa. Terveitä oksia oli päävaltapuiden tyviosassa turvemaiden kasvupaikoilla varsinkin nuorissa luokissa selvästi kivennäismaiden kasvupaikkoja enemmän. Iän oksien lukumäärää pienentävä vaikutus oli päävaltapuillakin selvin kaikkien oksien kokonaislukumäärässä. Tämä oli päävaltapuissa keskimääräistä suurempi kuitenkin vain lähinnä eräissä turvemaiden kasvupaikkojen ikäluokissa. Nuorissa luokissa oksia oli eniten viljavimmilla kasvupaikoilla eli ruohoisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla mutta muuten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla, ilmeisesti hitaan pituus- ja paksuuskasvun vuoksi.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä kasvupaikka- ja latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia hieskoivun oksien lukumäärien neliöjuuriin oksalajeittain. Käyttöosassa (df=691) vaikuttivat oksakyhmyjen lukumäärään merkitsevästi vain ikä ja kasvupaikkaluokka (F=60,03 ja 10,84, p=0,0001) ja kuivien oksien lukumäärään lisäksi latvuskerrosluokka suuntaa antavasti (F=22,15, 3,69 ja 2,21, p=0,0001, 0,0056 ja 0,1101). Lahojen ja terveiden oksien lukumäärät riippuivat merkitsevästi latvuskerrosluokasta (F=26,95 ja 50,55, p=0,0001) ja runkoluvusta (F=17,87 ja 41,34, p=0,0001) ja lisäksi kasvupaikkaluokasta (F=4,81 ja 3,04, p=0,0008 ja 0,0170). Kuolleiden oksien lukumäärään vaikutti vain kasvupaikkaluokka merkitsevästi (F=2,98, p=0,0189) ja runkoluku suuntaa antavasti (F=2,18, p=0,1405) ja kaikkien oksien lukumäärään vain kasvupaikkaluokka suuntaa antavasti (F=2,22, p=0,0654), mikä johtui osaksi lukuisista tutkittujen muuttujien yhdysvaikutuksista.

Taulukko 27. Siemen- ja vesasyntyisen hieskoivun koko käyttöosan oksien lukumäärä pituusyksikköä kohti ja viiden metrin tyviosan oksien kokonaislukumäärä oksalajeittain ikäluokittain turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa.

Oksalaji	Kasvupaikkaryhmä Syntytapa	Koko käyttöosa Ikäluokka, a -30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+	Viiden metrin tyviosa Ikäluokka, a -30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
		Oksia, kpl/m								Oksia, kpl							
Oksa-kyhmyt	Turvemaa																
	Siemensyntyinen	0,83	0,97	0,94	0,75	0,64	0,60	0,76	0,52	4,88	4,80	5,15	4,10	3,67	3,35	3,62	2,95
	Vesasyntyinen	0,50	1,39	1,14	0,90	0,84	0,69	1,14	...	2,50	6,89	5,90	4,82	4,17	3,25	6,25	...
	Kivennäismaa																
	Siemensyntyinen	1,17	1,04	1,12	0,86	0,89	0,59	0,79	0,30	5,83	6,21	6,17	4,77	4,22	3,14	4,15	1,58
	Vesasyntyinen	0,92	0,86	1,14	0,56	0,50	0,25	0	0,38	4,76	4,33	5,92	2,78	2,08	1,25	0	2,32
	Yhteensä																
	Siemensyntyinen	1,00	0,99	0,99	0,78	0,69	0,60	0,77	0,38	5,36	5,26	5,40	4,28	3,78	3,30	3,81	2,05
	Vesasyntyinen	0,79	0,15	1,14	0,84	0,79	0,60	0,76	0,38	4,06	5,73	5,91	4,41	3,85	2,85	4,17	2,32
Kuivat oksat	Turvemaa																
	Siemensyntyinen	0,76	0,69	0,86	0,66	0,47	0,54	0,62	0,58	3,57	3,25	2,95	2,11	1,49	1,54	1,62	1,72
	Vesasyntyinen	0,94	1,07	0,98	0,76	0,47	0,22	0,90	...	4,68	4,29	4,25	3,18	1,06	0,32	1,25	...
	Kivennäismaa																
	Siemensyntyinen	1,52	0,86	1,08	0,98	0,67	0,59	0,36	0,31	7,62	4,07	4,55	3,07	1,80	1,21	0,50	0,78
	Vesasyntyinen	1,04	1,34	1,21	0,74	0,46	0,42	0,22	0,54	5,44	6,25	5,85	3,47	0,83	2,08	0,83	2,75
	Yhteensä																
	Siemensyntyinen	1,14	0,75	0,92	0,75	0,51	0,55	0,53	0,40	5,60	3,51	3,35	2,36	1,55	1,46	1,21	1,10
	Vesasyntyinen	1,01	1,19	1,02	0,76	0,47	0,26	0,68	0,54	5,21	5,18	4,55	3,24	1,03	0,68	1,11	2,75
Lahot oksat	Turvemaa																
	Siemensyntyinen	0,61	0,78	0,46	0,57	0,62	0,56	0,37	0,51	2,50	3,06	1,83	1,96	2,55	2,02	1,18	1,34
	Vesasyntyinen	0	0,22	0,59	0,66	0,47	0,85	0,18	...	0	1,08	2,83	2,49	1,14	3,66	0,42	...
	Kivennäismaa																
	Siemensyntyinen	0,07	0,30	0,42	0,47	0,23	0,34	0,62	0,40	0,34	1,67	2,57	1,92	0,64	1,79	1,14	0,14
	Vesasyntyinen	0,15	0,16	0,13	0,11	0,06	0,17	0	0,07	0,74	1,00	0,70	0,69	0	0,83	0	0,42
	Yhteensä																
	Siemensyntyinen	0,34	0,62	0,45	0,54	0,54	0,50	0,46	0,44	1,43	2,61	2,01	1,95	2,18	1,96	1,17	0,55
	Vesasyntyinen	0,10	0,19	0,50	0,55	0,41	0,72	0,12	0,07	0,51	1,05	2,43	2,13	0,96	3,09	0,28	0,42

Taulukko 27 (jatkoa).

Oksalaji	Kasvupaikkaryhmä	Koko käyttöosa Ikäluokka, a								Viiden metrin tyviosa Ikäluokka, a							
		-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
		Oksia, kpl/m								Oksia, kpl							
Kuolleet oksat	Turvemaa																
	Siemensyntyinen	2,20	2,44	2,27	1,98	1,73	1,70	1,75	1,61	10,95	11,10	9,93	8,17	7,71	6,91	6,42	6,00
	Vesasyntyinen	1,44	2,68	2,71	2,32	1,78	1,76	2,22	...	7,18	12,26	12,99	10,49	6,36	7,23	7,92	...
	Kivennäismaa																
	Siemensyntyinen	2,76	2,19	2,62	2,32	1,79	1,52	1,77	1,02	13,81	11,95	13,29	9,76	6,67	6,15	5,79	2,49
	Vesasyntyinen	2,11	2,37	2,48	1,41	1,02	0,83	0,22	0,98	11,88	11,58	12,46	6,95	2,92	4,17	0,83	5,49
	Yhteensä																
	Siemensyntyinen	2,48	2,36	2,36	2,06	1,74	1,66	1,76	1,22	12,38	11,38	10,76	8,59	7,51	6,72	6,19	3,70
	Vesasyntyinen	1,91	2,54	2,66	2,14	1,66	1,58	0,56	0,98	9,79	11,96	12,89	9,78	5,83	6,62	5,56	5,49
Terveet oksat	Turvemaa																
	Siemensyntyinen	1,88	0,76	0,74	0,92	0,92	1,03	0,90	1,18	7,74	1,67	0,85	1,27	0,85	1,07	0,57	1,11
	Vesasyntyinen	2,08	0,68	0,66	0,89	0,73	0,67	0	...	10,42	2,29	1,51	0,94	0,53	0,94	0	...
	Kivennäismaa																
	Siemensyntyinen	0,74	0,82	1,00	0,90	0,70	0,99	0,72	1,16	3,69	1,30	1,67	0,81	0,60	0,83	0,16	0,44
	Vesasyntyinen	1,31	1,02	0,40	0,90	0,75	0,42	1,57	1,12	6,07	4,22	0,98	2,92	2,08	2,08	4,17	3,38
	Yhteensä																
	Siemensyntyinen	1,31	0,77	0,81	0,91	0,87	1,02	0,83	1,17	5,71	1,55	1,05	1,15	0,80	1,01	0,42	0,67
	Vesasyntyinen	1,55	0,83	0,61	0,89	0,73	0,62	0,52	1,12	7,41	3,17	1,41	1,33	0,77	1,17	1,39	3,38
Kaikki oksat	Turvemaa																
	Siemensyntyinen	4,08	3,20	3,05	2,90	2,66	2,76	2,64	2,81	18,69	12,82	10,92	9,45	8,65	8,06	6,98	7,27
	Vesasyntyinen	3,52	3,38	3,45	3,21	2,51	2,48	2,22	...	17,59	14,64	14,85	11,46	6,89	8,27	7,92	...
	Kivennäismaa																
	Siemensyntyinen	3,50	3,02	3,65	3,35	2,50	2,53	2,50	2,18	17,50	13,25	15,10	11,39	7,27	6,97	5,95	2,95
	Vesasyntyinen	3,43	3,59	2,88	2,30	1,77	1,25	1,80	2,10	17,02	16,75	13,44	9,87	5,00	6,25	5,00	8,88
	Yhteensä																
	Siemensyntyinen	3,79	3,15	3,20	3,02	2,63	2,71	2,59	2,40	18,10	12,96	11,95	9,96	8,38	7,79	6,61	4,34
	Vesasyntyinen	3,46	3,48	3,34	3,03	2,39	2,23	2,08	2,10	17,20	15,60	14,58	11,14	6,60	7,86	6,94	8,88

Tyvitukkiosassa (df=691) vaikuttivat oksakyhmyjen lukumäärään ikä ja kasvupaikkaluokka merkitsevästi (F=58,89 ja 6,59, p=0,0001), kuivien oksien lukumäärään kasvupaikka- ja latvuskerrosluokat merkitsevästi ja ikä suuntaa antavasti (F=6,15, 4,70 ja 2,96, p=0,0001, 0,0094 ja 0,0860), lahojen oksien lukumäärään kaikki muuttujat merkitsevyysjärjestyksessä runkoluku, latvuskerrosluokka, ikä ja kasvupaikkaluokka (F=17,26, 0,62, 13,18 ja 2,39, p=0,0001, 0,0001, 0,0003 ja 0,0494) sekä kuolleiden ja terveiden oksien lukumääriin erityisesti ikä (F=145,84 ja 22,64, p=0,0001) mutta myös runkoluku (F=10,97 ja 22,62, p=0,0010 ja 0,0001) ja kasvupaikkaluokka (F=13,55 ja 4,46, p=0,0001 ja 0,0015). Ikä vaikutti ratkaisevan merkitsevästi myös kaikkien oksien lukumäärään (F=198,81, p=0,0001) ja lisäksi vaikutusta oli kasvupaikka- ja latvuskerrosluokalla (F=4,14 ja 5,36, p=0,0025 ja 0,0049).

Puuston tiheyskin olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaisten lahojen ja terveiden oksien lukumäärien vertailussa käyttöosassa sekä näiden lisäksi kuolleiden oksien lukumäärien vertailussa tyvitukkiosassa. Tiheyden vakiointi oli tässäkin epärealistista edellä todetuista syistä (luku 3.1.1.1.1).

Taulukossa 27 on esitetty *siemen- ja vesasyntyisiksi arvioitujen hieskoivujen* oksien lukumäärät *oksalajeittain kaatokoepuuaineiston perusteella*. Käyttöosassa vesasyntyisissä hieksissä oli yleensä vähemmän erilaatuisia oksia (ml. lahot oksat) ja oksien kokonaislukumäärä oli pienempi kuin siemensyntyisissä hieksissä. Tämä koski erityisesti kivennäismaita. Oksakyhmyjä ja kuivia oksia oli turvemailla ja koko aineistossa ja kuolleita oksia turvemailla kuitenkin vesasyntyisissä hieksissä yleensä siemensyntyisiä hieksiä enemmän. Tyvitukkiosassa oli vesasyntyisissä hieksissä kuitenkin yleensä enemmän erilaatuisia oksia ja oksien kokonaislukumäärä oli suurempi kuin siemensyntyisissä hieksissä. Oksakyhmyjen sekä lahojen, kuolleiden ja kaikkien oksien lukumäärät olivat vesasyntyisillä hieksillä kuitenkin kivennäismailla ja terveiden oksien lukumäärät turvemailla pienemmät kuin siemensyntyisillä hieksillä.

Syntytavan vaikutusta hieskoivun oksien lukumäärien neliöjuuriin testattiin oksalajeittain ja kasvupaikkaryhmittäin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä, jossa toisena selittävänä muuttujana oli ikäluokka. Käyttöosassa syntytapa vaikutti turvemailla (df=481) merkitsevästi vain terveiden oksien lukumäärään (F=4,13, p=0,0427) mutta kivennäismailla (df=210) oksakyhmyjen (F=7,02, p=0,0088) ja lahojen, kuolleiden ja kaikkien oksien lukumääriin (F=4,24-10,46, p=0,0015-0,0393) ja kaikkien kasvupaikkojen aineistossa merkitsevästi lahojen ja kaikkien oksien ja suuntaa antavasti terveiden oksien lukumääriin (F=5,63, 4,24 ja 2,23, p=0,0179, 0,0408 ja 0,1354). Tyvitukkiosassa syntytapa ei vaikuttanut turvemailla minkään oksalajin lukumääriin (F=0,09-1,36, p=0,2436-0,7636), mutta vaikutus oli kivennäismailla merkitsevä oksakyhmyjen ja terveiden oksien lukumääriin (F=6,93 ja 16,14, p=0,0208 ja 0,0001) ja suuntaa antava lahojen ja kuolleiden oksien lukumääriin (F=2,37 ja 2,26, p=0,1251 ja 0,1347). Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa syntytapa vaikutti merkitsevästi vain terveiden oksien ja suuntaa antavasti kaikkien oksien lukumääriin (F=7,87 ja 2,52, p=0,0001 ja 0,1128).

Kovarianssianalyysissä, jossa otettiin syntytavan ja iän lisäksi huomioon latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset, siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen välillä ei ollut käyttöosassa merkitseviä eroja minkään oksalajin lukumäärässä kaikkien kasvupaikkojen aineistossa (F=0,01-2,12, p=0,1547- 0,9233). Turvemailla erot olivat merkitseviä oksakyhmyjen ja kuolleiden oksien lukumäärissä (F=5,47 ja 5,31, p=0,0167 ja 0,0257) ja suuntaa antavia kaikkien oksien lukumäärässä (F=3,62, p=0,0528) ja kivennäismailla merkitseviä vain lahojen oksien lukumäärässä (F=4,88, p=0,0258. Tyvitukkiosassa syntytavan vaikutus oli kaikkien kasvupaikkojen aineistossa merkitsevä terveiden ja kaikkien oksien lukumääriin (F=9,28 ja 6,88, p=0,0001 ja 0,0014) ja suuntaa antava kuolleiden oksien lukumäärään (F=2,33, p=0,1257). Turvemailla vaikutus oli merkitsevä kuolleiden ja kaikkien oksien lukumääriin (6,03 ja 6,32, p=0,0128 ja 0,0125) ja suuntaa antava oksakyhmyjen lukumäärään (F=3,40, p=0,0625) ja kivennäismailla merkitsevä terveiden oksien lukumäärään (F=14,48, p=0,0001) ja suuntaa antava lahojen oksien lukumäärään (F=3,22, p=0,0718). Täten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen oksien lukumäärät olisivat jossain määrin erilaisia myös samassa latvuskerroksessa ja vakiotiheydessä. Tällainen metsikön rakenne ei liene kuitenkaan normaali (luku 4.1.5).

3.1.2.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Hies- ja rauduskoivun kuitupuun vähimmäismittavaatimukset täyttävän osan eli käyttöosan pituusyksikön sekä tyvitukkiosaa kuvaavan viiden metrin tyviosan eri tyyppisten oksien lukumäärän vaihtelusta pystyttiin askeltavalla regressioanalyysillä selittämään vain 16 ja 15 % oksakyhmyjen, 21 ja 31 % kuivien oksien, 15 ja 13 % lahojen oksien, 21 ja 20 % terveiden

oksien, 28 ja 34 % kuolleiden oksien sekä 28 ja 37 % kaikkien oksien osalta (liitteet 1.7 ja 1.8).

Käyttöosan osalta puuston ikää ja järeyttä kuvaava kehitysluokka oli selvästi tärkein oksakyhmyjen sekä kuivien, kuolleiden ja kaikkien oksien lukumäärän selittäjä (R^2=0,08-0,21), kun taas lahojen oksien lukumäärän vaihtelua selitti eniten turvemaihin ja kivennäismaan soistuneisuuteen liittyvä turpeen paksuus (R^2=0,06), ja terveiden oksien lukumäärän vaihtelua puuston tiheyttä kuvaava pohjapinta-ala (R^2=0,09). Ikä sinänsä selitti vain pienen osan oksakyhmyjen sekä kuivien, kuolleiden, terveiden ja kaikkien oksien lukumäärän vaihtelusta (R^2=0,01). Koivulaji selitti vain 0,3-1,2 % erilaatuisten oksien lukumäärien vaihtelusta ja 4 % kaikkien oksien lukumäärän vaihtelusta. Muita tärkeimpiä selittäjiä olivat ennenkaikkea latvuskerrosluokka ja joissakin tapauksissa runkolaji ja runkomuotoluokka. Terveiden oksien lukumäärää lukuunottamatta puuston tiheyttä kuvaavien pohjapinta-alan ja ainespuiden runkoluvun selitysasteet olivat alhaiset.

Tyvitukkiosan osalta puuston kehitysluokka selitti eniten oksakyhmyjen ja kuolleiden oksien lukumäärän vaihtelusta (R^2=0,12 ja 0,27) ja toiseksi eniten kuivien ja kaikkien oksien lukumäärän vaihtelusta (R^2=0,11). Lisäksi kehitysluokka vaikutti terveiden oksien (R^2=0,03) ja lahojen oksien (R^2=0,02) lukumäärään. Turpeen paksuus selitti eniten lahojen oksien lukumäärän vaihtelusta (R^2=0,07) ja pohjapinta-ala terveiden oksien lukumäärän vaihtelusta (R^2=0,09). Ikä oli kuitenkin selvästi tärkein kuivien ja kaikkien oksien lukumäärän vaihtelun selittäjä (R^2=0,14 ja 0,27). Iän merkitys oksien lukumäärän selittäjänä oli tyvitukkiosassa oksalajeittainkin selvästi suurempi kuin käyttöosassa.

Vastaavat analyysit tehtiin myös sisällyttämällä rinnankorkeusläpimitta mukaan oksien lukumäärien selittäjiin. Koko käyttöosassa pystyttiin tällöin selittämään, kuolleiden oksien lukumäärää lukuunottamatta, jonkin verran suurempi osa oksien lukumäärän vaihtelusta, kun taas tyvitukkiosassa selitysaste ei juuri kohonnut. Tarkastelluilla tekijöillä pystyttiin tässäkin selittämään kuitenkin vain 18 ja 16 % käyttöosan ja tyviosan oksakyhmyjen, 22 ja 32 % kuivien oksien, 15 ja 13 % lahojen oksien, 29 ja 20 % terveiden oksien sekä 32 ja 37 % kaikkien oksien lukumäärän vaihtelusta.

Muuttujien keskinäinen selitysjärjestys muuttui kuitenkin paljon käyttöosassa, jossa rinnankorkeusläpimitta oli tärkein terveiden oksien lukumäärän (R^2=0,11), toiseksi tärkein oksakyhmyjen lukumäärän (R^2=0,03) ja kolmanneksi tärkein kaikkien oksien lukumäärän selittäjä (R^2=0,04). Läpimitta oli lisäksi oksien lukumäärän selittäjänä ikää tärkeämpi oksalajeittain ja lähes yhtä tärkeä kaikkien oksien lukumäärän osalta. Poikkeuksena oli kuolleiden oksien lukumäärä, johon rinnankorkeusläpimitta ei tuonut lisäselitystä. Koivulajin merkitys oli oksakyhmyjen lukumäärän osalta suurempi mutta terveiden ja kaikkien oksien lukumäärän osalta hieman pienempi. Tyvitukkiosassa läpimitalla oli vain vähän merkitystä oksakyhmyjen ja kuivien oksien lukumäärän selittäjänä (R^2=0,01). Näissäkin tapauksissa läpimitan vaikutus oli iän vaikutusta heikompi.

Myös kapeneminen selitti oksien lukumäärän vaihtelua kaatokoepuuaineistossa tehdyissä analyyseissä. Selitysaste suureni tällöin kuitenkin vain vähän verrattuna malleihin, joissa kapeneminen ei ollut mukana. Kaikkien oksien lukumäärään rinnankorkeusläpimitta ei tuonut lainkaan lisää lisäselitysvoimaa. Tarkasteluissa, joissa ei ollut mukana läpimittaa, pystyttiin selittämään 18 ja 16 % käyttöosan ja tyviosan oksakyhmyjen, 23 ja 31 % kuivien oksien, 15 ja

13 % lahojen oksien, 25 ja 20 % terveiden oksien sekä 31 ja 41 % kaikkien oksien lukumäärän vaihtelusta.

Käyttöosassa kapeneminen oli toiseksi tärkein terveiden oksien lukumäärän (R^2=0,07) ja kolmanneksi tärkein oksakyhmyjen (R^2=0,02) lukumäärien selittäjä. Lisäksi kapeneminen selitti 0,8 % ja 2,6 % kaikkien oksien lukumäärän vaihtelusta. Koivulaji vaikutti tällöin vain lievästi oksakyhmyjen ja kuivien oksien lukumääriin (R^2=0,01) mutta selvemmin kaikkien oksien lukumäärään (R^2=0,04). Kapenemisen ja rinnankorkeusläpimitan sisältäneissä analyyseissä kapeneminen selitti lievästi vain terveiden oksien lukumäärän vaihtelua (R^2=0,01). Läpimitan vaikutus peitti kapenemisen vaikutuksen suureksi osaksi terveiden oksien ja kokonaan muun laatuisten oksien lukumäärän osalta.

Tyviosassa kapeneminen vaikutti oksien lukumääriin selvästi käyttöosaa vähemmän. Tarkasteluissa, joissa ei ollut mukana rinnankorkeusläpimittaa, kapeneminen selitti vain 0,4-0,6 % oksakyhmyjen sekä terveiden ja kaikkien oksien lukumäärän vaihtelusta. Läpimitan sisältäneissä tarkastelussa kapeneminen vaikutti kuivien, terveiden ja kaikkien oksien lukumääriin yhtä paljon kuin edellä.

Taulukossa 28 on esitetty hies- ja rauduskoivujen koko käyttöosan oksien lukumäärät pituusyksikköä kohti ja viiden metrin tyviosan oksien kokonaislukumäärät *oksalajeittain ikäluokittain turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineiston perusteella*. Koko käyttöosassa pituusyksikön oksakyhmyjen sekä kuivien, kuolleiden ja kaikkien oksien lukumäärät pienenivät oletusten mukaisesti puun ikääntyessä. Terveiden ja lahojen oksien osalta iän vaikutus riippui koivulajista ja kasvupaikkaryhmästä.

Hieskoivuissa oli oksakyhmyjä ja kuivia oksia vähemmän kuin rauduskoivuissa. Oksakyhmyjen osalta suhde oli päinvastainen kahdessa nuoressa ikäluokassa ja kuivien oksien osalta 81-90 a luokassa. Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen erot olivat pienet kyhmyjen esiintymisessä, joskin niitä oli turvemailla alle 71 a luokissa yleensä enemmän kuin kivennäismailla. Kuivia oksia oli hieskoivuissa kivennäismailla sen sijaan enemmän kuin turvemailla yli 80 a luokkien puita lukuunottamatta. Lahoja oksia oli hieskoivuissa sen sijaan varsinkin keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa enemmän kuin rauduskoivuissa. Kivennäismaiden hieskoivut erosivat tässä suhteessa rauduskoivuista vain yli 70 a luokissa. Hieskoivuissa olikin turvemailla selvästi enemmän lahoja oksia kuin kivennäismailla, 81-90 a luokkaa lukuunottamatta. Kuolleiden oksien kokonaislukumäärä oli hieskoivulla kuitenkin kahta ikäluokkaa lukuunottamatta pienempi kuin rauduskoivulla. Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen erot olivat alle 61 a luokissa tässä suhteessa pienet, mutta näitä vanhemmissa luokissa kuolleita oksia oli turvemailla enemmän kuin kivennäismailla. Terveitä oksiä ja kaikkia oksia yhteensä oli hieskoivuissa vähemmän kuin rauduskoivuissa. Ainoat poikkeukset olivat tässäkin yli 80 a ikäluokissa. Terveitä oksia oli hieskoivuissa turvemailla 31-50 a luokkia lukuunottamatta jonkin verran enemmän kuin kivennäismailla. Kaikkien oksien kokonaislukumäärässä oli samansuuntainen ero alle 31 a ja yli 60 a luokissa.

Tyvitukkiosassa ikä vaikutti oksien lukumääriin samalla tavalla kuin koko käyttöosassa. Hies- ja rauduskoivujen oksakyhmyjen lukumäärissä oli vain vähän eroja; useimmissa ikäluokissa kyhmyjä oli rauduksissa enemmän kuin hieksissä, ja kivennäismaiden hieksissä enemmän kuin turvemaiden hieksissä. Kuivia oksia hieskoivuissa oli alle 61 a luokissa vähemmän ja yli 60 a luokissa vastaavasti enemmän kuin rauduskoivuissa, jossa niitä oli rauduskoivuissa ja kivennäismaiden hieskoivuissa kuitenkin suunnilleen yhtä paljon.

Taulukko 28. Hies- ja rauduskoivun koko käyttöosan oksien lukumäärä pituusyksikköä kohti ja viiden metrin tyviosan oksien kokonaislukumäärä oksalajeittain kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Oksalaji	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Koko käyttöosa								Viiden metrin tyviosa							
		Ikäluokka, a								Ikäluokka, a							
		-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
		Oksia kpl/m								Oksia, kpl							
Oksa-kyhmyt	Hieskoivu, turvemaa	0,71	1,13	0,99	0,77	0,66	0,61	0,78	0,52	4,02	5,65	5,34	4,20	3,68	3,33	3,80	2,95
	Hieskoivu, kivennäismaa	1,03	0,95	1,13	0,81	0,85	0,54	0,75	0,31	5,22	5,27	6,12	4,43	4,03	2,89	3,91	1,65
	Hieskoivu, yhteensä	0,90	1,07	1,02	0,79	0,70	0,60	0,77	0,38	4,74	5,52	5,53	4,26	3,74	3,22	3,84	2,06
	Rauduskoivu, yhteensä	1,09	1,07	0,72	0,96	0,97	0,93	0,70	0,73	5,79	5,53	5,48	4,69	3,97	3,56	2,27	2,50
Kuivat oksat	Hieskoivu, turvemaa	0,82	0,82	0,91	0,67	0,47	0,49	0,64	0,58	3,97	3,61	3,29	2,32	1,47	1,33	1,59	1,72
	Hieskoivu, kivennäismaa	1,12	1,10	1,11	0,94	0,65	0,57	0,35	0,33	6,02	5,16	4,81	3,14	1,71	1,33	0,52	0,94
	Hieskoivu, yhteensä	1,04	0,92	0,95	0,74	0,50	0,51	0,53	0,41	5,22	4,17	3,64	2,52	1,51	1,33	1,20	1,19
	Rauduskoivu, yhteensä	1,47	1,45	1,32	0,88	0,87	0,64	0,47	0,53	8,07	6,50	6,16	3,47	1,24	0,78	0,48	0,56
Lahot oksat	Hieskoivu, turvemaa	0,39	0,57	0,49	0,59	0,59	0,61	0,36	0,51	1,59	2,32	2,09	2,08	2,34	2,30	1,13	1,34
	Hieskoivu, kivennäismaa	0,11	0,23	0,36	0,41	0,21	0,32	0,59	0,38	0,54	1,33	2,19	1,71	0,58	1,67	1,08	0,17
	Hieskoivu, yhteensä	0,22	0,45	0,46	0,54	0,52	0,54	0,44	0,42	0,95	1,96	2,12	1,99	2,01	2,15	1,11	0,54
	Rauduskoivu, yhteensä	0,08	0,43	0,22	0,41	0,36	0,30	0,31	0,27	0,45	2,13	1,26	1,78	1,75	0,86	0,79	0,48
Kuol-leet oksat	Hieskoivu, turvemaa	1,92	2,52	2,39	2,03	1,72	1,71	1,78	1,61	9,58	11,58	10,72	8,60	7,49	6,96	6,52	6,01
	Hieskoivu, kivennäismaa	2,26	2,28	2,6	2,16	1,71	1,43	1,69	1,02	11,78	11,76	13,12	9,28	6,32	5,89	5,51	2,76
	Hieskoivu, yhteensä	2,16	2,44	2,43	2,07	1,72	1,65	1,74	1,21	10,91	11,65	11,29	8,77	7,26	6,70	6,15	3,79
	Rauduskoivu, yhteensä	2,64	2,95	2,26	2,25	2,20	1,87	1,48	1,53	14,31	14,16	12,90	9,94	6,96	5,20	3,54	3,54
Ter-veet oksat	Hieskoivu, turvemaa	1,95	0,70	0,74	0,91	0,89	0,97	0,84	1,18	8,71	1,81	1,03	1,18	0,82	1,04	0,53	1,11
	Hieskoivu, kivennäismaa	1,10	0,92	0,88	0,90	0,70	0,92	0,78	1,14	5,23	2,76	1,53	1,17	0,74	1,00	0,39	0,69
	Hieskoivu, yhteensä	1,43	0,78	0,77	0,91	0,85	0,96	0,81	1,15	6,60	2,15	1,14	1,17	0,81	1,03	0,48	0,82
	Rauduskoivu, yhteensä	1,96	0,97	1,44	1,24	1,33	1,19	0,93	1,03	7,36	4,50	1,61	0,85	0,85	0,27	0	0,09
Kaikki oksat	Hieskoivu, turvemaa	3,87	3,23	3,18	2,95	2,61	2,71	2,62	2,81	18,29	13,45	11,95	9,80	8,38	8,09	7,05	7,28
	Hieskoivu, kivennäismaa	3,36	3,31	3,50	3,17	2,43	2,36	2,47	2,17	17,01	15,00	14,76	11,14	7,06	6,89	5,90	3,46
	Hieskoivu, yhteensä	3,59	3,27	3,24	3,01	2,58	2,64	2,55	2,37	17,51	14,01	12,61	10,12	8,13	7,80	6,63	4,67
	Rauduskoivu, yhteensä	4,68	4,13	4,04	3,54	3,55	3,11	2,45	2,60	21,67	29,36	16,18	10,83	7,81	5,51	3,54	3,74

Turvemaiden hieskoivuissa oli kuivia oksia alle 61 a luokissa vähemmän ja näitä vanhemmissa luokissa vastaavasti enemmän kuin kivennäismaiden hieskoivuissa. Lahoja oksia oli hieskoivuissa iästä riippumatta enemmän kuin rauduskoivuissa. Kivennäismaiden hieskoivuissa lahoja oksia oli kuitenkin yleensä vähemmän kuin rauduskoivuissa. Hieskoivuissa olikin turvemailla selvästi enemmän lahoja oksia kuin kivennäismailla. Kuolleiden oksien kokonaislukumäärä oli hieskoivulla alle 61 a luokissa pienempi ja näitä vanhemmissa luokissa suurempi kuin rauduskoivulla. Rauduskoivut ja kivennäismaiden hieskoivut olivat tässä suhteessa lähellä toisiaan alle 41 a luokkia lukuunottamatta, joissa kuolleita oksia oli hieksissä vähemmän kuin rauduksissa. Turvemaiden hieskoivuissa oli kuolleita oksia kuivien oksien tavoin alle 61 a luokissa vähemmän ja näitä vanhemmissa luokissa vastaavasti enemmän kuin kivennäismaiden hieskoivuissa. Terveitä oksiä oli hieskoivuissa alle 41 a luokissa vähemmän mutta yli 60 a luokissa vastaavasti enemmän kuin rauduskoivuissa. Kaikkien oksien kokonaislukumäärä oli hieskoivulla alle 61 a luokissa pienempi ja näitä vanhemmissa luokissa suurempi kuin rauduskoivulla. Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen erot olivat pienet sekä terveiden että kaikkien oksien lukumäärän suhteen.

Koivulajin vaikutusta oksien lukumäärien neliöjuuriin testattiin kivennäismailla ja kaikilla kasvupaikoilla kaksisuuntaisella varianssianalyysillä, jossa toisena selittävänä muuttujana oli ikäluokka. Koivulaji vaikutti kivennäismailla (df=340) käyttöosassa merkitsevästi, kaikkien oksalajien lukumääriin (F=6,38-12,24, p=0,0005-0,0123) lahoja ja terveitä oksia lukuunottamatta (F=0,01 ja 0,33, p=0,9274 ja 0,5667), mutta tyvitukkiosassa vain terveiden oksien lukumäärään (F=9,85, p=0,0019; vrt. muut oksalajit: F=0,01-0,34, p=0,5588-0,9199). Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa (df=821) koivulaji vaikutti käyttöosassa merkitsevästi kaikkien oksalajien lukumääriin (F=4,58-19,12, p=0,0001-0,0326) oksakyhmyjä lukuunottamatta (F=1,31, p=0,2521), mutta tyvitukkiosassa sillä oli vain suuntaa antava vaikutus kuivien oksien lukumäärään (F=2,39, p=0,1227; vrt. muut oksalajit: F=0,02-2,39, p=0,1509-0,8942).

Ikäluokka vaikutti kivennäismailla merkitsevästi kaikkien oksalajien lukumääriin sekä käyttöosassa (F=2,07-12,11, p=0,0001-0,0467) että tyvitukkiosassa (F=3,66-31,45, p=0,0001-0,0008). Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa ikäluokka vaikutti käyttöosassa merkitsevästi kaikkien oksalajien lukumääriin (F=2,37-9,44, p=0,0001-0,0212) terveitä oksia lukuunottamatta (F=1,25, p=0,2725), mutta tyvitukkiosassa vaikutus oli merkitsevä kaikkien oksalajien suhteen (F=3,70-40,79, p=0,0001-0,0006). Muuttujien välillä oli yhdysvaikutusta kivennäismailla vain käyttöosan terveiden oksien lukumäärän ja kaikkien kasvupaikkojen aineistossa käyttöosassa oksakyhmyjen ja tyvitukkiosassa kuivien ja kaikkien oksien lukumäärien suhteen.

Turve- ja kivennäismaiden koivujen oksien lukumäärien neliöjuurien eroja testaaminen oli perusteltua vain hieskoivulla (df=691). Kasvupaikkaryhmä vaikutti käyttöosassa merkitsevästi vain kuivien ja lahojen oksien lukumääriin (F=4,45 ja 9,97, p=0,0009 ja 0,0001; vrt,. muut oksalajit: F=0,01-1,37, p=0,2422-0,9041) ja tyvitukkiosassa merkistevästi lahojen oksien lukumäärään (F=10,06, p=0,0001) ja suuntaa antavasti kuivien ja kaikkien oksien lukumääriin (F=2,83 ja 2,40, p=0,0972 ja 0,1249; vrt. muut oksalajit: F=0,09-1,54, p=0,2144-0,7622).

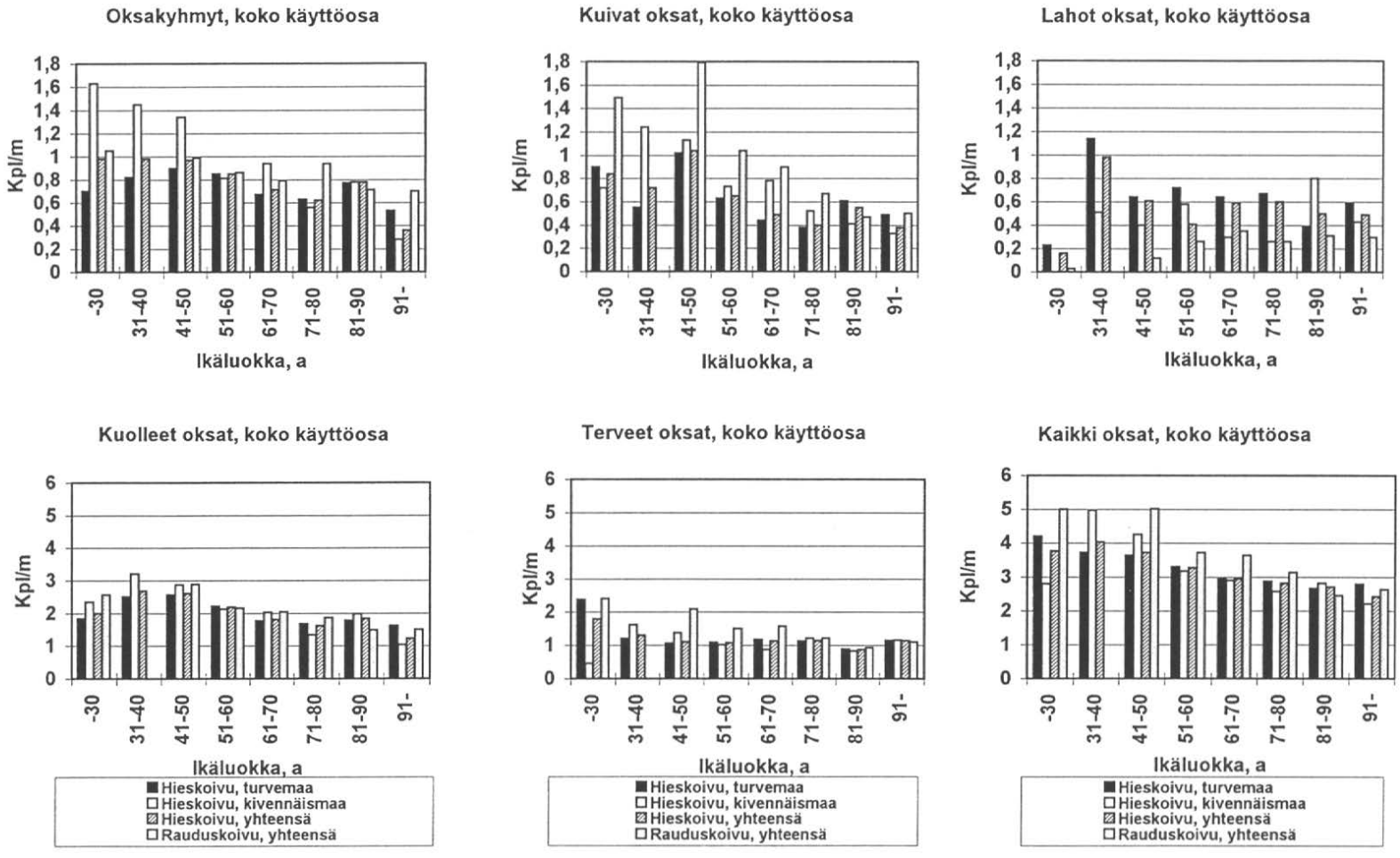
Hies- ja rauduskoivujen ikäluokittaiset oksien lukumäärät turve- ja kivennäismailla esitetään kaatokoepuuaineistosta erikseen päävaltapuille, koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat selvästi toisistaan vertailtavien ositteiden välillä (kuva 14b) ja latvuskerrosluokka vaikutti oksien lukumääriin (liitteet 1.7 ja 1.8). Eri latvuskerrosluokkia voitiin vertailla vain hieskoivuilla. Turvemailla päävaltapuissa oli sekä käyttö- että tyvitukkiosassa yleensä vähemmän erilaatuisia oksia kuin lisävaltapuissa. Selvimmät poikkeamat tästä säännöstä olivat kuivat oksat sekä tyvitukkiosan osalta kuolleet, terveet ja kaikki oksat yli 60 a ikäluokissa, jolloin pää- ja lisävaltapuiden suhteet olivat päinvastaiset. Yleissäännöstä poikkeavia tuloksia oli lisäksi oksakyhmyillä nuorissa luokissa sekä käyttöosan osalta kuolleilla oksilla vanhoissa luokissa ja terveillä ja kaikilla oksilla yli 90 a luokassa. Turvemaiden kaatokoepuissa oli väli- ja aluspuita 31- 70 a luokissa. Useimpia oksalajeja oli päävaltapuissa vähemmän kuin väli- ja aluspuissa. Kuivat oksat ja käyttöosassa myös oksakyhmyt olivat ainoat oksalajit, joita oli päävaltapuissa enemmän kuin väli- ja aluspuissa. Suhde oli yleissäännön vastainen vain 41-50 a luokassa käyttöosan oksakyhmyjen ja kuivien oksien ja 31-40 a luokassa tyvitukkiosan oksakyhmyjen sekä kuolleiden ja kaikkien oksien osalta.

Kivennäismailla latvuskerrosluokkien suhteet olivat varsin epäyhtenäisiä. Käyttöosassa päävaltapuissa oli lisävaltapuihin verrattuna yleensä enemmän lahoja, kuolleita, terveitä ja kaikkia oksia, ja lisäksi oksakyhmyjä nuorissa ja kuivia oksia eräissä yksittäisissä ikäluokissa. Tyvitukkiosassa päävaltapuissa oli lisävaltapuihin verrattuna yleensä enemmän kuivia, terveitä ja kaikkia oksia ja yli 50 a luokissa lisäksi oksakyhmyjä ja kuolleita oksia. Lahojen oksien ja alle 51 a luokissa oksakyhmyjen ja kuolleiden oksien osalta suhde oli päinvastainen. Kivennäismaiden kaatokoepuissa oli väli- ja aluspuita vain 31-80 a luokissa. Käyttöosassa kaikkia oksalajeja oli tällöin päävaltapuissa selvästi enemmän kuin väli- ja aluspuissa. Näin oli yleensä myös tyvitukkiosassa. Vanhoissa luokissa suhde oli kuitenkin selvästi päinvastainen kuolleiden ja kaikkien oksien osalta.

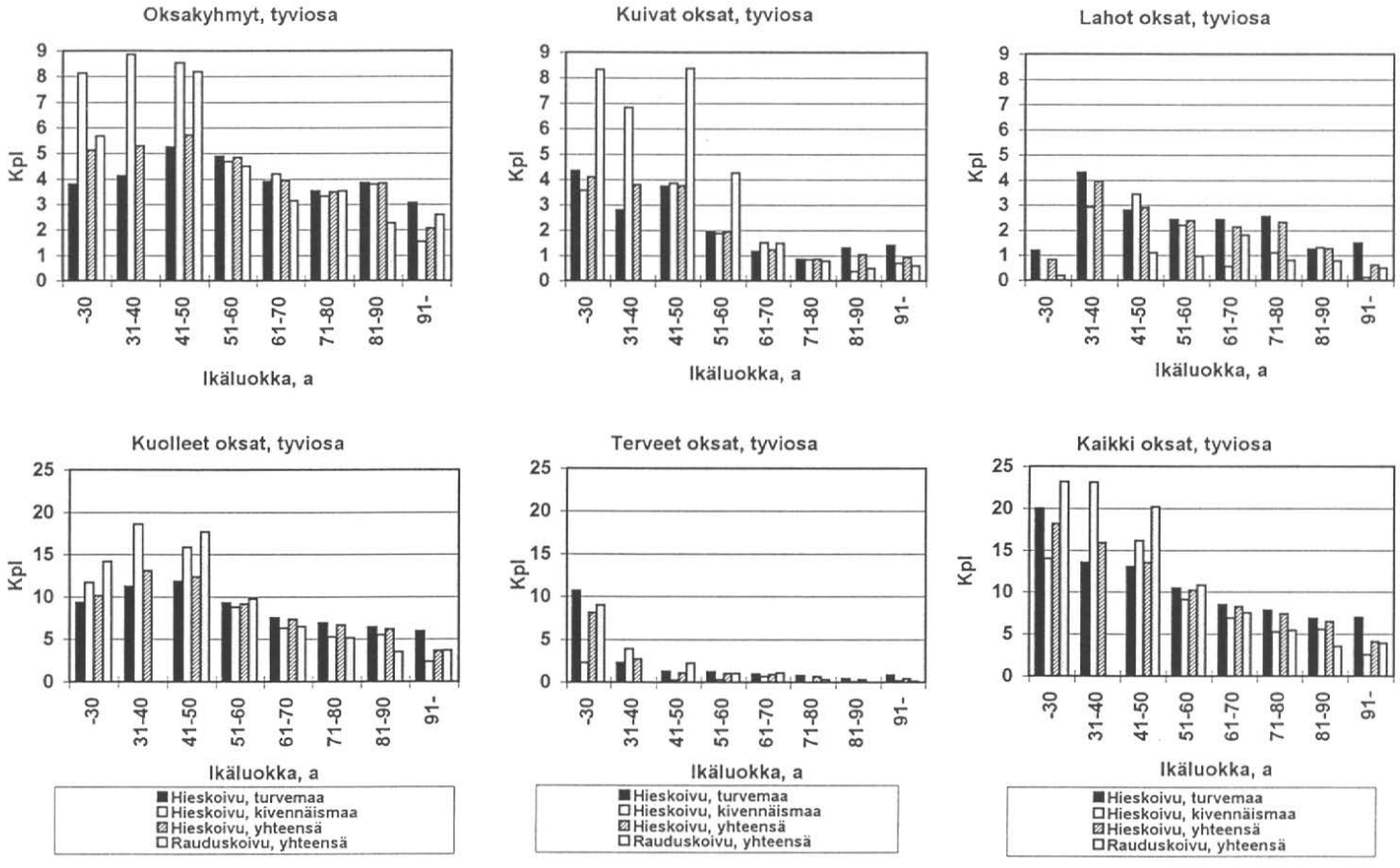
Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä Oksalaji	Lukumäärän suhde (poikkeukselliset ikäluokat)			
	Lisävaltapuut (latvuskerros 2) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)		Väli- ja aluspuut (latvuskerrokset 3-4) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)	
	Koko käyttöosa	Viiden metrin tyviosa	Koko käyttöosa	Viiden metrin tyviosa
Hieskoivu, turvemaa				
Oksakyhmyt	83-96 (145)	72-142	101-199 (49)	43-87 (199)
Kuivat oksat	103-203	111-306 (83)	109-192 (41)	107-320 (54)
Lahot oksat	18-92	23-70 (111)	13-35	13-46
Kuolleet oksat	82-110	81-110	57-87 (105)	61-94 (117)
Terveet oksat	46-70 (110)	74-268	3-9	0-26
Kaikki oksat	73-90 (104)	85-119	47-75	65-86 (103)
Hieskoivu, kivennäismaa				
Oksakyhmyt	53-135	54-147	44-69	37-93
Kuivat oksat	56-198	40-274	53-125	53-157
Lahot oksat	38-63 (165)	39-225	20-60 (100)	19-579
Kuolleet oksat	74-97 (129)	74-268	50-89	40-74 (122)
Terveet oksat	43-76 (106)	133-833 (49)	31-80	132-700 (75)
Kaikki oksat	75-88 (130)	117-174 (66)	45-84	48-181

Hies- ja rauduskoivujen erilaatuisten oksien lukumäärien suhteet olivat päävaltapuissa pitkälti samat mutta selvemmät kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin (kuvat 41a-f). Käyttöosassa hieskoivuissa oli vähemmän erilaatuisia oksia kuin rauduskoivuissa, lukuunottamatta lahoja oksia, joilla suhde oli selvästi päinvastainen. Lisäksi kuivia ja kuolleita oksia oli hieskoivuissa rauduskoivuja enemmän yli 80 a ikäluokissa. Turvemaiden hieskoivuissa oli vastaavasti enemmän lahoja oksia ja vanhoissa luokissa lisäksi muunkin laatuisia oksia kuin kivennäismaiden hieskoivuissa. Kaikkien oksien ja nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa muiden kuin lahojen oksien lukumäärä oli turvemailla yleensä pienempi kuin kivennäismailla.

Tyvitukkiosassa hieskoivuissa oli nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa vähemmän ja vanhoissa luokissa enemmän erilaatuisia oksia kuin rauduskoivuissa (kuvat 42a-f). Lahoja oksia oli tässäkin tarkastelussa hieskoivuissa selvästi enemmän kuin rauduskoivuissa. Myös oksakyhmyjä oli keski-ikäisissä ja yli 90 a luokan hieskoivuissa hieman enemmän kuin rauduskoivuissa. Turvemaiden hieskoivuissa oli säännöllisesti enemmän lahoja, terveitä ja kaikkia oksia ja vanhoissa ikäluokissa muitakin oksalajeja kuin kivennäismaiden hieskoivuissa. Nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa suhde oli päinvastainen oksakyhmyjen sekä kuivien ja kuolleiden oksien osalta.



Kuva 41a-f. Hies- ja rauduskoivun päävaltapuiden keskimääräiset pituusyksikön oksien lukumäärät käyttöosassa oksalajeittain eri ikäluokissa turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa.



Kuva 42a-f. Hies- ja rauduskoivun päävaltapuiden keskimääräiset oksien kokonaislukumäärät viiden metrin tyviosassa oksalajeittain eri ikäluokissa turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä koivulajin, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia käyttöosan ja viiden metrin tyvitukkiosan oksien lukumäärien neliöjuuriin oksalajeittain erikseen kivennäismailla (df=340) ja kaikilla kasvupaikoilla (df=821). Lähes kaikissa tapauksissa iän vaikutus oli selvästi merkitsevin tutkituista muuttujista (p=0,0001). Ainoat tapaukset, joissa ikä ei vaikuttanut, olivat käyttöosassa kivennäismailla lahojen oksien lukumäärän suhteen (F=0,77, p=0,3189) ja kaikilla kasvupaikoilla lahojen ja terveiden oksien lukumäärien suhteen (F=2,02 ja 0,00, p=0,1558 ja 0,9558). Koivulaji vaikutti merkitsevästi kivennäismailla käyttöosan oksakyhmyjen sekä kuivien, kuolleiden ja kaikkien oksien lukumääriin (F=4,03-4,80, p=0,0273-0,0456) sekä tyvitukkiosan terveiden oksien lukumäärään (F=5,19, p=0,0234). Kaikilla kasvupaikoilla kokonaisuutena koivulaji vaikutti käyttöosan kuivien ja kaikkien oksien lukumääriin merkitsevästi (F=20,91 ja 11,73, p=0,0001 ja 0,0006) sekä lahojen, kuolleiden ja terveiden oksien lukumääriin suuntaa antavasti (F=2,10-3,56, p=0,0596-0,1473) ja tyvitukkiosan lahojen oksien lukumäärään merkitsevästi (F=6,78, p=0,0094) ja oksakyhmyjen lukumäärään suuntaa antavasti (F=3,16, p=0,0759).

Latvuskerrosluokka vaikutti kivennäismailla käyttöosan oksakyhmyjen sekä kuolleiden, terveiden ja kaikkien oksien lukumääriin merkitsevästi (F=5,92-21,48, p=0,0001-0,0030) ja kuivien oksien lukumäärään suuntaa antavasti (F=2,58, p=0,0719) ja tyvitukkiosan oksakyhmyjen ja terveiden oksien lukumääriin merkitsevästi ja kuolleiden oksien lukumäärään suuntaa antavasti (F=7,67, 3,37 ja 2,33, p=0,0006, 0,0356 ja 0,0994). Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa latvuskerrosluokan vaikutus oli aina merkitsevä (F=3,47-62,30, p=0,0001-0,0315) lukuunottamatta suuntaa antavia vaikutuksia käyttöosan kuivien ja lahojen oksien lukumääriin (F=2,58 ja 2,80, p=0,0763 ja 0,0616) ja merkityksettömyyttä tyvitukkiosan terveiden oksien lukumäärään (F=0,47, p=0,6278).

Runkoluvun vaikutus oli kivennäismailla aina merkitsevä (F=7,09-44,64, p=0,0001-0,0082) lukuunottamatta suuntaa antavia vaikutuksia käyttöosan kuivien ja kaikkien oksien lukumääriin (F=2,11 ja 3,42, p=0,1428 ja 0,0654) ja merkityksettömyyttä tyvitukkiosan kuivien oksien lukumäärään (F=1,69, p=0,1942). Kaikilla kasvupaikoilla runkoluvun vaikutus oli merkitsevä käyttöosan kuolleiden, terveiden ja kaikkien oksien lukumääriin (F=4,28-44,64, p=0,0001-0,0389) ja suuntaa antava lahojen oksien lukumäärään (F=2,77, p=0,0967) ja tyvitukkiosan kuivien, lahojen ja terveiden oksien lukumääriin (F=6,41-28,82, p=0,0001-0,0115) ja suuntaa antava kuolleiden oksien lukumäärään (F=2,95, p=0,0861). Näissä tapauksissa puuston tiheys olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon myös hies- ja rauduskoivun ikäluokittaisten oksien lukumäärien vertailussa. Tiheyden vakioinnin epärealistisuus oli kuitenkin vielä ilmeisempi ja perusteet epävarmemmat kuin hieskoivua koskeneessa vertailussa (luku 3.1.1.1.2).

Taulukossa 29 on esitetty hies- ja rauduskoivujen koko käyttöosan oksien lukumäärät pituusyksikköä kohti ja viiden metrin tyviosan oksien konaislukumäärät *oksalajeittain ja rinnankorkeusläpimittaluokittain kaatokoepuuaineiston perusteella*. Läpimittaluokittaiset erot hies- ja rauduskoivujen välillä olivat jonkin verran säännönmukaisemmat kuin ikäluokittaiset erot.

Koko käyttöosassa pituusyksikön oksakyhmyjen sekä kuivien ja kuolleiden oksien lukumäärät pienenivät oletusten mukaisesti rinnankorkeusläpimitan kasvaessa. Oksien lukumäärän aleneminen oli tällöin hies- ja rauduskoivuissa suunnilleen yhtä voimakasta kuivia oksia lukuunottamatta, joilla läpimitan vaikutus oli hieskoivuilla suurempi kuin rauduskoivuilla. Kuolleiden oksien lukumäärä kasvoi yli 27 cm:n luokissa viitaten oksien pitkälle edenneeseen kuolemiseen mutta mahdollisesti myös oksien paksuudesta johtuvaan puutteelliseen karsiutuneisuuteen.

Lahojen, terveiden ja kaikkien oksien osalta rinnankorkeusläpimitan vaikutus riippui koivulajista. Lahojen oksien lukumäärä kasvoi oletusten mukaisesti hieksellä selvästi koko läpimittajakauman alueella, kun se rauduksella oli 9 cm:n luokassa poikkeuksellisen korkea asettuakseen sen jälkeen lievästi kohoavalle tasolle. Tulos ilmensi hieskoivun rauduskoivun nopeampaa biologista rappeutumista. Luokassa 31 cm lahojen oksien lukumäärä oli molemmilla koivulajeilla poikkeuksellisen pieni. Terveiden oksien lukumäärä kasvoi molemmilla koivulajeilla hidastuvalla nopeudella läpimitan kasvaessa asettuakseen sen jälkeen vakiotasolle pienessä tukkipuukoossa (17-19 cm) ja laskeakseen jälleen yli 25 cm:n luokissa. Kaikkien oksien lukumäärä kasvoi hieksellä hidastuvalla nopeudella kääntyäkseen sen jälkeen lievään laskuun pienessä tukkipuukoossa (17-19 cm), mutta rauduksella läpimitan vaikutus rajoittui lievään laskuun alle 21 cm:n läpimitta-alueella.

Taulukko 29. Hies- ja rauduskoivun koko käyttöosan oksien lukumäärä pituusyksikköä kohti ja viiden metrin tyviosan oksien kokonaislukumäärä oksalajeittain sekä rinnankorkeusläpimittaluokittain kaatokoepuuaineistossa. H = hieskoivu, R = rauduskoivu.

Rinnankorkeus-läpimitta-luokka	Oksakyhmyt		Kuivat oksat		Lahot oksat		Kuolleet oksat		Terveet oksat		Kaikki oksat	
cm	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R
						Koko käyttöosa, kpl/m						
9	0,98	1,24	0,58	0,81	0,29	0,88	1,85	2,93	0,13	0,17	2,00	3,17
11	0,88	1,34	0,86	1,20	0,26	0,27	2,00	2,82	0,56	1,16	2,59	4,41
13	1,01	0,98	0,87	1,16	0,50	0,13	2,38	2,26	0,60	1,20	3,01	3,48
15	0,88	1,05	0,73	1,42	0,53	0,14	2,14	2,60	0,90	1,58	3,07	4,23
17	0,77	1,13	0,69	0,38	0,54	0,32	1,99	1,83	1,19	0,46	3,22	2,31
19	0,58	0,85	0,59	0,96	0,62	0,22	1,79	2,03	1,46	1,35	3,26	3,45
21	0,58	0,84	0,52	0,77	0,60	0,36	1,70	1,97	1,18	1,23	2,90	3,26
23	0,42	0,75	0,56	0,70	0,53	0,37	1,51	1,82	1,35	1,82	2,86	3,27
25	0,25	0,65	0,51	0,82	0,31	0,28	1,07	1,74	1,19	1,46	2,26	3,21
27	0,37	0,59	0,26	0,76	0,67	0,19	1,30	1,54	1,33	1,71	2,63	3,30
29	0,53	0,96	0,48	0,74	0,85	0,54	1,86	2,24	1,37	1,52	3,25	3,87
31	0,69	0,69	0,26	1,07	0,68	0,14	1,62	1,90	0,93	1,30	2,57	3,20
						Viiden metrin tyviosa, kpl						
9	4,90	6,22	2,89	4,06	1,47	4,39	9,27	14,67	0,65	0,83	10,00	15,83
11	4,40	6,72	3,93	5,99	1,22	1,36	9,56	14,06	2,49	5,79	12,21	22,04
13	5,12	4,77	3,27	5,36	2,12	0,71	10,50	10,83	1,60	3,57	12,27	14,40
15	4,48	6,04	1,96	5,35	2,07	0,63	8,51	12,01	1,16	4,72	9,84	16,74
17	4,47	2,64	2,23	0,14	1,77	0,28	8,46	3,06	1,09	0	9,64	3,06
19	3,36	3,59	1,48	3,28	2,88	0,72	7,72	7,58	1,16	1,22	8,92	8,97
21	3,42	3,09	1,61	1,59	1,59	1,17	6,62	5,86	0,86	0,43	7,56	6,35
23	2,82	3,73	1,81	1,43	1,41	1,62	6,04	6,79	0,77	0,76	6,81	7,56
25	1,73	2,97	1,74	2,63	0,15	1,59	4,20	7,19	0,59	0,53	4,20	7,71
27	2,35	2,75	0,75	2,14	1,26	0,44	4,37	5,32	0,71	0,60	5,07	5,97
29	3,86	5,92	1,61	1,29	1,68	1,39	7,15	8,60	0	0,56	7,35	9,16
31	2,72	4,42	0,79	2,12	0,48	0	3,99	6,53	0,51	0	4,50	6,53

Hieskoivuissa oli käyttöosassa eräitä yksittäisiä läpimittaluokkia lukuunottamatta vähemmän erilaatuisia oksia kuin rauduskoivuissa. Tästä linjasta poikkesivat vain lahot oksat, joita hieskoivuissa oli selvästi enemmän kuin rauduskoivuissa, 9 cm:n luokkaa lukuunottamatta. Tyvitukkiosassa läpimitta vaikutti oksakyhmyjen sekä kuivien ja kuolleiden oksien lukumääriin samalla tavalla kuin koko käyttöosassa. Lahojen oksien lukumäärä kasvoi hieskoivulla aluksi lievästi pieneen tukkipuukokoon asti kääntyäkseen sen jälkeen laskuun, kun taas rauduksella lukumäärä aleni pieneen tukkipuukokoon asti kääntyäkseen sen jälkeen nousuun 23 cm:n luokkaan asti ja tämän jälkeen jälleen laskuun. Terveiden ja kaikkien oksien lukumäärät alenivat molemmilla koivulajeilla oletusten mukaisesti läpimitan kasvaessa, rauduskoivulla tukkipuuta pienemmissä luokissa nopeammin kuin hieskoivulla.

Hieskoivuissa oli myös tyviosassa pieneen tukkipuukokoon asti vähemmän erilaatuisia oksia kuin rauduskoivuissa eräitä yksittäisiä läpimittaluokkia lukuunottamatta. Näitä järeämmissä luokissa erot olivat pieniä, joskin oksakyhmyjä, kuivia ja kuolleita oksia lukuunottamatta hiekselle edullisia. Lahot oksat poikkesivat tyviosassakin yleisestä linjasta siten, että niitä oli

hieskoivuissa enemmän kuin rauduskoivuissa, lukuunottamatta 9 cm:n ja eräitä keskikokoisia luokkia. Hies- ja rauduskoivujen ero kylläkin pieneni läpimitan kasvaessa.

Kovarianssianalyysin mukaan, jossa oksien lukumäärien neliöjuuria selitettiin koivulajilla ja logaritmisella rinnankorkeusläpimitalla, hies- ja rauduskoivun ero oli merkitsevä sekä käyttö- että tyvitukkiosassa (df=821) vain terveiden (F=7,29 ja 3,75, p=0,0071 ja 0,0430) ja kaikkien oksien lukumäärän suhteen (F=15,09 ja 6,85, p=0,0001 ja 0,0090) ja lisäksi suuntaa antava käyttöosassa kuolleiden oksien lukumäärän suhteen (F=33,23, p=0,0001). Näissäkin tapauksissa selittävien muuttujien välillä oli yhdysvaikutus. Läpimitan vaikutus oli tässäkin ratkaisevan merkitsevä sekä oksakyhmyjen (F=40,83 ja 34,83, p=0,0001), kuivien oksien (F=4,74 ja 30,69, p=0,0298 ja 0,0001), lahojen oksien (F=7,66 ja 2,91, p=0,0058 ja 0,0486), kuolleiden oksien (F=33,23 ja 79,15, p=0,0001) ja terveiden oksien suhteen (F=116,64 ja 17,53, p=0,0001). Kaikkien oksien lukumäärään läpimitta vaikutti vain tyvitukkiosassa (F=105,86, p=0,0001; vrt. käyttöosa: F=0,08, p=0,7769).

Otettaessa käyttöosassa koivulajin ja logaritmisen rinnankorkeusläpimitan lisäksi huomioon myös latvuskerrosluokka ja runkoluku, oksakyhmyjen lukumäärä riippui merkitsevästi läpimitasta, latvuskerroksesta ja koivulajista (F=82,46, 11,10 ja 11,97 (p=0,0001, 0,0001 ja 0,0006; vrt. runkoluku: F=0,75, p=0,3874). Kuivien oksien lukumäärään vaikutti vain koivulaji merkitsevästi ja lisäksi läpimitta ja latvuskerrosluokka suuntaa antavasti (F=22,93, 3,20 ja 2,52, p=0,0001, 0,0739 ja 0,0810; vrt. runkoluku: F=0,21, p=0,6448). Kaikki muuttujat vaikuttivat merkitsevästi lahojen ja kaikkien kuolleiden oksien lukumääriin, ensinmainittujen osalta järjestyksessä runkoluku, koivulaji, latvuskerrosluokka ja läpimitta (F=40,66, 18,09, 11,89, p=0,0001j ja 8,27, p=0,0041) ja jälkimmäisten osalta järjestyksessä läpimitta, latvuskerrosluokka, koivulaji ja runkoluku (F=56,60, 17,68, 12,54 ja 8,12, p=0,0001, 0,0001, 0,0004 ja 0,0043). Terveiden oksien lukumäärä riippui merkitsevästi läpimitasta, runkoluvusta ja latvuskerrosluokasta (F=70,91, 29,43 ja 20,85, p=0,0001; vrt. koivulaji: F=0,23, p=0,6288). Kaikkien oksien lukumäärä riippui merkitsevästi latvuskerrosluokasta, koivulajista ja läpimitasta (F=31,76, 13,13 ja 4,22 (p=0,0001, 0,0003 ja 0,0402; vrt. runkoluku: F=1,33, p=0,2166).

Otettaessa tyvitukkiosassa koivulajin ja logaritmisen rinnankorkeusläpimitan lisäksi huomioon myös latvuskerrosluokka ja runkoluku, läpimitta ja latvuskerrosluokka vaikuttivat merkitsevästi oksakyhmyjen lukumäärään (F=62,46 ja 12,95, p=0,0001; vrt. koivulaji ja runkoluku: F=0,03, p=0,8546 ja 0,8721). Kuivien oksien lukumäärään vaikuttivat läpimitta, koivulaji ja runkoluku merkitsevästi ja latvuskerrosluokka suuntaa antavasti (F=19,94, 5,45, 4,52 ja 2,95, p=0,0001, 0,0199, 0,0339 ja 0,0520). Lahojen oksien lukumäärään vaikuttivat runkoluku, latvuskerrosluokka ja läpimitta merkitsevästi mutta koivulaji vain suuntaa antavasti (F=27,69, 8,85, 6,16 ja 3,64, p=0,0001, 0,0021, 0,0133 ja 0,0566). Kuolleiden oksien lukumäärään vaikuttivat merkitsevästi vain läpimitta ja latvuskerrosluokka (F=95,01 ja 8,06, p=0,0001 ja 0,0003; vrt. runkoluku ja koivulaji (F=1,79 ja 1,27, p=0,1810 ja 0,2604). Terveiden oksien lukumäärään vaikuttivat merkitsevästi vain runkoluku ja läpimitta (F=26,01 ja 19,84, p=0,0001; vrt. latvuskerrosluokka ja koivulaji: F=0,64 ja 0,14, p=0,5264 ja 0,7131). Kaikkien oksien lukumäärään vaikuttivat läpimitta ja latvuskerrosluokka merkitsevästi ja koivulaji suuntaa antavasti (F=115,82, 7,02 ja 2,91, p=0,0001, 0,0010 ja 0,0885; vrt. runkoluku: F=0,44, p=0,5096).

3.1.2.3 Oksien koko

3.1.2.3.1 Hieskoivu

Hieskoivun kuitupuun vähimmäismittavaatimukset täyttävän osan eli käyttöosan pituusyksikön sekä tyvitukkiosaa kuvaavan viiden metrin tyviosan erityyppisten paksuimpien oksien läpimitan vaihtelusta pystyttiin selittämään askeltavalla regressioanalyysillä vain 8 ja 11 % kuivien oksien, 23 ja 12 % lahojen oksien, 19 ja 8 % kaikkien kuolleiden oksien ja 39 ja 12 % terveiden oksien osalta (liitteet 1.9 ja 1.10).

Mikään yksittäinen muuttuja ei selittänyt erityisen hyvin oksalajeittaisia paksuimpien oksien läpimittojen vaihtelua. Käyttöosassa ikä oli sinänsä pienestä selitysasteesta huolimatta tärkein selittäjä (R^2=0,02) kuivien oksien osalta ja toiseksi tärkein selittäjä muiden oksalajien osalta (R^2=0,02-0,09). Latvuskerrosluokka oli tärkein selittäjä lahojen, kuolleiden ja terveiden oksien osalta (R^2=0,08-0,13). Muita tärkeimpiä selittäjiä olivat kuivien oksien osalta lenkous ja puuston kehitysluokka, lahojen oksien osalta kasvupaikka- ja kehitysluokka sekä kuolleiden ja terveiden oksien osalta kasvupaikkaluokka ja haaraisuus. Puuston tiheyttä kuvaavan ainespuiden runkoluvun selitysasteet olivat hyvin alhaiset ja pohjapinta-alalla ei ollut lainkaan selittävyyttä. Tyvitukkiosan osalta puuston kehitysluokka selitti eniten paksuimman kuivan ja

kuolleen oksan läpimitan vaihtelusta (R^2=0,08 ja 0,03), turpeen paksuus paksuimman lahon oksan läpimitan vaihtelusta (R^2=0,05) ja haaraisuus paksuimman terveen oksan läpimitan vaihtelusta (R^2=0,06). Lahojen oksien osalta merkitystä oli myös latvuskerrosluokalla ja lenkoudella ja kuolleiden oksien osalta kasvupaikkaluokalla, lenkoudella ja haaraisuudella. Iän merkitys selittäjänä oli pieni.

Vastaavat analyysit tehtiin myös sisällyttämällä rinnankorkeusläpimitta selittäjiin. Erityisesti koko käyttöosassa pystyttiin tällöin selittämään suurempi osa varsinkin paksuimman kuolleen ja terveen oksan läpimitan vaihtelusta. Tarkastelluilla tekijöillä pystyttiin tässäkin selittämään kuitenkin vain 10 ja 13 % käyttöosan ja tyviosan paksuimman kuivan oksan, 27 ja 13 % paksuimman lahon oksan, 29 ja 12 % paksuimman kuolleen oksan ja 56 ja 15 % paksuimman terveen oksan läpimitan vaihtelusta. Muuttujien keskinäinen selitysjärjestys muuttui paljon käyttöosassa, jossa rinnankorkeusläpimitta oli tärkein selittäjä kaikkien oksalajien osalta: R^2-arvot olivat sille 0,07 kuivien oksien, 0,19 lahojen oksien, 0,24 kuolleiden oksien ja 0,47 terveiden oksien osalta. Tyvitukkiosassa läpimitalla oli vain vähän ja joka tapauksessa ikää vähemmän merkitystä (R^2=0,01-0,02).

Erillisissä analyyseissä kapeneminen osoittautui kuitenkin tärkeimmäksi yksittäiseksi paksuimpien oksien läpimittojen vaihtelun selittäjäksi käyttöosassa, jolloin myös kokonaisselitysaste suureni verrattuna malleihin, joissa kapenemista ei ollut mukana. Tyviosassa kapenemisella ei sen sijaan ollut vaikutusta. Tarkasteluissa, joissa ei ollut mukana rinnankorkeusläpimittaa, pystyttiin selittämään 11 % käyttöosan paksuimman kuivan oksan, 25 % paksuimman lahon oksan, 28 % paksuimman kuolleen oksan ja 50 % paksuimman terveen oksan läpimitan vaihtelusta. Kapeneminen selitti tällöin 8 % paksuimman kuivan oksan, 17 % paksuimman lahon oksan, 23 % paksuimman kuolleen oksan ja 38 % paksuimman terveen oksan läpimitan vaihtelusta. Kapenemisen ja rinnankorkeusläpimitan sisältäneissä analyyseissä tulokset olivat edellä todetun mukaiset lukuunottamatta paksuimman kuolleen oksan läpimittaa käyttöosassa ja paksuimman lahon, kuolleen ja terveen oksan läpimittaa tyviosassa, jolloin kapenemisen vaikutukset olivat hyvin pieniä (R^2-lisäys<0,01).

Taulukossa 30 on esitetty hieskoivujen koko käyttöosan ja viiden metrin tyviosan keskimääräiset paksuimman oksan läpimitat *oksalajeittain kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineiston perusteella*. Tuloksia laskettaessa on ao. oksalajin puuttuminen otettu huomioon kirjaamalla sen suurimman läpimitan arvoksi 0. Täten esitetyt tulokset sisältävät sekä tutkitun puunosan todellisten oksien paksuuden että oksien mahdollisen puuttumisen vaikutukset. Eri oksalajien suhteen oksattomien hieskoivujen osuudet on esitetty kasvupaikka- ja ikäluokittain taulukossa 31.

Koko käyttöosassa paksuimman oksan läpimitat kasvoivat kaikilla oksalajeilla hieskoivun ikääntyessä, joskin vaikutus oli eräillä kasvupaikoilla hyvin lievä. Täten iän oksien keskimääräistä paksuutta lisännyt vaikutus oli suurempi kuin oksien puuttumisen paksuutta alentanut vaikutus. Vaikutus oli epämääräinen kuivien oksien osalta kuivahkoilla kankailla, kuolleiden oksien osalta puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja terveiden oksien osalta ruohoisilla turvemailla. Lisäksi puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla paksuimman lahon oksan läpimitta itse asiassa pieneni ikäluokan kasvaessa.

Taulukko 30. Hieskoivun koko käyttöosan ja viiden metrin tyviosan paksuimman oksan läpimitta oksalajeittain sekä kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Oksalaji	Kasvupaikkaluokka	Koko käyttöosa Ikäluokka, a								Viiden metrin tyviosa Ikäluokka, a							
		-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
		Paksuimman oksan läpimitta, mm								Paksuimman oksan läpimitta, mm							
Kuiva	Ruohoinen turvemaa	17	18	19	20	18	25	26	23	17	15	14	11	9	11	8	11
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	14	17	18	19	16	16	27	11	14	14	14	12	9	4	10	11
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	9	18	17	16	15	16	27	26	8	17	16	13	11	11	20	17
	Tuore kangas	16	15	24	17	26	18	23	24	18	14	21	14	13	13	8	9
	Kuivahko kangas	15	25	19	24	16	24	15	27	15	25	17	16	10	6	2	8
Laho	Ruohoinen turvemaa	7	12	15	26	18	26	31	27	7	12	10	19	13	16	19	16
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0	12	17	18	20	26	13	34	0	10	15	12	15	21	1	8
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	19	16	16	14	11	10	6	9	19	13	15	13	11	9	3	2
	Tuore kangas	1	7	8	11	14	24	27	26	1	7	8	9	2	21	11	3
	Kuivahko kangas	5	10	11	10	13	20	28	24	5	10	11	8	11	10	14	3
Kuollut	Ruohoinen turvemaa	17	24	24	32	28	32	36	28	17	22	18	24	17	19	22	21
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	14	26	28	27	29	31	27	34	14	21	23	18	22	22	10	19
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	24	26	23	23	19	21	28	29	23	25	22	21	17	18	21	19
	Tuore kangas	17	17	25	20	30	28	34	32	19	15	23	16	13	22	14	11
	Kuivahko kangas	15	26	22	29	22	28	30	33	15	26	21	21	15	15	14	9
Terve	Ruohoinen turvemaa	44	23	31	48	45	34	54	41	44	12	11	16	16	8	6	0
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	31	21	36	32	27	43	38	51	31	10	16	14	8	22	0	33
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	27	27	26	28	25	26	35	54	17	18	13	13	16	15	18	27
	Tuore kangas	18	31	23	21	33	31	55	63	19	13	3	9	3	15	7	11
	Kuivahko kangas	11	31	19	40	48	50	53	53	11	29	13	17	18	11	13	9

Taulukko 31. Oksattomien hieskoivujen osuus koko käyttöosan ja viiden metrin tyviosan perusteella eri oksalajien suhteen kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Oksalaji	Kasvupaikkaluokka	Koko käyttöosa Ikäluokka, a								Viiden metrin tyviosa Ikäluokka, a							
		-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
		Oksattomia hieskoivuja, %								Oksattomia hieskoivuja; %							
Kuiva	Ruohoinen turvemaa	0	29	31	29	33	13	18	10	0	31	38	51	60	33	55	40
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0	27	22	30	52	41	17	50	0	27	33	40	65	82	66	50
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	50	20	14	22	29	40	0	11	50	22	18	35	36	53	15	22
	Tuore kangas	27	11	8	25	0	0	13	6	20	11	15	31	21	29	50	48
	Kuivahko kangas	0	0	18	11	25	13	33	8	0	0	18	21	50	75	89	64
Laho	Ruohoinen turvemaa	25	36	31	7	8	13	0	0	25	31	46	24	35	27	27	40
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	100	45	26	20	16	12	17	0	100	55	33	34	35	35	87	50
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	25	40	23	41	42	53	77	78	25	44	27	42	41	53	85	89
	Tuore kangas	91	44	46	38	29	29	25	12	90	44	46	44	79	43	50	85
	Kuivahko kangas	67	45	41	58	38	13	0	25	67	45	47	63	38	50	22	82
Kuollut	Ruohoinen turvemaa	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	22	12	20	7	9	10
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	11	10	29	66	0
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0	0	0	0	8	13	0	11	0	0	0	4	9	20	15	11
	Tuore kangas	18	0	0	19	0	0	0	3	10	0	8	25	21	29	38	45
	Kuivahko kangas	0	0	6	0	13	0	0	0	0	0	18	5	25	25	22	55
Terve	Ruohoinen turvemaa	25	43	37	12	10	20	0	0	25	69	80	78	70	80	91	100
	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0	36	0	20	39	6	33	0	0	73	56	66	74	53	100	50
	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0	0	27	26	29	27	23	0	50	22	64	58	45	53	61	33
	Tuore kangas	45	11	23	31	29	14	0	0	50	44	85	63	86	43	75	70
	Kuivahko kangas	50	18	41	5	25	0	11	0	50	27	59	63	50	75	78	64

Koska nuorimpien luokkien puut olivat peräisin suuremmassa kasvatustiheydessä olleilta koealoilta kuin vanhempien luokkien puut ja puuston ikääntyessä koealojen puustosta on mitä ilmeisimmin poistettu oksikkaimpia yksilöitä, iän vaikutus oksapaksuuteen ei tullut täysimääräisenä näkyviin tässä tarkastelussa.

Kasvupaikkojen suhteet olivat käyttöosan paksuimman oksan läpimitassa usein epäselvät. Paksuimman kuivan oksan läpimitta oli viljavilla turvemailla suurempi kuin karuilla lukuunottamatta vanhimpia ikäluokkia, mutta kivennäismailla vastaavaa eroa ei ilmennyt. Paksuimman lahon ja myös paksuimpien kuolleiden oksien läpimitat olivat viljavilla turvemailla nuorissa ikäluokissa pienempiä ja keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa yleensä suurempia kuin karuilla turvemailla. Samansuuntaisia eroja ilmeni tuoreiden ja kuivahkoiden kankaiden välillä. Turvemailla paksuimman lahon oksan läpimitta oli lisäksi säännöllisesti suurempi kuin vastaavan viljavuustason kivennäismailla. Paksuimman terveen oksan läpimitta oli lähes säännöllisesti viljavilla turvemailla suurempi kuin karuilla. Samansuuntaisia eroja ilmeni tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden välillä, lukuunottamatta keski-ikäisiä luokkia.

Tyvitukkiosassa lähinnä kuivien mutta lievemmässä määrin myös kuolleiden ja terveiden oksien läpimitat pienenivät hieskoivun ikääntyessä. Tulos on oletusten mukainen ottaen huomioon oksien tyvestä alkava karsiutuminen ja kyljestyminen. Epäselviä tuloksia ilmeni lähinnä turvemaiden kasvupaikoilla. Paksuimman lahon oksan läpimitta kasvoi puolukkaisia-piensaraisia turvemaita lukuunottamatta puun ikääntyessä, joskin vanhimmissa luokissa oli keski-ikäisiä luokkia pienempiä läpimittoja erityisesti tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla. Tämäkin johtui ilmeisesti oksikkaimpien ja lahoisimpien puiden poistamisesta harvennuksissa.

Tyvitukkiosan paksuimman kuivan ja terveen oksan läpimitat olivat viljavilla turvemailla nuorissa ikäluokissa suurempia ja keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa pienempiä kuin karuilla. Tämä johtui ilmeisesti korkeaan viljavuuteen liittyvän nopean paksuuskasvun oksien kyljestymistä edistävästä vaikutuksesta. Paksuimpien lahojen ja kuolleiden oksien osalta tulokset olivat päinvastaiset kuin kuivien ja terveiden oksien osalta. Kivennäismailla viljavuustason vaikutukset olivat enimmäkseen epäselviä. Tosin paksuimpien kuivien ja kuolleiden oksien läpimitat olivat tuoreilla kankailla yleensä suuremmat ja paksuimman terveen oksan läpimitat pienemmät kuin kuivahkoilla kankailla.

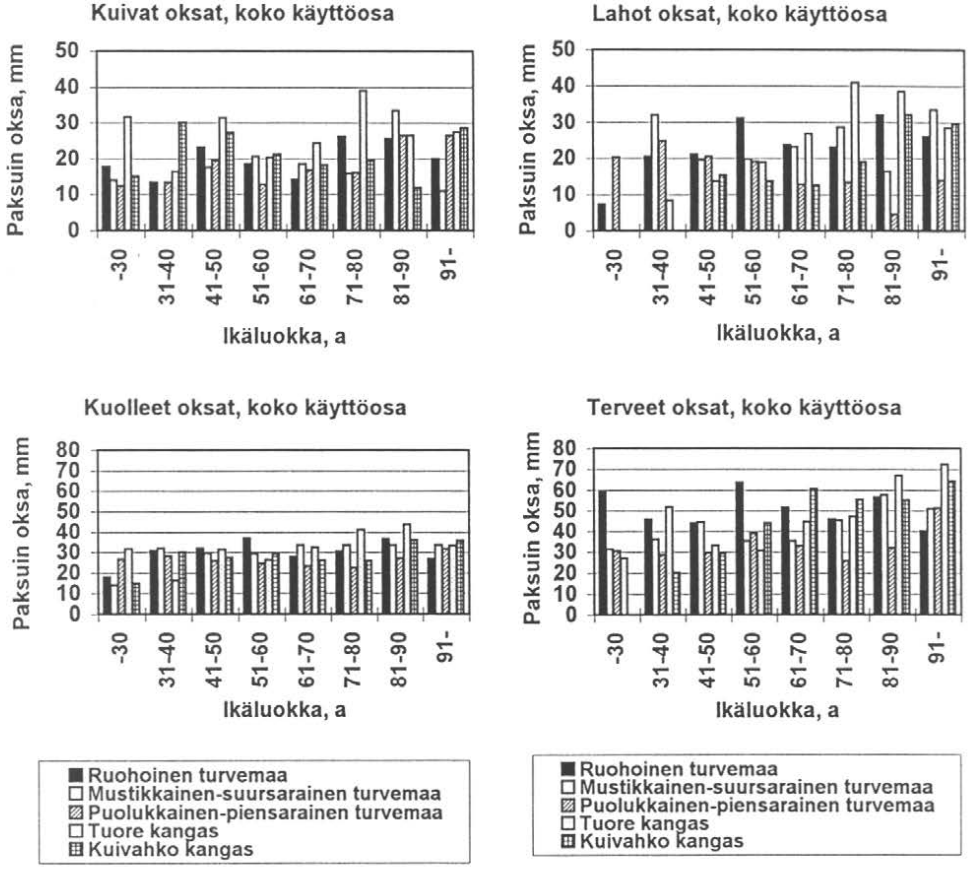
Kasvupaikka- ja ikäluokan vaikutusta hieskoivun paksuimpien oksien läpimittojen neliöjuuriin testattiin oksalajeittain kaksisuuntaisella varianssianalyysillä. Käyttöosassa (df=691) ikäluokka vaikutti kuivia oksia lukuunottamatta (F=0,88, p=0,5257) merkitsevästi kaikkien oksalajien suurimpiin läpimittoihin (F=3,07-5,33, p=0,0001-0,0035), mutta kasvupaikkaluokka vaikutti vain paksuimman lahon oksan läpimittaan (F=7,01, p=0,0001; vrt. muut oksalajit: F=0,74-1,55, p=0,1860-0,5635). Muuttujien välillä oli merkitsevä yhdysvaikutus lahojen ja terveiden oksien osalta. Tyvitukkiosassa (df=691) ikäluokka vaikutti merkitsevästi paksuimpien oksien läpimittoihin kaikkien oksalajien osalta (F=2,23-5,02, p=0,0001-0,0306); kasvupaikkaluokka vaikutti merkitsevästi lahojen ja kuolleiden oksien ja suuntaa antavasti terveiden oksien osalta (F=4,23, 2,79 ja 2,04, p=0,0022, 0,0258 ja 0,0869), mutta sillä ei ollut vaikutusta kuivien oksien osalta (F=1,20, p=0,3095). Muuttujien välillä oli merkitsevä yhdysvaikutus lahojen oksien osalta.

Tukeyn testi erotteli käyttöosan paksuimman lahon oksan läpimitan perusteella ruohoiset puolukkaisista-piensaraisista turvemaista sekä tuoreista ja kuivahkoista kankaista ja mustikkaiset-suursaraiset puolukkaisista-piensaraisista turvemaista sekä kuivahkoista kankaista. Tyvitukkiosassa erottuivat paksuimman lahon ja kuolleen oksan läpimitan perusteella kaikki turvemaiden kasvupaikat tuoreista kankaista ja paksuimman lahon oksan perusteella lisäksi ruohoiset turvemaat kuivahkoista kankaista.

Hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaiset paksuimpien oksien läpimitat esitetään erikseen päävaltapuille, koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat toisistaan eri kasvupaikkaluokkien, varsinkin turve- ja kivennäismaiden luokkien välillä (kuva 14a) ja latvuskerrosluokka vaikutti läpimittoihin (liitteet 1.9 ja 1.10). Muiden latvuskerrosluokkien

kaatokoepuuaineistossa oli vain vähän havaintoja. Iän vaikutukset olivat sekä käyttö- että tyviosassa päävaltapuilla samansuuntaiset kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin, kun taas kasvupaikkaluokkien suhteet olivat jossain määrin erilaiset (kuvat 43a-d ja 44a-d).

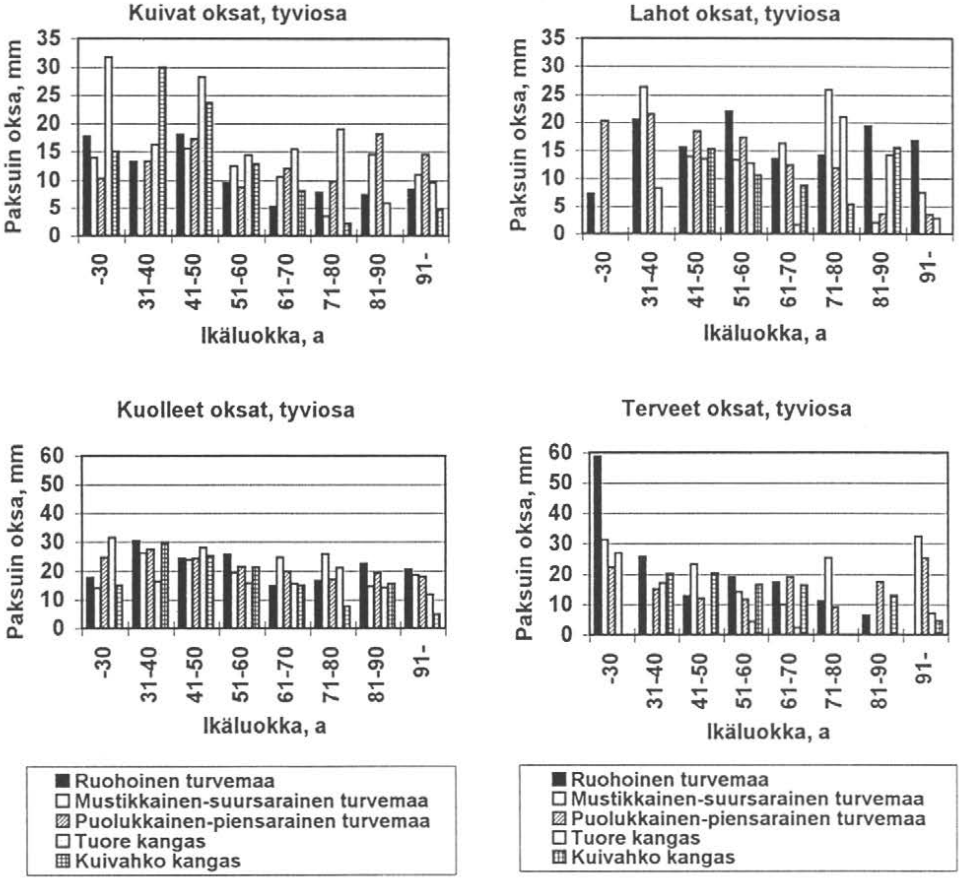
Käyttöosassa paksuimman kuivan oksan läpimitta oli päävaltapuissaa useimmissa ikäluokissa ja varsinkin tuoreilla kankailla oletusten mukaisesti suurempi ja puun ikääntymisen oksan paksuutta suurentava vaikutus osin voimakkaampi kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin. Ruohoisilla turvemailla latvuskerrosluokkien erot olivat nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa kuitenkin yleensä päinvastaiset. Paksuimmat kuivat oksat olivat päävaltapuissa tuoreilla kankailla ja ohuimmat yleensä puolukkaisilla-piensaraisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Myös paksuimman lahon oksan läpimitta oli päävaltapuissa suurempi kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin lukuunottamatta alle 30 a ja eräitä vanhimpia luokkia. Paksuimmat lahot oksat olivat alle 61 a luokissa turvemaiden ja ohuimmat kivennäismaiden kasvupaikoilla ja yli 60 a luokissa kuivien oksien tavoin tuoreilla kankailla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Puun ikääntyminen suurensi päävaltapuissa paksuimman lahon oksan



Kuva 43a-d. Hieskoivun päävaltapuiden käyttöosan paksuimpien oksien läpimitat oksalajeittain eri kasvupaikka- ja ikäluokissa kaatokoepuuaineistossa.

läpimittaa kivennäismaiden kasvupaikoilla ja pienensi sitä puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Jälkimmäinen tulos lienee johtunut huonolaatuisimpien puiden poistamisesta harvennuksissa.

Edelläesitetyn mukaisesti myös käyttöosan paksuimman kuolleen oksan läpimitta oli päävaltapuissa suurempi kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin, lukuunottamatta ruohoisten turvemaiden vanhoja ikäluokkia. Paksuimmat kuolleet oksat olivat viljavilla kasvupaikoilla, alle 61 a luokissa ruohoisilla ja mustikkaisilla turvemailla ja yli 60 a luokissa tuoreilla kankailla, ja ohuimmat yleensä karuilla puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Puun ikääntyminen suurensi jossain määrin paksuimman kuolleen oksan läpimittaa erityisesti ikäjakauman yläpäässä, mutta vaikutus ei ollut kovin selvä. Tässäkin lienee vaikuttanut huonolaatuisimpien puiden poistaminen harvennuksissa.



Kuva 44a-d. Hieskoivun päävaltapuiden viiden metrin tyviosan paksuimpien oksien läpimitat oksalajeittain eri kasvupaikka- ja ikäluokissa kaatokoepuuaineistossa.

Selvimmin latvuskerrosluokka vaikutti paksuimman terveen oksan läpimittaan, joka oli päävaltapuissa huomattavasti suurempi kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin. Ainoastaan turvemaiden kasvupaikkaluokkien vanhoissa ikäluokissa ei ollut eroja. Paksuimmat terveet oksat olivat viljavilla kasvupaikoilla, alle 61 a luokissa ruohoisilla turvemailla ja yli 60 a luokissa tuoreilla tai kuivahkoilla kankailla, ja ohuimmat yleensä karuilla puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Puun ikääntyminen kohotti yleensä myös paksuimman terveen oksan läpimittaa varsinkin ikäjakauman yläpäässä. Vaikutus oli selvin tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla, kun taas ruohoisilla turvemailla sitä ei ollut juuri lainkaan.

Tyvitukkiosassa paksuimman kuivan oksan läpimitta oli päävaltapuissa yleensä pienempi mutta tuoreilla kankailla poikkeuksellisesti suurempi ja puun ikääntymisen läpimittaa pienentävä vaikutus osin voimakkaampi kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin. Paksuimmat kuivat oksat olivat alle 81 a luokissa kivennäismaiden kasvupaikoilla, yleensä tuoreilla kankailla, ja ohuimmat puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla, mutta yli 80 a luokissa kasvupaikkaryhmien suhteet olivat päinvastaiset. Paksuimman lahon oksan läpimitta oli päävaltapuissa yleensä suurempi kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin. Paksuimmat lahot oksat olivat ruohoisilla turvemailla ja ohuimmat alle 60 a luokissa kivennäismaiden kasvupaikoilla ja yli 60 a luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Puun ikääntyminen aluksi kohotti ja sen jälkeen alensi paksuimman lahon oksan läpimittaa; puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla läpimitan aleneminen oli jatkuvaa.

Tyvitukkiosan paksuimman kuolleen oksan läpimitta oli päävaltapuissa suurempi kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin, lukuunottamatta vanhoja ikäluokkia. Paksuimmat kuolleet oksat olivat viljavimmilla kasvupaikoilla ja ohuimmat yleensä karuilla puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla mutta yli 80 a luokissa poikkeuksellisesti tuoreilla kankailla. Puun ikääntyminen alensi jossain määrin paksuimman kuolleen oksan läpimittaa erityisesti kivennäismaiden kasvupaikoilla, mutta vaikutus ei ollut kovin selvä.

Tyvitukkiosassa paksuimman terveen oksan läpimitta poikkesi päävaltapuissa vain yksittäistapauksissa kaikkien latvuskerrosten keskimääräisestä. Yleensä läpimitat olivat päävaltapuissa hieman keskimääräistä pienempiä mutta ruohoisilla turvemailla päinvastoin suurempia. Paksuimmat terveet oksat olivat alle 81 a ikäluokissa ruohoisilla ja yli 80 a luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja ohuimmat yleensä tuoreilla kankailla. Puun ikääntymisen vaikutukset olivat epäselviä.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä kasvupaikka- ja latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia hieskoivun paksuimpien oksien läpimittojen neliöjuuriin oksalajeittain. Käyttöosassa vaikuttivat ikä sekä kasvupaikka- ja latvuskerrosluokat merkitsevästi ja runkoluku suuntaa antavasti kuivien oksien suhteen (F=3,14-3,90, p=0,0138-0,0548) ja kaikki muuttujat merkitsevästi lahojen (F=4,83-30,68, p=0,0001-0,0283) ja terveiden oksien suhteen (F=9.68-65,83, p=0,0001) merkitsevyysjärjestyksessä latvuskerrosluokka, ikä, kasvupaikkaluokka ja runkoluku. Vain kasvupaikkaluokka vaikutti suuntaa antavasti kuolleiden oksien suhteen (F=1,84, p=0,1194; vrt. muut muuttujat: F=1,07-1,52, p=0,2183-0,3021), jossa tapauksessa muuttujien välillä oli runsaasti yhdysvaikutuksia.

Tyvitukkiosassa vaikuttivat vain ikä ja kasvupaikkaluokka merkitsevästi kuivien oksien suhteen (F=23,32 ja 3,01, p=0,0001 ja 0,0176), ikä ja latvuskerrosluokka merkitsevästi ja kasvupaikkaluokka suuntaa antavasti kuolleiden oksien suhteen (F=29,73, 4,74 ja 1,92, p=0,001, 0,0091 ja 0,1059), runkoluku ja ikä merkitsevästi ja kasvupaikkaluokka suuntaa antavasti terveiden oksien suhteen (F=9,20, 3,89 ja 1,72, p=0,0025, 0,0491 ja 0,1447). Kaikki tutkitut muuttujat vaikuttivat merkitsevästi lahojen oksien suhteen merkitsevyysjärjestyksessä latvuskerrosluokka, ikä, kasvupaikkaluokka ja runkoluku (3,73-10,63, p=0,0001-0,0194). - Puuston tiheyskin olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaisten paksuimpien lahojen ja terveiden oksien läpimittojen vertailussa. Tiheyden vakiointi oli tässäkin epärealistista edellä todetuista syistä (luku 3.1.1.1.1).

Taulukko 32. Siemen- ja vesasyntyisen hieskoivun koko käyttöosan ja viiden metrin tyviosan paksuimman oksan läpimitta oksalajeittain ja ikäluokittain turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa.

Oksalaji	Kasvupaikkaryhmä Syntytapa	Koko käyttöosa Ikäluokka, a								Viiden metrin tyviosa Ikäluokka, a							
		-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
		Paksuimman oksan läpimitta, mm								Paksuimman oksan läpimitta, mm							
Kuiva	Turvemaa																
	Siemensyntyinen	13	13	19	18	17	20	26	23	12	12	14	11	10	10	14	13
	Vesasyntyinen	14	23	16	19	14	11	...	...	14	21	15	13	10	2	...	...
	Kivennäismaa																
	Siemensyntyinen	22	16	22	23	22	23	19	25	22	15	20	17	11	9	4	8
	Vesasyntyinen	13	25	17	12	....	...	...	10	12	25	17	7	...	...	...	10
	Yhteensä																
	Siemensyntyinen	17	14	19	20	18	21	24	25	17	13	15	13	10	10	10	10
	Vesasyntyinen	13	24	16	17	15	11	25	10	13	23	15	12	11	4	12	10
Laho	Turvemaa																
	Siemensyntyinen	14	17	16	19	19	21	17	20	14	14	12	14	14	15	9	10
	Vesasyntyinen	1	7	15	23	18	24	...	...	1	7	14	18	8	20	...	...
	Kivennäismaa																
	Siemensyntyinen	4	9	10	11	15	12	29	28	4	9	10	8	6	12	14	3
	Vesasyntyinen	2	9	11	10	...	...	...	8	2	9	11	13	...	...	...	8
	Yhteensä																
	Siemensyntyinen	9	14	15	17	18	21	21	25	9	13	11	13	12	14	10	5
	Vesasyntyinen	1	8	14	20	17	26	13	8	1	8	13	17	7	22	5	8
Kuollut	Turvemaa																
	Siemensyntyinen	21	25	26	27	27	28	30	29	20	22	20	20	20	20	19	20
	Vesasyntyinen	14	25	23	30	24	28	...	...	14	22	21	23	13	20	...	...
	Kivennäismaa																
	Siemensyntyinen	22	18	24	27	27	27	33	34	22	17	22	20	6	15	14	10
	Vesasyntyinen	14	26	22	14	...	...	...	13	14	26	22	13	...	...	...	13
	Yhteensä																
	Siemensyntyinen	22	22	25	27	27	28	32	32	21	21	20	20	19	19	17	13
	Vesasyntyinen	14	25	22	27	24	29	25	13	14	23	21	21	13	23	12	13
Terve	Turvemaa																
	Siemensyntyinen	41	24	29	37	34	33	46	47	35	11	9	16	14	13	11	15
	Vesasyntyinen	24	23	37	37	36	44	...	...	24	17	25	12	16	28	...	...
	Kivennäismaa																
	Siemensyntyinen	21	31	21	31	38	44	55	63	21	14	8	11	14	12	9	9
	Vesasyntyinen	12	31	17	31	...	...	...	24	12	29	14	26	...	...	...	23
	Yhteensä																
	Siemensyntyinen	31	26	27	36	35	36	49	58	28	12	9	14	13	12	10	11
	Vesasyntyinen	15	26	33	36	37	39	12	24	15	23	22	14	6	26	11	23

Taulukossa 32 on esitetty *siemen- ja vesasyntyisiksi arvioitujen* hieskoivujen paksuimpien oksien läpimitat *oksalajeittain.* Käyttöosassa paksuimpien oksien läpimitat olivat vesasyntyisillä hieksillä yleensä hieman pienempiä kuin siemensyntyisillä kaikkien kasvupaikkojen aineistossa. Terveiden oksien osalta tulos oli useimmissa ikäluokissa kuitenkin lievästi päinvastainen. Tyvitukkiosassa paksuimpien oksien läpimitat olivat kivennäismailla vesasyntyisillä hieksillä yleensä hieman pienempiä kuin siemensyntyisillä, mutta turvemailla ja kaikkien kasvupaikkojen aineistossa oli eroja molempiin suuntiin. Varsinkin paksuimman lahon ja terveen oksan läpimitat olivat vesasyntyisillä hieksillä usein ja erityisesti vanhoissa luokissa suurempia kuin siemensyntyisillä.

Syntytavan vaikutusta hieskoivun paksuimpien oksien läpimittojen neliöjuuriin testattiin oksalajeittain ja kasvupaikkaryhmittäin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä, jossa toisena selittävänä muuttujana oli ikäluokka. Käyttöosassa syntytavan vaikutus oli merkitsevä lahojen ja kuolleiden oksien suhteen ja suuntaa antava kuivien oksien suhteen kivennäismailla (df=210, F=6,90, 6,91 ja 3,35, p=0,0094, 0,0093 ja 0,0690) ja kaikilla kasvupaikoilla (df=691, F=4,97, 10,97 ja 3,00, p=0,0261, 0,0010 ja 0,0839) ja terveiden oksien suhteen merkitsevä turvemailla (df=481, F=5,07, p=0,0248) ja kaikilla kasvupaikoilla (F=8,30, p=0,0041). Tyvitukkiosassa syntytapa vaikutti merkitsevästi ainoastaan terveiden oksien suhteen kivennäismailla (F=9,61, p=0,0022) ja suuntaa antavasti kuolleiden oksien suhteen turvemailla (F=2,65, p=0,1043) ja terveiden oksien suhteen kaikilla kasvupaikoilla (F=2,92, p=0,0878).

Kovarianssianalyysissä, jossa otettiin syntytavan ja iän lisäksi huomioon latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset, siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen välillä oli käyttöosassa suuntaa antava ero vain kivennäismailla paksuimman kuolleen oksan läpimitassa (F=2,38, p=0,1258). Tyvitukkiosassa syntytavan vaikutus oli merkitsevä vain paksuimman terveen oksan läpimitassa kivennäismailla ja kaikilla kasvupaikoilla (F=7,22 ja 6,35, p=0,0008 ja 0,0128). Täten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen paksuimmat oksat olisivat olisivat yhtä suuret samassa latvuskerroksessa ja vakiotiheydessä. Tällainen metsikön rakenne ei liene kuitenkaan normaali (luku 4.1.5).

3.1.2.3.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Hies- ja rauduskoivun kuitupuun vähimmäismittavaatimukset täyttävän osan eli käyttöosan pituusyksikön sekä tyvitukkiosaa kuvaavan viiden metrin tyviosan erityyppisten paksuimpien oksien läpimitan vaihtelusta pystyttiin selittämään askeltavalla regressioanalyysillä 13 ja 12 % kuivien oksien, 18 ja 12 % lahojen oksien, 21 ja 11 % kuolleiden oksien ja 41 ja 13 % terveiden oksien osalta (liitteet 1.10 ja 1.11).

Käyttöosan osalta ikä oli selvästi tärkein paksuimman lahon ja terveen oksan läpimitan selittäjä (R^2=0,07 ja 0,13) ja toiseksi tärkein paksuimman kuivan ja kuolleen oksan läpimitan selittäjä (R^2=0,03). Koivulaji oli tärkein selittäjä kuivien oksien (R^2=0,05) mutta lähes merkityksetön muiden oksalajien osalta. Latvuskerrosluokka selitti selvästi eniten paksuimman kuolleen oksan läpimitan vaihtelusta (R^2=0,13) ja suhteellisen paljon muidenkin oksalajien osalta. Muita merkille pantavia selittäjiä olivat puuston kehitysluokka sekä kasvupaikkaryhmä kuivien oksien osalta, turpeen paksuus kuivien ja lahojen oksien osalta sekä mutkaisuus ja haaraisuus kuolleiden ja terveiden oksien osalta. Puuston tiheyttä kuvaavien pohjapinta-alan ja ainespuiden runkoluvun selitysasteet olivat hyvin alhaiset.

Tyvitukkiosan osalta puuston kehitysluokka oli tärkein paksuimman kuivan oksan läpimitan selittäjä (R^2=0,09) ja vaikutti lisäksi paksuimman lahon oksan läpimittaan. Turpeen paksuus selitti eniten paksuimman lahon oksan läpimitasta (R^2=0,05) ja vaikutti lisäksi paksuimman kuolleen oksan läpimittaan. Haaraisuus selitti eniten paksuimman terveen oksan läpimitasta (R^2=0,06) ja vaikutti lisäksi muissakin oksalajeissa. Puuston tiheyttä kuvaavien pohjapinta-alan ja ainespuiden runkoluvun selitysasteet olivat hyvin alhaiset paksuimman terveen oksan läpimittaa lukuunottamatta (R^2=0,03). Iän merkitys oksapaksuuden selittäjänä oli niinikään pieni (R^2<0,01).

Vastaavat analyysit tehtiin myös sisällyttämällä rinnankorkeusläpimitta selittäjiin, jolloin oksapaksuuden vaihtelun selitystä pystyttiin jonkin verran parantamaan. Tarkastelluilla tekijöillä pystyttiin tässäkin selittämään kuitenkin vain 17 ja 14 % käyttöosan ja tyviosan paksuimman kuivan oksan, 22 ja 14 % paksuimman lahon oksan, 29 ja 14 % paksuimman kuolleen oksan ja 58 ja 15 % paksuimman terveen oksan läpimitan vaihtelusta. Muuttujien keskinäinen selitysjärjestys muuttui paljon käyttöosassa, jossa läpimitta oli kaikkien oksalajien osalta keskeinen selittäjä: R^2-arvot olivat sille 0,13 kuivien oksien, 0,13 lahojen oksien, 0,27 kuolleiden oksien ja 0,51 terveiden oksien osalta. Tyvitukkiosassa läpimitalla oli hyvin vähän merkitystä selittäjänä (R^2<0,01) lukuunottamatta kuolleita oksia (R^2=0,03), jolloin silloinkin sen vaikutus oli iän vaikutusta heikompi.

Erillisissä analyyseissä kapeneminen osoittautui kuitenkin tärkeimmäksi paksuimpien oksien läpimittojen vaihtelun selittäjäksi käyttöosassa, jossa selitysasteet suurenivat tällöin suhteellisen paljon, paksuimman terveen oksan läpimittaa lukuunottamatta. Tyviosassa selitysaste ei kuitenkaan parantunut. Tarkasteluissa, joissa ei ollut mukana rinnankorkeusläpimittaa, pystyttiin käyttöosassa selittämään 19 % paksuimman kuivan oksan, 18 % paksuimman lahon oksan, 29 % paksuimman kuolleen oksan ja 41 % paksuimman terveen oksan läpimitan vaihtelusta. Kapeneminen selitti tällöin 14 % paksuimman kuivan oksan, 13 % paksuimman lahon oksan, 26 % paksuimman kuolleen oksan ja 44 % paksuimman terveen oksan läpimitan vaihtelusta. Kapenemisen ja rinnankorkeusläpimitan sisältäneissä analyyseissä tulokset olivat samat kuin edellä.

Taulukossa 33 on esitetty hies- ja rauduskoivujen koko käyttöosan ja viiden metrin tyviosan paksuimpien oksien läpimitat *oksalajeittain ja ikäluokittain turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineiston perusteella*. Tuloksia laskettaessa on ao. oksalajin puuttuminen käyttö- tai tyviosasta otettu huomioon kirjaamalla sen suurimman läpimitan arvoksi 0. Eri oksalajien suhteen oksattomien hies- ja rauduskoivujen osuudet on esitetty ikäluokittain turve- ja kivennäismailla taulukossa 34.

Koko käyttöosassa paksuimman oksan läpimitat kasvoivat kaikilla oksalajeilla ja kaikissa tutkituissa ryhmissä puun ikääntyessä. Rauduskoivulla vaikutus oli jonkin verran voimakkaampi kuin hieskoivulla. Koska nuorimpien luokkien puut olivat peräisin suuremmassa kasvatustiheydessä olleilta koealoilta kuin näitä vanhempien luokkien puut ja puuston ikääntyessä koealojen puustosta oli mitä ilmeisimmin poistettu oksikkaimpia yksilöitä, iän vaikutus oksapaksuuteen ei tullut täysimääräisenä näkyviin tässä tarkastelussa. Hieskoivulla paksuimman oksan läpimitat olivat koko ikäjakauman alueella, eräitä yksittäistapauksia lukuunottamatta, kuivien, kuolleiden ja varsinkin terveiden oksien suhteen pienempiä ja lahojen oksien suhteen suurempia kuin rauduskoivulla. Turvemaiden hieskoivulla paksuimman oksan läpimitat olivat puolestaan kuivien ja terveiden oksien sekä vanhojen luokkien lahojen ja kuolleiden oksien suhteen pienempiä ja nuorten ja keski-ikäisten luokkien lahojen ja kuolleiden oksien suhteen suurempia kuin kivennäismaiden hieskoivulla. Erot hies- ja rauduskoivun ja toisaalta turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä kasvoivat ikäluokan mukana.

Tyvitukkiosassa paksuimman oksan läpimitat pienenivät kuivien ja terveiden oksien suhteen koko ikäjakauman alueella ja aluksi suurenivat lievästi ja sen jälkeen jälleen pienenivät lahojen ja kuolleiden oksien suhteen. Iän vaikutus oli tässäkin rauduskoivulla hieskoivua voimakkaampi. Hieskoivulla paksuimman oksan läpimitat olivat alle 31 a luokkaa ja kuivien oksien suhteen myös vanhoja luokkia lukuunottamatta suurempia kuin rauduskoivulla.

Taulukko 33. Hies- ja rauduskoivun koko käyttöosan ja viiden metrin tyviosan paksuimman oksan läpimitta oksalajeittain kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Oksalaji	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Koko käyttöosa Ikäluokka, a								Viiden metrin tyviosa Ikäluokka, a							
		-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
		Paksuimman oksan läpimitta, mm								Paksuimman oksan läpimitta, mm							
Kuiva	Hieskoivu, turvemaa	13	18	18	18	16	19	27	23	13	14	14	12	10	9	13	13
	Hieskoivu, kivennäismaa	16	21	21	21	22	21	19	25	16	20	19	14	12	9	5	8
	Hieskoivu, yhteensä	15	19	19	19	17	19	24	24	15	17	16	13	10	9	10	10
	Rauduskoivu, yhteensä	23	17	24	29	28	30	36	36	20	17	22	19	10	6	5	6
Laho	Hieskoivu, turvemaa	9	13	16	20	19	21	17	20	9	11	13	15	13	16	9	9
	Hieskoivu, kivennäismaa	2	9	10	11	14	22	27	26	2	9	10	9	5	15	13	3
	Hieskoivu, yhteensä	5	12	15	18	18	21	21	24	5	10	12	14	11	16	10	5
	Rauduskoivu, yhteensä	6	7	14	15	19	17	19	20	6	7	11	10	11	8	10	5
Kuollut	Hieskoivu, turvemaa	19	25	25	28	26	28	31	29	18	22	20	21	18	20	19	20
	Hieskoivu, kivennäismaa	17	22	23	25	27	28	32	32	17	21	22	18	14	18	14	10
	Hieskoivu, yhteensä	17	24	24	27	26	28	31	31	17	22	21	21	18	19	17	13
	Rauduskoivu, yhteensä	24	17	25	31	30	34	38	39	21	17	24	21	17	12	10	8
Terve	Hieskoivu, turvemaa	34	23	31	37	34	35	43	47	31	13	13	14	14	15	10	15
	Hieskoivu, kivennäismaa	16	31	21	31	39	41	54	60	16	21	9	14	7	13	10	10
	Hieskoivu, yhteensä	23	26	29	36	35	36	47	56	22	16	12	14	12	15	10	12
	Rauduskoivu, yhteensä	24	10	35	48	49	66	63	78	23	10	10	14	14	12	0	1

Taulukko 34. Oksattomien hies- ja rauduskoivujen osuus koko käyttöosan ja viiden metrin tyviosan perusteella eri oksalajien suhteen kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Oksalaji	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Koko käyttöosa								Viiden metrin tyviosa							
		Ikäluokka, a								Ikäluokka, a							
		-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
		Oksattomia koivuja, %								Oksattomia koivuja, %							
Kuiva	Hieskoivu, turvemaa	18	26	25	28	38	32	10	14	18	29	31	42	54	57	40	33
	Hieskoivu, kivennäismaa	18	5	13	17	9	7	24	7	18	5	17	27	33	53	71	53
	Hieskoivu, yhteensä	18	18	22	25	32	26	15	9	18	20	28	39	50	56	51	47
	Rauduskoivu, yhteensä	0	0	7	13	5	5	8	5	0	0	7	27	55	68	67	68
Laho	Hieskoivu, turvemaa	45	40	28	20	19	26	37	33	45	45	38	32	37	38	63	62
	Hieskoivu, kivennäismaa	82	45	43	49	77	20	12	16	82	45	47	55	62	47	35	84
	Hieskoivu, yhteensä	68	42	32	27	21	24	28	21	68	45	40	37	42	40	53	77
	Rauduskoivu, yhteensä	75	40	21	13	20	26	25	35	75	40	29	40	55	58	67	74
Kuollut	Hieskoivu, turvemaa	0	0	8	0	2	4	3	5	0	0	10	9	14	19	23	10
	Hieskoivu, kivennäismaa	12	0	3	9	32	0	0	2	12	0	7	15	24	27	29	49
	Hieskoivu, yhteensä	7	0	7	2	3	3	2	3	7	0	9	10	16	21	26	36
	Rauduskoivu, yhteensä	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	30	42	42	63
Terve	Hieskoivu, turvemaa	9	29	30	19	24	17	17	0	27	58	62	67	65	62	80	67
	Hieskoivu, kivennäismaa	47	15	33	17	27	7	6	0	47	35	70	61	76	60	76	69
	Hieskoivu, yhteensä	32	24	31	18	25	15	13	0	39	49	69	66	67	61	79	68
	Rauduskoivu, yhteensä	31	60	14	13	5	5	8	5	31	60	71	33	80	84	100	95

Turvemaiden hieskoivulla paksuimman oksan läpimitat olivat puolestaan suurempia kuin kivennäismaiden hieskoivulla, lukuunottamatta kuivia oksia vanhoissa luokissa.

Koivulajin vaikutusta paksuimman oksan läpimitan neliöjuuriin testattiin kivennäismailla ja kaikilla kasvupaikoilla oksalajeittain kaksisuuntaisella varianssianalyysillä, jossa toisena selittävänä muuttujana oli ikäluokka. Käyttöosassa koivulajin vaikutus oli merkitsevä kivennäismailla kaikkien oksalajien suhteen (df=320, F=3,93-13,88, p=0,0002-0,0482) ja kaikilla kasvupaikoilla suuntaa antava kuivien oksien (df=821, F=3,41, p=0,0653) ja merkitseviä muiden oksalajien suhteen (F=15,23-42,77, p=0,0001). Tyvitukkiosassa koivulajin vaikutus oli merkitsevä kaikkien oksalajien suhteen sekä kivennäismailla (F=4,25-18,65, p=0,0001-0,0400) että kaikilla kasvupaikoilla (F=7,71-48,10, p=0,0001-0,0056).

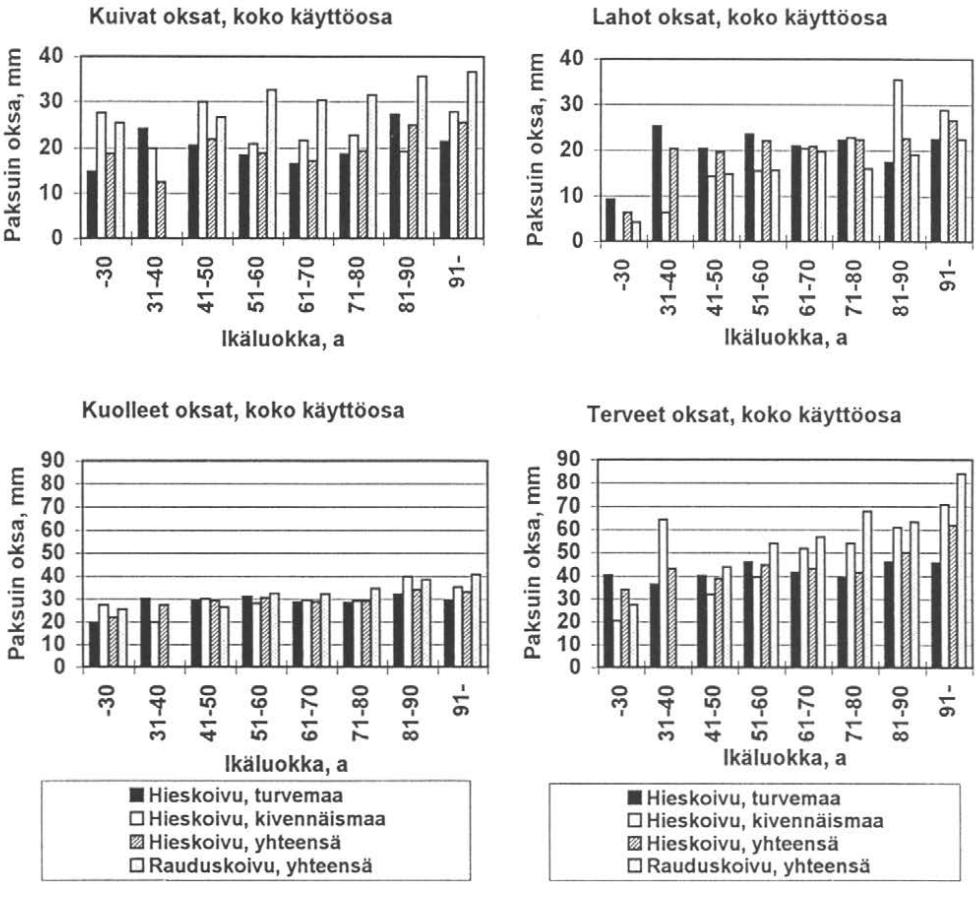
Ikäluokka vaikutti kivennäismailla käyttöosan kaikkien muiden oksalajien paitsi kuivien oksien ja tyvitukkiosassa kaikkien oksalajien suhteen. Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa ikäluokka vaikutti käyttöosassa lahojen ja terveiden oksien suhteen ja tyvitukkiosassa kaikkien oksalajien suhteen. Muuttujien välillä oli yhdysvaikutuksia kivennäismailla lahojen oksien ja käyttöosassa lisäksi terveiden oksien suhteen ja kaikkien kasvupaikkaluokkien aineistossa kuolleiden oksien ja tyvitukkiosassa lisäksi kuivien oksien suhteen.

Turve- ja kivennäismaiden koivujen paksuimpien oksien läpimittojen neliöjuurien eroja testattiin vain hieskoivulla turvemaiden rauduskoivujen kaatokoepuuaineiston pienuuden vuoksi. Kasvupaikkaryhmä vaikutti käyttöosassa merkitsevästi paksuimman kuivan oksan ja suuntaa antavasti paksuimman lahon oksan läpimittaan (df=691, F=4,30 ja 2,43, p=0,0325 ja 0,1119) ja tyvitukkiosassa merkitsevästi paksuimman lahon ja kuolleen oksan läpimittoihin (df=691, F=8,99 ja 7,44, p=0,0001).

Hies- ja rauduskoivujen ikäluokittaiset paksuimpien oksien läpimitat turve- ja kivennäismailla esitetään kaatokoepuuaineistosta erikseen päävaltapuille, koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat selvästi toisistaan vertailtavien ositteiden välillä (kuva 14b) ja latvuskerrosluokka vaikutti paksuimpien oksien läpimittoihin (liitteet 1.11 ja 1.12). Eri latvuskerrosluokkia voitiin vertailla vain hieskoivulla. Turvemailla paksuimpien oksien läpimitat olivat päävaltapuissa sekä käyttö- että tyvitukkiosassa oletusten mukaisesti suurempia kuin lisävaltapuilla. Kuivilla oksilla suhde oli päinvastainen, lukuunottamatta alle 41 a luokkia käyttöosan suhteen. Turvemaiden kaatokoepuissa oli väli- ja aluspuita vain 31-70 a luokissa. Oksien läpimitat olivat päävaltapuissa oletusten mukaisesti selvästi suurempia kuin väli- ja aluspuissa, lukuunottamatta kahta poikkeuksellista tyvitukkiosan ikäluokkaa kuivien oksien suhteen.

Kivennäismailla latvuskerrosluokkien suhteet olivat epäyhtenäisiä. Paksuimpien oksien läpimitat olivat täälläkin päävaltapuissa yleensä suurempia kuin lisävaltapuilla, mutta kuivien ja kuolleiden esiintyi oksien sekä tyvitukkiosassa myös terveiden oksien osalta useissa ikäluokissa päinvastaisia tuloksia. Kivennäismaiden kaatokoepuissa oli väli- ja aluspuita 31-80 a luokissa, joissa käyttöosassa oli kaikkia oksalajeja päävaltapuissa selvästi enemmän kuin väli- ja aluspuissa. Näin oli yleensä myös tyvitukkiosassa, mutta vanhoissa luokissa suhde oli kuivien oksien osalta selvästi päinvastainen.

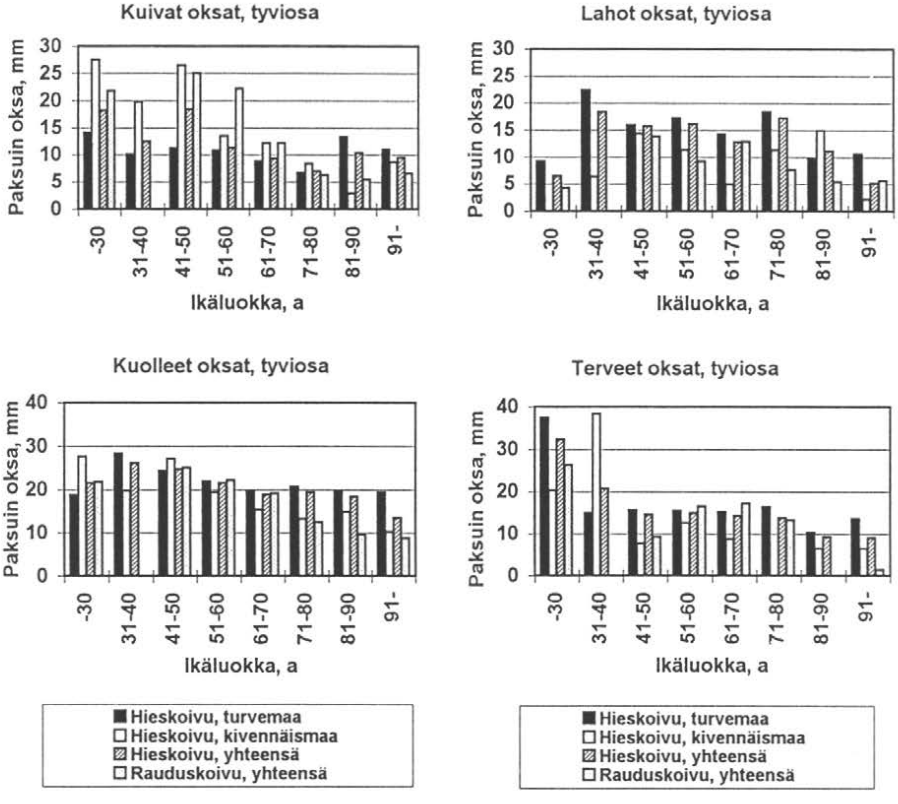
Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä Oksalaji	Paksuimman oksan läpimitan suhde (poikkeukselliset ikäluokat) Lisävaltapuut (latvuskerros 2) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)		Väli- ja aluspuut (latvuskerrokset 3-4) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)	
	Koko käyttöosa	Viiden metrin tyviosa	Koko käyttöosa	Viiden metrin tyviosa
Hieskoivu, turvemaa				
Kuivat oksat	84-135	106-217	48-95	85-145
Lahot oksat	26-93	25-92	17-47	14-38
Kuolleet oksat	75-98	71-114	37-70	43-86
Terveet oksat	50-70 (116)	79-98	7-34	0-82
Hieskoivu, kivennäismaa				
Kuivat oksat	45-132	45-155	34-97	53-156
Lahot oksat	52-81 (200)	53-97 (200)	24-115	66-95
Kuolleet oksat	56-109	51-124	29-97	42-91 (208)
Terveet oksat	43-80	42-304	29-58	48-88



Kuva 45a-d. Hies- ja rauduskoivun päävaltapuiden käyttöosan paksuimpien oksien läpimitat oksalajeittain eri ikäluokissa turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa.

Hies- ja rauduskoivujen paksuimpien oksien läpimittojen suhteet olivat päävaltapuissa pitkälti samat mutta selvemmät kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin (kuvat 45a-d). Käyttöosassa paksuimman oksan läpimitat olivat hieskoivulla koko ikäjakauman alueella varsinkin kuivien ja terveiden mutta myös kuolleiden oksien suhteen pienempiä ja lahojen oksien suhteen suurempia kuin rauduskoivulla. Turvemaiden hieskoivulla paksuimman oksan läpimitat olivat puolestaan kuivien ja kuolleiden oksien suhteen yleensä pienempiä ja lahojen ja terveiden oksien suhteen nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa yleensä suurempia ja vanhoissa luokissa pienempiä kuin kivennäismaiden hieskoivulla.

Tyvitukkiosassa paksuimman oksan läpimitat olivat hieskoivulla kuivien ja kuolleiden oksien suhteen nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa pienempiä ja vanhoissa luokissa suurempia kuin rauduskoivulla (kuvat 46a-d). Lahojen ja terveiden oksien suhteen läpimitat olivat hieskoivulla rauduskoivua suurempia koko ikäjakauman alueella, eräitä poikkeuksellisia luokkia lukuunottamatta. Turvemaiden hieskoivulla paksuimman oksan läpimitat olivat puolestaan lahojen, kuolleiden ja terveiden oksien osalta yleensä suurempia ja kuivien oksien osalta pienempiä kuin kivennäismaiden hieskoivulla. Päinvastaisia suhteita esiintyi kuivien ja lahojen oksien osalta vanhoissa luokissa ja kuolleiden ja terveiden oksien osalta nuorissa luokissa.



Kuva 46a-d. Hies- ja rauduskoivun päävaltapuiden viiden metrin tyviosan paksuimpien oksien läpimitat oksalajeittain eri ikäluokissa turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä koivulajin, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia käyttöosan ja viiden metrin tyvitukkiosan paksuimpien oksien läpimittojen neliöjuuriin oksalajeittain erikseen kivennäismailla ja kaikilla kasvupaikoilla. Koivulajin vaikutus oli merkitsevin kivennäismailla sekä käyttö- että tyvitukkiosassa kaikkien oksalajien suhteen (df=320, F=5,26-40,32, p=0,0001- 0,0224) ja kaikilla kasvupaikoilla käyttöosassa (df=821) kuolleiden oksien (81,37-87,84, p=0,0001; vrt. muut oksalajit; F=3,89-11,66, p=0,0007-0,0494) ja tyvitukkiosassa kaikkien oksalajien suhteen (F=18,48-87,84, p=0,0001).

Iän vaikutus oli merkitsevä käyttöosassa lahojen ja terveiden oksien (F=12,26-18,73, p=0,0001-0,0005) ja tyvitukkiosassa kaikkien oksalajien suhteen (5,25-68,44, p=0,0001-0,0225). Latvuskerrosluokan vaikutus oli käyttöosassa merkitsevä kaikkien oksalajien suhteen (F=7,43-69,98, p=0,0001-0,0006) ja tyvitukkiosassa kivennäismailla merkitsevä kuivien ja kuolleiden oksien ja suuntaa antava lahojen oksien suhteen (F=4,30, 6,72 ja 2,00, p=0,0142, 0,0014 ja 0,1362) ja kaikilla kasvupaikoilla lahojen ja kuolleiden oksien suhteen (F=5,25 ja 17,48, p=0,0225 ja 0,0001). Runkoluvun vaikutus oli käyttöosassa kivennäismailla merkitsevä terveiden oksien ja suuntaa antava lahojen ja kuolleiden oksien suhteen (F=4,83, 2,49 ja 2,99, p=0,0285, 0,1151 ja 0,0848) ja kaikilla kasvupaikoilla lahojen oksien suhteen (F=16,73, p=0,0001) ja tyvitukkiosassa kivennäismailla merkitsevä lahojen ja kuolleiden oksien suhteen (F=22,00 ja 8,77, p=0,0001 ja 0,0033) ja kaikilla kasvupaikoilla merkitsevä lahojen ja terveiden oksien (F=20,05 ja 11,52, p=0,0001 ja 0,0007) ja suuntaa antava kuivien ja kuolleiden oksien suhteen (F=3,52 ja 2,75, p=0,0609 ja 0,0007). - Täten runkoluvun huomioon ottaminen olisi ollut näissä tapauksissa perusteltua hies- ja rauduskoivun paksuimpien oksien ikäluokittaisten läpimittojen vertailussa. Tiheyden vakioinnin epärealistisuus oli tässäkin vielä ilmeisempi ja perusteet epävarmemmat kuin hieskoivua koskeneessa vertailussa (luku 3.1.1.1.2).

Taulukko 35. Hies- ja rauduskoivun koko käyttöosan ja viiden metrin tyviosan paksuimman oksan läpimitta oksalajeittain sekä rinnankorkeusläpimittaluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm	Paksuin kuiva oksa, mm		Paksuin laho oksa, mm		Paksuin kuollut oksa, mm		Paksuin terve oksa, mm	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
				Koko käyttöosa				
9	9	9	6	11	14	15	5	2
11	16	17	9	7	19	20	15	10
13	17	17	13	9	23	20	21	29
15	19	24	18	8	26	24	33	30
17	21	23	21	15	31	26	45	46
19	23	31	20	17	31	32	49	47
21	23	33	25	21	34	36	67	53
23	27	29	29	23	39	36	58	68
25	28	35	26	18	34	35	59	67
27	21	36	30	13	36	36	65	69
29	24	31	30	20	42	31	80	94
31	29	41	40	22	46	41	67	80
				Viiden metrin tyviosa				
9	9	9	6	11	14	15	5	2
11	16	17	8	7	18	20	13	10
13	14	12	11	9	19	15	11	29
15	11	15	13	4	20	16	10	14
17	11	1	14	2	19	2	17	0
19	11	14	14	10	20	17	18	7
21	12	10	14	8	20	15	22	8
23	14	14	11	18	19	22	16	22
25	10	12	4	11	11	15	12	15
27	9	15	15	5	23	17	11	8
29	14	11	16	5	28	14	0	9
31	8	6	13	0	19	6	8	0

Taulukossa 35 on esitetty hies- ja rauduskoivujen koko käyttöosan ja viiden metrin tyviosan paksuimpien oksien läpimitat *oksalajeittain ja rinnankorkeusläpimittaluokittain kaatokoepuuaineiston perusteella.* Tuloksia laskettaessa on ao. oksalajin puuttuminen käyttö- tai tyviosasta otettu huomioon kirjaamalla sen suurimman läpimitan arvoksi 0. Eri oksalajien suhteen oksattomien hies- ja rauduskoivujen osuudet on esitetty rinnankorkeusläpimittaluokittain taulukossa 36. Rinnankorkeusläpimittaluokittaiset erot hies- ja rauduskoivujen välillä olivat samalla tasolla tai pienempiä kuin ikäluokittaiset erot.

Koko käyttöosassa paksuimpien oksien läpimitat suurenivat hidastuvalla nopeudella kaikilla oksalajeilla rinnankorkeusläpimitan kasvaessa. Oksien läpimitan kasvu oli tällöin hieskoivulla kuivien ja terveiden oksien osalta rauduskoivua hitaampaa ja lahojen ja kuolleiden oksien osalta rauduskoivua nopeampaa. Paksuimmat kuivat oksat olivat hies- ja rauduskoivulla 13 cm:n luokkaan asti samalla tasolla mutta näitä järeämmissä luokissa hieskoivulla rauduskoivua pienempiä. Paksuimmat lahot oksat olivat hieskoivulla rauduskoivua suurempia koko läpimittajakauman alueella. Kuivien ja lahojen oksien yhteisvaikutuksena paksuimmat kuolleet oksat olivat hies- ja rauduskoivulla 11 cm:n luokkaan asti samalla tasolla mutta näitä järeämmissä luokissa hieskoivulla hieman rauduskoivua suurempia.

Taulukko 36. Oksattomien hies- ja rauduskoivujen osuus koko käyttöosan ja viiden metrin tyviosan perusteella eri oksalajien suhteen rinnankorkeusläpimittaluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm	Kuivat oksat		Lahot oksat		Kuolleet oksat		Terveet oksat	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
				Oksattomia koivuja, %				
				Koko käyttöosa				
9	39	33	68	33	5	0	80	83
11	19	9	51	55	0	0	44	64
13	22	14	35	57	0	0	33	29
15	22	0	20	58	2	0	12	0
17	26	0	20	0	0	0	2	17
19	22	0	24	7	0	0	0	0
21	25	6	14	25	0	0	0	0
23	21	17	17	17	0	0	0	0
25	0	0	0	25	0	0	0	8
27	27	0	9	39	0	0	0	0
29	29	0	14	33	0	0	0	0
31	0	0	0	33	0	0	0	0
				Viiden metrin tyviosa				
9	39	33	68	33	5	0	80	83
11	21	9	53	55	0	0	54	64
13	29	29	43	57	0	0	64	29
15	43	25	35	67	3	0	73	58
17	49	83	40	83	1	0	65	100
19	54	40	44	47	3	7	59	80
21	51	67	47	60	4	20	61	87
23	45	50	52	67	7	0	72	67
25	50	58	79	80	14	8	71	75
27	55	31	55	69	9	0	64	77
29	43	33	57	67	14	33	100	67
31	33	67	33	100	0	33	67	100

Paksuimmat terveet oksat olivat hieskoivulla 19 cm:n luokkaan asti suurempia ja näitä järeämmissä luokissa pienempiä kuin rauduskoivulla. Tyvitukkiosassa rinnankorkeusläpimitan vaikutukset paksuimman oksan läpimittaan olivat pienemmät kuin koko käyttöosassa. Kuivien oksien läpimitta aleni lievästi vain hieskoivulla, lahojen oksien läpimitta kasvoi hieskoivulla ja aleni lievästi rauduskoivulla ja kuolleiden oksien läpimitta kasvoi sekä hies- että rauduskoivulla rinnankorkeusläpimitan kasvaessa, mutta terveiden oksien läpimitalla ja rinnankorkeusläpimitalla ei ollut selvää yhteyttä. Paksuimmat kuivat oksat olivat hieskoivulla yleensä suurempia mutta ohuimmassa ja järeimmissä luokissa pienempiä kuin rauduskoivulla. Paksuimmat lahot oksat olivat hieskoivulla suurempia kuin rauduskoivulla eron kasvaessa puun järeytyessä. Kuivien ja lahojen oksien yhteisvaikutuksena paksuimmat kuolleet oksat olivat hieskoivulla 25 cm:n luokkaan asti suunnilleen samalla tasolla ja näitä järeämmissä luokissa pienempiä kuin rauduskoivulla. Paksuimman terveen oksan osalta hies- ja rauduskoivun välillä ei ollut selvää eroa.

Kovarianssianalyysin mukaan, jossa käyttöosan paksuimpien oksien läpimittojen neliöjuuria selitettiin koivulajilla ja logaritmisella rinnankorkeusläpimitalla, hies- ja rauduskoivun erot olivat käyttöosassa merkitseviä kuolleiden ja kuivien oksien suhteen (df=821, F=4,61 ja 4,16, p=0,0321 ja 0,0418) ja tyvitukkiosassa merkitseviä kuolleiden ja suuntaa antavia

kuivien oksien suhteen (df=821, F=5,10 ja 3,49, p=0,0242 ja 0,0621). Lahojen ja terveiden oksien osalta muuttujien välillä oli merkitsevä yhdysvaikutus. Rinnankorkeusläpimitan vaikutus oli käyttöosassa merkitsevä kaikkien oksalajien suhteen (F=32,49-271,72, p=0,0001) mutta tyvitukkiosassa vain suuntaa antava kuivien oksien suhteen (F=2,57, p=0,1090).

Otettaessa käyttöosassa koivulajin ja logaritmisen rinnankorkeusläpimitan lisäksi huomioon myös latvuskerrosluokka ja runkoluku, läpimitta ja koivulaji vaikuttivat merkitsevästi ja latvuskerrosluokka suuntaa antavasti paksuimman kuivan oksan läpimittaan (F=19,34, 13,16 ja 2,76, p=0,0001, 0,0003 ja 0,0641; vrt. runkoluku: F=0,09, p=0,7596). Kaikki muuttujat vaikuttivat merkitsevästi paksuimman lahon ja kuolleen oksan läpimittaan, ensinmainitun osalta järjestyksessä koivulaji, läpimitta, runkoluku ja latvuskerrosluokka (F=78,36, 42,66, 24,90 ja 11,62, p=0,0001) ja jälkimmäisen osalta järjestyksessä koivulaji, läpimitta, latvuskerrosluokka ja runkoluku (F=104,82, 29.14 ja 18,59, p=0,0001, ja 4,71, p=0,0302). Paksuimman terveen oksan läpimittaan vaikuttivat läpimitta, koivulaji ja latvuskerrosluokka merkitsevästi (F=173,07, 94,98 ja 16,47, p=0,0001) ja runkoluku suuntaa antavasti (F=3,22, p=0,0733).

Vastaavasti tyvitukkiosassa koivulaji ja logaritminen rinnankorkeusläpimitta vaikuttivat merkitsevästi paksuimman kuivan oksan läpimittaan (F=15,08 ja 3,93, p=0,0001 ja 0,0479; vrt. runkoluku ja latvuskerrosluokka: F=2,11 ja 0,51, p=0,1565 ja 0,5986). Koivulaji, runkoluku ja latvuskerrosluokka vaikuttivat merkitsevästi paksuimman lahon oksan läpimittaan (F=31,35, 20,59 ja 12,18, p=0,0001; vrt. läpimitta: F=1,89, p=0,1699). Paksuimman kuolleen oksan läpimittaan vaikuttivat merkitsevästi ja koivulaji, latvuskerrosluokka ja läpimitta runkoluku suuntaa antavasti (F=71,31, 11,00, 7,61 ja 3,69, p=0,0001, 0,0001, 0,0059 ja 0,0554). Paksuimman terveen oksan läpimittaan vaikuttievat vain koivulaji ja runkoluku merkitsevästi (F=18,74 ja 9,16, p=0,0001 ja 0,0025; vrt. läpimitta ja latvuskerrosluokka: F=0,76 ja 0,65, p=0,3840 ja 0,5220).

3.1.2.4 Vesaoksien esiintyminen

3.1.2.4.1 Hieskoivu

Vesaoksia esiintyi hieskoivuissa hyvin satunnaisesti: niiden lukumäärän vaihtelusta pystyttiin kaksisuuntaisella askeltavalla regressioanalyysillä selittämään kaatokoepuuaineistossa vain 4 % sekä koko käyttöosassa että viiden metrin tyvitukkiosassa. Vesaoksaisia hieskoivuja oli 31 prosentilla koealoista, joista 85 prosentilla vesaoksia oli vain yhdessä hieskoivussa. Vesaoksaisia hieskoivuja oli eniten mustikkaisilla-suursaraisilla ja vähiten ruohoisilla turvemailla, mutta kivennäismailla niitä oli kokonaisuutena enemmän kuin turvemailla. Lisäksi vesaoksia esiintyi sekä rungon tyviosassa että ylempänä käyttöosassa:

Kasvupaikkaluokka	Käyttöosa	Viiden metrin tyviosa
	Vesaoksaisten hieskoivujen osuus, %	
Ruohoinen turvemaa	4,1	2,6
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	15,1	8,9
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	5,7	4,3
Tuore kangas	11,4	4,4
Kuivahko kangas	10,4	7,3

Vesaoksaisten hieskoivujen osuudet kaatokoepuista on esitetty kasvupaikka- ja ikäluokittain taulukossa 37. Hieskoivun iällä ei ollut tässä aineistossa yhteyttä vesaoksaisuuteen millään kasvupaikalla. Useimmin vesaoksia esiintyi keski-ikäisissä luokissa; mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla niitä oli eniten nuorimmissa luokissa. Huonolaatuisimpien puiden poistaminen harvennuksissa on ilmeisesti vaikuttanut näihin tuloksiin, koska vesaoksaisuuden voidaan sinänsä olettaa lisääntyvän kiertoajan loppua kohden. Tulokset olivat epäyhtenäisiä yleisten johtopäätösten tekemiseen kasvupaikka- ja ikäluokkien eroista, koska vesaoksaiset hieskoivut olivat kokonaisuudessaan suhteellisen harvinaisia.

Taulukko 37. Vesaoksaisten hieskoivujen osuus koko käyttöosan ja viiden metrin tyviosan perusteella kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Kasvupaikkaluokka	Ikäluokka, a			
	-40	41-60	61-80	81+
	Vesaoksaisten hieskoivujen osuus, %			
		Koko käyttöosa		
Ruohoinen turvemaa	0	5,5	5,5	0
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	21,4	16,9	14,6	0
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0	8,3	5,4	4,5
Tuore kangas	10,5	13,8	19,0	7,3
Kuivahko kangas	11,8	22,2	0	0
		Viiden metrin tyviosa		
Ruohoinen turvemaa	0	3,3	3,6	0
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	14,3	9,2	10,4	0
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0	6,3	2,7	4,5
Tuore kangas	5,3	10,3	0	2,4
Kuivahko kangas	5,9	16,7	0	0

Vesasyntyisissä hieskoivuissa oli selvästi useammin vesaoksia kuin siemensyntyisissä hieskoivuissa sekä turve- että kivennäismailla. Syntytavan vaikutus oli ilmeinen sekä koko käyttöosan että viiden metrin tyviosan perusteella arvioituna. Vesasyntyisissä hieskoivuissa oli myös useammin vesaoksia tyvitukkiosan yläpuolella kuin siemensyntyisissä hieskoivuissa:

Kasvupaikkaluokka Syntytapa	Käyttöosa	Viiden metrin tyviosa
	Vesaoksaisten hieskoivujen osuus, %	
Turvemaat		
Siemensyntyinen	3,8	3,4
Vesasyntyinen	14,5	7,6
Kivennäismaat		
Siemensyntyinen	8,3	4,2
Vesasyntyinen	18,0	9,2
Kaikki kasvupaikat		
Siemensyntyinen	5,2	3,6
Vesasyntyinen	15,6	8,1

3.1.2.4.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Vesaoksia esiintyi hies- ja rauduskoivuissa hyvin satunnaisesti: sekä koko käyttöosassa että viiden metrin tyvitukkiosassa niiden lukumäärän vaihtelusta pystyttiin selittämään kaatokoepuuaineistossa kaksisuuntaisella askeltavalla regressioanalyysillä vain 2 %. Vesaoksaisia koivuja oli 39 prosentilla koealoista, joista 64 prosentilla vesaoksia oli vain yhdessä koivussa.

Taulukko 38. Vesaoksaisten hies- ja rauduskoivujen osuus koko käyttöosan ja viiden metrin tyviosan perusteella kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Ikäluokka, a			
	-40	41-60	61-80	81+
	Vesaoksaisten koivujen osuus, %			
	Koko käyttöosa			
Hieskoivu, turvemaa	6,3	9,6	8,3	1,9
Hieskoivu, kivennäismaa	10,5	16,0	8,3	4,8
Hieskoivu, yhteensä	8,1	11,3	8,3	3,5
Rauduskoivu, yhteensä	16,7	13,3	7,2	8,5
	Viiden metrin tyviosa			
Hieskoivu, turvemaa	4,2	5,7	5,5	1,9
Hieskoivu, kivennäismaa	5,3	12,0	0	1,6
Hieskoivu, yhteensä	4,7	7,4	4,1	1,7
Rauduskoivu, yhteensä	8,3	8,9	1,4	1,7

Kaikista koivun kaatokoepuista oli vesaoksaisia 10,4 % käyttöosan ja 5,2 % tyvitukkiosan perusteella arvosteltuna. Rauduskoivuista oli hieskoivuja suurempi osuus vesaoksaisia käyttöosan perusteella arvosteltuna, mutta tyvitukkiosan vesaoksaisuus oli koivulajeilla samalla tasolla. Hieskoivuista oli kivennäismailla turvemaita suurempi osuus vesaoksaisia:

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Käyttöosa	Viiden metrin tyviosa
	Vesaoksaisten hieskoivujen osuus, %	
Hieskoivu, turvemaa	7,9	5,0
Hieskoivu, kivennäismaa	11,0	5,7
Hieskoivu, yhteensä	8,8	5,2
Rauduskoivu, yhteensä	18,5	5,2

Vesaoksaisten hies- ja rauduskoivujen osuudet kaatokoepuista on esitetty kasvupaikka- ja ikäluokittain taulukossa 38. Iällä ei ollut tässä aineistossa yhteyttä vesaoksaisuuteen ainakaan hieskoivulla, mutta rauduskoivulla oli havaittavissa vesaoksaisuuden vähenemistä ikäluokan kasvaessa. Hieskoivulla vesaoksia esiintyi useimmin keski-ikäisissä luokissa. Huonolaatuisimpien puiden poistaminen harvennuksissa on ilmeisesti vaikuttanut näihin tuloksiin varsinkin rauduskoivulla. Vesaoksaisuus oli tässäkin tarkastelussa rauduskoivulla jonkin verran yleisempää kuin hieskoivulla.

3.1.2.5 Pystyoksien esiintyminen

3.1.2.5.1 Hieskoivu

Pystyoksia esiintyi hieskoivuissa hyvin satunnaisesti: pystykoepuuaineistoissa niiden lukumäärän vaihtelusta pystyttiin kaksisuuntaisella askeltavalla regressioanalyysillä selittämään käyttöosassa vain 8-11 % (liite 1.13). Eniten lukumäärään vaikutti turpeen paksuus (R^2= 0,02-0,03), joten hieskoivulla pystyoksaisuus voitiin olettaa turvemailla yleisyydeltään erilaiseksi kuin kivennäismailla. Muita vaikuttavia tekijöitä olivat mutkaisuus, latvuskerrosluokka,

kasvupaikkaluokka, puuston kehitysluokka ja ainespuiden runkoluku. Rinnankorkeusläpimitta vaikutti lievästi, kun taas iällä ei ollut lainkaan vaikutusta.

Eniten pystyoksaisia hieskoivuja olikin kaikissa aineistoissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja vähiten tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla. Rajoitettaessa aineistoa runkoluvun mukaan pystyoksaisuus väheni eniten mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Ruohoisilla turvemailla tulos oli oletusten vastaisesti päinvastainen, mikä johtui ilmeisesti hieskoivujen heikon laadun yhteydestä täällä ennemminkin muihin vikoihin kuin pystyoksiin. Toinen mahdollinen selitys oli pystyoksien sijainti käyttöosassa tyvitukkiosan yläpuolella, jolloin niitä ei otettu huomioon koealan pystykoepuiden laadun mukaisessa rajoituksessa. Puiden laadun mukaisessa rajoituksessa pystyoksaisuuden väheneminen oli kuitenkin kaikissa tapauksissa selvempää kuin puiden koon mukaisessa rajoituksessa.

Kasvupaikkaluokka	A-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Pystyoksaisten hieskoivujen osuus, %		
Ruohoinen turvemaa	36,5	38,6	37,7
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	40,0	35,3	34,5
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	44,0	42,3	40,7
Tuore kangas	34,8	34,0	32,5
Kuivahko kangas	36,1	34,8	33,3

Pystyoksaisten hieskoivujen osuudet pystykoepuista on esitetty kasvupaikka- ja ikäluokittain taulukossa 39. Hieskoivun iällä ei ollut selvää yhteyttä pystyoksaisuuteen tässä aineistossa, mihin myös em. askeltavan regressioanalyysin tulokset viittasivat. Ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla oli kylläkin havaittavissa pystyoksaisuuden yleistymistä ikäluokan kasvaessa, mutta erityisesti puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla vaikutus oli päinvastainen. Ruohoisia ja mustikkaisia-suursaraisia turvemaita lukuunottamatta pystyoksaisuutta oli yli 80 a ikäluokassa oleellisesti muita luokkia vähemmän. Pystyoksaisuuden yleistyminen yksittäisissä puissa niiden varttuessa on ymmärrettävää, mutta huonolaatuisimpien puiden poistaminen harvennuksissa on ilmeisesti vaikuttanut päinvastaiseen suuntaan.

A-aineistossa pystyoksaisuus oli nuorissa ikäluokissa yleisintä tuoreilla ja harvinaisinta kuivahkoilla kankailla mutta vanhoissa luokissa vastaavasti yleisintä ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja harvinaisinta tuoreilla kankailla. Rajoitettaessa aineistoa runkoluvun mukaan pystyoksaisuus väheni tässä tarkastelussa lähinnä tuoreilla kankailla ja erityisesti nuorissa luokissa. Täten B- ja C-aineistoissa pystyoksaisuus oli näissä luokissa yleisintä puolukkaisilla-piensaraisilla ja harvinaisinta mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja vanhoissa luokissa yleisintä ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja harvinaisinta tuoreilla kankailla.

Vesasyntyisistä hieskoivuista oli pienempi osuus pystyoksaisia kuin siemensyntyisistä hieskoivuista sekä turve- että kivennäismailla:

Kasvupaikkaryhmä	Siemensyntyinen	Vesasyntyinen
	Pystyoksaisten hieskoivujen osuus, %	
Turvemaat	41,1	35,1
Kivennäismaat	39,7	29,2
Kaikki kasvupaikat	40,8	34,1

Taulukko 39. Pystyoksaisten hieskoivujen osuus pystykoepuista kasvupaikka- ja ikäluokittain. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Kasvupaikkaluokka	Ikäluokka, a			
	-40	41-60	61-80	81+
	Osuus hieskoivuista, %			
		A-aineisto		
Ruohoinen turvemaa	34,4	30,6	46,2	55,0
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	17,6	32,0	54,6	56,1
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	52,3	46,6	44,7	18,8
Tuore kangas	49,0	46,4	45,3	0
Kuivahko kangas	25,0	31,9	54,9	28,0
		B-aineisto		
Ruohoinen turvemaa	36,0	30,7	47,0	52,6
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	17,1	24,3	46,4	61,1
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	55,6	46,3	44,0	17,4
Tuore kangas	46,8	41,4	41,7	0
Kuivahko kangas	33,3	26,0	56,0	28,0
		C-aineisto		
Ruohoinen turvemaa	34,1	29,2	48,2	51,4
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	16,2	24,7	45,2	61,8
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	51,3	43,0	43,7	19,6
Tuore kangas	46,8	43,2	36,4	0
Kuivahko kangas	33,3	25,5	52,1	28,0

Tämänsuuntainen ero esiintyi koko ikäjakauman alueella (taulukko 40). Varsinkin vanhoissa luokissa vesasyntyisten hiesten pystyoksaisuus oli siemensyntyisiä hieksiä harvinaisempaa. Syntytavan vaikutus tuli askeltavassa regressioanalyysissä näkyviin välillisesti latvuskerrosluokan kautta: vesasyntyiset hiekset olivat metsiköissä useammin alemmissa latvuskerroksissa kuin siemensyntyiset hiekset.

Kasvupaikkaluokan vaikutus pystyoksien esiintymiseen hieskoivussa oli logistisen regressioanalyysin mukaan merkitsevä kaikissa aineistoissa, ikä ei vaikuttanut mutta muuttujien välillä oli merkitsevä yhdysvaikutus (liite 2.17). Syntytavan vaikutus ei ollut merkitsevä turvemailla mutta kuitenkin suuntaa antava kivennäismailla ja merkitsevä turve- ja kivennäismailla yhteensä (liite 2.18).

Taulukko 40. Pystyoksaisten puiden osuus siemen- ja vesasyntyisellä hieskoivulla ikäluokittain turve- ja kivennäismailla koko pystykoepuuaineistossa.

Kasvupaikkaryhmä / Syntytapa	Ikäluokka, a -40	41-60	61-80	81+
	Osuus hieskoivuista, %			
Turvemaa				
Siemensyntyinen	42,7	33,4	51,4	43,1
Vesasyntyinen	28,7	35,8	40,6	30,8
Kivennäismaa				
Siemensyntyinen	51,0	40,5	51,5	9,7
Vesasyntyinen	32,5	28,6	28,6	5,3
Yhteensä				
Siemensyntyinen	44,7	34,9	51,5	31,5
Vesasyntyinen	29,7	34,9	39,8	25,0

3.1.2.5.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Pystyoksia esiintyi hies- ja rauduskoivuissa varsin satunnaisesti: pystykoepuuaineistoissa niiden lukumäärän vaihtelusta käyttöosassa pystyttiin selittämään askeltavalla regressioanalyysillä vain 6-8 % (liite 1.14). Eniten lukumäärään vaikutti tässäkin turpeen paksuus (R^2= 0,02-0,03) ja lisäksi mm. rungon mutkaisuus, latvuskerrosluokka ja puuston kehitysluokka. Muita jossain määrin vaikuttavia tekijöitä olivat kasvupaikkaryhmä, syntytapa, ainespuiden runkoluku ja puuston pohjapinta-ala. Rinnankorkeusläpimitan vaikutus oli vähäinen ja iällä, koivulajilla tai kapenemisella ei ollut lainkaan vaikutusta. Kasvupaikkaryhmän ja kasvupaikkaluokan sekä rungon mutkaisuuden vaikutukset peittivät mitä ilmeisimmin koivulajin vaikutuksen.

Pystyoksaisia puita oli kaikissa aineistoissa eniten turvemaiden hieskoivuista ja vähiten kivennäismaiden rauduskoivuista. Hieskoivuista oli rauduskoivuja selvästi suurempi osuus pystyoksaisia sekä turve- että kivennäismailla ja pystyoksaisuus oli turvemailla selvästi yleisempää kuin kivennäismailla sekä hies- että rauduskoivulla. Rajoitettaessa aineistoa runkoluvun mukaan pystyoksaisuus väheni eniten kivennäismaiden hieskoivulla, mutta tämä ei muuttanut koivulajien ja kasvupaikkaryhmien suhteita. Puiden laadun mukaisessa rajoituksessa pystyoksaisuuden väheneminen oli turvemaiden rauduskoivua lukuunottamatta selvempää kuin puiden koon mukaisessa rajoituksessa.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	A-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Pystyoksaisten koivujen osuus, %		
Hieskoivu, turvemaa	39,6	38,5	37,0
Hieskoivu, kivennäismaa	37,0	29,1	28,9
Rauduskoivu, turvemaa	32,0	31,8	32,1
Rauduskoivu, kivennäismaa	26,5	24,6	24,1

Pystyoksaisten hies- ja rauduskoivujen osuudet pystykoepuista on esitetty kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain taulukossa 41. Pystyoksaisuus näytti lievästi yleistyvän hieskoivulla sekä turvemaiden rauduskoivulla ikäluokan kasvaessa, joskin pystyoksaisten puiden osuus oli turvemaiden rauduskoivua lukuunottamatta pienin vanhimmassa luokassa.

Taulukko 41. Pystyoksaisten hies- ja rauduskoivujen osuus pystykoepuista kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain ja. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Ikäluokka, a			
	-40	41-60	61-80	81+
	Osuus koivuista, %			
		A-aineisto		
Hieskoivu, turvemaa	37,0	34,2	48,6	41,9
Hieskoivu, kivennäismaa	42,7	38,0	50,0	10,1
Rauduskoivu, turvemaa	25,0	25,0	35,7	40,0
Rauduskoivu, kivennäismaa	35,4	34,3	24,1	10,2
		B-aineisto		
Hieskoivu, turvemaa	36,6	33,2	45,4	41,7
Hieskoivu, kivennäismaa	37,5	26,8	43,0	10,1
Rauduskoivu, turvemaa	25,0	27,8	35,7	40,0
Rauduskoivu, kivennäismaa	34,1	30,4	24,1	10,2
		C-aineisto		
Hieskoivu, turvemaa	34,2	31,3	45,4	42,1
Hieskoivu, kivennäismaa	37,5	27,7	40,5	8,8
Rauduskoivu, turvemaa	25,0	27,8	37,0	40,0
Rauduskoivu, kivennäismaa	34,9	29,8	22,1	10,2

Yksittäisten puiden pystyoksaisuuden yleistymisen niiden varttuessa ja huonolaatuisimpien puiden poistamisen harvennuksissa voidaan olettaa vaikuttaneen tuloksiin tässä pääsääntöisesti samalla tavalla kuin hieskoivua koskeneessa tarkastelussa. A-aineistossa pystyoksaisuus oli nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa yleisintä kivennäismaiden hieskoivulla ja harvinaisinta turvemaiden rauduskoivulla ja vanhoissa luokissa vastaavasti yleisintä turvemaiden hieskoivulla ja selvästi harvinaisinta kivennäismaiden hies- ja rauduskoivulla.

Rajoitettaessa aineistoa runkoluvun mukaan pystyoksaisuus väheni selvästi vanhinta ikäluokkaa lukuunottamatta. B-aineistoissa pystyoksaisuus oli yleisintä alle 40 a luokkia lukuunottamatta turvemaiden hieskoivulla ja harvinaisinta erityisesti keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa kivennäismaiden rauduskoivulla. C-aineistossa pystyoksaisuus oli yleisintä nuorissa luokissa kivennäismaiden hieskoivulla ja harvinaisinta turvemaiden rauduskoivulla ja keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa vastaavasti yleisintä turvemaiden hieskoivulla ja harvinaisinta kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuilla. Hieskoivuissa oli sekä turve- että kivennäismailla

Taulukko 42. Pystyoksaisten hies- ja rauduskoivujen osuus rinnankorkeusläpimittaluokit-tain pystykoepuuaineistossa. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm	A-aineisto		B-aineisto		C-aineisto	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
-11,9	46	39	37	29	39	33
12,0-15,9	38	36	39	36	36	34
16,0-19,9	38	28	38	28	37	26
20,0-23,9	30	26	30	26	30	26
24,0-27,9	28	15	28	15	28	15
28,0-31,9	17	7	17	7	17	7
32,0+	17	0	17	0	17	0

säännöllisesti rauduskoivua useammin pystyoksia lukuunottamatta kivennäismaiden vanhimpia luokkia, joilla koivulajien välillä ei ollut juuri eroa.

Koivulaji ei kuitenkaan vaikuttanut pystyoksien esiintymiseen logistisen regressioanalyysin mukaan merkitsevästi missään aineistossa turve- tai kivennäismailla ja iän vaikutus oli turvemailla A- ja C-aineistoissa suuntaa antava ja kivennäismailla kaikissa aineistoissa merkitsevä (liite 2.19). Kasvupaikkaryhmä vaikutti merkitsevästi pystyoksien esiintymiseen hieskoivulla kaikissa aineistoissa mutta ikä ei vaikuttanut missään aineistossa (liite 2.20).

Pystyoksaisten hies- ja rauduskoivujen osuudet pystykoepuista on esitetty rinnankorkeusläpimittaluokittain taulukossa 42. Pystyoksaisuus väheni kaikissa aineistoissa selvästi läpimitan kasvaessa, rauduskoivulla voimakkaammin kuin hieskoivulla. Pystyoksaisuus oli tässäkin tarkastelussa hieskoivulla yleisempää kuin rauduskoivulla varsinkin järeimmissä luokissa. Rajoitettaessa aineistoa koealan runkoluvun mukaan pystyoksaisuus väheni alle 17 cm:n luokissa, mutta koivulajien erot olivat samalla tasolla kuin koko pystykoepuuaineistossa.

Koivulaji ei tässäkään vaikuttanut logistisen regressioanalyysin mukaan merkitsevästi pystyoksien esiintymiseen missään aineistossa, kun taas läpimitta vaikutti A-aineistossa merkitsevästi ja B-aineistossa suuntaa antavasti mutta ei vaikuttanut C-aineistossa (liite 2.21).

3.1.3 Runkojen muoto

3.1.3.1 Tyvitukin lenkous

3.1.3.1.1 Hieskoivu

Askeltavalla regressioanalyysillä pystyttiin selittämään vain 5-6 % hieskoivun neljän metrin tyviosan lenkouden vaihtelusta eri laskenta-aineistoissa (liite 1.15). Tärkein selittäjä oli turvemaan kasvupaikkoihin liittyvä turpeen paksuus (R^2=0,03-0,04). Lievää vaikutusta oli myös ainespuiden runkoluvulla, syntytavalla ja kasvupaikkaluokalla. Puun iällä, rinnankorkeusläpimitalla, kapenemisella tai latvuskerrosluokalla ei ollut tässä lainkaan merkitsevää vaikutusta.

Taulukossa 43 on esitetty hieskoivujen lenkoudet kasvupaikka- ja ikäluokittain A-, B- ja C-aineistojen perusteella. Hieskoivut olivat turvemaiden kasvupaikoilla kaikissa ikäluokissa lengompia kuin kivennäismaiden kasvupaikoilla. Viljavuustason vaikutus oli selvä kivennäismailla, joilla lenkous oli tuoreilla kankailla pienempi kuin kuivahkoilla kankailla, lukuunottamatta alle 30 a ja 71-80 a luokkia. Turvemailla keskimääräinen lenkous kuitenkin suureni yli 60 a luokissa viljavuustason kohotessa. Lenkouden ikäluokittaiset hajonnat olivat suuria. Lenkoudet yleensä pienenivät rajoitettaessa aineistoa koealan koivujen koon perusteella, joten pienimmät hieskoivut olivat keskimäärin suurimpia lengompia. Nuorissa ja keski-ikäisissä luokissa muutos oli useissa tapauksissa kuitenkin lievästi päinvastainen. Aineiston laadun mukaisessa rajoituksessa lenkoudet luonnollisesti pienenivät kaikissa tapauksissa. Kasvupaikkojen viljavuustason mukainen järjestys muuttui tällöin eräissä nuorissa luokissa, koska lenkoudet pienenivät eniten ruohoisilla turvemailla saattaen ne tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden tasolle.

Kasvupaikkaluokka vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan hieskoivun lenkouden neliöjuureen kaikissa aineistoissa (df=2182, 1532 ja 1532, F=11,24-15,37, p=0,0001). Ikäluokan vaikutus oli selvästi kasvupaikkaluokan vaikutusta heikompi mutta kuitenkin merkitsevä (F=1,98-2,21, p=0,0321-0,0500) B- ja C-aineistoissa tekijöiden välillä oli lisäksi merkitsevä yhdysvaikutus. Ikäluokan vaikutus lenkouteen ilmeni lievästi selvemmin rajoitettaessa aineistoa koealoittain runkoluvun mukaan kuin koko aineistossa. Tukeyn testin mukaan kaikki turvemaiden kasvupaikat erosivat kaikista kivennäismaiden kasvupaikoista. Ainoana poikkeuksena olivat kuivahkot kankaat, joilla lenkous oli samalla tasolla kuin vastaavan viljavuustason puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla.

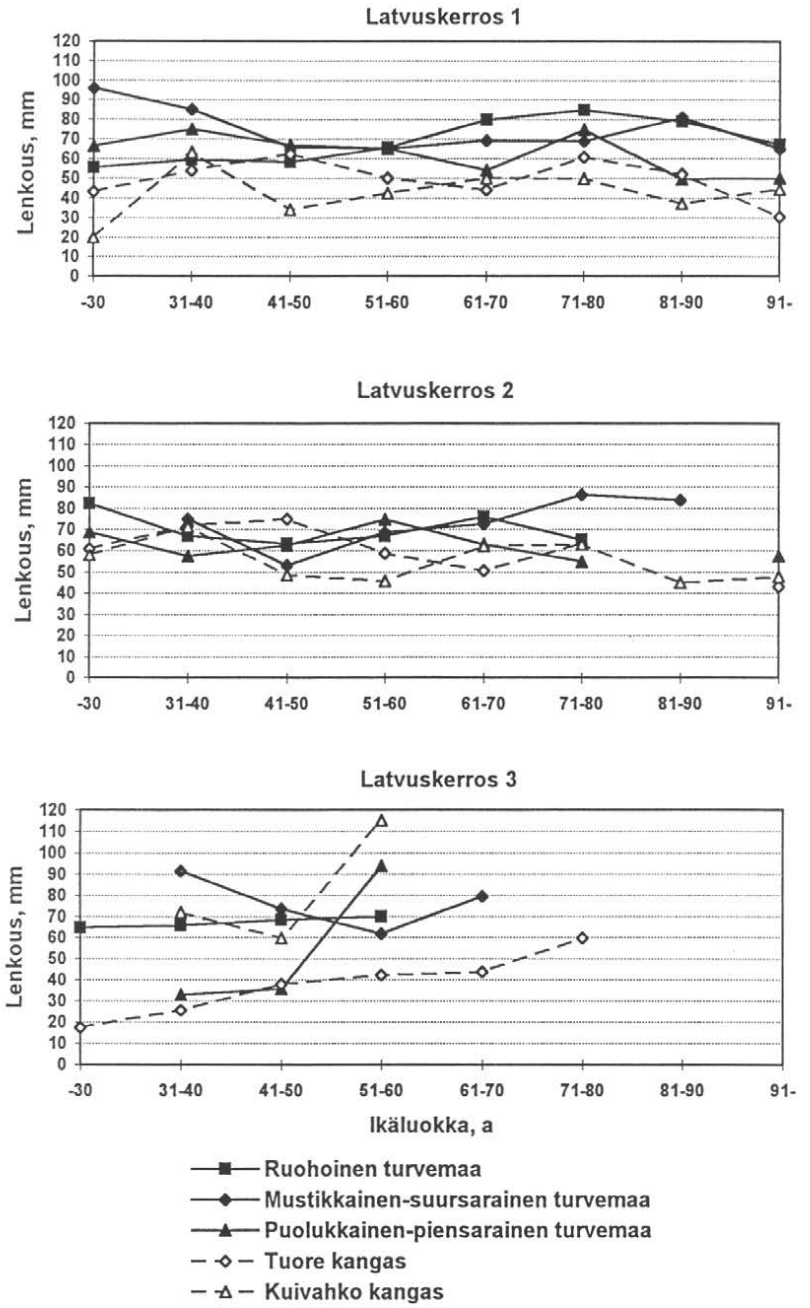
Hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaiset lenkoudet esitetään myös latvuskerrosluokittain A-aineistosta, koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat toisistaan kasvupaikkaluokkien, varsinkin turve- ja kivennäismaiden luokkien välillä (kuva 14a) ja latvuskerrosluokka vaikutti lievästi lenkouteen (liite 1.15). Päävaltapuissa lenkous oli yleensä vähäisempää kuin lisävaltapuissa ja näissä joko vähäisempää tai suurempaa kuin väli- ja aluspuissa. Pää- ja lisävaltapuiden suhteen osalta tulokset olivat yksiselitteisiä vain kivennäismaiden kasvupaikoilla. Ruohoisten turvemaiden yli 60 a luokissa ja mustikkaisten-suursaraisten turvemaiden alle 51 a luokissa päävaltapuut olivat lisävaltapuita lengompia. Puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ei ilmennyt selkeitä eroja lenkoudessa latvuskerrosluokkien välillä. Latvuskerrosluokkien lenkouserot pienenivät pääsääntöisesti ikäluokan kasvaessa, mikä johtui ilmeisesti alempien latvuskerrosten lengoimpien puiden poistamisesta harvennuksissa. Toisaalta kasvatettavat puut oli saatettu valita harvennuksissa lähinnä koon perusteella, mikä saattoi eräissä tapauksissa selittää päävaltapuiden lisävaltapuita suuremman lenkouden.

Kasvupaikkaluokka	Lenkouden suhde, %	
	Lisävaltapuut (latvuskerros 2) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)	Väli- ja aluspuut (latvuskerrokset 3-4) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)
Ruohoinen turvemaa	77-149	107-117
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	81-126	108-115
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	74-117	44-144
Tuore kangas	104-142	40- 99
Kuivahko kangas	108-291	114-270

Latvuskerrosluokittaiset lenkoudet esitetään vain A-aineistosta (kuvat 47a-c). Päävaltapuilla kasvupaikkaluokkien suhteet ja viljavuustason vaikutukset olivat pitkälti samat kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin. Kivennäismailla lenkous oli tässä kuivahkoilla kankailla kuitenkin yleensä pienempää kuin tuoreilla kankailla.

Taulukko 43. Hieskoivun neljän metrin tyviosan lenkous kasvupaikka- ja ikäluokittain. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Kasvupaikkaluokka		Ikäluokka, a															
		-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		Lenkous, mm															
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Ruohoinen	A	64	35	63	34	62	45	66	37	78	46	81	52	77	34	68	39
turvemaa	B	62	28	65	28	55	40	64	40	75	44	84	52	75	34	68	39
	C	51	33	49	28	52	37	59	35	71	40	82	53	79	33	68	40
Mustikkainen-	A	96	39	83	50	62	38	66	40	69	39	73	47	78	46	64	26
suursarainen	B	93	40	88	51	66	42	65	43	65	37	71	47	78	49	64	26
turvemaa	C	93	40	88	49	59	39	61	42	62	38	72	48	81	49	64	26
Puolukkainen-	A	67	34	65	45	63	35	70	43	56	34	68	44	50	21	52	25
piensarainen	B	69	44	69	46	64	36	67	42	57	37	71	47	50	21	52	25
turvemaa	C	62	40	57	40	62	35	65	41	57	36	68	47	50	21	50	25
Tuore kangas	A	52	37	53	31	51	32	53	34	47	20	58	22	44	21	35	23
	B	56	47	45	29	49	32	48	27	48	23	60	23	44	21	35	23
	C	56	47	48	31	49	33	46	25	42	18	55	21	44	21	35	23
Kuivahko kangas	A	45	28	71	59	51	27	55	54	56	27	54	31	53	22	38	22
	B	46	29	68	57	49	30	53	58	54	25	53	32	53	22	38	22
	C	46	29	68	57	48	29	53	57	52	25	53	33	51	22	38	22



Kuva 47a-c. Hieskoivun neljän metrin tyviosan lenkous kasvupaikka- ja ikäluokittain eri latvuskerroksissa A-aineistossa.

Lisävaltapuilla sekä väli- ja aluspuilla kasvupaikkaluokkien erot olivat pienemmät mutta turve- ja kivennäismaiden suhteet kuitenkin samat kuin päävaltapuilla. Väli- ja aluspuilla lenkous oli kuivahkoilla kankailla poikkeuksellisesti samaa luokkaa kuin turvemaiden kasvupaikoilla.

Taulukko 44. Siemen- ja vesasyntyisen hieskoivun neljän metrin tyviosan lenkous ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-aineistossa.

Kasvupaikkaryhmä	Ikäluokka, a							
Syntytapa	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
	Lenkous, mm							
Turvemaa								
Siemensyntyinen	64	63	57	64	69	72	67	62
Vesasyntyinen	77	75	70	75	74	89	84	...
Kivennäismaa								
Siemensyntyinen	53	58	62	50	51	56	52	33
Vesasyntyinen	47	71	46	77	59	...	...	60
Yhteensä								
Siemensyntyinen	61	62	56	60	65	68	64	46
Vesasyntyinen	65	75	67	75	73	85	67	54

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä kasvupaikka- ja latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia hieskoivun lenkouden neliöjuureen. Tässä analyysissä olivat kaikissa aineistoissa merkitseviä ainespuiden runkoluku ja kasvupaikkaluokka (df=2182, 1532 ja 1532, F=11,13-33,70 ja 8,42-13,29, p=0,0001) ja A- ja B-aineistoissa lisäksi latvuskerrosluokka (F=3,88 ja 3,68, p=0,0001 ja 0,0161; vrt. C-aineisto: F=0,24, p=0,7821). Erityisesti runkoluvun merkitsevyys siis aleni oletusten mukaisesti rajoitettaessa aineistoa runkoluvun mukaan. - Puuston tiheys olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon hieskoivun kasvupaikka- ja ikäluokittaisten lenkouksien vertailussa. Tiheyden vakioinnin epärealistisuus oli kuitenkin yhtä ilmeinen ja perusteet yhtä epävarmat kuin rinnankorkeusläpimittojen vertailussa (luku 3.1.1.1).

Taulukossa 44 on esitetty siemen- ja vesasyntyisiksi arvioitujen hieskoivujen lenkoudet A-aineiston perusteella. Vesasyntyiset hiekset olivat varsin selvästi siemensyntyisiä lengompia turve- ja kivennäismailla sekä kaikilla kasvupaikoilla.

Syntytavan vaikutus lenkouden neliöjuureen oli kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevä kaikilla kasvupaikoilla ja suuntaa antava turvemailla (df=2181 ja 1720, F=7,22 ja 2,50, p=0,0001 ja 0,1141; vrt. kivennäismaat: df=476, F=0,32, p=0,5766). Myös ikäluokka vaikutti merkitsevästi kaikilla kasvupaikoilla ja turvemailla (F=3,10 ja 2,52, p=0,0008 ja 0,0129; vrt. kivennäismaat: F=0,82, p=0,5700). Kovarianssianalyysissä, jossa otettiin syntytavan ja iän lisäksi huomioon latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset, siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen välillä oli niinikään merkitsevä ero lenkoudessa turvemailla ja kaikkien kasvupaikkojen aineistossa (F=18,16 ja 17,82, p=0,0001; vrt. kivennäismaat: F=0,15, p=0,6925). Täällä vesasyntyiset hieskoivut olisivat siis siemensyntyisiä lengompia myös samassa latvuskerroksessa ja vakiotiheydessä. Tällainen metsikön rakenne ei liene kuitenkaan normaali (luku 4.1.5).

3.1.3.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Askeltavalla regressioanalyysillä pystyttiin selittämään vain 7-8 % hies- ja rauduskoivujen neljän metrin tyviosan lenkouden vaihtelusta laskenta-aineistosta riippuen (liite 1.16). Tärkein selittäjä oli tässäkin turvemaahan liittyvä turpeen paksuus (R^2=0,04). Lievää vaikutusta oli lisäksi ainespuiden runkoluvulla, syntytavalla, kasvupaikkaryhmällä ja koivulajilla. Puun iällä, rinnankorkeusläpimitalla, kapenemisella tai latvuskerrosluokalla ei ollut merkitsevää vaikutusta.

Taulukossa 45 on esitetty hies- ja rauduskoivujen lenkoudet ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistojen perusteella. Koivut olivat säännöllisesti lengoimpia

Taulukko 45. Hies- ja rauduskoivun neljän metrin tyviosan lenkous ikäluokittain turve- ja kivennäismailla. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä		Ikäluokka, a															
		-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		Lenkous, mm															
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Hieskoivu,	A	71	38	68	44	62	42	68	41	70	42	75	48	68	37	61	31
turvemaa	B	73	38	75	46	60	39	65	42	67	40	76	48	67	38	61	31
	C	64	40	65	43	57	37	61	40	64	38	75	50	68	38	60	32
Hieskoivu,	A	50	37	63	46	52	32	54	47	51	24	56	27	49	22	36	22
kivennäismaa	B	52	41	59	48	49	31	52	50	50	24	56	29	49	22	36	23
	C	52	41	60	49	49	31	51	49	46	22	54	28	48	22	36	23
Rauduskoivu,	A	66	38	52	67	59	35	68	39	75	47	65	29	80	71	52	54
turvemaa	B	66	38	52	68	51	24	66	41	75	48	65	29	80	71	70	7
	C	61	36	52	68	51	24	62	39	76	49	65	29	80	71	70	7
Rauduskoivu,	A	52	34	54	26	59	28	56	28	43	25	41	33	37	24	33	26
kivennäismaa	B	51	33	53	28	59	27	56	28	43	25	41	33	37	24	33	26
	C	48	31	54	26	60	27	54	28	43	25	39	34	37	24	35	26

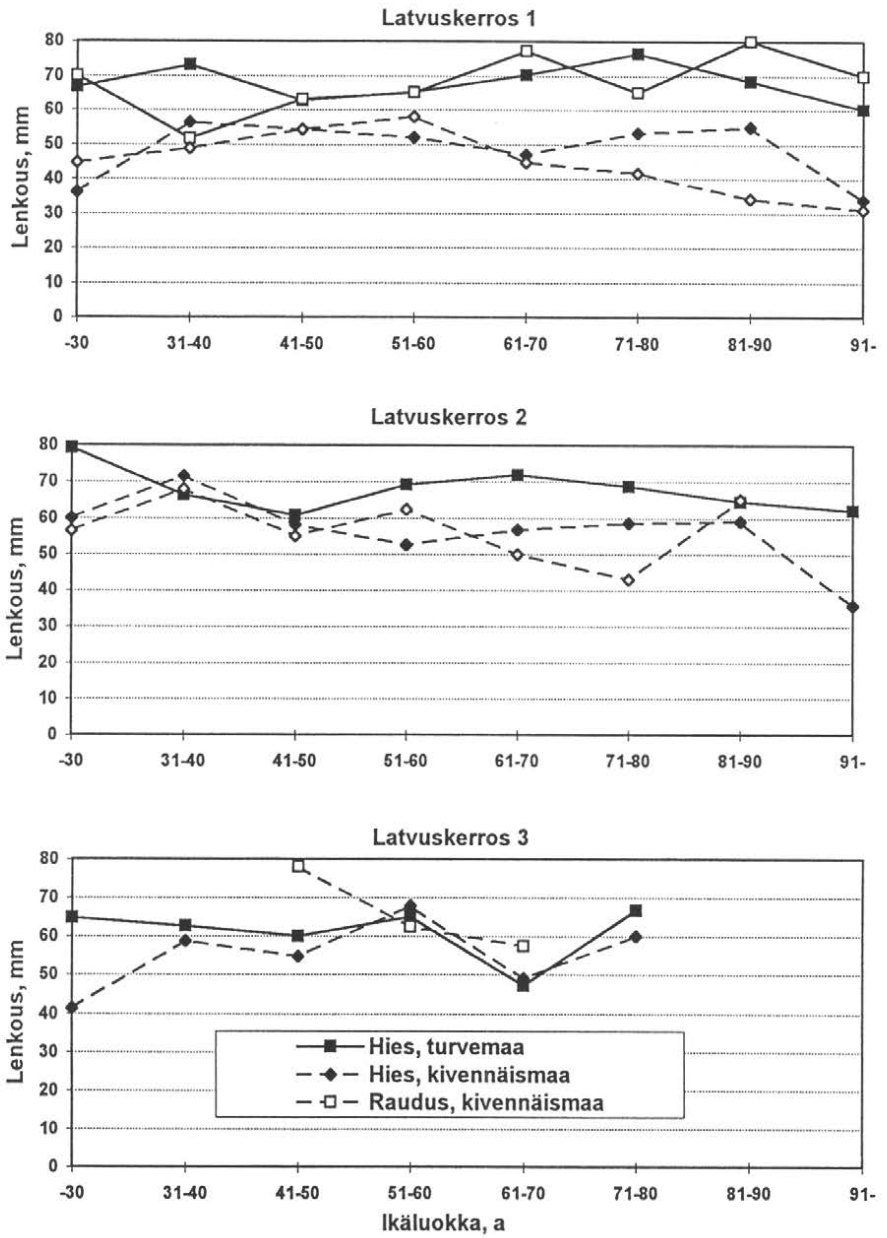
turvemailla ja vähiten lenkoja kivennäismailla. Hieskoivut olivat sekä turve- että kivennäismailla yleensä rauduskoivuja lengompia. Huomionarvoista oli koivulajien päinvastainen suhde useimmissa vanhoissa luokissa turvemailla. Muita poikkeuksia olivat eräät keski-ikäiset luokat kivennäismailla. Tässäkin ikäluokittaiset lenkoudet pienenivät yleensä rajoitettaessa aineistoa koealan koivujen koon perusteella ja aina rajoitettaessa aineistoa koivujen laadun perusteella. Pieneneminen oli voimakkainta turvemailla, joilla koealojen puustot olivat tiheimpiä. Hieskoivut olivat turvemailla kaikissa ikäluokissa ja laskenta-aineistoissa selvästi lengompia kuin kivennäismailla. Sama koski rauduskoivua, joskin nuorissa luokissa sillä oli myös päinvastaisia eroja turve- ja kivennäismaiden välillä. Kasvupaikkaryhmien erot olivat lähes säännöllisesti koivulajien eroja suurempia.

Koivulaji vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan lenkouden neliöjuureen turvemailla kaikissa laskenta-aineistoissa merkitsevästi (df=1782, 1149 ja 1148, F=6,72-12,05, p=0,0001) mutta kivennäismailla vain A-aineistossa suuntaa antavasti (df=717, F=3,70, p=0,0540; vrt. B- ja C-aineisto: F=1,60 ja 1,54, p=0,2045 ja 0,2140). Ikäluokka vaikutti turvemailla A-aineistossa merkitsevästi ja B- ja C-aineistoissa suuntaa antavasti (F=2,24, 1,61 ja 1,62, p=0,0229, 0,1249 ja 0,1241) ja kivennäismailla kaikissa aineistoissa merkitsevästi (F=3,74-4,87, p=0,0014-0,0029, jolloin tekijöiden välillä oli myös merkitsevä yhdysvaikutus. Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen lenkoudessa oli selvä merkitsevä ero (df=2182, 1468 ja 1472, F=36,61-47,14, p=0,0001), kun taas rauduskoivulla kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut (df=317, 294 ja 289, F=0,00-0,18, p=0,6739-0,9841).

Hies- ja rauduskoivujen ikäluokittaiset lenkoudet turve- ja kivennäismailla esitetään myös latvuskerrosluokittain. Tämä katsottiin tarpeelliseksi siitä huolimatta, että latvuskerrosluokka ei askeltavan regressioanalyysin mukaan vaikuttanut lenkouteen (liite 1.16), koska latvuskerrosluokkajakaumat erosivat selvästi vertailtavien ositteiden välillä (kuva 14b). Päävaltapuissa lenkous oli kivennäismailla sekä hies- että rauduskoivulla vähäisempää kuin lisävaltapuissa tai väli- ja aluspuissa. Turvemaiden hieskoivulla ei ollut selviä eroja pää- ja lisävaltapuiden välillä ja lenkous oli väli- ja aluspuissa lisäksi odotusten vastaisesti vähäisempää kuin ylemmissä latvuskerroksissa. Eri latvuskerrosluokkien koivujen lenkouserot pienenivät pääsääntöisesti ikäluokan kasvaessa, mikä johtui ilmeisesti alempien latvuskerrosten lengoimpien puiden poistamisesta harvennuksissa. Toisaalta kasvatettavat puut oli saatettu valita harvennuksissa lähinnä koon perusteella, mikä saattoi eräissä tapauksissa selittää päävaltapuiden lisävaltapuita suuremman lenkouden.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Lenkouden suhde, %	
	Lisävaltapuut (latvuskerros 2) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)	Väli- ja aluspuut (latvuskerrokset 3-4) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)
Hieskoivu, turvemaa	90-119	67-100
Hieskoivu, kivennäismaa	101-166	101-131
Rauduskoivu, kivennäismaa	101-139	108-143

Latvuskerrosluokittaiset lenkoudet esitetään vain A-aineistosta (kuvat 48a-c). Päävaltapuissa hies- ja rauduskoivun sekä turve- ja kivennäismaiden suhteet olivat samat kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin. Lisävaltapuissa sekä väli- ja aluspuissa vertailtavien ositteiden erot olivat pienemmät kuin päävaltapuissa. Sekä turve- ja kivennäismaiden suhteet että hies- ja rauduskoivun erot olivat lisävaltapuissa kivennäismailla päävaltapuiden suuntaiset. Väli- ja aluspuissa eroja oli vain nuorissa ikäluokissa, joissa lenkous oli tällöin hieskoivulla turvemailla suurempaa kuin kivennäismailla.



Kuva 48a-c. Hies- ja rauduskoivun neljän metrin tyviosan lenkous ikäluokittain turve- ja kivennäismailla eri latvuskerroksissa A-aineistossa.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä koivulajin, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia lenkouden neliöjuureen. Koivulajin vaikutus oli kaikista muuttujista merkitsevin turvemailla kaikissa laskenta-aineistoissa (df=1782, 1149 ja 1148, F=10,43-18,65, p=0,0001), kun taas kivennäismailla koivulaji ei vaikuttanut lainkaan (df=717, 613 ja 613, F=0,46-0,84, p=0,3583-0,4939). Runkoluvun vaikutus oli merkitsevin kivennäismailla (F=9,75-22,87, p=0,0001) ja merkitsevä myös turvemailla (F=4,60-26,30, p=0,0001-0,0310). Iän vaikutus oli kivennäismailla toiseksi merkitsevin (F=6,57-9,78, p=0,0001-0,0124) ja turvemailla sillä oli merkitsevä vaikutus C-aineistossa ja suuntaa antava vaikutus A-aineistossa (F=4,55 ja 3,68, p=0,0325 ja 0,0539; vrt. B-aineisto: F=0,54, p=0,4623). Latvuskerrosluokan vaikutus oli merkitsevä vain turvemaiden A- ja B-aineistoissa (F=4,10 ja 4,39, p=0,0041 ja 0,0001; vrt. C-aineisto ja kivennäismaiden kaikki aineistot: F= 1,02 ja 0,58-1,04, p=0,3600 ja 0,3520-0,5527). - Puuston tiheys olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon myös hies- ja rauduskoivun ikäluokittaisten lenkouksien vertailussa kivennäismailla. Tiheyden vakioinnin epärealistisuus oli kuitenkin vielä ilmeisempi ja perusteet epävarmemmat kuin hieskoivua koskeneessa vertailussa (luku 3.1.1.1).

Taulukossa 46 on esitetty hies- ja rauduskoivujen keskimääräiset lenkoudet rinnankorkeusläpimittaluokittain. Läpimittaluokittaiset erot hies- ja rauduskoivujen välillä olivat jonkin verran säännönmukaisemmat kuin ikäluokittaiset erot. Hieskoivut olivat varsin selvästi rauduskoivuja lengompia eräitä yksittäisiä läpimittaluokkia lukuunottamatta. Koivulajien erot olivat tässäkin B-aineistossa ja varsinkin C-aineistossa pienempiä kuin A-aineistossa.

Kovarianssianalyysin mukaan, jossa lenkouden neliöjuurta selitettiin koivulajilla ja logaritmisella rinnankorkeusläpimitalla, hies- ja rauduskoivun ero oli merkitsevä B- ja C-aineistoissa (df=1763 ja 1762, F=3,82 ja 5,97, p=0,0451 ja 0,0124) mutta ei A-aineistossa (df=2500, F=0,97, p=0,3204). Läpimitan vaikutus oli merkitsevä kaikissa aineistoissa (F=6,72-19,41, p=0,0001-0,0041). Muuttujien välillä oli kuitenkin merkitsevä yhdysvaikutus, joten läpimitta vaikutti eriasteisella voimakkuudella hies- ja rauduskoivun lenkouteen. Otettaessa koivulajin ja logaritmisen rinnankorkeusläpimitan lisäksi huomioon myös latvuskerrosluokka ja runkoluku, koivulaji vaikutti selvästi merkitsevimmin lenkouden neliöjuureen kaikissa aineistoissa (F=33,88-45,01, p=0,0001) ja runkoluvun vaikutus oli toiseksi merkitsevin (F=13,62-42,10, p=0,0001). Myös latvuskerrosluokka ja läpimitta vaikuttivat merkitsevästi A- ja B-aineistoissa (F=5,25 ja 3,84 vs. 5,81 ja 3,96, p=0,0013 ja 0,0492 vs. 0,0006 ja 0,0469; vrt. C-aineisto: F=1,82 ja 0,15, p=0,1627 ja 0,6954).

Taulukko 46. Hies- ja rauduskoivun neljän metrin tyviosan lenkous rinnankorkeusläpimittaluokittain. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm	A-aineisto		B-aineisto		C-aineisto	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
			Lenkous, mm			
9	62	52	57	45	51	45
11	66	61	61	65	57	61
13	64	47	61	49	58	48
15	63	53	62	47	59	45
17	61	60	60	60	57	57
19	71	50	71	50	68	50
21	65	48	65	48	65	48
23	61	49	61	49	61	49
25	49	50	49	50	49	50
27	71	46	71	46	71	46
29	60	51	60	51	60	51
31	58	32	58	32	58	32

3.1.3.2 Kapeneminen

3.1.3.1.1 Hieskoivu

Hieskoivun kapenemisen vaihtelusta pystyttiin askeltavalla regressioanalyysillä selittämään kaatokoepuuaineistossa vain 7 %, kun rinnankorkeusläpimitta ei ollut selittävänä muuttujana, mutta 28 % kun läpimitta oli mukana (liite 1.17). Ensinmainitussa analyysissä tärkein selittäjä oli puun haaraisuus (R^2=0,03). Merkitsevää vaikutusta oli myös ainespuiden runkoluvulla, pohjapinta-alalla ja latvuskerrosluokalla, mutta puun ikä ei vaikuttanut lainkaan. Jälkimmäisessä analyysissä läpimitta selitti yksinään 12 % kapenemisen vaihtelusta. Muista tekijöistä vaikuttivat merkitsevimmin ainespuiden runkoluku ja ikä. Merkitsevää vaikutusta oli myös haaraisuudella, pohjapinta-alalla, syntytavalla sekä latvuskerros-, kasvupaikka- ja kehitysluokalla.

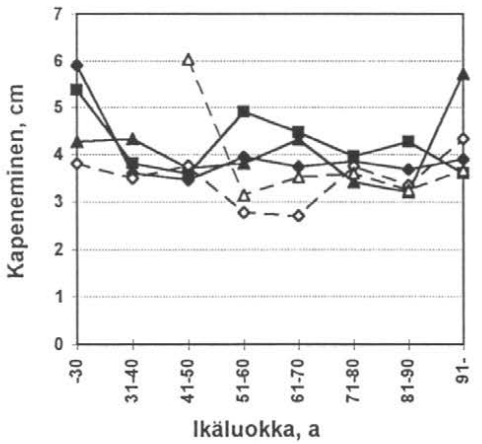
Taulukossa 47 on esitetty hieskoivujen kapenemiset kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa. Kasvupaikkaluokkien erot olivat kokonaisuutena pienet. Tosin nuorissa ja vanhoissa luokissa kapeneminen oli turvemaiden kasvupaikoilla voimakkaampaa kuin kivennäismaiden kasvupaikoilla. Lisäksi kapeneminen oli viljavimmilla eli ruohoisilla turvemailla hieman voimakkaampaa kuin muilla turvemailla. Ikä ei näyttänyt juurikaan vaikuttavan kapenemiseen.

Kasvupaikkaluokan vaikutus kapenemiseen oli kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan suuntaa antava (df=691, F=2,33, p=0,0569; vrt. ikäluokka: F=1,42, p=0,1956).

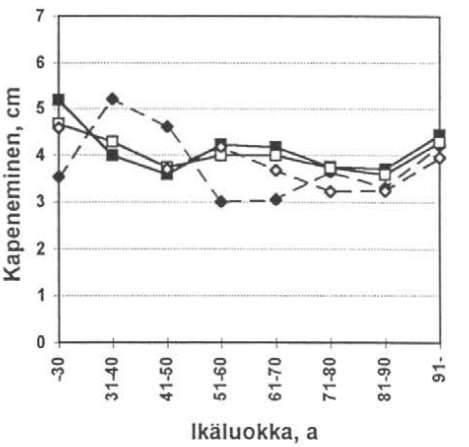
Hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaiset kapenemiset esitetään erikseen päävaltapuille (kuva 49), koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat toisistaan eri kasvupaikkaluokkien, varsinkin turve- ja kivennäismaiden luokkien välillä (kuva 14a) ja latvuskerrosluokka vaikutti kapenemiseen (liite 1.17). Muiden latvuskerrosluokkien kaatokoepuuaineistossa oli vain vähän havaintoja. Päävaltapuut kapenivat ikäluokittain enemmän kuin kaikkien latvuskerrosten puut keskimäärin. Tämä johtui ainakin osaksi päävaltapuiden muiden latvuskerrosluokkien puita suuremmasta rinnankorkeusläpimitasta (luku 3.1.1.1.1), koska kapeneminen voimistui läpimitan kasvaessa (luku 3.1.3.1.2).

Taulukko 47. Hieskoivun kapeneminen ($d_{1,3}$-$d_{6,0}$) kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Ikäluokka	Kasvupaikkaluokka									
	Ruohoinen turvemaa		Mustikkainen-suursarainen turvemaa		Puolukkainen-piensarainen turvemaa		Tuore kangas		Kuivahko kangas	
	Kapeneminen, mm									
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
-30	48	15	59	32	39	12	38	11	37	8
31-40	34	12	31	7	41	8	35	9	39	21
41-50	36	10	33	10	36	10	33	12	41	25
51-60	45	19	39	13	37	12	32	10	32	14
61-70	43	17	37	10	41	14	33	8	28	13
71-80	36	11	37	11	37	13	42	33	35	8
81-90	52	33	36	14	33	9	32	6	40	14
91+	38	15	39	4	51	29	42	15	40	19



Kuva 49. Hieskoivun päävaltapuiden kapeneminen kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.



Kuva 50. Hies- ja rauduskoivun päävaltapuiden kapeneminen kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Taulukko 48. Siemen- ja vesasyntyisen hieskoivun kapeneminen ($d_{1,3}$-$d_{6,0}$) ikäluokittain turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa.

Kasvupaikkaryhmä / Syntytapa	Ikäluokka, a							
	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
	Kapeneminen, mm							
Turvemaa								
Siemensyntyinen	46	37	35	40	40	37	41	43
Vesasyntyinen	50	40	37	42	44	...	...	...
Kivennäismaa								
Siemensyntyinen	40	33	38	30	31	34	37	42
Vesasyntyinen	35	43	36	37	37	...	...	...
Yhteensä								
Siemensyntyinen	43	35	36	37	38	36	40	43
Vesasyntyinen	40	37	36	40	42	43	...	...

Kasvupaikkaluokkien erot olivat tässä koko aineiston tavoin yleensä pienet ja epäyhtenäiset. Turvemaiden kasvupaikoilla kapeneminen näytti olevan pääsääntöisesti voimakkaampaa kuin kivennäismaiden kasvupaikoilla. Lisäksi kapeneminen näytti hieman voimistuvan turvemailla kasvupaikan viljavuustason kohotessa koko ikäjakauman alueella. Myös kivennäismailla viljavuustason vaikutus oli tämänsuuntainen yli 70 a ikäluokissa mutta päinvastainen 41-60 a luokissa.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä kasvupaikka- ja latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia hieskoivun kapenemiseen. Tässä analyysissä kasvupaikka- ja latvuskerrosluokan ja iän vaikutukset olivat suuntaa antavia (df=691, F=2,16, 2,46 ja 2,36, p=0,0756, 0,0826 ja 0,1269; vrt. runkoluku: F=0,01, p=0,9153). Puuston tiheyttä ei täten ollut perusteltua ottaa huomioon hieskoivun kasvupaikka- ja ikäluokittaisten kapenemisten vertailussa.

Taulukossa 48 on esitetty siemen- ja vesasyntyisiksi arvioitujen hieskoivujen kapenemiset ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa. Vesasyntyiset hiekset kapenivat hieman siemensyntyisiä enemmän varsinkin turvemailla ja eräitä ikäluokkia lukuunottamatta myös kivennäismailla ja kaikkien kasvupaikkaluokkien aineistossa.

Syntytavan vaikutus ei ollut kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan kuitenkaan merkitsevä turvemailla, kivennäismailla tai kaikilla kasvupaikoilla kokonaisuutena (df=481, 210 ja 691, F=0,00-1,89, p=0,1700-0,9433). Ikäluokan vaikutus oli merkitsevä turvemailla (F=2,28, p=0,0256; vrt. kivennäismaat ja kaikki kasvupaikat: F=1,45 ja 0,82, p=0,1852 ja 0,5763). Kovarianssianalyysissä, jossa otettiin syntytavan ja iän lisäksi huomioon latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset, siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen välillä oli merkitsevä ero kivennäismailla ja suuntaa antava ero kaikilla kasvupaikoilla kokonaisuutena (F=4,69 ja 2,28, p=0,0324 ja 0,0936; vrt. turvemaat: F=0,11, p=0,7428). Tällä perusteella siemen- ja vesasyntyiset hieskoivut kapenisivat kivennäismailla lievästi eri voimakkuudella mutta turvemailla yhtä paljon samassa latvuskerroksessa ja vakiotiheydessä. Tällainen metsikön rakenne ei liene kuitenkaan normaali (luku 4.1.5).

3.1.3.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Hies- ja rauduskoivujen kapenemisen vaihtelusta pystyttiin askeltavalla regressioanalyysillä selittämään kaatokoepuuaineistossa vain 8 %, kun rinnankorkeusläpimitta ei ollut selittävänä muuttujana, ja 27 %, kun läpimitta oli mukana (liite 1.18). Ensinmainitussa analyysissä tärkeimmät selittäjät olivat puuston tiheyteen liittyvät ainespuiden runkoluku ja pohjapinta-ala. Merkitsevää vaikutusta oli myös haaraisuudella ja latvuskerrosluokalla. Jälkimmäisessä analyysissä rinnankorkeusläpimitta selitti yksinään 8 % kapenemisen vaihtelusta. Muista tekijöistä olivat merkitsevimpiä selittäjiä kasvupaikkaryhmä, ainespuiden runkoluku ja puun ikä. Lisäksi merkitsevyyttä oli pohjapinta-alalla, latvuskerros- ja kehitysluokalla, haaraisuudella ja koivulajilla.

Taulukossa 49 on esitetty hies- ja rauduskoivujen kapenemiset ikäluokittain turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa. Hieskoivut kapenivat kaikissa luokissa rauduskoivuja enemmän. Hieskoivut kapenivat turvemailla kolmea luokkaa lukuunottamatta enemmän kuin kivennäismailla. Iän kasvaessa kapeneminen näytti aluksi pienenevän kääntyäkseen sen jälkeen kasvuun, mutta vaikutus ei ollut selvä.

Koivulaji ja ikäluokka vaikuttivat kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan kapenemiseen kivennäismailla suuntaa antavasti (df=320, F=2,41 ja 2,01, p=0,1255 ja 0,0591) ja kaikilla kasvupaikoilla merkitsevästi (df=821, F=4,97 ja 2,48, p=0,0239 ja 0,0148). Erot turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen kapenemisessa olivat merkitseviä (df=691, F=6,28, p=0,0152), ikäluokka vaikutti suuntaa antavasti (F=1,80, p=0,0800) ja tekijöiden välillä oli merkitsevä yhdysvaikutus.

Taulukko 49. Hies- ja rauduskoivun kapeneminen ($d_{1,3}$-$d_{6,0}$) kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Ikäluokka, a	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä							
	Hieskoivu turvemaa		Hieskoivu kivennäismaa		Hieskoivu yhteensä		Rauduskoivu yhteensä	
	Kapeneminen, mm							
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
-30	48	19	38	10	42	15	43	14
31-40	35	10	38	17	36	13	33	12
41-50	35	10	38	21	36	13	34	12
51-60	41	15	32	12	38	15	37	14
61-70	40	14	31	10	38	14	34	15
71-80	37	11	39	24	37	16	32	11
81-90	41	24	36	11	39	20	33	7
91+	43	22	42	16	42	18	39	15

Hies- ja rauduskoivujen ikäluokittaiset kapenemiset turve- ja kivennäismailla esitetään kaatokoepuuaineistosta erikseen päävaltapuille, koska latvuskerrosluokkajakaumat poikkesivat selvästi toisistaan vertailtavien ositteiden välillä (kuva 14b) ja latvuskerrosluokka vaikutti kapenemiseen (liite 1.18). Eri latvuskerrosluokkia voitiin vertailla vain hieskoivulla. Päävaltapuut kapenivat sekä turve- että kivennäismailla yksittäistä poikkeavaa ikäluokkaa lukuunottamatta selvästi enemmän kuin lisävaltapuut ja nämä vastaavasti hieman enemmän kuin väli- ja aluspuut.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Kapenemisen suhde, % (poikkeukselliset ikäluokat)	
	Lisävaltapuut (latvuskerros 2) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)	Väli- ja aluspuut (latvuskerrokset 3-4) vs. päävaltapuut (latvuskerros 1)
Hieskoivu, turvemaa	81 - 97	78 - 91
Hieskoivu, kivennäismaa	69 - 99 (133)	64 - 85 (174)

Hies- ja rauduskoivun sekä turve- ja kivennäismaiden kapenemisen suhteet olivat päävaltapuilla pääosin samanlaisia kuin kaikissa latvuskerroksissa keskimäärin (kuva 50). Hieskoivut kapenivat yli 60 a luokissa rauduskoivuja enemmän, mutta näitä nuoremmissa luokissa oli vain pieniä eroja molempiin suuntiin. Hieskoivut kapenivat turvemailla enemmän kuin kivennäismailla lukuunottamatta 31-50 a luokkia, joissa päinvastaiset erot olivat selviä. Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen ero pieneni ikäluokan kasvaessa. Iän kasvaessa kapeneminen pieneni lievästi kasvaen kuitenkin jälleen selvästi yli 90 a luokassa.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä koivulajin, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia kapenemiseen. Kivennäismailla vain koivulajilla ja iällä oli suuntaa antavaa vaikutusta (df=320, F=3,45 ja 2,37, p=0,0625 ja 0,1259). Kaikilla kasvupaikoilla koivulajilla ja latvuskerrosluokalla oli merkitsevä vaikutus (df=821, F=6,98 ja 6,56, p=0,0001). - Puuston tiheyttä ei täten ollut perusteltua ottaa huomioon hies- ja rauduskoivun ikäluokittaisten kapenemisten vertailussa.

Hies- ja rauduskoivujen erot kapenemisessa olivat rinnankorkeusläpimittaluokittain säännönmukaisempia kuin ikäluokittain. Alle 17 cm:n luokissa erot olivat pieniä, mutta näitä

järeämmissä luokissa hieskoivut kapenivat selvästi enemmän kuin rauduskoivut. Tämänsuuntainen ero kasvoi koivujen järeytyessä.

Rinnankorkeus-läpimitta-luokka, cm	Hieskoivu	Rauduskoivu
	Kapeneminen, mm	
9	31	29
11	35	36
13	35	34
15	34	36
17	40	29
19	43	32
21	39	33
23	43	36
25	49	37
27	55	39
29	57	39
31	57	55

Kovarianssianalyysin mukaan hies- ja rauduskoivun ero ei ollut kuitenkaan merkitsevä, mutta logaritmisen rinnankorkeusläpimitan kasvun kapenemista suurentava vaikutus oli hyvin selvä (df=821, F=0,15 ja 77.46, p=0,6940 ja 0,0001). Selittävien muuttujien välillä oli merkitsevä yhdysvaikutus, joten läpimitta vaikutti eriasteisella voimakkuudella hies- ja rauduskoivun kapenemiseen. Otettaessa koivulajin ja logaritmisen rinnankorkeusläpimitan lisäksi huomioon myös latvuskerrosluokka ja runkoluku, läpimitta vaikutti edelleen selvästi merkitsevimmin kapenemiseen (F=5567,97, p=0,0001) mutta myös koivulajin ja runkoluvun vaikutukset olivat merkitseviä ja latvuskerrosluokan vaikutus oli suuntaa antava (F=28,70, 7,33 ja 2,54, p=0,0001, 0,0069 ja 0,0795).

3.1.3.3 Epäpyöreys

3.1.3.3.1 Hieskoivu

Hieskoivun epäpyöreyden vaihtelusta pystyttiin askeltavalla regressioanalyysillä selittämään vain 6 % tyvileikkauksessa, 10 % tyvipölkyn latvaleikkauksessa ja 5 % koko käyttöosassa keskimäärin (liite 1.19). Puuston kehitysluokka oli kaikissa tapauksissa merkitsevin selittäjä, erityisesti tyvipölkyn latvaleikkauksessa (R^2=0,06). Merkitsevä vaikutus oli lisäksi haaraisuudella, iällä ja kasvupaikkaluokalla tyvileikkauksessa sekä kasvupaikkaluokalla ja ainespuiden runkoluvulla tyvipölkyn latvaleikkauksessa ja koko käyttöosassa keskimäärin. Rinnankorkeusläpimitalla tai kapenemisella ei ollut vaikutusta missään analyysissä.

Taulukossa 50 on esitetty hieskoivujen keskimääräiset epäpyöreydet kasvupaikka- ja ikäluokittain turve- ja kivennäismailla tyvileikkauksessa, tyvipölkyn latvaleikkauksessa ja koko käyttöosassa keskimäärin kaatokoepuuaineiston perusteella. Tyvileikkauksen epäpyöreys oli kivennäismaiden kasvupaikoilla alle 31 a ja yli 90 a luokissa voimakkaampaa ja 51-80 a luokissa vähäisempää kuin turvemaiden kasvupaikoilla. Useimmissa ikäluokissa epäpyöreys oli sekä turve- että kivennäismailla sitä voimakkaampaa mitä alhaisempi oli kasvupaikan viljavuustaso. Hieskoivun ikääntyessä epäpyöreys kasvoi lievästi yli 90 a luokkaan asti, jossa epäpyöreys olikin varsinkin tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla selvästi voimakkaampaa kuin muissa luokissa. Tyvipölkyn latvaleikkauksen epäpyöreys riippui hyvin vähän kasvupaikkaluokasta. Selviä eroja oli vain yli 70 a luokissa, joissa epäpyöreys oli viljavimmilla kasvupaikoilla, ruohoisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla, voimakkaampaa kuin niitä karummilla kasvupaikoilla. Näissä ikäluokissa epäpyöreys oli myös voimakkaampaa kuin muissa luokissa, mutta muuten ikä ei näyttänyt vaikuttavan epäpyöreyteen.

Taulukko 50. Hieskoivun epäpyöreys ($100*(d_{max}-d_{min})/d_{max}$) kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa. 1 = tyvileikkaus, 2 = tyvipölkyn latvaleikkaus, 3 = koko käyttöosa keskimäärin.

Kasvupaikkaluokka		Ikäluokka, a															
		-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		Suhteellinen epäpyöreys, %															
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Ruohoinen turvemaa	1	6,2	4,0	8,6	5,8	10,6	7,8	13,8	7,9	14,2	9,2	13,0	7,4	13,0	6,1	10,0	3,6
	2	6,9	0,8	7,6	4,8	5,5	3,1	5,5	2,9	6,1	2,6	5,1	2,6	7,8	6,4	8,7	3,3
	3	6,9	0,8	7,2	4,5	5,9	3,0	5,8	2,8	6,7	2,4	5,4	1,3	6,5	3,3	9,1	3,1
Mustikkainen-	1	6,2	3,4	10,4	6,4	9,1	5,7	9,7	7,1	10,4	7,8	10,4	7,3	5,7	2,7	11,0	4,2
suursarainen	2	8,9	3,5	5,1	3,5	5,4	4,1	4,2	2,3	4,8	2,2	4,3	2,1	5,8	2,9	4,8	0,2
turvemaa	3	8,9	3,5	5,3	3,4	5,3	3,3	4,2	2,0	5,0	2,5	5,1	3,4	5,8	2,8	3,8	1,0
Puolukkainen-	1	9,3	6,5	5,7	4,4	9,8	6,4	11,4	9,9	12,6	10,3	13,3	9,2	14,9	10,2	17,0	5,2
piensarainen	2	5,0	3,2	7,9	6,8	4,4	1,8	5,9	2,5	5,7	5,1	4,4	2,0	5,5	3,6	4,1	2,2
turvemaa	3	5,6	2,8	7,6	6,7	5,2	2,0	6,3	3,1	5,8	4,9	4,8	2,7	4,8	2,5	6,4	3,0
Tuore kangas	1	13,2	8,6	8,1	3,5	8,1	4,2	10,3	6,6	9,4	6,2	13,3	5,5	15,2	9,6	17,1	10,4
	2	6,7	6,4	4,8	1,7	6,1	3,3	5,4	2,9	4,1	1,9	5,1	3,6	5,9	4,2	5,1	2,6
	3	6,6	6,4	4,6	1,1	6,0	3,0	5,4	2,7	4,8	1,9	5,4	3,3	5,9	2,6	5,7	1,7
Kuivahko kangas	1	12,0	8,4	8,7	6,7	11,2	8,2	11,7	6,0	11,3	6,4	13,3	7,9	16,7	9,5	19,3	6,4
	2	4,4	1,4	6,9	3,5	5,5	2,7	7,2	4,8	4,8	1,5	4,8	2,3	4,7	2,9	5,0	2,0
	3	4,4	1,4	7,3	3,3	5,5	2,6	6,4	3,1	5,7	1,8	5,0	1,4	5,3	1,8	6,2	3,4

Koko käyttöosan keskimääräinen epäpyöreys ei näyttänyt juurikaan riippuvan kasvupaikka- tai ikäluokasta, joskin se oli yli 70 a luokissa ruohoisilla turvemailla voimakkaampaa kuin muilla kasvupaikoilla ja kokonaisuutenakin voimakkaampaa kuin muissa ikäluokissa.

Kasvupaikkaluokka vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun epäpyöreyteen tyvipölkyn latvalaikkauksessa ja koko käyttöosassa keskimäärin (df=691, F=3,17 ja 2,89, p=0,0148 ja 0,0236) ja suuntaa antavasti tyvileikkauksessa (F=2,17, p=0,0756). Ikäluokan vaikutus oli merkitsevä vain tyvileikkauksessa (F=2,61, p=0,0126; vrt. tyvipölkyn latvaleikkaus ja käyttöosa keskimäärin: F=1,51 ja 1,02, p=0,1635 ja 0,4159). Tukeyn testin mukaan kasvupaikkaluokkien erot olivat merkitseviä vain ruohoisten ja mustikkaisten-suursaraisten turvemaiden välillä.

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä kasvupaikka- ja latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia hieskoivun epäpyöreyteen. Tyvileikkauksessa ikä, runkoluku ja kasvupaikkaluokka vaikuttivat merkitsevästi (df=691, F=19,14, 8,28 ja 3,57, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0009; vrt. latvuskerrosluokka: F=0,10, p=0,9023), mutta tyvipölkyn latvaleikkauksessa ja käyttöosassa keskimäärin vain kasvupaikkaluokka vaikutti merkitsevästi (F=2,84 ja 3,86, p=0,0236 ja 0,0069) ja latvuskerrosluokka suuntaa antavasti (F=2,34 ja 2,38, p=0,0958 ja 0,0926). - Puuston tiheys olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon hieskoivun kasvupaikka- ja ikäluokittaisten epäpyöreyksien vertailussa tyvileikkauksessa. Tiheyden vakioinnin epärealistisuus oli kuitenkin yhtä ilmeinen ja perusteet yhtä epävarmat kuin rinnankorkeusläpimittojen vertailussa (luku 3.1.1.1.1).

Taulukossa 51 on esitetty siemen- ja vesasyntyisiksi arvioitujen hieskoivujen epäpyöreydet ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa. Tyvileikkauksen epäpyöreys oli vesasyntyisillä hieksillä yhtä ikäluokkaa lukuunottamatta selvästi siemensyntyisiä hieksiä voimakkaampaa turve- ja kivennäismailla sekä kaikkien kasvupaikkaluokkien aineistossa. Tässä tarkastelussa epäpyöreys kasvoi sekä siemen- että vesasyntyisillä hieksillä lähes suoraviivaisesti iän kasvaessa, lukuunottamatta kivennäismaiden vesasyntyisiä hieksiä. Täten iän vaikutus oli tyvileikkauksessa syntytavan mukaan selvempi kuin koko aineistossa keskimäärin. Myös tyvipölkyn latvaleikkauksen epäpyöreys oli vesasyntyisillä hieksillä yhtä ikäluokkaa lukuunottamatta hieman siemensyntyisiä hieksiä voimakkaampaa turve- ja kivennäismailla sekä kaikkien kasvupaikkaluokkien aineistossa. Ikä ei tällöin juuri vaikuttanut epäpyöreyteen lukuunottamatta turvemaiden vesasyntyisiä hieksiä, joilla epäpyöreys oletusten vastaisesti pieneni iän kasvaessa. Koko käyttöosan keskimääräinen epäpyöreys oli siemen- ja vesasyntyisillä hieksillä samalla tasolla eräitä yksittäisiä ikäluokkia lukuunottamatta. Tässäkään ikä ei juuri vaikuttanut epäpyöreyteen lukuunottamatta turvemaiden vesasyntyisiä hieksiä, joilla epäpyöreys oletusten vastaisesti pieneni iän kasvaessa.

Syntytavan vaikutus epäpyöreyteen ei kuitenkaan ollut kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevä millään tutkitulla korkeudella, joskin siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen ero oli suuntaa antava turvemailla tyvipölkyn latvaleikkauksessa ja käyttöosassa keskimäärin (df=481, F=3,64 ja 2,57, p=0,0526 ja 0,1000; vrt. tyvileikkaus: F=0,14, p=0,7026) ja kivennäismailla koko käyttöosassa keskimäärin (df=210, F=2,39, p=0,1266; vrt. tyvileikkaus ja tyvipölkyn latvaleikkaus: F=0,08 ja 1,16, p=0,7739 ja 0,2856). Kovarianssianalyysissä, jossa otettiin syntytavan ja iän lisäksi huomioon latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset, siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen välillä oli vain turvemailla suuntaa antava ero tyvileikkauksessa (F=2,23, p=0,1328).

3.1.3.3.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Hies- ja rauduskoivujen epäpyöreyden vaihtelusta pystyttiin askeltavalla regressioanalyysillä selittämään kaatokoepuuaineistossa vain 7 % tyvileikkauksessa, 6 % tyvipölkyn latvaleikkauksessa ja 3 % koko käyttöosassa keskimäärin (liite 1.20). Puuston kehitysluokka oli tässäkin kaikissa tapauksissa merkitsevin selittäjä, erityisesti tyvileikkauksessa (R^2=0,05). Merkitseviä selittäjiä olivat lisäksi koivulaji tyvileikkauksessa ja koko käyttöosassa keskimäärin sekä ikä, haaraisuuus, mutkaisuus ja koivulaji tyvipölkyn latvaleikkauksessa. Rinnankorkeusläpimitalla ja kapenemisella ei ollut vaikutusta missään analyysissä.

Taulukko 51. Siemen- ja vesasyntyisen hieskoivun epäpyöreys ($100*(d_{max}-d_{min})/d_{max}$) ikäluokittain turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa.

Kasvupaikkaryhmä / Syntytapa	-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91+
				Ikäluokka, a				
				Suhteellinen epäpyöreys, %				
				Tyvileikkaus				
Turvemaa								
Siemensyntyinen	8,0	7,6	9,5	10,6	11,9	13,0	12,4	13,8
Vesasyntyinen	6,2	9,1	11,2	14,0	14,3	...	...	...
Kivennäismaa								
Siemensyntyinen	9,7	7,1	9,7	11,8	10,0	13,3	16,3	19,8
Vesasyntyinen	12,9	9,7	10,8	6,2	11,1	...	...	...
Yhteensä								
Siemensyntyinen	8,9	7,4	9,5	11,0	11,5	13,1	13,7	17,1
Vesasyntyinen	11,2	9,4	11,1	12,9	13,8	7,2	...	...
				Tyvipölkyn latvaleikkaus				
Turvemaa								
Siemensyntyinen	5,7	6,5	5,0	5,1	5,3	4,8	6,2	6,4
Vesasyntyinen	8,6	7,1	5,7	5,2	6,8	3,7	...	...
Kivennäismaa								
Siemensyntyinen	6,5	5,1	5,9	6,2	4,1	4,2	5,4	5,0
Vesasyntyinen	3,5	6,8	5,0	7,3	6,9	...	...	...
Yhteensä								
Siemensyntyinen	6,1	6,1	5,2	5,4	5,1	4,7	5,9	5,5
Vesasyntyinen	5,1	7,0	5,6	5,6	6,8	4,8	...	...
				Koko käyttöosa keskimäärin				
Turvemaa								
Siemensyntyinen	6,0	6,5	5,5	5,4	5,4	5,3	5,5	7,5
Vesasyntyinen	8,6	6,8	5,8	5,3	7,5	4,0	...	...
Kivennäismaa								
Siemensyntyinen	6,2	5,2	5,9	5,7	5,0	4,5	5,6	5,7
Vesasyntyinen	3,4	7,0	4,7	7,1	6,9	...	...	...
Yhteensä								
Siemensyntyinen	6,2	6,1	5,8	5,5	5,0	5,1	5,4	6,3
Vesasyntyinen	5,0	6,9	5,6	5,7	7,4	5,0	...	...

Taulukossa 52 on esitetty hies- ja rauduskoivujen keskimääräiset epäpyöreydet ikäluokittain turve- ja kivennäismailla tyvileikkauksessa, tyvipölkyn latvaleikkauksessa ja koko käyttöosassa keskimäärin kaatokoepuuaineiston perusteella. Tyvileikkauksessa koivulajien ja kasvupaikkaryhmien erot olivat hyvin pienet 41-80 a luokissa. Näitä nuoremmissa ja vanhemmissa luokissa epäpyöreys oli kuitenkin hieskoivulla voimakkaampaa kuin rauduskoivulla ja kivennäismaiden hieskoivulla voimakkaampaa kuin turvemaiden hieskoivulla.

Taulukko 52. Hies- ja rauduskoivun epäpyöreys ($100*(d_{max}-d_{min})/d_{max}$) kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa. 1 = tyvileikkaus, 2 = tyvipölkyn latvaleikkaus, 3 = koko käyttöosa keskimäärin.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä		Ikäluokka, a															
		-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		Suhteellinen epäpyöreys, %															
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Hieskoivu, turvemaa	1	7,5	4,8	8,5	5,8	10,0	6,8	11,5	8,2	12,4	9,0	11,9	7,9	11,9	8,3	13,8	5,1
	2	6,7	2,9	6,9	5,1	5,2	3,2	5,1	2,7	5,6	3,3	4,6	2,2	6,4	4,7	6,4	3,5
	3	6,9	2,6	6,7	4,9	5,6	2,9	5,3	2,7	5,9	3,3	5,1	2,6	5,6	2,9	7,5	3,3
Hieskoivu, kivennäismaa	1	12,7	8,3	8,4	5,5	9,9	6,9	11,1	6,2	10,1	6,2	13,3	7,1	16,3	9,1	18,8	6,8
	2	5,9	5,2	5,9	2,9	5,7	2,9	6,4	4,1	4,4	1,8	4,9	2,9	5,2	3,5	5,1	2,4
	3	5,8	5,2	6,1	2,8	5,7	2,8	5,9	3,0	5,1	1,9	5,2	2,4	5,6	2,2	5,9	2,2
Hieskoivu, yhteensä	1	10,8	7,5	8,5	5,6	10,0	6,8	11,4	7,7	11,9	8,5	12,2	7,7	13,3	8,7	16,7	6,4
	2	6,2	4,4	6,6	4,5	5,3	3,1	5,4	3,1	5,4	3,1	4,7	2,4	6,0	4,3	5,5	2,8
	3	6,3	4,3	6,5	4,3	5,6	2,8	5,5	2,8	5,8	3,1	5,1	2,6	5,6	2,6	6,4	2,7
Rauduskoivu, yhteensä	1	7,9	4,7	4,4	2,2	9,6	6,2	10,4	7,3	16,3	10,2	11,6	6,1	8,3	6,6	7,9	5,6
	2	5,2	3,4	5,9	2,3	4,8	2,1	4,7	3,2	4,7	2,9	4,8	2,6	3,3	1,5	4,6	2,2
	3	5,2	3,4	5,7	2,5	5,1	2,3	5,2	3,2	4,5	1,7	5,2	2,6	4,1	1,6	4,8	1,8

Epäpyöreys suureni puun ikääntyessä, hieskoivulla koko ikäjakauman alueella ja rauduskoivulla 61-70 a luokkaan asti. Tyvipölkyn latvaleikkauksessa ja koko käyttöosassa keskimäärin rauduskoivut olivat koko ikäjakauman alueella hieskoivuja epäpyöreämpiä. Hieskoivun kasvupaikkaryhmien erot olivat täällä samansuuntaiset mutta pienemmät kuin tyvileikkauksessa. Epäpyöreys pieneni täällä lievästi puun ikääntyessä, rauduskoivulla koko ikäjakauman alueella ja hieskoivulla 71-80 a luokkaan asti kääntyäkseen tässä jälleen lievään kasvuun.

Koivulajin vaikutus epäpyöreyteen oli kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevä kaikilla tutkituilla korkeuksilla sekä kivennäismailla (df=320, F=6,17-7,50, p=0,0001-0,0125) että kaikilla kasvupaikoilla (df=821, F=5,32-6,67, p=0,0128-0,0239). Ikäluokan vaikutus oli sekä kivennäismailla että kaikilla kasvupaikoilla merkitsevä vain tyvileikkauksessa (F=2,71 ja 3,42, p=0,0125 ja 0,0025), joissa tapauksissa muuttujien välillä oli myös yhdysvaikutukset. Erot turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen epäpyöreydessä olivat suuntaa antavia (df=691, F=2,72-3,50, p=0,0635-0,0955) ja ikäluokalla oli merkitsevä vaikutus vain tyvileikkauksessa (F=3,28, p=0,0067).

Lopuksi testattiin kovarianssinalyysillä koivulajin, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisiä ja yhteisiä vaikutuksia epäpyöreyteen. Kivennäismailla merkitsevää vaikutusta oli tyvileikkauksessa vain iällä (df=320, F=6,20, p=0,0124) ja tyvipölkyn latvaleikkauksessa ja käyttöosassa keskimäärin vain koivulajilla (F=6,69 ja 7,78, p=0,0125 ja 0,0001). Kaikilla kasvupaikoilla vaikuttivat tyvileikkauksessa ikä ja koivulaji merkitsevästi ja runkoluku suuntaa antavasti (df=821, F=13,52, 4,21 ja 3,57, p=0,0001, 0,0429 ja 0,0539), tyvipölkyn latvaleikkauksessa koivulaji merkitsevästi ja latvuskerrosluokka suuntaa antavasti (F=4,51 ja 2,05, p=0,0364 ja 0,1257) ja käyttöosassa keskimäärin koivulaji merkitsevästi ja runkoluku ja latvuskerrosluokka suuntaa antavasti (F=6,10, 3,16 ja 1,99, p=0,0152, 0,0736 ja 0,1336). - Perusteet puuston tiheyden ja latvuskerrosluokan huomioon ottamiselle hies- ja rauduskoivun ikäluokittaisten epäpyöreyksien vertailuissa olivat täten pienet.

Taulukossa 53 on esitetty hies- ja rauduskoivujen keskimääräiset epäpyöreydet rinnankorkeusläpimittaluokittain tyvileikkauksessa, tyvipölkyn latvaleikkauksessa ja koko käyttöosassa keskimäärin. Tyvileikkauksessa epäpyöreys suureni lievästi läpimitan kasvaessa 9 cm:stä 15 cm:iin, minkä jälkeen se pysyi osapuilleen vakiotasolla tai pieneni lievästi. Mikäli olisi tutkittu absoluuttista epäpyöreyttä suhteellisen sijasta, epäpyöreys olisi ilmeisesti selvästi suurentunut läpimitan kasvaessa (Kärkkäinen 1975, 1980). Hieskoivujen tyvet olivat kolmea läpimittaluokkaa lukuunottamatta jonkin verran epäpyöreämpiä kuin rauduskoivujen tyvet.

Taulukko 53. Hies- ja rauduskoivujen epäpyöreys ($100*(d_{max}-d_{min})/d_{max}$) rinnankorkeusläpimittaluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm	Tyvileikkaus		Tyvipölkyn latvaleikkaus		Koko käyttöosa keskimäärin	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
	Epäpyöreys, %					
9	9,3	6,8	5,5	5,4	5,5	5,4
11	10,4	9,0	5,9	4,9	5,9	4,9
13	11,0	10,3	5,2	3,2	5,3	3,3
15	10,9	12,9	5,4	6,3	5,5	6,6
17	11,3	9,4	5,6	3,5	6,0	3,6
19	14,5	10,6	5,3	5,0	5,8	4,8
21	9,5	12,4	5,2	4,1	5,8	4,0
23	12,1	11,5	4,5	5,2	5,1	5,5
25	8,8	9,7	4,9	3,8	5,6	4,4
27	21,7	9,6	8,3	5,5	7,8	5,6
29	10,3	10,2	4,7	4,9	6,8	5,3
31	9,1	5,3	7,5	3,2	5,2	3,9

Tyvipölkyn latvassa ja koko käyttöosassa keskimäärin läpimitta ei näyttänyt vaikuttavan epäpyöreyteen. Epäpyöreys oli näissäkin tapauksissa hieskoivulla läpimittaluokittain yleensä jonkin verran voimakkaampaa kuin rauduskoivulla.

Kovarianssianalyysin mukaan hies- ja rauduskoivujen erot tai myöskään logaritmisen rinnankorkeusläpimitan vaikutukset eivät olleet merkitseviä millään tutkitulla korkeudella (df=821, F=0,00-0,92 ja 0,38-0,88, p=0,3358-0,9452 ja 0,3425-0,5046). Otettaessa koivulajin ja läpimitan lisäksi huomioon latvuskerrosluokka ja runkoluku, runkoluku vaikutti merkitsevästi ja koivulaji suuntaa antavasti epäpyöreytcen tyvileikkauksessa (F=4,00 ja 2,64, p=0,0459 ja 0,1048; vrt. latvuskerrosluokka ja läpimitta: F=0,36 ja 0,06, p=0,6947 ja 0,8093). Koivulaji vaikutti merkitsevästi ja latvuskerrosluokka suuntaa antavasti tyvipölkyn latvaleikkauksessa (F=4,40 ja 2,14, p=0,0363 ja 0,1187; vrt. runkoluku ja läpimitta: F=1,34 ja 0,02, p=0,2466 ja 0,8780). Kaikki muuttujat vaikuttivat merkitsevästi koko käyttöosassa keskimäärin järjestyksessä koivulaji, läpimitta, runkoluku ja latvuskerrosluokka (F=8,51, 4,73, 4,46 ja 3,11, p=0,0036, 0,0299, 0,0351 ja 0,0452).

3.1.4 Runkojen pinta-, laho- ja väriviat

3.1.4.1 Määritystarkkuus pystykoepuumittauksissa

3.1.4.1.1 Pintaviat

Pintavikojen tunnistaminen pystykoepuista oli luotettavaa, sillä niiden esiintyminen viiden metrin tyviosassa arvioitiin kaatokoepuuaineistosta tehtyjen tarkastusten perusteella oikein 99,2 prosentissa hieskoivuista ja 99,5 prosentissa rauduskoivuista. Kaikki virheettömät hies- ja rauduskoivut luokiteltiin oikein. Niiden pintavikaisten puiden osuus, joissa ei havaittu vikoja pystykoepuumittauksissa, oli hieskoivulla 3 % ja rauduskoivulla 2 %. Oikein arvioitujen ja tunnistamatta jääneiden pintavikaisten puiden osuudet eivät myöskään riippuneet ikäluokasta kummallakaan koivulajilla:

Ikäluokka, a	Pystykoepuumittauksissa oikein arvioitujen kaatokoepuiden osuus, %			
	Pintavikaiset		Kaikki	
	Hieskoivu	Rauduskoivu	Hieskoivu	Rauduskoivu
-40	97,0	99,2	99,9	99,9
41-60	96,0	98,0	99,6	99,0
61-80	96,5	97,5	97,6	99,5
81+	96,6	97,5	98,2	99,6

3.1.4.1.2 Lahoviat

Puuaineen lahovikojen tunnistaminen pystykoepuista ulkoisesti oli varsin epävarmaa, sillä niiden esiintyminen viiden metrin tyviosassa arvioitiin kaatokoepuuaineistosta tehtyjen tarkastusten perusteella oikein vain 62 prosentissa hieskoivuista ja 45 prosentissa rauduskoivuista. Virheettömät hies- ja rauduskoivut tunnistettiin oikein yhtä suurella tarkkuudella, 75-prosenttisesti. Virheellisesti lahoisiksi arvioitujen puiden osuus oli kuitenkin yllättävän suuri, 25 %, vaikka arvioinneissa pyrittiin noudattamaan huolellisuutta. Lahoisista hieskoivuista pystyttiin tunnistamaan 45 % mutta lahoisista rauduskoivuista vain 27 %. Täten pystykoepuumittaukset aliarvioivat selvästi lahoisuuden yleisyyttä ja johtivat lisäksi hieskoivun vikaisuuden systemaattiseen yliarviointiin rauduskoivuun verrattuna.

Oikein arvioitujen hieskoivujen osuus vaihteli suhteellisen vähän ikäluokittain, mutta rauduskoivulla osuus aleni ikäluokan kasvaessa. Osuus oli rauduskoivulla alle 61 a luokissa hieman ja näitä vanhemmissa luokissa selvästi alhaisempi kuin hieskoivulla.

Ikäluokka, a	Pystykoepuumittauksissa oikein arvioitujen kaatokoepuiden osuus, %	
	Hieskoivu	Rauduskoivu
-40	67,5	66,7
41-60	57,7	53,3
61-80	65,4	28,9
81+	62,3	41,9

Lahottomiksi oikein arvioitujen hies- ja rauduskoivujen osuudet ja koivulajien erot eivät riippuneet selvästi puun iästä. Lahoisten puiden tunnistamisella ei ollut selvää yhteyttä puun ikään, mutta alle 41 a luokassa ne tunnistettiin hieskoivulla selvästi huonommin ja näitä vanhemmissa luokissa paremmin kuin rauduskoivulla. Täten pystykoepuumittaukset aliarvioivat alle 41 a luokassa ja yliarvioivat vanhemmissa luokissa hieskoivun lahoisuutta rauduskoivuun verrattuna.

Ikäluokka, a	Pystykoepuumittauksissa oikein arvioitujen kaatokoepuiden osuus, %			
	Lahoton		Lahoinen	
	Hieskoivu	Rauduskoivu	Hieskoivu	Rauduskoivu
-40	83,3	68,8	26,1	60,0
41-60	72,3	81,3	40,3	21,4
61-80	70,4	75,0	59,3	16,7
81+	83,0	75,0	44,3	37,0

Hieskoivujen kasvupaikkaluokittaisessa vertailussa lahoisuuden määritystarkkuus oli pystykoepuumittauksissa kokonaisuutena seuraavan asetelman mukainen:

Kasvupaikkaluokka	Pystykoepuumittauksissa oikein arvioitujen hieskoivujen osuus kaatokoepuuaineistossa, %		
	Lahottomat	Lahoiset	Kaikki
Ruohoinen turvemaa	68,5	51,9	56,2
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	75,3	31,9	52,6
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	80,6	48,3	69,4
Tuore kangas	80,6	44,4	66,1
Kuivahko kangas	74,5	46,5	61,1

Täten hieskoivujen lahoisuus arvioitiin kivennäismailla kokonaisuutena luotettavammin kuin turvemailla, joskin oikein arvioitujen puiden osuus oli puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla yksittäisistä kasvupaikkaluokista pienin. Kasvupaikkaluokittaiset erot olivat suhteellisen pienet sekä lahottomien että lahoisten hieskoivujen tunnistamisen tarkkuudessa, joskin tarkkuus oli ruohoisilla turvemailla keskimääräistä selvästi huonompi ensinmainitussa ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla jälkimmäisessä vertailussa.

Siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen vertailussa lahoisuuden määritystarkkuus oli pystykoepuumittauksissa kokonaisuutena seuraavan asetelman mukainen:

Kasvupaikkaryhmä Syntytapa	Pystykoepuumittauksissa oikein arvioitujen hieskoivujen osuus kaatokoepuuaineistossa, % Lahottomat	Lahoiset	Kaikki
Turvemaa			
Siemensyntyinen	76,8	48,3	64,7
Vesasyntyinen	59,5	36,0	46,7
Kivennäismaa			
Siemensyntyinen	78,8	44,7	62,7
Vesasyntyinen	75,9	50,0	68,3
Kaikki kasvupaikai			
Siemensyntyinen	77,4	47,1	64,1
Vesasyntyinen	66,2	38,7	53,4

Täten oikein arvioitujen osuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla sekä kokonaisuutena että lahottomien ja lahoisten puiden osalta turvemailla pienempi mutta kivennäismailla hieman suurempi kuin siemensyntyisillä.

3.1.4.2 Pintavikojen esiintyminen

3.1.4.2.1 Hieskoivu

Pintavikaisia hieskoivuja oli pystykoepuuaineistoissa eniten mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja vähiten kuivahkoilla kankailla. Lisäksi pintavikoja oli turvemailla jonkin verran enemmän kuin vastaavan viljavuustason kivennäismailla. Aineiston rajoittaminen koealoittain koivujen koon mukaan johti pintavikaisuuden yleistymiseen koko koepuuaineistoon verrattuna, joten pintavikaisuus oli koealatasolla sitä todennäköisempää mitä suuremmasta puusta oli kysymys. Aineiston rajoittaminen koivujen laadun mukaan johti eräillä kasvupaikoilla lievästi samansuuntaiseen lopputulokseen. Täten pintaviat eivät olleet määräävä koivun laadun arvioinnin peruste muihin laatuominaisuuksiin verrattuna.

Kasvupaikkaluokka	A-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Pintavikaisten hieskoivujen osuus, %		
Ruohoinen turvemaa	23,6	27,4	24,4
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	29,6	30,5	27,9
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	21,9	23,5	23,1
Tuore kangas	25,7	26,3	25,4
Kuivahko kangas	19,8	21,0	21,4

Taulukossa 54 on esitetty pintavikaisten hieskoivujen osuudet pystykoepuista kasvupaikka- ja ikäluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. A-aineistossa pintavikaisuus yleistyi ikäluokan kasvaessa, eniten karuimmilla ja vähiten viljavimmilla kasvupaikoilla. Tulos on ymmärrettävä uusien pintavikojen syntymisenä puihin kiertoajan kuluessa sekä luonnon että ihmisen vaikutuksesta. Toisaalta huonolaatuisimpien puiden poistamisen harvennuksissa voisi olettaa vähentävän pintavikaisia puita, mikä ilmeni tässä tutkimuksessa pintavikaisuuden suhteellisena vähäisyytenä yli 80 a ikäluokassa viljavimmilla kasvupaikoilla. Näidenkin tulosten perusteella harvennukset olivat aineiston koealoilla olleet todennäköisesti tehokkaimpia viljavimmilla kasvupaikoilla. Johtopäätöstä tukivat myös tulokset pintavikaisuudesta eri kasvupaikoilla: alle 81 a luokissa se oli yleisintä viljavilla ja harvinaisinta karuilla kasvupaikoilla mutta vanhimmissa luokissa selvästi harvinaisinta viljavimmilla kasvupaikoilla. Myös tässä tarkastelussa pintavikaisuutta oli B-aineistossa yleensä lievästi enemmän kuin A-aineistossa. C-aineistossa oli eroja suhteessa A-aineistoon molempiin suuntiin suunnilleen yhtä usein.

Taulukko 54. Pintavikaisten hieskoivujen osuus pystykoepuista kasvupaikka- ja ikäluokittain. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Kasvupaikkaluokka	Ikäluokka, a			
	-40	41-60	61-80	81+
	Pintavikaisten hieskoivujen osuus, %			
		A-aineisto		
Ruohoinen turvemaa	19,5	21,1	32,4	20,0
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	21,6	25,5	36,7	36,6
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	12,8	21,1	27,2	29,2
Tuore kangas	24,5	23,8	35,8	18,2
Kuivahko kangas	15,0	16,4	25,5	32,0
		B-aineisto		
Ruohoinen turvemaa	36,0	22,8	34,2	21,1
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	22,9	26,6	36,4	33,3
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	19,4	20,9	25,3	30,4
Tuore kangas	23,4	25,7	37,5	18,2
Kuivahko kangas	15,4	17,7	26,0	32,0
		C-aineisto		
Ruohoinen turvemaa	19,5	20,3	32,4	22,9
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	21,6	24,1	32,6	35,3
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	17,9	20,7	26,4	28,3
Tuore kangas	23,4	24,3	36,4	18,2
Kuivahko kangas	15,4	18,4	27,1	32,0

Ikäluokan vaikutukset olivat B- ja C-aineistoissa lievempiä mutta kuitenkin samansuuntaisia kuin A-aineistossa.

Kasvupaikkaluokka ei vaikuttanut logistisen regressioanalyysin mukaan pintavikaisten hieskoivujen osuuteen merkitsevästi missään aineistossa (df=2183, 1533 ja 1533, χ^2=6,44, 4,67 ja 3,76, p=0,1689, 0,3232 ja 0,4397), kun taas iän pintavikaisuutta lisännyt vaikutus oli kaikissa tapauksissa merkitsevä (χ^2=22,12, 8,66 ja 13,23, p=0,0000, 0,0032 ja 0,0003).

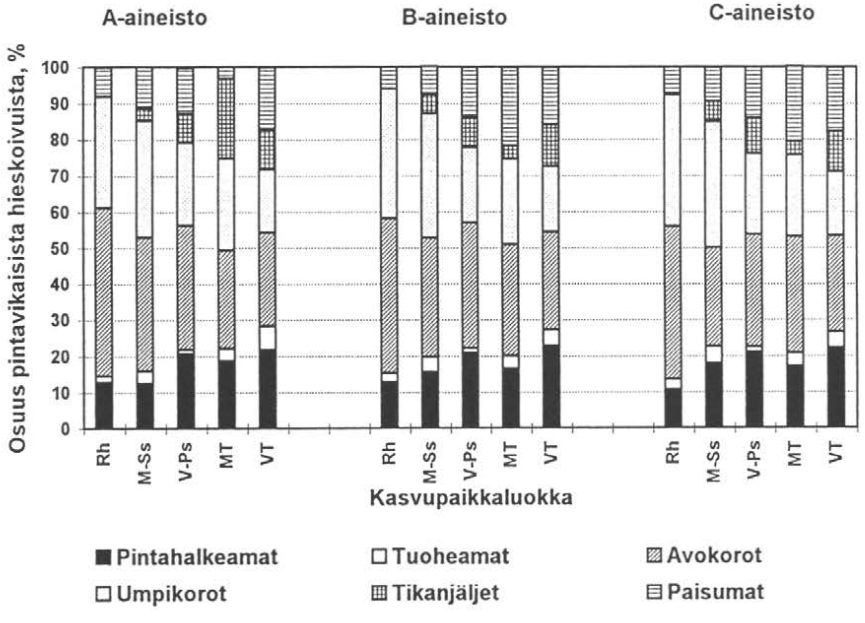
Kuvassa 51 on esitetty pintavikaisten hieskoivujen jakaumat vakavimman pintavian mukaan kasvupaikkaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Korjuuvaurioista, luontaisesti kaatuneista naapuripuista, nisäkäs-, hyönteis- ja sienituhoista ym. syistä aiheutuneet avokorot olivat kaikissa tapauksissa yleisin ja kyljestyneet korot eli umpikorot toiseksi yleisin pintavika; niiden osuudet olivat A-aineistossa 26-47 % ja 17-32 %. Yleensä vakavimpien pintavikojen, pakkasesta ja salamasta aiheutuvien ja yleensä koko säteen suunnassa vaikuttavien pintahalkeamien osuudet olivat vastaavasti 13-22 %. Sinänsä vakavien, mutta pelkästään ihmisen toiminnan aiheuttamien tuoheamien osuus oli 1-7 %. Sekalaisen ryhmän muodostavien

paisumien osuus oli varsin korkea, 8-22 %. Tikanjäljet olivat määräävä pintavika 0-11 prosentissa hieskoivuista.

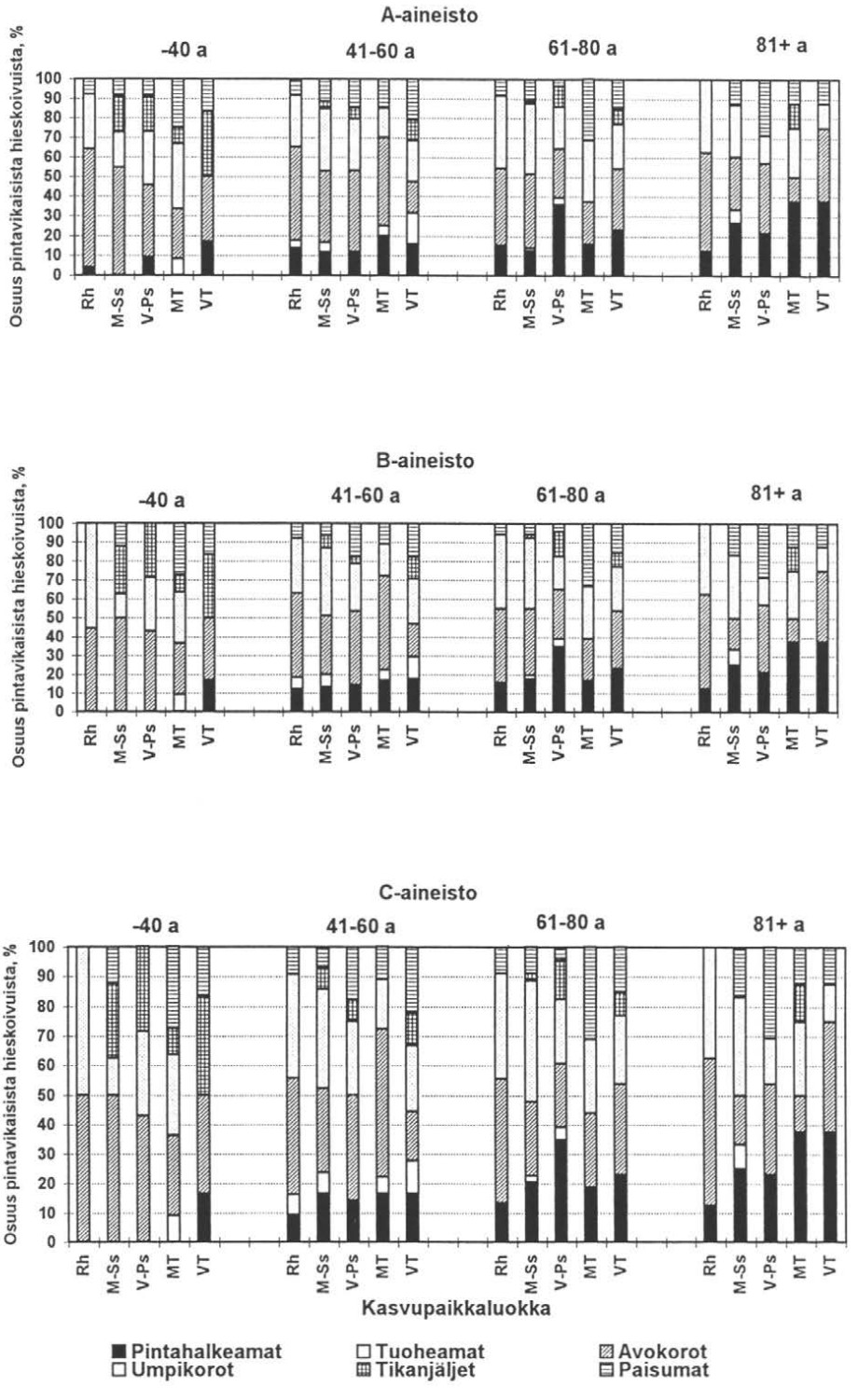
Avokorojen ja paisumien osuudet olivat B-aineistossa oletusten mukaisesti pienemmät sekä umpikorojen, pintahalkeamien ja paisumien osuudet yleensä suuremmat kuin A-aineistossa. Täten ensinmainittuja vikoja oli koealojen suurimmissa hieskoivuissa keskimääräistä vähemmän ja viimeksi mainittuja vikoja vastaavasti keskimääräistä enemmän. Avokorojen osuudet olivat C-aineistossa B-aineistoa enemmän ja paisumien osuudet B-aineistoa vähemmän pienemmät sekä umpikorojen ja ruohoisia turvemaita lukuunottamatta myös pintahalkeamien osuudet B-aineistoa enemmän suuremmat kuin C-aineistossa. Pintahalkeamien ja tuoheamien suurehko osuus myös C-aineistossa osoittaa jälleen, että pintaviat eivät olleet määräävä koivun laadun arvioinnin peruste muihin laatuominaisuuksiin verrattuna.

Avo- ja umpikorojen osuudet olivat sitä suuremmat ja pintahalkeamien, paisumien ja tikanjälkien osuudet sitä pienemmät mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso sekä turve- että kivennäismailla laskenta-aineistosta riippumatta. A-ja B-aineistojen turvemailla avo- ja umpikorojen osuudet olivat suuremmat ja pintahalkeamien ja paisumien osuudet pienemmät kuin vastaavan viljavuustason kivennäismailla. Viljavuustason vaikutukset olivat C-aineistossa pääosin samansuuntaiset mutta mustikkaisella viljavuustasolla avokorojen ja pintahalkeamien osalta päinvastaiset.

Kuvissa 52a-c on esitetty pintavikaisten hieskoivujen jakaumat vakavimman pintavian mukaan kasvupaikka- ja ikäluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Ikäluokan oletusten mukaisia vaikutuksia olivat lähinnä pintahalkemien ja jossain määrin umpikorojen osuuden kasvu sekä avokorojen osuuden pieneneminen ikäluokan kasvaessa.



Kuva 51. Pintavikaisten hieskoivujen jakaumat vakavimman pintavian mukaan kasvupaikkaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa.



Kuva 52a-c. Pintavikaisten hieskoivujen jakaumat vakavimman pintavian mukaan kasvupaikka- ja ikäluokittain A-, B- ja C-aineistoissa.

Taulukko 55. Pintavikaisten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen osuudet ikäluokittain turve- ja kivennäismailla koko pystykoepuuaineistossa.

Kasvupaikkaryhmä	Ikäluokka, a			
Syntytapa	-40	41-60	61-80	81+
	Pintavikaisten hieskoivujen osuus, %			
Turvemaa				
Siemensyntyinen	17,8	22,9	34,3	26,7
Vesasyntyinen	17,6	22,3	28,1	46,2
Kivennäismaa				
Siemensyntyinen	22,4	18,4	26,8	21,0
Vesasyntyinen	17,5	23,8	85,7	42,9
Yhteensä				
Siemensyntyinen	18,9	21,9	32,8	24,7
Vesasyntyinen	17,6	22,5	32,0	45,0

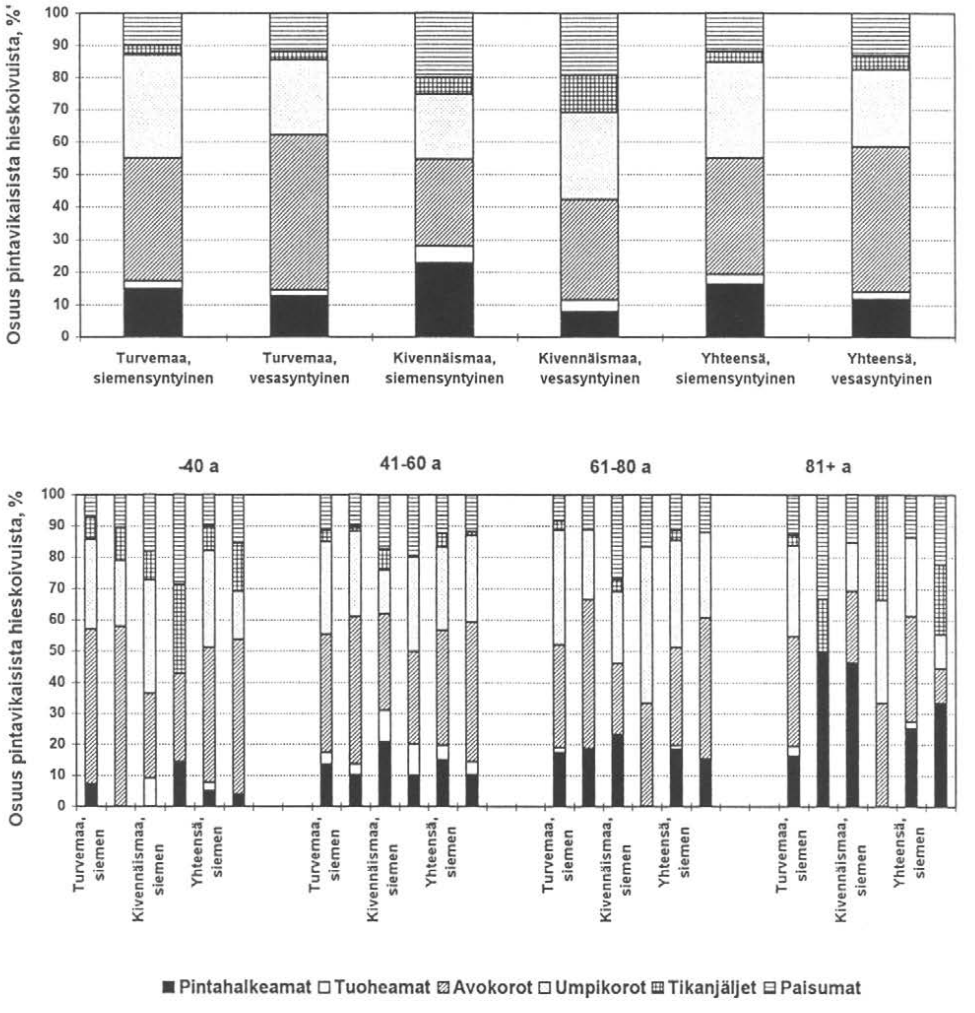
Tulokset olivat tässä suhteessa kuitenkin varsin sekavia erityisesti puolukkkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Muutokset avo- ja umpikorojen suhteissa ikäluokan kasvaessa johtuivat luonnollisesti avokorojen umpeutumisesta, jota vaikutusta uusien avokorojen syntyminen puolestaan lievensi. Avo- ja umpikorojen osuudet olivat ikäluokittain yleensä sitä suuremmat ja paisumien ja tikanjälkien osuudet sitä pienemmät mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso sekä turve- että kivennäismailla. Erityisesti kivennäismailla ja B- ja C-aineistoissa oli myös päinvastaisia eroja. Pintahalkeamien osalta viljavuustason vaikutukset olivat tässä varsin sekavia.

Vesasyntyisistä hieskoivuista oli A-aineistossa turvemailla pienempi ja kivennäismailla suurempi osuus pintavikaisia kuin siemensyntyisistä:

Kasvupaikkaryhmä	Siemensyntyinen	Vesasyntyinen
	Pintavikaisten hieskoivujen osuus, %	
Turvemaat	26,2	23,0
Kivennäismaat	21,6	27,1
Kaikki kasvupaikat	25,1	23,7

Taulukossa 55 on esitetty pintavikaisten hieskoivujen osuudet siemen- ja vesasyntyisistä pystykoepuista ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-aineistossa. Syntytavan vaikutukset olivat ikäluokittain pääpiirteissään samanlaisia kuin keskimäärin. Yli 80 a luokassa pintavikaisuus oli kuitenkin vesasyntyisillä hieskoivuilla selvästi yleisempää kuin siemensyntyisillä. Muuten pintavikaisuus oli turvemailla siemensyntyisissä hieskoivuissa hieman vesasyntyisiä yleisempää ja kivennäismailla vastaavasti selvästi harvinaisempaa alle 41 a luokkaa lukuunottamatta, jossa suhde oli päinvastainen.

Syntytavan vaikutus hieskoivun pintavikaisuuteen ei ollut logistisen regressioanalyysin mukaan kuitenkaan merkitsevä turvemailla (df=1721, χ^2=0,21, p=0,6463; vrt. ikä: χ^2=14,94, p=0,0001), mutta vaikutus oli suuntaa antava kivennäismailla (df=462, χ^2=2,69, p=0,1008; vrt. ikä: χ^2=5,89, p=0,0152) ja turve- ja kivennäismailla yhteensä (df=2183, χ^2=2,76, p=0,0964; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=21,96 ja 3,46, p=0,0001 ja 0,0629).



Kuva 53a-b. Pintavikaisten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen jakaumat vakavimman pintavian mukaan kokonaisuutena (yläkuva) ja ikäluokittain (alakuva) turve- ja kivennäismailla A-aineistossa.

Kuvissa 53a-b on esitetty pintavikaisten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen jakaumat vakavimman pintavian mukaan turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena ja ikäluokittain A-aineistossa. Avokorot olivat tässäkin kaikissa tapauksissa yleisin ja umpikorot toiseksi yleisin pintavika lukuunottamatta kivennäismaiden siemensyntyisiä hieskoivuja, joilla pintahalkeamat olivat umpikoroja yleisempiä. Vesasyntyisillä hieskoivuilla avokorojen osuus oli selvästi ja paisumien osuus jossain määrin suurempi ja pintahalkeamien ja tuoheamien osuudet vastaavasti pienemmät kuin siemensyntyisillä hieskoivuilla. Umpikorojen ja tikanjälkien osuudet olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla turvemailla pienemmät mutta kivennäismailla suuremmat kuin siemensyntyisillä hieskoivuilla.

Siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen jakaumaerot olivat pintavikaisuuden suhteen ikäluokittain samankaltaiset kuin keskimäärin, joskin tikanjälkien ja paisumien osalta syntytapa vaikutti eri ikäluokissa eri suuntiin. Yli 80 a luokassa syntytavan vaikutus oli erilainen eri

kasvupaikkaryhmissä. Turvemailla sekä turve- ja kivennäismailla yhteensä sekä avo- että umpikorojen ja tuoheamien osuudet olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla pienemmät ja pintahalkeamien, tikanjälkien ja paisumien osuudet suuremmat kuin siemensyntyisellä hieskoivulla, mutta kivennäismailla nämä suhteet olivat päinvastaiset.

3.1.4.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Pintavikaisuus oli sekä hies- että rauduskoivulla yleisempää turvemailla kuin kivennäismailla. Rauduskoivuissa oli pintavikoja hieman hieskoivuja yleisemmin turvemailla kaikissa aineistoissa mutta kivennäismailla vain koko pystykoepuuaineistossa. Aineiston rajoittaminen koealoittain koivujen koon mukaan johti tässäkin tarkastelussa pintavikaisuuden yleistymiseen koko koepuuaineistoon verrattuna, joten pintavikaisuus oli koealatasolla siis sitä todennäköisempää mitä suuremmasta puusta oli kysymys. Aineiston rajoittaminen koivujen laadun mukaan johti lievästi samansuuntaiseen lopputulokseen kivennäismaiden rauduskoivua lukuunottamatta, jolla ei ollut eri aineistoissa juuri lainkaan eroja pintavikaisuuden suhteen.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	A-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Pintavikaisten koivujen osuus, %		
Hieskoivu, turvemaa	25,2	27,8	25,3
Hieskoivu, kivennäismaa	22,7	25,0	23,0
Rauduskoivu, turvemaa	26,1	28,6	29,0
Rauduskoivu, kivennäismaa	24,1	24,3	23,3

Taulukossa 56 on esitetty pintavikaisten hies- ja rauduskoivujen osuudet pystykoepuista ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa. A-aineistossa pintavikaisuus yleistyi tässä vain lievästi ikäluokan kasvaessa ja turvemaiden rauduskoivulla iällä ei ollut käytännöllisesti katsoen lainkaan vaikutusta. Täten uusien pintavikojen syntymisen ja huonolaatuisimpien puiden poistamisen vaikutukset kiertoajan kuluessa lähes peittivät toisensa. Kivennäismaiden rauduskoivulla pintavikaisuus oli alle 61 a luokissa vähäisempää kuin muissa ositteissa. Hieskoivulla pintavikaisuus oli turvemailla keski-ikäisissä luokissa hieman yleisempää kuin kivennäismailla. Tämänsuuntainen ero oli myös rauduskoivulla ilmeinen, joskaan turvemaiden pieni aineisto ei antanut tässäkään varsinaisia mahdollisuuksia johtopäätöksiin. Tässäkin tarkastelussa pintavikaisuutta oli varsinkin B-aineistossa mutta myös C-aineistossa enemmän kuin A-aineistossa, vanhimpia luokkia lukuunottamatta. Ikäluokan vaikutukset olivat B- ja C-aineistossa samaa suuruusluokkaa kuin A-aineistossa.

Koivulaji vaikutti logistisen regressioanalyysin mukaan merkitsevästi pintavikaisuuteen turvemailla kaikissa aineistoissa (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=9,92, 8,38 ja 10,74, p=0,0016, 0,0038 ja 0,0010) mutta ikä suuntaa antavasti vain B- ja C-aineistoissa (χ^2=1,58, 3,32 ja 2,43, p=0,2158, 0,0683 ja 0,1187; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=9,54, 8,17 ja 9,47, p=0,0020, 0,0043 ja 0,0021). Kivennäismailla koivulaji vaikutti A-aineistossa suuntaa antavasti ja B- ja C-aineistoissa merkitsevästi (df=719, 615 ja 615, χ^2=2,84, 5,02 ja 4,07, p=0,0921, 0,0251 ja 0,0437) ja ikä kaikissa aineistoissa merkitsevästi (χ^2=12,81, 10,55 ja 10,15, p=0,0003, 0,0012 ja 0,0014; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=3,50, 5,17 ja 4,59, p=0,0613, 0,0230 ja 0,0321).

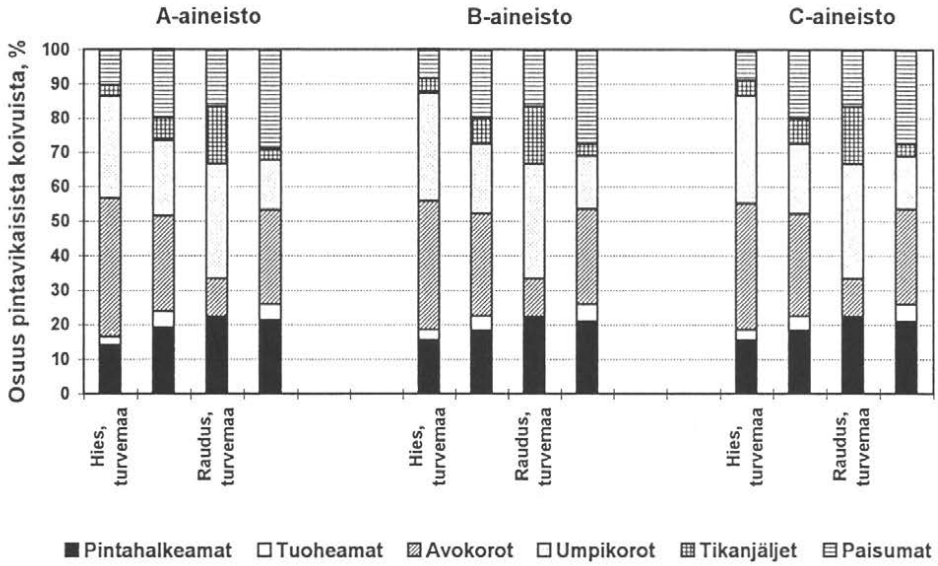
Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja pintavikaisten puiden osuudessa missään aineistossa (df=2186, 1472 ja 1476, χ^2=1,12, 0,15 ja 0,99, p=0,2901, 0,6958 ja 0,3200; vrt. ikä: χ^2=17,14, 4,70 ja 8,15, p=0,0000, 0,0302 ja 0,0043). Sitä vastoin rauduskoivulla kasvupaikkaryhmä vaikutti merkitsevästi (df=326, 302 ja 298, χ^2=11,63, 13,93 ja 13,97, p=0,0007, 0,0002 ja 0,0002), kun taas iän vaikutus ei ollut merkitsevä (χ^2=0,76, 0,95 ja 0,97, p=0,3821, 0,3306 ja 0,3253; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=10,48, 12,07 ja 11,72, p=0,0012, 0,0005 ja 0,0006).

Taulukko 56. Pintavikaisten hies- ja rauduskoivujen osuudet pystykoepuista ikäluokittain turve- ja kivennäismailla. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Ikäluokka, a			
	-40	41-60	61-80	81+
	Pintavikaisten koivujen osuus, %			
		A-aineisto		
Hieskoivu, turvemaa	17,7	22,5	33,3	28,7
Hieskoivu, kivennäismaa	20,2	19,5	30,8	23,2
Rauduskoivu, turvemaa	50,0	33,3	7,1	40,0
Rauduskoivu, kivennäismaa	6,3	20,9	32,5	30,5
		B-aineisto		
Hieskoivu, turvemaa	25,8	23,7	33,7	28,3
Hieskoivu, kivennäismaa	22,2	22,1	33,7	23,2
Rauduskoivu, turvemaa	50,0	44,4	7,1	40,0
Rauduskoivu, kivennäismaa	4,9	19,6	32,5	30,5
		C-aineisto		
Hieskoivu, turvemaa	20,2	21,5	31,1	28,9
Hieskoivu, kivennäismaa	20,8	20,6	28,6	23,5
Rauduskoivu, turvemaa	50,0	44,4	7,4	40,0
Rauduskoivu, kivennäismaa	4,7	21,1	29,9	30,5

Kuvassa 54 on esitetty pintavikaisten hies- ja rauduskoivujen jakaumat vakavimman pintavian mukaan turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa. Hieskoivulla avokorot olivat tässäkin yleisin pintavika kaikissa aineistoissa osuuden ollessa turvemailla selvästi suurempi (37-40 %) kuin kivennäismailla (28-30 %). Toiseksi yleisimpiä pintavikoja olivat umpikorot (30-32 % ja 20-22 %) ja kivennäismailla niiden kanssa lähes tasaveroisina paisumat (20 %). Myös pintahalkeamien osuus oli huomattava turvemailla 14-15 % ja kivennäismailla 18-19 %.

Kivennäismaiden rauduskoivulla paisumat (28-29 %) olivat jopa yleisempiä ja pintahalkeamat lähes yhtä yleisiä (22 %) kuin avokorot (27-28 %). Samalla paisumien ja pintahalkeamien osuudet olivat selvästi suuremmmat kuin hieskoivulla ja avokorojen osuus korkeintaan yhtä suuri kuin kivennäismaiden ja selvästi pienempi kuin turvemaiden hieskoivulla. Umpikorojen osuus (14-15 %) oli kivennäismaiden rauduskoivulla selvästi pienempi kuin hieskoivulla. Tuoheamien osuus oli turvemaiden hieskoivulla 2-3 % ja täten hieman pienempi kuin kivennäismaiden hies- tai rauduskoivulla (4-5 %). Tikanjälkien osuus oli turvemaiden hieskoivulla ja kivennäismaiden rauduskoivulla 3-4 % ja täten hieman pienempi kuin kivennäismaiden hieskoivulla (7 %). Turvemaiden rauduskoivu poikkesi muista vertailtavista ryhmistä, mihin osasyynä oli ilmeisesti muita ryhmiä pienempi aineisto. Erilaatuisten pintavikojen yleisyysjärjestys oli sillä umpikorot, pintahalkemat, tikanjäljet ja paisumat ja avokorot; tuoheamia ei ollut lainkaan.

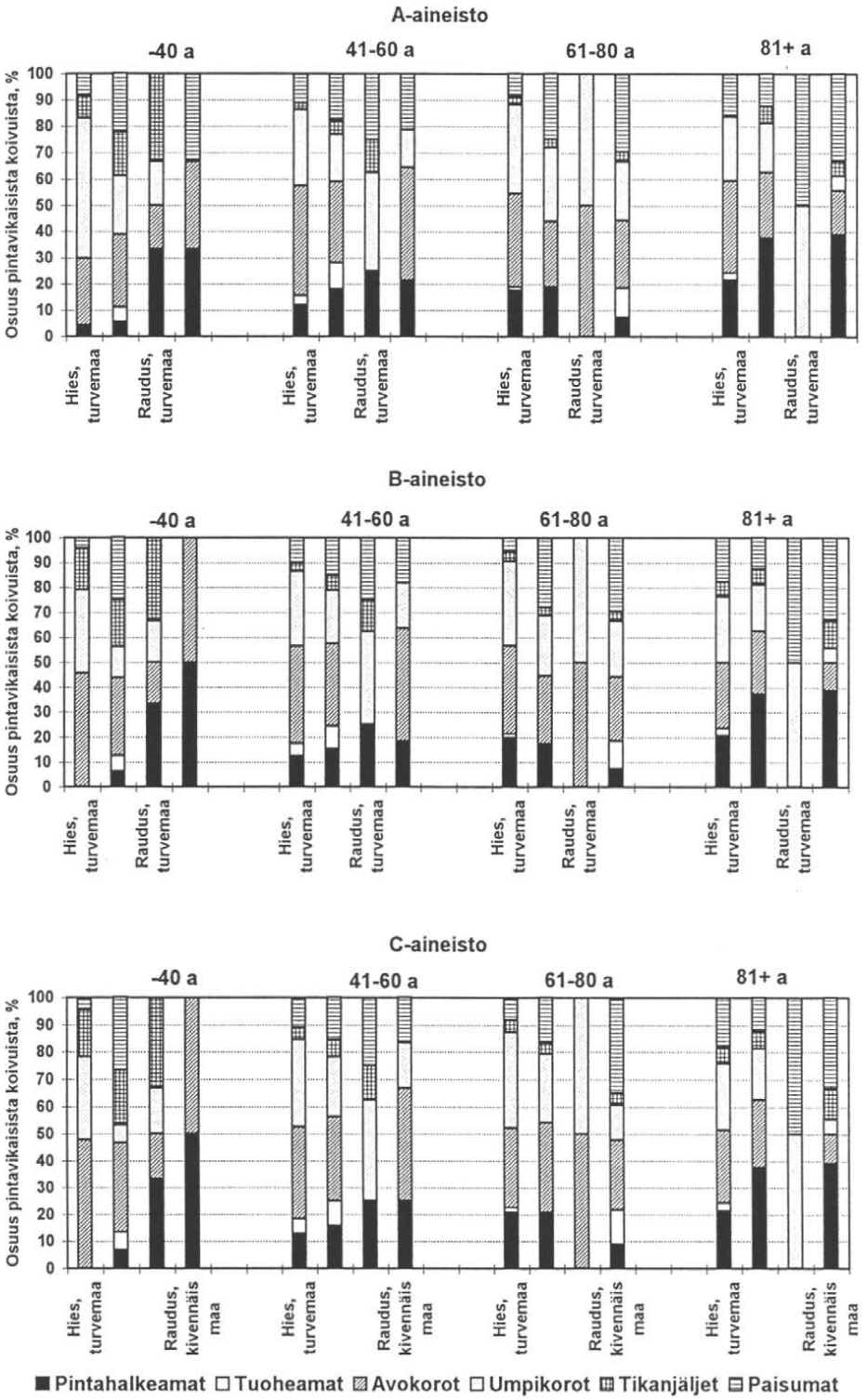


Kuva 54. Pintavikaisten hies- ja rauduskoivujen jakaumat vakavimman pintavian mukaan kokonaisuutena turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa.

Erilaatuisten pintavikojen osuudet erosivat B- ja C-aineistoissa lähinnä hieskoivulla niistä mitä ne olivat A-aineistossa. Turvemailla avokorojen ja paisumien osuudet olivat tällöin pienemmät sekä umpikorojen, pintahalkeamien ja tikanjälkien osuudet vastaavasti suuremmat kuin A-aineistossa. Kivennäismailla umpikorojen, paisumien ja pintahalkeamien osuudet olivat vastaavasti hieman pienemmät ja avokorojen ja tikanjälkien osuudet vastaavasti suuremmat kuin A-aineistossa. Kivennäismaiden rauduskoivulla umpikorojen osuus oli B- ja C-aineistoissa hieman suurempi ja paisumien osuus hieman pienempi kuin A-aineistossa.

Kuvissa 55a-c on esitetty pintavikaisten hies- ja rauduskoivujen jakaumat vakavimman pintavian mukaan ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa. Tässä tarkastelussa pintahalkeamien ja paisumien osuudet kasvoivat ikäluokan mukana vain turvemaiden hieskoivulla ja umpihalkemien osuus kivennäismaiden rauduskoivulla. Huonolaatuisimpien puiden poistaminen harvennuksissa vaikutti laajoissa puulajeittaisissa aineistoissa hieskoivun osin suppeahkoja kasvupaikkaluokittaisia aineistoja selvemmin. Tikanjälkien osuus pieneni kaikissa tapauksissa ikäluokan kasvaessa; syynä oli ilmeisesti näitä vakavampien pintavikojen yleistyminen.

Hieskoivulla turve- ja kivennäismaiden suhteet olivat kaikkien pintavikalajien osalta ikäluokittain samansuuntaiset kuin keskimäärin. Poikkeuksena olivat umpikorot, joita oli alle 41 a luokassa turvemailla huomattavasti useammin kuin kivennäismailla. Erot turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen jakaumissa olivat suurimmat yli 80 a luokassa. Myös kivennäismaiden rauduskoivun suhteet turve- ja kivennäismaiden hieskoivuihin olivat ikäluokittain samat kuin keskimäärin lukuunottamatta pintahalkeamia, joita oli yli 60 a luokissa harvemmin tai yhtä usein kuin kivennäismaiden hieskoivulla. Tuoheamia oli eri ryhmissä vain yksittäisissä ikäluokissa.



Kuva 55a-c. Pintavikaisten hies- ja rauduskoivujen jakaumat vakavimman pintavian mukaan ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa.

Taulukko 57. Pintavikaisten hies- ja rauduskoivujen osuudet rinnankorkeusläpimittaluokittain pystykoepuuaineistossa. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm	A-aineisto		B-aineisto		C-aineisto	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
	Pintavikaisten koivujen osuus, %					
-11,9	18,6	16,0	22,1	17,6	18,0	17,9
12,0-15,9	23,7	22,6	24,8	21,9	21,6	19,0
16,0-19,9	28,4	31,0	28,6	31,4	27,7	31,3
20,0-23,9	32,0	24,6	32,0	32,0	32,2	32,0
24,0-27,9	34,8	23,1	34,8	34,8	34,8	34,8
28,0-31,9	50,0	36,4	50,0	50,0	50,0	50,0
32,0+	50,0	33,3	50,0	33,3	50,0	33,3

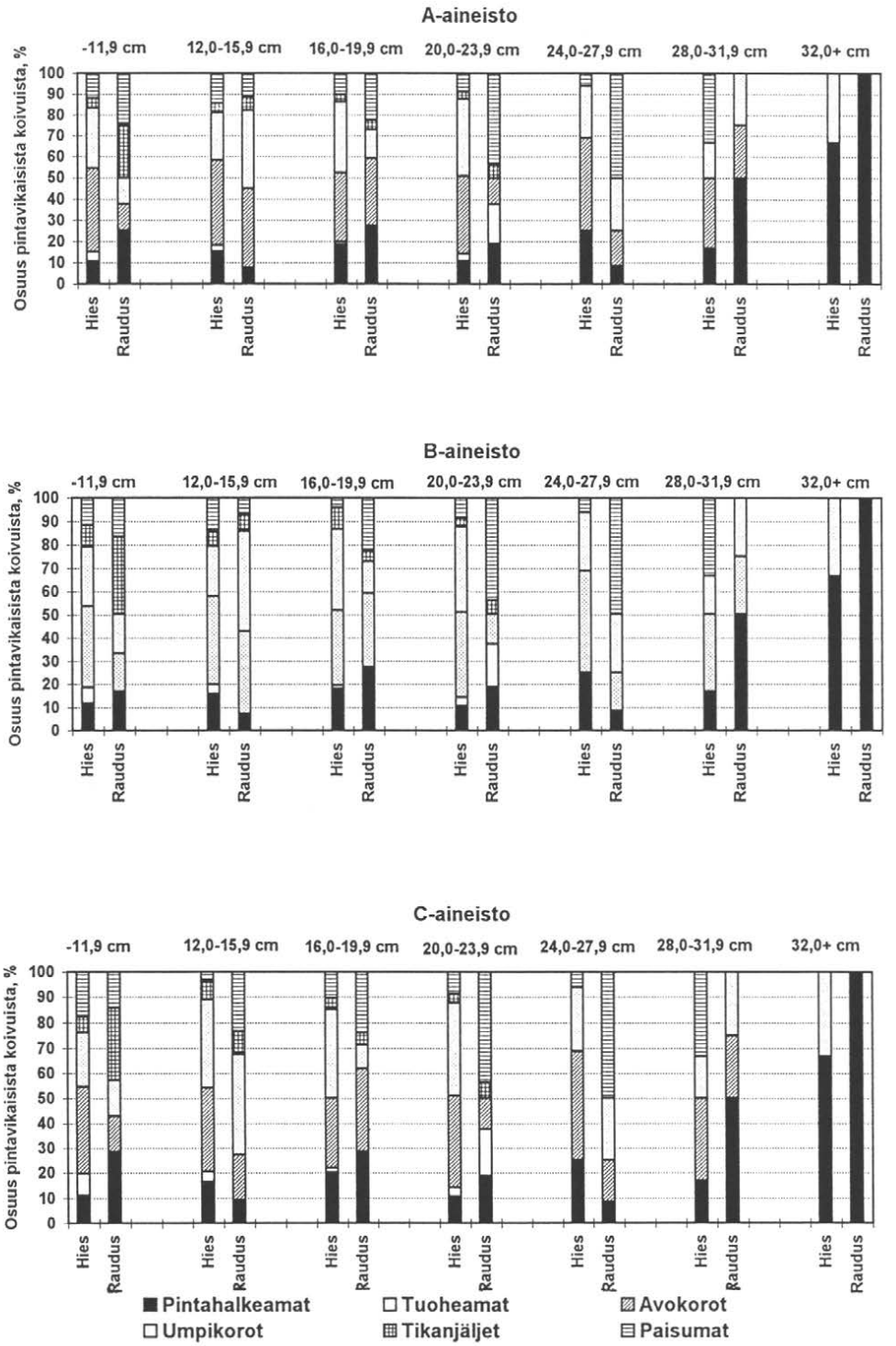
Taulukossa 57 on esitetty pintavikaisten hies- ja rauduskoivujen osuudet pystykoepuista rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Pintavikaisuus yleistyi selvästi sekä hies- että rauduskoivulla ja kaikissa aineistoissa läpimittaluokan kasvaessa. Läpimitan vaikutus oli hieskoivulla rauduskoivua selvempi. Läpimitta vaikutti B-aineistossa vähemmän kuin A-aineistossa, koska pintavikaisuuden lisääntyi ohuissa läpimittaluokissa rajoitettaessa aineistoa koealoittain koivujen koon mukaan. Koivujen laadun mukainen rajoittaminen sen sijaan vähensi pintavikaisuutta näissä luokissa.

Pintavikaisten puiden osuus oli A-aineistossa hieskoivulla koko läpimittajakauman alueella suurempi kuin rauduskoivulla. B-aineistossa koivulajien ero pintavikaisuudessa oli ohuissa läpimittaluokissa suurempi kuin A-aineistossa, mutta järeissä luokissa ero oli ohuita luokkia selvästi pienempi tai pintavikaisuus oli hies- ja rauduskoivulla samalla tasolla. C-aineistossa koivulajien ero oli ikäluokittain pieni tai pintavikaisuus oli hies- ja rauduskoivulla samalla tasolla.

Logistisen regressioanalyysin mukaan koivulaji ei vaikuttanut merkitsevästi pintavikaisuuteen missään aineistossa (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=0,31, 0,21 ja 0,93, p=0,4685, 0,6450 ja 0,3360), kun taas läpimitan pintavikaisuutta lisännyt vaikutus oli merkitsevä kaikissa aineistoissa (χ^2=12,38, 7,23 ja 12,87, p=0,0003, 0,0072 ja 0,0003).

Kuvissa 56a-c on esitetty pintavikaisten hies- ja rauduskoivujen jakaumat vakavimman pintavian mukaan rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Läpimittaluokan vaikutukset olivat useimmiten pienet ja jopa ikäluokan vaikutuksia epäselvemmät. A-aineistossa läpimitan kasvaminen lisäsi oletusten mukaisesti mutta kuienkin vain lievästi pintahalkeamien osuutta hieskoivulla ja paisumien osuutta molemmilla koivulajeilla ja pienensi oletusten vastaisesti umpikorojen osuutta hieskoivulla. Nämä suuntaviivat olivat B- ja C-aineistoissa vielä lievemmät kuin A-aineistossa. Tikanjälkien osuus pieneni kaikissa tapauksissa läpimittaluokan kasvaessa.

Hieskoivulla avo- ja umpikorot olivat yleisimmät pintaviat kaikissa läpimittaluokissa ja kaikissa aineistoissa. Rauduskoivulla pintahalkeamat ja paisumat olivat yleisimpiä pintavikoja 12-20 cm:n puita lukuunottamatta, joilla taas korot olivat yleisimpiä.



Kuva 56a-c. Pintavikaisten hies- ja rauduskoivujen jakaumat vakavimman pintavian mukaan rinnankorkeus-läpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa.

Hieskoivulla avo- ja umpikorojen osuus oli 20-24 cm:n puita lukuunottamatta ja tuoheamien osuus koko läpimittajakauman alueella suurempi kuin rauduskoivulla. Vastaavasti pintahalkeamien, paisumien ja tikanjälkien osuus oli hieskoivulla pääosin pienempi kuin rauduskoivulla.

Erilaisten pintavikojen osuudet erosivat B- ja C-aineistoissa vain alle 20 cm:n puilla niistä mitä ne olivat A-aineistossa. Nämä erot eivät vaikuttaneet eri vikalajien koivulajeittaiseen osuuksien perusteella määräytyneeseen järjestykseen. B-aineistossa avokorojen, paisumien ja hieskoivulla myös umpikorojen osuudet olivat näissä läpimittaluokissa jonkin verran pienemmät ja pintahalkeamien, tikanjälkien, tuoheamien ja rauduskoivulla umpikorojen osuudet vastaavasti suuremmat kuin A-aineistossa. C-aineistossa avokorojen ja paisumien osuudet olivat hieskoivulla ja pääosin myös rauduskoivulla pienemmät mutta kaikkien muiden vikalajien osuudet hieman suuremmat kuin A-aineistossa.

3.1.4.3 Lahovikojen esiintyminen

3.1.4.3.1 Hieskoivu

Pystykoepuumittausten perusteella lahoisia oli eniten ruohoisten turvemaiden ja vähiten tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden hieskoivuista. Lahoa oli turvemailla selvästi yleisemmin kuin vastaavan viljavuustason kivennäismailla. Kivennäismailla lahoa oli sitä yleisemmin mitä karumpi oli kasvupaikka, mutta turvemailla tulos oli päinvastainen. Aineiston rajoittaminen koealoittain koivujen koon mukaan johti ruohoisia ja puolukkaisia-piensaraisia turvemaita lukuunottamatta lahon yleistymiseen koko koepuuaineistoon verrattuna, joten lahoviat olivat koealatasolla yleensä sitä todennäköisempiä mitä suuremmasta puusta oli kysymys. Aineiston rajoittaminen koivujen laadun mukaan johti puolestaan oletusten mukaisesti lahon vähenemiseen kaikilla kasvupaikoilla.

Kasvupaikkaluokka	A-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Lahoisten hieskoivujen osuus, %		
Ruohoinen turvemaa	39,5	39,8	38,9
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	36,5	34,2	30,3
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	33,7	34,9	32,9
Tuore kangas	28,7	29,2	28,2
Kuivahko kangas	32,8	30,5	30,5

Taulukossa 58 on esitetty lahoisten hieskoivujen osuudet pystykoepuista kasvupaikka- ja ikäluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. A-aineistossa lahoisuus yleistyi ikäluokan kasvaessa tuoreita kankaita ja puolukkaisia-piensaraisia turvemaita lukuunottamatta, joilla ikäluokan vaikutus oli päinvastainen. Yli 80 a luokassa lahoviat olivat kuitenkin harvinaisempia kuin 61-80 a luokassa, kuivahkoja kankaita lukuunottamatta. Kysymys oli pintavikojen tavoin yhtäältä uusien lahovikojen syntymisestä puihin kiertoajan kuluessa ja toisaalta vikaisten puiden vähenemisestä poistettaessa huonolaatuiseimpia puita harvennuksissa. Laho oli ikäluokittain yleisintä aina jollakin turvemaiden kasvupaikalla ja harvinaisinta tai toiseksi harvinaisinta tuoreilla kankailla. Kasvupaikan viljavuustason kohotessa lahoisuus lisääntyi turvemailla yli 60 a luokissa ja väheni selvästi kivennäismailla.

Taulukko 58. Ulkoisesti lahoisten hieskoivujen osuus pystykoepuista kasvupaikka- ja ikäluokittain. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Kasvupaikkaluokka	Ikäluokka, a			
	-40	41-60	61-80	81+
	Lahoisten hieskoivujen osuus, %			
		A-aineisto		
Ruohoinen turvemaa	35,9	35,3	45,6	45,0
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	17,6	32,4	48,5	34,1
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	32,6	37,3	33,0	25,0
Tuore kangas	30,6	28,6	28,3	27,3
Kuivahko kangas	30,0	30,2	35,3	44,0
		B-aineisto		
Ruohoinen turvemaa	36,0	34,4	47,0	44,7
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	20,0	24,9	47,9	38,9
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	33,0	40,3	31,9	26,1
Tuore kangas	27,7	31,4	29,2	27,3
Kuivahko kangas	28,2	23,5	36,0	44,0
		C-aineisto		
Ruohoinen turvemaa	29,3	33,5	47,5	48,6
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	18,9	21,3	43,0	39,4
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	28,2	37,8	32,2	23,9
Tuore kangas	27,7	29,7	27,3	27,3
Kuivahko kangas	28,2	26,5	33,3	44,0

Myös tässä tarkastelussa lahoisuutta oli B-aineistossa kuivahkoja kankaita lukuunottamatta yleensä lievästi enemmän kuin A-aineistossa. Lahoisuus oli C-aineistossa kaikilla kasvupaikoilla pääosin harvinaisempaa kuin A-aineistossa. Ikäluokan vaikutukset olivat B- ja C-aineistoissa samansuuntaisia kuin A-aineistossa. Vaikutukset olivat yleensä B-aineistossa lievempiä ja C-aineistossa voimakkaampia kuin A-aineistossa.

Kasvupaikkaluokan vaikutus hieskoivun lahoisuuteen ei ollut logistisen regressioanalyysin mukaan merkitsevä A-aineistossa, jossa iän vaikutus ja myös yhdysvaikutus olivat merkitseviä (df=2183, χ^2=5,63, 8,55 ja 9,66, p=0,2288, 0,0035 ja 0,0466). Sitä vastoin B- ja C-aineistossa kasvupaikkaluokka vaikutti merkitsevästi (df=1533, χ^2=10,27 ja 9,70, p=0,0361 ja 0,0459; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: χ^2=7,56 ja 11,49 vs. 10,21 ja 11,38, p=0,0060 ja 0,0216 vs. 0,0014 ja 0,0226).

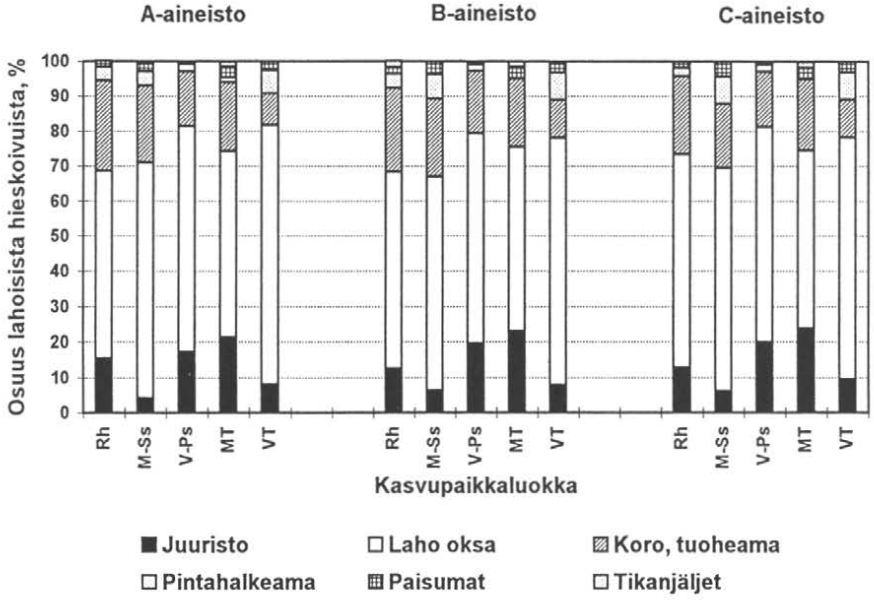
Kuvassa 57 on esitetty lahoisten hieskoivujen jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan kasvupaikkaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Lahot oksat olivat kaikissa tapauksissa yleisempi syy lahovikoihin kuin muut syyt yhteensä osuuden vaihdellessa A-aineistossa 53-74 %. Seuraavaksi yleisimmät syyt olivat korot (9-26 %) sekä juuristolahot (4-21 %), joista

ensinmainitut olivat yleisempiä ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla ja jälkimmäiset puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla. Muista syistä pintahalkeamat (2-7 %) olivat yleisempiä kuin paisumat (1-3 %) ja nämä puolestaan yleisempiä kuin tikanjäljet (0-2 %).

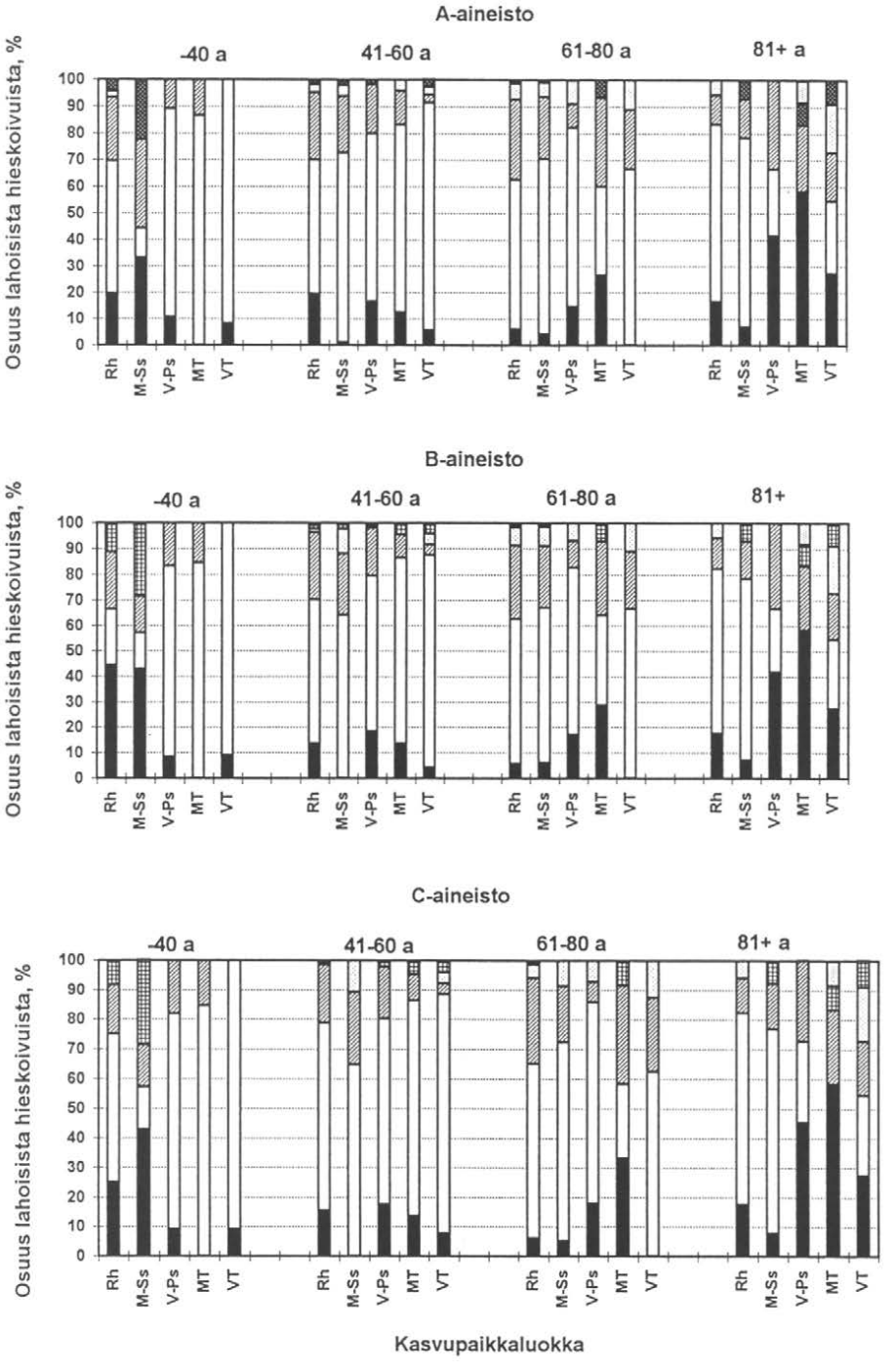
Lahojen oksien osuudet olivat B- ja C-aineistoissa hieman pienemmät ja juuristolahojen ja paisumien osuudet vastaavasti suuremmat kuin A-aineistossa, mutta muiden lahovikojen syiden suhteen aineiston vaikutus oli eri kasvupaikoilla erilainen. Täten ensinmainittuja vikoja oli koealojen suurimmissa ja hyvälaatuisimmissa hieskoivuissa keskimääräistä vähemmän ja viimeksi mainittuja vikoja vastaavasti keskimääräistä enemmän.

Lahojen oksien ja pintahalkeamien osuudet lahovikojen syinä olivat kivennäismailla sitä suuremmat ja juuristolahojen ja korojen osuudet vastaavasti sitä pienemmät mitä karumpi oli kasvupaikka. Turvemailla viljavuustason vaikutukset olivat epäselvät ja joka tapauksessa pienemmät mutta kuitenkin lahojen oksien ja korojen suhteen samansuuntaiset kuin kivennäismailla. Samalla viljavuustasolla turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen lahoviat aiheutuivat eri syistä.

Kuvissa 58a-c on esitetty lahoisten hieskoivujen jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan kasvupaikka- ja ikäluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Pintahalkeamat yleistyivät kaikilla kasvupaikoilla ikäluokan kasvaessa. Turvemailla paisumien merkitys pieneni kaikilla kasvupaikoilla ja lahojen oksien merkitys kasvoi, puolukkaisia-turvemaita lukuunottamatta. Vastaavasti kivennäismailla lahojen oksien merkitys pieneni ja juuristolahojen, korojen ja paisumien merkitys kasvoi.



Kuva 57. Ulkoisesti lahoisten hieskoivujen jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan kokonaisuutena kasvupaikkaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa.



Kuva 58a-c. Ulkoisesti lahoisten hieskoivujen jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan kasvupaikka- ja ikäluokittain A-, B- ja C-aineistoissa.

Lahovikojen syiden merkitys erosi vaihtelevasti kasvupaikka- ja ikäluokittain A-, B- ja C-aineistojen välillä. B-aineiston osalta eroja oli lähinnä juuristolahojen suhteen yli 60 a luokissa ja paisumien suhteen alle 41 a ja 61-80 a luokissa, joita oli täällä yleisemmin kuin A-aineistossa, sekä lahojen oksien suhteen alle 41 a luokassa, joita oli täällä harvemmin kuin A-aineistossa. C-aineiston osalta esiintyi samansuuntaisia eroja ja lisäksi korojen osuus oli täällä 41-80 a luokissa pienempi kuin A-aineistossa.

Lahojen oksien ja pintahalkeamien osuudet lahovikojen syinä olivat kivennäismailla myös ikäluokittain sitä suuremmat ja juuristolahojen ja korojen osuudet vastaavasti sitä pienemmät mitä karumpi oli kasvupaikka. Turvemailla viljavuustason vaikutukset olivat tässäkin epäselvät ja joka tapauksessa pienemmät kuin kivennäismailla. Saman viljavuustason kasvupaikkojen hieskoivujen erot olivat turve- ja kivennäismailla usein erisuuntaisia eri lahovikojen aiheuttajien osuuksien suhteen.

Vesa- ja siemensyntyisten hieskoivujen erot lahovikojen esiintymisessä olivat kokonaisuutena pienet A-aineistossa. Turvemailla eroja ei ollut käytännössä lainkaan ja kivennäismailla siemensyntyiset hieskoivut olivat vastoin oletuksia useammin lahoisia kuin vesasyntyiset hieskoivut:

Kasvupaikkaryhmä	Siemensyntyinen	Vesasyntyinen
	Lahoisten hieskoivujen osuus, %	
Turvemaat	36,6	37,1
Kivennäismaat	31,4	28,1
Kaikki kasvupaikat	35,4	35,6

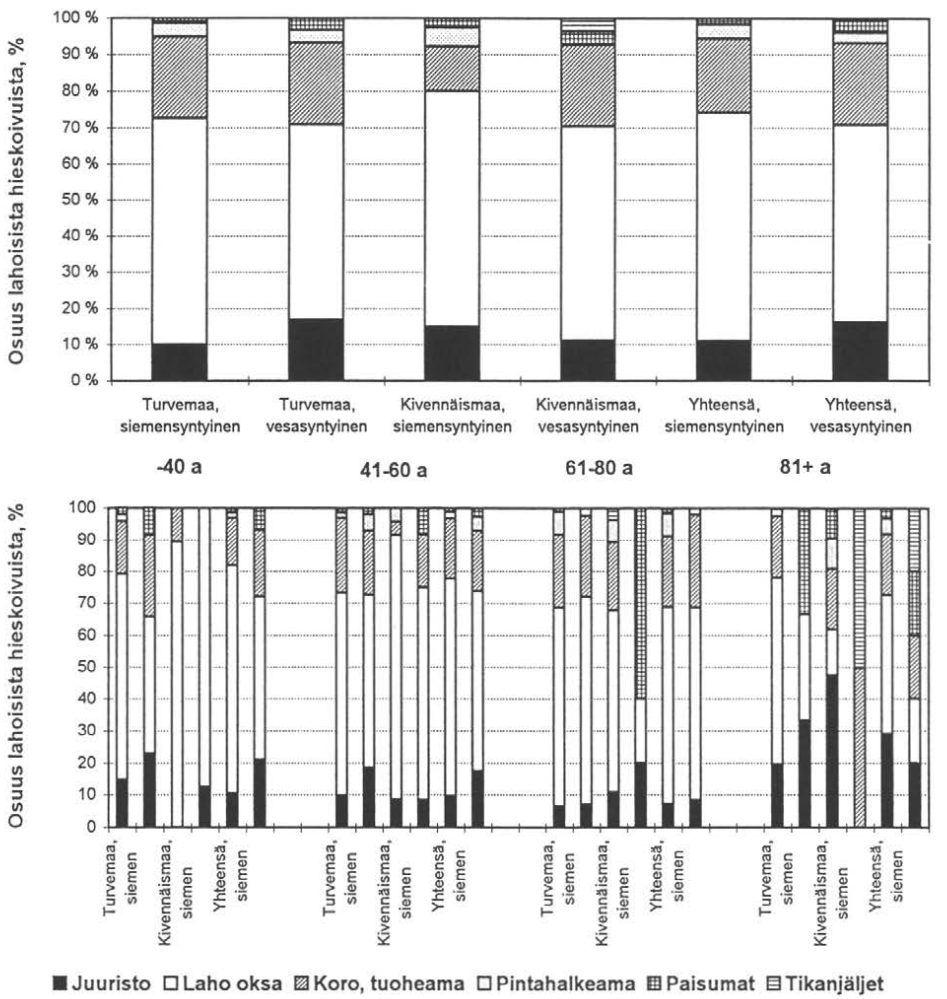
Taulukossa 59 on esitetty lahoisten hieskoivujen osuudet siemen- ja vesasyntyisistä pystykoepuista ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-aineistossa. Alle 61 a luokissa lahoisuus oli vesasyntyisissä hieskoivuissa turvemailla lievästi yleisempää mutta kivennäismailla harvinaisempaa kuin siemensyntyisissä. Vikaisuutta oli vesasyntyisissä hieskoivuissa 61-80 a luokassa useammin mutta yli 80 a luokassa harvemmin kuin siemensyntyisissä.

Taulukko 59. Ulkoisesti lahoisten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen osuudet ikäluokittain turve- ja kivennäismailla koko pystykoepuuaineistossa.

Kasvupaikkaryhmä	Ikäluokka, a			
Syntytapa	-40	41-60	61-80	81+
	Lahoisten hieskoivujen osuus, %			
Turvemaa				
Siemensyntyinen	30,6	33,6	43,9	35,3
Vesasyntyinen	32,4	37,0	44,8	23,1
Kivennäismaa				
Siemensyntyinen	38,8	29,7	28,9	33,9
Vesasyntyinen	20,0	28,6	71,4	28,6
Yhteensä				
Siemensyntyinen	32,5	32,7	40,9	34,8
Vesasyntyinen	29,1	35,8	46,6	25,0

Syntytavan vaikutus hieskoivun lahoisuuteen ei ollut logistisen regressioanalyysin mukaan merkitsevä turvemailla (df=1721, χ^2=0,03, p=0,8548; vrt. ikä: χ^2=7,11, p=0,0077) ja se oli vain suuntaa antava turve- ja kivennäismailla yhteensä (df=2183, χ^2=2,31, p=0,1288; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=10,58 ja 3,30, p=0,0011 ja 0,0693). Kivennäismailla syntytapa vaikutti kuitenkin merkitsevästi (df=462, χ^2=6,25, p=0,0124; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=4,12 ja 6,44, p=0,0425 ja 0,0111).

Kuvissa 59a-b on esitetty lahoisten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena ja ikäluokittain A-aineistossa. Lahot oksat olivat siemensyntyisillä hieskoivuilla selvästi yleisempi syy lahovikoihin kuin vesasyntyisillä. Myös pintahalkeamien osuus oli siemensyntyisillä hieskoivuilla hieman vesasyntyisiä suurempi. Juuristolahot olivat puolestaan vesasyntyisillä hieskoivuilla siemensyntyisiä yleisempi lahon syy turvemailla mutta harvinaisempi syy kivennäismailla. Myös korojen osuudet olivat kivennäismailla sekä paisumien osuudet kaikissa ryhmissä vesasyntyisillä hieskoivuilla jonkin verran siemensyntyisissä suurempia.



Kuva 59a-b. Ulkoisesti lahoisten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan kokonaisuutena (yläkuva) ja ikäluokittain (alakuva) turve- ja kivennäismailla A-aineistossa.

Juuristolahot ja paisumat olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla turvemailla kaikissa ikäluokissa yleisempiä lahoisuuden syitä kuin siemensyntyisillä. Vastaavasti lahot oksat ja korot alle 41 a luokkaa lukuunottamatta ja pintahalkeamat 41-60 a luokkaa lukuunottamatta olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla siemensyntyisiä harvinaisempia lahon syitä. Myös kivennäismailla juuristolahot olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla siemensyntyisiä useammin ja lahot oksat ja pintahalkeamat siemensyntyisiä harvemmin syynä lahovikoihin, mutta muiden aiheuttajien osalta suhteet olivat ikäluokittain erilaisia.

Kaatokoepuumittausten perusteella lahoisia hieskoivuja oli koko käyttöosan perusteella vähiten tuoreilla kankailla, mutta erot muiden kasvupaikkaluokkien välillä olivat pienet. Kivennäismailla lahoisuutta oli siis sitä yleisemmin mitä karumpi oli kasvupaikka. Tyvilaho oli kaikissa turvemaiden kasvupaikkaluokissa selvästi kivennäismaiden kasvupaikkaluokkia yleisempää ja turvemailla lievästi ja kivennäismailla huomattavasti sitä yleisempää mitä karumpi oli kasvupaikkaluokka. Tyvipölkyn latvaleikkauksessa oli puolukkaisia-piensaraisia turvemaita lukuunottamatta selvästi useammin lahovikaa kuin tyvileikkauksessa, joten hieskoivuissa esiintyi tyvilahon lisäksi yleisesti keskilahoa. Tyven ja tyvipölkyn latvan vikafrekvenssien suuret erot kivennäismaiden kasvupaikoilla turvemaiden kasvupaikkoihin verrattuna viittasivat keskilahon yleisyyteen erityisesti kivennäismailla. Tyvipölkyn latvalaho oli yleisintä kuivahkoilla kankailla ja harvinaisinta puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla.

Kasvupaikkaluokka	Tyvileikkaus	Tyvipölkyn latvaleikkaus	Käyttöosa
	Lahoisten hieskoivujen osuus kaatokoepuista, %		
Ruohoinen turvemaa	28,6	31,9	43,5
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	29,9	39,4	44,0
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	30,6	29,0	43,8
Tuore kangas	14,3	35,7	39,5
Kuivahko kangas	25,6	41,1	44,2

Taulukossa 60 on esitetty lahoisten hieskoivujen osuudet kaatokoepuista kasvupaikka- ja ikäluokittain tyvileikkauksen, tyvipölkyn latvaleikkauksen ja käyttöosan perusteella. Käyttöosan lahoisuus yleistyi selväpiirteisesti ikäluokan kasvaessa kaikilla kasvupaikoilla. Se oli kaikissa ikäluokissa yleisintä mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja harvinaisinta tuoreilla kankailla. Alle 41 a luokassa lahoviat olivat kaikilla turvemaiden kasvupaikoilla yleisempiä kuin kivennäismaiden kasvupaikoilla, mutta näitä vanhemmissa luokissa vikaisuus oli kuivahkoilla kankailla turvemaiden tasolla.

Myös tyvilaho yleistyi pääsääntöisesti ikäluokan kasvaessa. Poikkeuksena oli yli 80 a luokka, jossa tyvilahon yleistyminen pysähtyi tai kääntyi vähenemiseksi. Tyvilaho oli yleisintä jollakin turvemaiden kasvupaikoista 61-80 a luokkaa lukuunottamatta, jossa sitä oli eniten kuivahkoilla kankailla. Tuoreilla kankailla tyvilaho oli yli 60 a luokissa selvästi harvinaisempaa kuin muilla kasvupaikoilla. Kasvupaikan viljavuustasolla ei ollut selvää vaikutusta vian yleisyyteen niin turve- kuin kivennäismaillakaan.

Tyvipölkyn latvaleikkauksessa oli myös ikäluokittain yleensä useammin lahovikaa kuin tyvileikkauksessa. Tässäkin tyven ja tyvipölkyn latvan vikafrekvenssien erot olivat yleensä suurimmat kivennäismaiden kasvupaikoilla, mikä viittasi keskilahon yleisyyteen. Tyvipölkyn latvalaho oli yleisintä mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla 61-80 a luokkaa lukuunottamatta, jossa osuus oli tässäkin suurin kuivahkoilla kankailla. Muuten kasvupaikkaluokkien suhteet olivat varsin epäselvät.

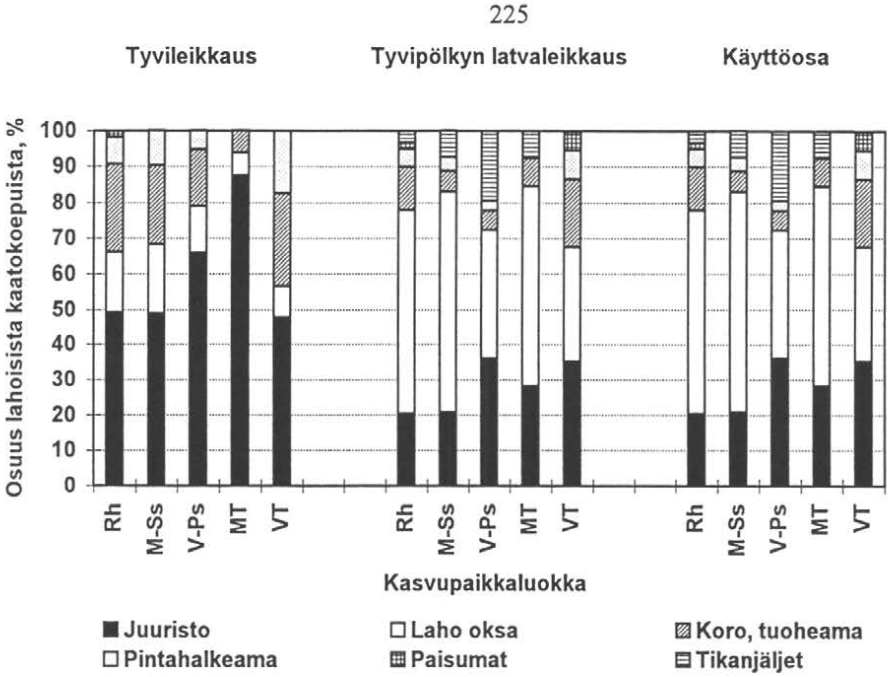
Taulukko 60. Puuaineen lahovikoja tyvileikkauksessa (1), tyvipölkyn latvaleikkauksessa (2) ja käyttöosassa (3) sisältäneiden hieskoivujen osuus kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Kasvupaikkaluokka	Ikäluokka, a											
	-40			41-60			61-80			81+		
	Sijainti rungossa			Sijainti rungossa			Sijainti rungossa			Sijainti rungossa		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Lahoisten hieskoivujen osuus, %											
Ruohoinen turvemaa	17	28	39	26	38	45	36	27	46	29	19	50
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	21	50	53	25	42	49	35	29	52	50	63	68
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	21	21	35	33	29	40	36	28	43	23	36	54
Tuore kangas	5	10	16	31	34	36	10	33	38	10	50	52
Kuivahko kangas	0	24	24	17	42	46	44	38	46	48	57	60

Kasvupaikkaluokka vaikutti logistisen regressioanalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun kayttöosan (χ^2=11,58, p=0,0024; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=2,11 ja 9,45, p=0,1568 ja 0,0495) ja tyvipölkyn latvaleikkauksen lahoisuuteen (χ^2=9,96, p=0,0412; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=0,34 ja 11,21, p=0,5594 ja 0,0243) ja suuntaa antavasti tyvilahoisuuteen (df=648, χ^2=7,94, p=0,0937; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=2,39 ja 12,12, p=0,1218 ja 0,0165).

Kuvassa 60 on esitetty lahoisten hieskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan kasvupaikkaluokittain tyvileikkauksen, tyvipölkyn latvaleikkauksen ja koko käyttöosan lahoisuuden osalta. Lahot oksat olivat yleisin ja juuristolaho toiseksi yleisin syy käyttöosan lahoisuuteen lukuunottamatta kuivahkoja kankaita, joilla näiden syiden järjestys oli päinvastainen. Lahojen oksien osuus lahon pääasiallisena syynä vaihteli kasvupaikoittain 32-62 % ja juuristolahon osuus 20-36 %. Muista syistä korojen osuus (6-19 %) oli yleensä suurempi kuin pintahalkeamien osuus (0-8 %), näiden osuus suurempi kuin tikanjälkien osuus (0-19 %) ja näiden osuus puolestaan suurempi kuin paisumien osuus (0-6 %). Turvemailla juuristolahon ja tikanjälkien osuudet lahovikojen syinä olivat sitä suuremmat ja lahojen oksien, korojen, pintahalkeamien ja paisumien osuudet sitä pienemmät mitä karumpi oli kasvupaikka. Kivennäismailla viljavuustaso vaikutti juuristolahojen ja lahojen oksien suhteen samalla mutta muiden lahon syiden suhteen päinvastaisella tavalla kuin turvemailla. Samalla viljavuustasolla lahot oksat olivat turvemailla useammin ja juuristolaho ja korot harvemmin syynä lahoisuuteen kuin kivennäismailla.

Tyvilaho aiheutui oletusten mukaisesti useimmin juuristolahosta, jonka osuus vaihteli kasvupaikkaluokittain 48-88 %; juuristolahot olivat hallitsevia erityisesti tuoreilla kankailla. Toiseksi yleisimmin tyvilaho johtui koroista (6-26 %) ja kolmanneksi yleisimmin yleensä lahoista oksista (9-20 %). Loput tyvilahot aiheutuivat pintahalkeamista (0-17 %), jotka kuivahkoilla kankailla olivat lahoja oksia merkittävämpi ja muita kasvupaikkoja selvästi yleisempi tyvilahon syy. Viljavuustason vaikutukset tyvilahon eri syiden osuuksiin olivat epäselvät. Tyvipölkyn latvalahon syiden osuudet, viljavuustason vaikutukset sekä turve- ja kivennäismaiden kasvupaikkojen erot olivat lähes samanlaiset kuin koko käyttöosassa yleensä.

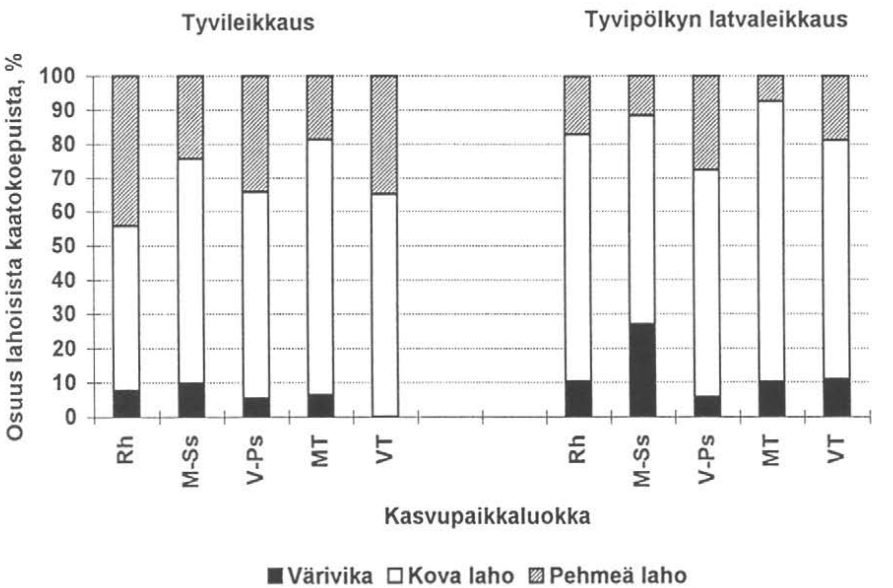


Kuva 60. Puuaineesta lahoisten hieskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan kasvupaikkaluokittain tyvileikkauksen, tyvipölkyn latvaleikkauksen ja koko käyttöosan osalta.

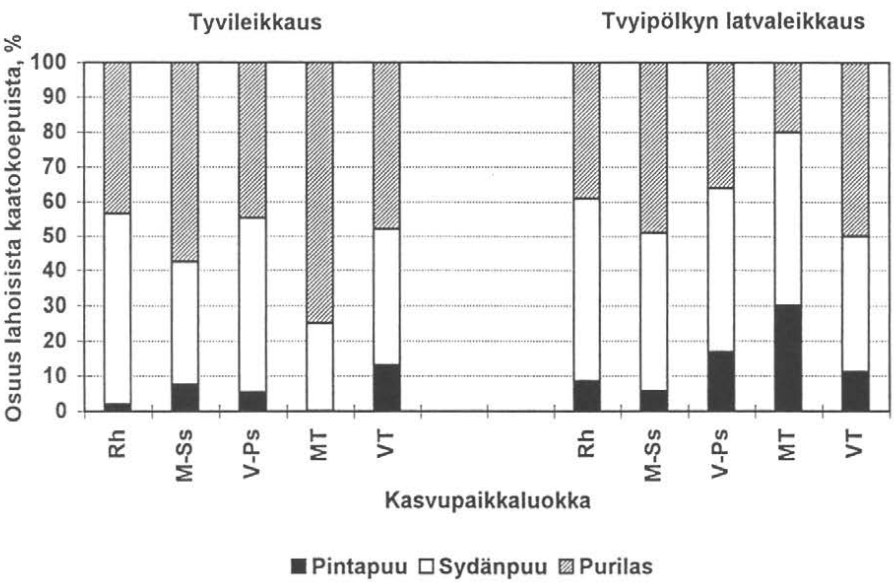
Valtaosa kaatokoepuiden lahovioista oli kovaa lahoa sekä tyvileikkauksessa (48-75 %) että tyvipölkyn latvaleikkauksessa (62-83 %) (kuva 61). Tyvilaho oli kehittynyt pehmeän lahon asteelle oletusten mukaisesti selvästi useammin (19-44 %) kuin tyvipölkyn latvalaho (15-28 %). Pehmeän lahon osuus oli suurin tyvileikkauksessa ruohoisilla ja tyvipölkyn latvaleikkauksessa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja selvästi pienin molemmilla korkeuksilla tuoreilla kankailla. Pinnalliseksi väriviaksi tulkitun lahon osuus oli tyvileikkauksessa 0-10 % ja tyvipölkyn latvaleikkauksessa 6-27 %.

Tyvilaho rajoittui purilaaseen tuoreilla kankailla kolmessa neljästä ja muilla kasvupaikoilla lähes puolessa tapauksista (kuva 62). Tyvipölkyn latvaleikkauksessa purilaaseen rajoittuneiden lahohavaintojen osuus oli pienempi kuin tyvileikkauksessa, 20-50 %, ja suurin kuivahkoilla kankailla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja oletusten vastaisesti pienin tuoreilla kankailla. Lahon vaikutusalue ulottui vastaavasti pintapuuhun eli kuoren alle tyvileikkauksessa (0-13 %) harvemmin kuin tyvipölkyn latvaleikkauksessa (6-30 %). Tulos johtui muista syistä kuin juuristosta alkaneiden lahojen suuremmasta osuudesta tyvipölkyn latvaleikkauksessa tyvileikkaukseen verrattuna.

Vesasyntyisissä hieskoivuissa oli käyttöosan lahovikoja turvemailla huomattavasti enemmän mutta kivennäismailla vähemmän kuin siemensyntyisissä. Sitä vastoin tyvilaho oli vesasyntyisissä hieskoivuissa kaikissa tapauksissa oletusten vastaisesti harvinaisempaa kuin siemensyntyisissä. Koska tulokset tyvipölkyn latvaleikkauksessa olivat jälleen samansuuntaisia kuin käyttöosassa yleensä, tyvilaho näytti turvemailla olevan siemensyntyisillä hieskoivuilla keskilahoon nähden suhteellisesti yleisempää kuin vesasyntyisillä.



Kuva 61. Puuaineesta lahoisten hieskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian kehitysasteen mukaan eri kasvupaikkaluokissa tyvileikkauksen ja tyvipölkyn latvaleikkauksen osalta.



Kuva 62. Puuaineesta lahoisten hieskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian ulottuman mukaan eri kasvupaikkaluokissa tyvileikkauksen ja tyvipölkyn latvaleikkauksen osalta.

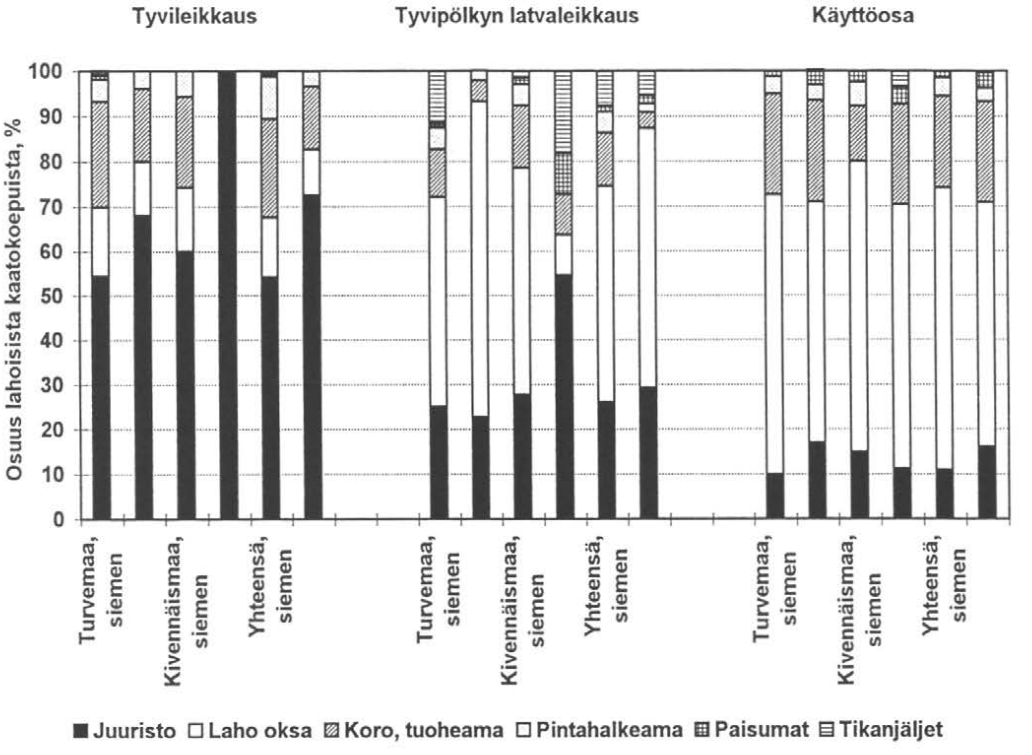
Kasvupaikkaryhmä Korkeus rungossa	Siemensyntyinen Lahoisten hieskoivujen osuus kaatokoepuista, %	Vesasyntyinen
Turvemaat		
Tyvileikkaus	30,2	27,2
Tyvipölkyn latvaleikkaus	29,7	47,8
Käyttöosa	38,2	52,1
Kivennäismaat		
Tyvileikkaus	21,7	9,8
Tyvipölkyn latvaleikkaus	41,0	26,8
Käyttöosa	46,0	35,9
Kaikki kasvupaikat		
Tyvileikkaus	27,6	21,8
Tyvipölkyn latvaleikkaus	33,2	41,4
Käyttöosa	40,6	47,5

Taulukossa 61 on esitetty lahoisten hieskoivujen osuudet siemen- ja vesasyntyisistä kaatokoepuista ikäluokittain turve- ja kivennäismailla tyvileikkauksen, tyvipölkyn latvaleikkauksen ja käyttöosan perusteella. Siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen lahoisuuden suhteet olivat käyttöosassa ja tyvipölkyn latvaleikkauksessa kaikissa ikäluokissa samansuuntaiset kuin keskimäärin lukuunottamatta kivennäismaiden luokkaa 41-60 a, jossa vikaisuus oli vesasyntyisillä siemensyntyisiä yleisempää. Tyvilaho oli tässäkin vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 61 a luokissa oletusten vastaisesti jonkin verran harvinaisempaa mutta näitä vanhemmissa luokissa oletusten mukaisesti mutta kuitenkin varsin vähän yleisempää kuin siemensyntyisillä.

Syntytapa vaikutti hieskoivun käyttöosan lahoisuuteen logistisen regressioanalyysin mukaan suuntaa antavasti turvemailla (χ^2=2,48, p=0,0957; vrt. ikä: χ^2=4,25, p=0,0322) ja turve- ja kivennäismailla yhteensä (χ^2=3,11 p=0,0613; vrt. ikä: χ^2=1,25, p=0,2353) ja merkitsevästi kivennäismailla (χ^2=4,25, p=0,0329; vrt. ikä: χ^2=0,57, p=0,1684). Vaikutus tyvilahoisuuteen oli merkitsevä turvemailla (df=446, χ^2=3,87, p=0,0491; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=3,86 ja 3,83, p=0,0495 ja 0,0502) ja turve- ja kivennäismailla yhteensä (df=648, χ^2=4,34, p=0,0372; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=1,80 ja 3,21, p=0,1793 ja 0,0732) mutta ei kivennäismailla (df=202, χ^2=0,93, p=0,3351; vrt. ikä: χ^2=0,00, p=0,9744).

Taulukko 61. Puuaineen lahovikoja tyvileikkauksessa (1), tyvipölkyn latvaleikkauksessa (2) ja käyttöosassa (3) sisältäneiden siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen osuus ikäluokittain turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa.

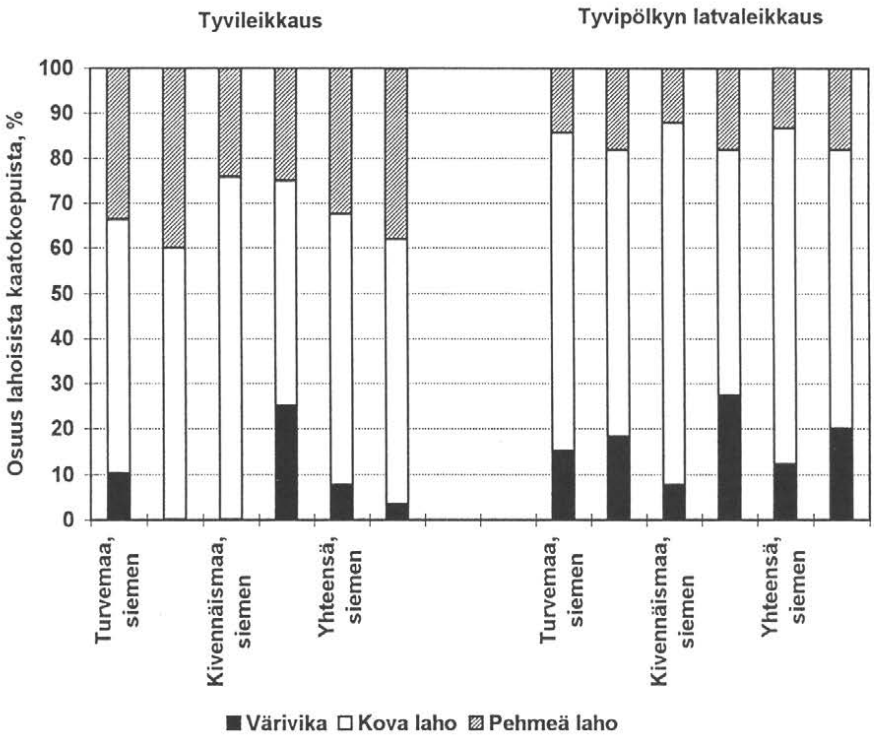
Kasvupaikkaryhmä	Ikäluokka, a											
Syntytapa	-40			41-60			61-80			81+		
	Sijainti rungossa			Sijainti rungossa			Sijainti rungossa			Sijainti rungossa		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Lahoisten hieskoivujen osuus, %											
Turvemaa												
Siemensyntyinen	21	21	28	29	33	35	36	27	47	27	31	49
Vesasyntyinen	18	53	53	23	50	55	38	33	61	...	...	...
Kivennäismaa												
Siemensyntyinen	0	24	35	25	36	40	24	33	40	24	55	60
Vesasyntyinen	5	10	20	17	50	53	...	...	...	0	20	35
Yhteensä												
Siemensyntyinen	13	22	32	28	34	37	33	29	45	25	44	54
Vesasyntyinen	11	30	45	22	50	53	38	33	61	28	43	82



Kuva 63. Puuaineesta lahoisten siemen- ja vesasyntyisen hieskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan turve- ja kivennäismailla tyvileikkauksen, tyvipölkyn latvaleikkauksen ja koko käyttöosan osalta.

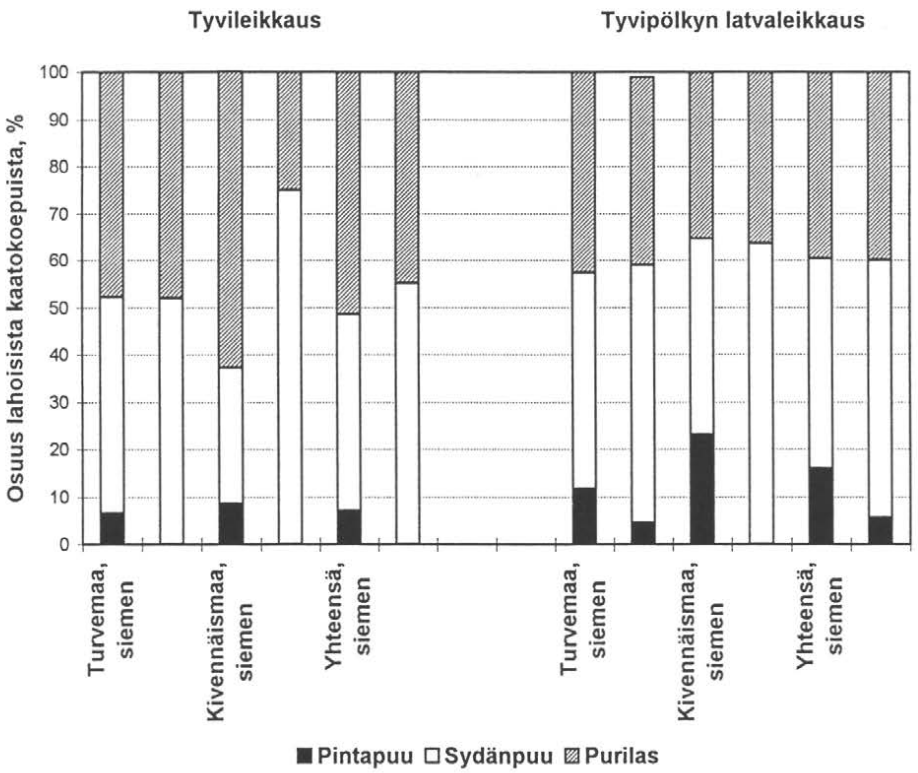
Tyvipölkyn latvaleikkauksen lahoisuuteen syntytapa ei vaikuttanut merkitsevästi turvemailla (χ^2=1,75, p=0,1855; vrt. ikä: χ^2=0,63, p=0,4260), kivennäismailla (χ^2=0,29, p=0,5880; vrt. ikä: χ^2=2,53, p=0,1116) eikä myöskään turve- ja kivennäismailla yhteensä (χ^2=0,98, p=0,3228; vrt. ikä: χ^2=1,21, p=0,2711).

Kuvassa 63 on esitetty lahoisten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen kaatokoepuiden jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan turve- ja kivennäismailla tyvileikkauksen, tyvipölkyn latvaleikkauksen ja koko käyttöosan lahoisuuden osalta. Koko käyttöosassa tulokset olivat pitkälti samat kuin pystykoepuumittausten perusteella: juuristolahot turvemailla ja korot kivennäismailla olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla siemensyntyisiä yleisempiä ja lahot oksat kaikilla kasvupaikoilla siemensyntyisiä harvinaisempia lahovikojen syitä. Tyvilahon syinä juuristolahot olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla selvästi siemensyntyisiä yleisempiä ja lahot oksat, korot ja pintahalkemat harvinaisempia sekä turve- että kivennäismailla. Tyvipölkyn latvalahon syinä lahot oksat olivat turvemailla vesasyntyisillä hieskoivuilla selvästi yleisempiä ja muut syyt harvinaisempia kuin siemensyntyisillä. Vastaavasti kivennäismailla juuristolahot, paisumat ja tikanjäljet olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla kivennäismailla yleisempiä ja lahot oksat, pintahalkeamat ja korot harvinaisempia lahon syitä kuin siemensyntyisillä.



Kuva 64. Puuaineesta lahoisten siemen- ja vesasyntyisen hieskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian kehitysasteen mukaan turve- ja kivennäismailla tyvileikkauksen ja tyvipölkyn latvaleikkauksen osalta.

Tyvilaho oli vesasyntyisillä hieskoivuilla turvemailla useammin pehmeää tai kovaa lahoa ja harvemmin pinnallista värivikaa mutta kivennäismailla useammin pinnallista värivikaa ja harvemmin kovaa lahoa kuin siemensyntyisillä (kuva 64). Tyvipölkyn latvalaho oli vesasyntyisillä hieskoivuilla sekä turve- että kivennäismailla useammin pehmeää lahoa tai pinnallista värivikaa ja harvemmin kovaa lahoa kuin siemensyntyisillä. Tyvilaho rajoittui vesasyntyisillä hieskoivuilla purilaaseen turvemailla yhtä usein mutta kivennäismailla selvästi harvemmin ja ulottui sekä turve- että varsinkin kivennäismailla useammin sydänpuuhun kuin siemensyntyisillä (kuva 65). Pintapuuhun asti ulottunutta tyvilahoa oli vain siemensyntyisillä hieskoivuilla. Purilaaseen rajoittuneiden tyvipölkyn latvalahohavaintojen osuus oli vesa- ja siemensyntyisillä hieskoivuilla samalla tasolla sekä turve- että kivennäismailla. Sydänpuuhun ulottuneiden lahohavaintojen osuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla suurempi ja pintapuuhun ulottuneiden havaintojen osuus pienempi kuin siemensyntyisillä.



Kuva 65. Puuaineesta lahoisten siemen- ja vesasyntyisen hieskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian ulottuman mukaan turve- ja kivennäismailla tyvileikkauksen ja tyvipölkyn latvaleikkauksen osalta.

3.1.4.3.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Pystykoepuumittausten perusteella lahoisuus oli sekä hies- että rauduskoivulla turvemailla selvästi yleisempää kuin kivennäismailla. Hieskoivuissa oli lahoa selvästi rauduskoivua yleisemmin. Aineiston rajoittaminen koealoittain sekä koivujen koon että laadun mukaan johti oletusten mukaisesti lahoisuuden vähenemiseen koko aineistoon verrattuna, lukuunottamatta päinvastaista tulosta turvemaiden rauduskoivulla. Lahoisuus oli koealatasolla siis sitä epätodennäköisempää mitä suuremmasta puusta oli kysymys. Lahoisuus myös vaikutti oleellisesti koivujen yleisen laadun arviointiin.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	A-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Lahoisten koivujen osuus, %		
Hieskoivu, turvemaa	36,7	36,4	34,1
Hieskoivu, kivennäismaa	30,7	28,7	26,6
Rauduskoivu, turvemaa	26,1	28,6	29,0
Rauduskoivu, kivennäismaa	21,8	20,9	20,8

Taulukossa 62 on esitetty lahoisten hies- ja rauduskoivujen osuudet pystykoepuista ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineiston perusteella. Lahoisuus lisääntyi turve- ja kivennäismaiden hieskoivulla ja turvemaiden rauduskoivulla mutta väheni kivennäismaiden rauduskoivulla ikäluokan kasvaessa.

Taulukko 62. Ulkoisesti lahoisten hies- ja rauduskoivujen osuudet pystykoepuista ikäluokittain turve- ja kivennäismailla. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

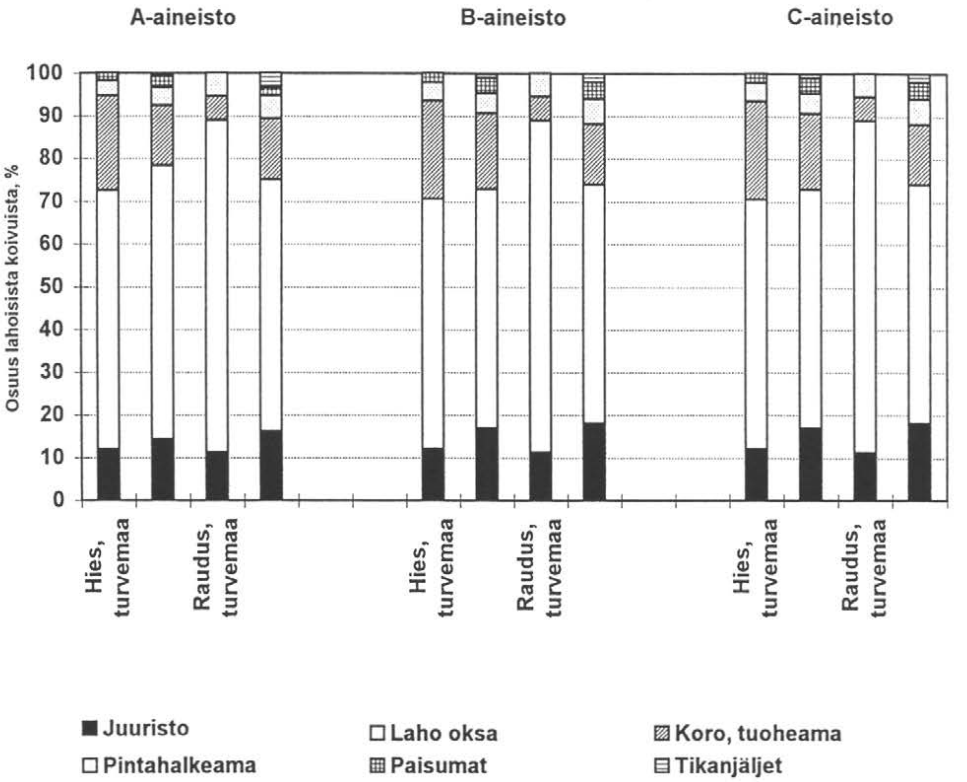
Koivulaji ja kasvyupaikkaryhmä	-40	Ikäluokka, a 41-60	61-80	81+
		Lahoisten koivujen osuus, %		
		A-aineisto		
Hieskoivu, turvemaa	31,3	34,5	44,1	34,1
Hieskoivu, kivennäismaa	30,3	29,5	31,7	33,3
Rauduskoivu, turvemaa	25,0	16,7	28,6	60,0
Rauduskoivu, kivennäismaa	25,0	23,9	16,9	23,7
		B-aineisto		
Hieskoivu, turvemaa	29,0	32,6	43,5	35,8
Hieskoivu, kivennäismaa	25,0	24,8	33,7	33,3
Rauduskoivu, turvemaa	25,0	22,2	28,6	60,0
Rauduskoivu, kivennäismaa	21,9	23,2	16,9	23,7
		C-aineisto		
Hieskoivu, turvemaa	25,4	30,3	41,7	36,0
Hieskoivu, kivennäismaa	25,0	23,2	29,8	32,4
Rauduskoivu, turvemaa	25,0	22,2	29,6	60,0
Rauduskoivu, kivennäismaa	25,6	22,8	14,3	23,7

Yleissäännöstä poikkeavia tuloksia oli lähinnä vanhoissa ikäluokissa. Turve- ja kivennäismaiden koivujen ja hies- ja rauduskoivujen lahoisuuden suhteet olivat ikäluokittain samansuuntaiset kuin keskimäärin. Turvemailla lahoisuus oli rauduskoivulla yli 80 a luokassa kuitenkin yleisempää kuin hieskoivulla, mikä saattoi johtua myös rauduskoivun pienestä aineistosta.

Koivulaji ei kuitenkaan vaikuttanut logistisen regressioanalyysin mukaan merkitsevästi lahoisuuteen turvemailla missään aineistossa (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=1,29, 0,60 ja 0,27, p=0,2555, 0,4399 ja 0,6050) ja myös ikä vaikutti vain suuntaa antavasti (χ^2=3,35, 2,29 ja 2,02, p=0,0671, 0,1302 ja 0,0934). Koivulaji ei vaikuttanut myöskään kivennäismailla (df=719, 615 ja 615, χ^2=0,70, 0,23 ja 0,00, p=0,4017, 0,6318 ja 0,9888; vrt. ikä: χ^2=0,27, 1,54 ja 0,81, p=0,6049, 0,2144 ja 0,3678).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja lahoisten puiden osuudessa missään aineistossa (df=2186, 1472 ja 1476, χ^2=0,18, 0,35 ja 0,03, p=0,6713, 0,5545 ja 0,8512; vrt. ikä: χ^2=5,37, 6,60 ja 8,93, p=0,0205, 0,0102 ja 0,0028). Kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut myöskään rauduskoivulla (df=326, 302 ja 298, χ^2=0,64, 0,07 ja 0,17, p=0,4245, 0,7854 ja 0,6799; vrt. ikä: χ^2=0,64, 1,34 ja 1,01, p=0,2001, 0,2477 ja 0,3152).

Kuvassa 66 on esitetty lahoisten hies- ja rauduskoivujen jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa. Lahot oksat olivat tässäkin kaikissa tapauksissa yleisempi syy lahovikoihin kuin muut syyt yhteensä (56-78 %). Näistä yleisimpiä olivat korot (6-23 %) ja juuristolahot (11-18 %), joista ensinmainitut olivat toiseksi yleisimpiä hieskoivulla ja jälkimmäiset rauduskoivulla. Muista syistä pintahalkeamat (4-6 %) olivat yleisempiä kuin paisumat (0-4 %) tai tikanjäljet (0-4 %). B- ja C-aineistoissa lahojen oksien

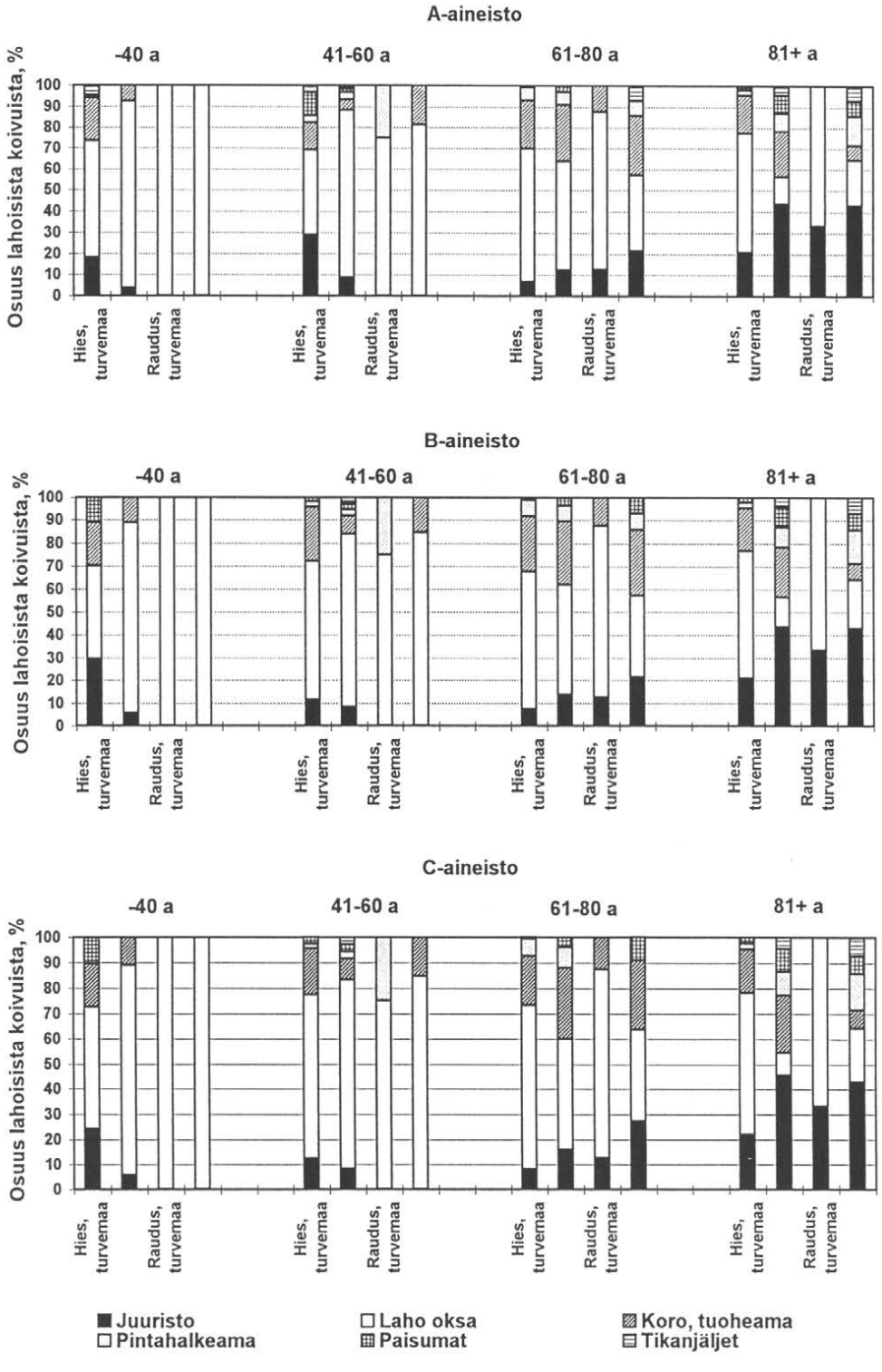


Kuva 66. Ulkoisesti lahoisten hies- ja rauduskoivujen jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena A-, B- ja C-aineistoissa.

osuudet olivat hieman pienemmät ja juuristolahojen, paisumien ja hieskoivulla lisäksi korojen ja pintahalkeamien osuudet hieman suuremmat kuin A-aineistossa.

Molemmilla koivulajeilla erityisesti juuristolahojen ja vähäisessä määrin myös pintahalkeamien, paisumien ja tikanjälkien osuudet olivat turvemailla pienemmät ja korojen ja A-aineistoa lukuunottamatta lahojen oksien osuudet suuremmat kuin kivennäismailla. Turvemailla korojen, juuristolahojen ja paisumien osuudet olivat hieskoivulla suuremmat ja lahojen oksien ja pintahalkeamien osuudet pienemmät kuin rauduskoivulla. Kivennäismailla lahojen oksien, paisumien ja A-aineistoa lukuunottamatta myös korojen osuudet olivat hieskoivulla suuremmat ja juuristolahojen, pintahalkeamien ja tikanjälkien osuudet pienemmät kuin rauduskoivulla.

Kuvissa 67a-c on esitetty lahoisten hies- ja rauduskoivujen jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa. Turvemaiden hieskoivulla ikäluokka ei vaikuttanut selvästi lahovikojen syiden osuuksiin. Sitä vastoin kivennäismaiden hies- ja rauduskoivulla juuristolahojen, pintahalkeamien ja korojen osuudet olivat sitä suuremmat ja lahojen oksien osuus oli sitä pienempi mitä vanhempi oli ikäluokka. Ikäluokan vaikutus oli turvemaiden rauduskoivulla samansuuntainen juuristolahojen ja lahojen oksien osuuksien osalta, joskin aineisto oli pieni.



Kuva 67a-c. Ulkoisesti lahoisten hies- ja rauduskoivujen jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa.

Hieskoivulla lahojen oksien osuus oli lahovikojen syinä turvemailla alle 61 a luokissa selvästi pienempi ja kaikkien muiden syiden osuudet olivat suuremmat kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla kaikki alle 41 a luokan ja lähes kaikki 41-60 a luokan lahot aiheutuivat lahoista oksista. Yli 60 a luokissa lahojen oksien osuus oli molemmilla koivulajeilla turvemailla selvästi suurempi ja kaikkien muiden syiden osuudet olivat pienemmät kuin kivennäismailla.

Turvemailla eri lahovikojen syiden merkityserot olivat hies- ja rauduskoivun välillä lahojen oksien, korojen ja paisumien suhteen ikäluokittain samansuuntaiset kuin keskimäärin. Kuitenkin alle 61 a luokissa juuristolahojen, pintahalkemien ja tikanjälkien osuudet olivat hieskoivulla suuremmat ja näitä vanhemmissa luokissa pienemmät kuin rauduskoivulla. Kivennäismailla oli näissä suhteissa runsaasti eroja ikäluokkien välillä. Alle 61 a luokissa juuristolahojen, paisumien, pintahalkeamien ja tikanjälkien osuudet olivat hieskoivulla suuremmat ja lahojen oksien ja korojen osuudet pienemmät kuin rauduskoivulla. Luokissa 61-80 a lahojen oksien ja paisumien osuudet olivat hieskoivulla suuremmat ja juuristolahojen ja jossain määrin myös tikanjälkien ja korojen osuudet pienemmät kuin rauduskoivulla. Yli 80 a luokassa korojen ja jossain määrin myös juuristolahojen ja pintahalkeamien osuudet olivat hieskoivulla suuremmat ja lahojen oksien ja tikanjälkien osuudet pienemmät kuin rauduskoivulla.

Taulukossa 63 on esitetty lahoisten hies- ja rauduskoivujen osuudet pystykoepuista rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Lahoisuus lisääntyi hieskoivulla kiihtyvällä nopeudella mutta väheni rauduskoivulla läpimittaluokan kasvaessa. Koska lahoisuus väheni ohuissa läpimittaluokissa selvästi rajoitettaessa aineistoa koealoittain koivujen koon ja varsinkin laadun mukaan, läpimitan vaikutus oli B- ja varsinkin C-aineistoissa hieskoivulla suurempi mutta rauduskoivulla pienempi kuin A-aineistossa. Lahoisten puiden osuus oli hieskoivulla koko läpimittajakauman alueella selvästi suurempi kuin rauduskoivulla.

Taulukko 63. Ulkoisesti lahoisten hies- ja rauduskoivujen osuudet rinnankorkeusläpimittaluokittain pystykoepuuaineistossa. A = Koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm	A-aineisto		B-aineisto		C-aineisto	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
	Lahoisten koivujen osuus, %					
9	31,7	42,1	26,7	41,7	26,5	42,9
11	35,1	19,4	30,5	18,2	24,6	20,0
13	30,2	29,0	24,5	32,1	24,4	30,8
15	36,1	20,0	34,8	19,4	31,2	18,8
17	37,3	25,9	36,7	26,9	35,4	28,0
19	37,7	15,9	37,7	15,9	37,4	14,3
21	37,4	22,2	37,4	22,2	37,7	22,2
23	45,5	24,1	45,6	24,1	45,5	24,1
25	42,9	17,6	42,9	17,6	42,9	17,6
27	61,1	22,2	61,1	22,2	61,1	22,2
29	50,0	16,7	50,0	16,7	50,0	16,7
31	75,0	20,0	75,0	20,0	75,0	20,0

Koivulajien ero kasvoi läpimitan kasvaessa ohuimman luokan A-aineiston 6 %-yksiköstä, B-aineiston 3 %-yksiköstä ja C-aineiston alle yhdestä prosenttiyksiköstä paksuimman luokan 33 %-yksikköön.

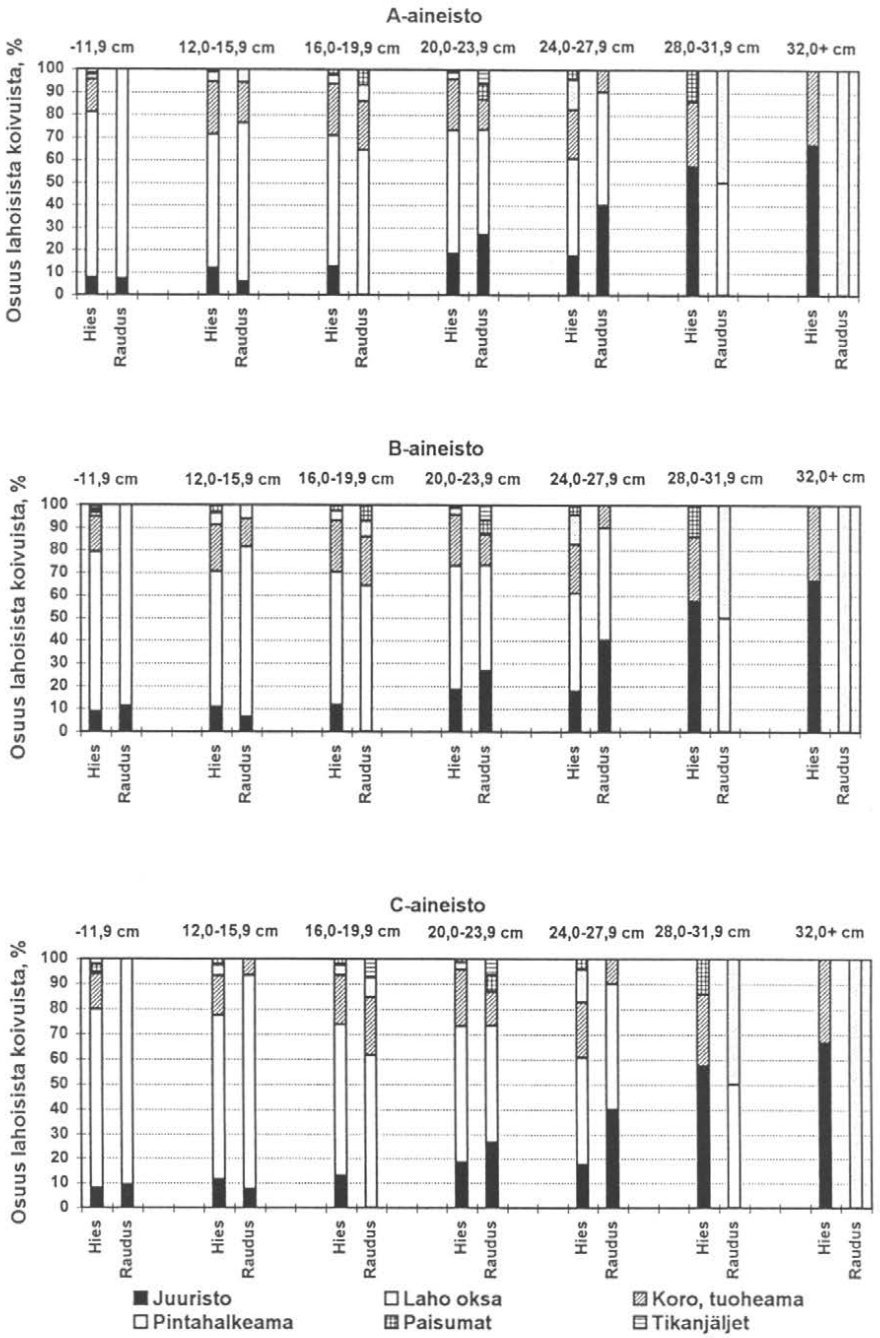
Logistisen regressioanalyysin mukaan koivulaji ei kuitenkaan vaikuttanut merkitsevästi lahovikojen esiintymiseen A- ja B-aineistossa (df=1793, 1159, χ^2=0,24 ja 1,68, p=0,6258 ja 0,1946; vrt. rinnankorkeusläpimitta ja yhdysvaikutus: χ^2=0,52 ja 4,51 vs. 2,87 ja 754, p=0,4706 ja 0,0336 vs. 0,0905 ja 0,0061). Sitä vastoin C-aineistossa koivulajin vaikutus oli merkitsevä (df=1159, χ^2=4,03, p=0,0447; vrt. rinnankorkeusläpimitta ja yhdysvaikutus: χ^2=4,33 ja 1,49, p=0,0375 ja 0,0007).

Kuvissa 68a-c on esitetty lahoisten hies- ja rauduskoivujen jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Juuristolahojen osuus kasvoi ja lahojen oksien osuus väheni selvästi sekä hies- että rauduskoivulla läpimittaluokan kasvaessa. Hieskoivulla lisääntyivät myös korojen ja 28 cm:n läpimittaan asti myös paisumien osuudet, mutta pintahalkeamien ja tikanjälkien osalta vaikutus oli epäselvä. Rauduskoivulla lisääntyivät vastaavasti myös korojen osuudet 28 cm:n läpimittaan asti, mutta pintahalkeamien, paisumien ja tikanjälkien esiintyminen oli satunnaista kaikissa läpimittaluokissa.

Hieskoivulla lahot oksat olivat alle 28 cm:n puilla yleisin ja näitä suuremmilla puilla toiseksi yleisin lahovikojen syy. Juuristolahot olivat vastaavasti yli 28 cm:n puilla yleisin ja näitä pienemmillä puilla kolmanneksi yleisin ja erilaiset korot kaikissa läpimittaluokissa toiseksi yleisin syy. Myös rauduskoivulla lahot oksat olivat yleisin lahovikojen syy yli 32 cm:n läpimittaluokkaa lukuunottamatta, jossa kaikki viat johtuivat ensisijaisesti pintahalkeamista. Juuristolahot olivat toiseksi yleisin syy lukuunottamatta 12-20 cm:n puita, joilla ne olivat korojen jälkeen kolmanneksi yleisin. Muuten korot olivat kolmanneksi yleisin lahon syy.

Erilaatuisten lahovikojen osuudet erosivat B- ja C-aineistoissa vain alle 20 cm:n puilla niistä mitä ne olivat A-aineistossa. Nämä erot eivät kuitenkaan vaikuttaneet eri syiden koivulajeittaiseen merkitysjärjestykseen. Juuristolahojen osuudet olivat B-aineistossa alle 12 cm:n hies- ja rauduskoivuilla suuremmat ja lahojen oksien osuudet vastaavasti pienemmät ja hieskoivuilla myös korojen ja paisumien osuudet suuremmat ja pintahalkeamien osuudet pienemmät kuin A-aineistossa. Lahojen oksien ja pintahalkeamien osuudet olivat sen sijaan 12-20 cm:n hies- ja rauduskoivuilla suuremmat ja korojen osuudet pienemmät ja hieskoivuilla myös paisumien osuudet suuremmat ja juuristolahojen osuudet pienemmät B-aineistossa A-aineistoon verrattuna. Tulokset olivat C-aineistossa pitkälti samansuuntaiset suhteessa A-aineistoon. Ainoat poikkeukset tästä säännöstä olivat alle 12 cm:n hieskoivujen pintahalkeamien suurempi osuus ja korojen ja tikanjälkien lievästi pienemmät osuudet, 12-16 cm:n rauduskoivujen korojen suurempi ja 16-20 cm:n rauduskoivujen lahojen oksien pienempi osuus C-aineistossa A-aineistoon verrattuna.

Kaatokoepuumittausten perusteella hieskoivun käyttöosan lahoisuus oli yhtä yleistä turve- ja kivennäismailla, mutta hieskoivun lahoisuus oli kokonaisuutena oletusten vastaisesti selvästi harvinaisempaa kuin rauduskoivun lahoisuus. Hieskoivun tyvilaho oli turvemailla selvästi yleisempää mutta tyvipölkyn latvalaho jonkin verran harvinaisempaa kuin kivennäismailla. Täten keskilahon voidaan päätellä olevan kivennäismailla suhteellisesti yleisempää kuin turvemailla. Kokonaisuutena tyvilaho ja tyvipölkyn latvalaho olivat hieskoivulla oletusten vastaisesti huomattavasti harvinaisempaa kuin rauduskoivulla, mihin kuitenkin vaikutti hies- ja rauduskoivujen erilainen ikäjakauma.



Kuva 68a-c. Ulkoisesti lahoisten hies- ja rauduskoivujen jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Tyvileikkaus	Tyvipölkyn latvaleikkaus	Käyttöosa
	Lahoisten koivujen osuus kaatokoepuista, %		
Hieskoivu, turvemaa	29,6	33,4	46,8
Hieskoivu, kivennäismaa	19,3	38,1	46,5
Hieskoivu, yhteensä	26,4	34,9	46,7
Rauduskoivu, yhteensä	42,5	60,0	64,0

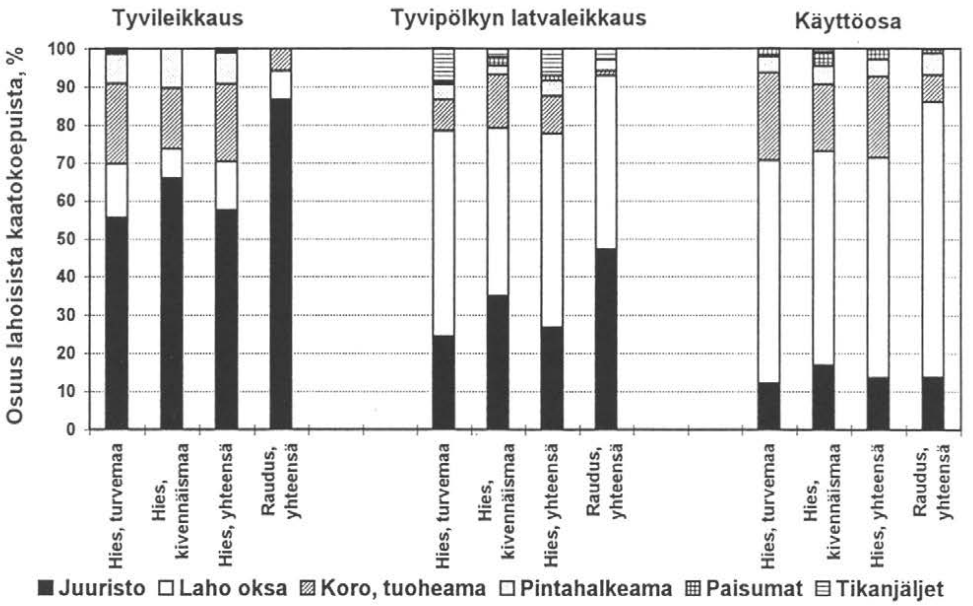
Taulukossa 64 on esitetty lahoisten hies- ja rauduskoivujen osuudet kaatokoepuista ikäluokittain turve- ja kivennäismailla tyvileikkauksen, tyvipölkyn latvaleikkauksen ja käyttöosan perusteella. Ikäluokittaiset tulokset olivat huomattavasti keskimääräisiä enemmän oletusten mukaisia. Käyttöosassa lahoisuus lisääntyi selväpiirteisesti ikäluokan kasvaessa sekä turve- ja kivennäismaiden hieskoivuilla että hies- ja rauduskoivuilla kokonaisuutena. Myös tyvilaho ja tyvipölkyn latvalaho lisääntyivät pääsääntöisesti ikäluokan kasvaessa. Hieskoivulla tyvilahon osuus kääntyi kuitenkin laskuun yli 80 a luokassa ja tyvipölkyn latvalaho oli turvemailla lähes vakiotasolla koko ikäjakauman alueella. Lahon lisääntyminen ikäluokan kasvaessa oli voimakkainta kivennäismaiden rauduskoivulla. Hieskoivulla laho oli turvemailla kaikissa ikäluokissa jonkin verran yleisempää kuin kivennäismailla sekä käyttöosassa että tyvileikkauksessa ja tyvipölkyn latvaleikkauksessa. Hieskoivulla laho oli alle 61 a luokissa rauduskoivua yleisempää, mutta näitä vanhemmissa luokissa koivulajien suhteet olivat jälleen oletusten vastaisesti päinvastaiset.

Koivulaji ei vaikuttanut logistisen regressioanalyysin mukaan turvemailla merkitsevästi käyttöosan lahoisuuteen (df=463, χ^2=0,38, p=0,3574; vrt. ikä: χ^2=2,51, p=0,1248), tyvilahoisuuteen (χ^2=0,18, p=0,6684; vrt. ikä: χ^2=0,15, p=0,6938) tai tyvipölkyn latvalahoisuuteen (χ^2=0,04, p=0,8414; vrt. ikä: χ^2=0,05, p=0,8260). Sen sijaan kivennäismailla koivulaji vaikutti merkitsevästi sekä käyttöosan lahoisuuteen (df=305, χ^2=5,65, p=0,0197; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=22,51 ja 13,67, p=0,0000 ja 0,0004), tyvilahoisuuteen (df=305, χ^2=7,73, p=0,0054; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=20,33 ja 18,14, p=0,0000) että tyvipölkyn latvalahoisuuteen (χ^2=4,32, p=0,0377; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=27,17 ja 11,12, p=0,0000 ja 0,0009).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja tyvilahoisten puiden osuudessa (df=648, χ^2=0,48, p=0,4900; vrt. ikä: χ^2=0,64, p=0,4249), mutta kasvupaikkaryhmä vaikutti käyttöosan (χ^2=5,79, p=0,0152; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=6,35 ja 3,59, p=0,0021 ja 0,0569) ja tyvipölkyn latvaleikkauksen lahoisuuteen (χ^2=4,33, p=0,0374; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=0,48 ja 6,59, p=0,4866 ja 0,0103).

Taulukko 64. Puuaineen lahovikoja tyvileikkauksessa (1), tyvipölkyn latvaleikkauksessa (2) ja käyttöosassa (3) sisältäneiden hies- ja rauduskoivujen osuus kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Ikäluokka, a											
	-40			41-60			61-80			81+		
	Sijainti rungossa			Sijainti rungossa			Sijainti rungossa			Sijainti rungossa		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Lahoisten koivujen osuus, %											
Hieskoivu, turvemaa	19	33	40	28	37	44	36	28	49	29	33	55
Hieskoivu, kivennäismaa	3	16	36	23	38	41	24	35	43	22	52	54
Hieskoivu, yhteensä	12	25	39	26	38	43	34	30	47	25	44	55
Rauduskoivu, yhteensä	5	24	28	23	40	40	50	74	80	77	87	92

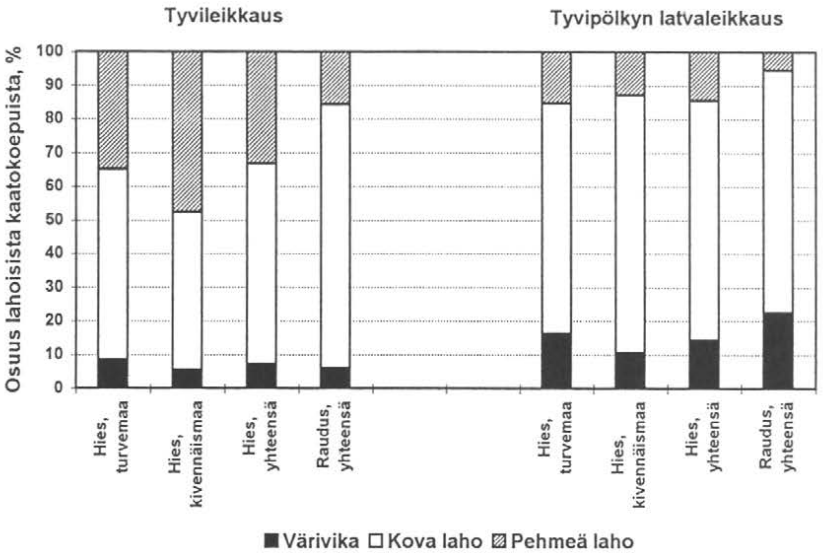


Kuva 69. Puuaineesta lahoisten hies- ja rauduskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan kasvupaikkaryhmittäin tyvileikkauksen, tyvipölkyn latvaleikkauksen ja koko käyttöosan osalta.

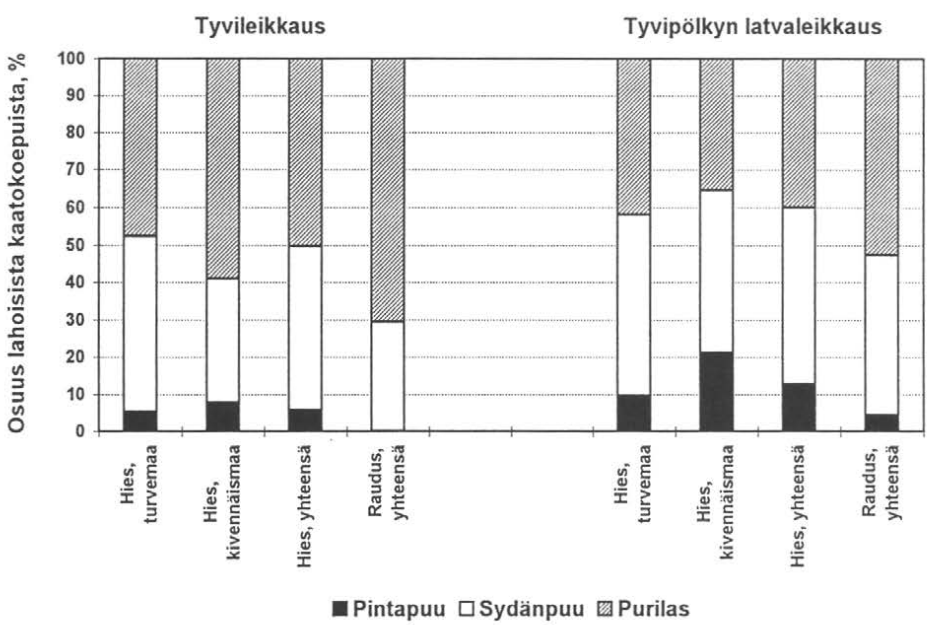
Kuvassa 69 on esitetty lahoisten hies- ja rauduskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan kasvupaikkaryhmittäin tyvileikkauksessa, tyvipölkyn latvaleikkauksessa ja koko käyttöosassa. Eri syiden tärkeysjärjestys oli käyttöosassa kaikissa vertailuryhmissä sama kuin pystykoepuumittauksissa. Lahot oksat (56-72 %) olivat yleisempi syy lahovikoihin kuin muut viat yhteensä. Muita yleisiä syitä olivat korot (7-23 %) ja juuristolahot (12-17 %), joista ensinmainitut olivat toiseksi yleisimpiä hieskoivulla ja jälkimmäiset rauduskoivulla. Muista syistä pintahalkeamat (4-6 %) olivat yleisempiä kuin paisumat (0-4 %) tai tikanjäljet (0-1 %).

Hieskoivulla erityisesti juuristolahojen ja vähäisessä määrin myös pintahalkeamien, paisumien ja tikanjälkien osuudet olivat turvemailla pienemmät ja korojen ja lahojen oksien osuudet suuremmat kuin kivennäismailla. Kokonaisuutena varsinkin lahojen oksien mutta myös pintahalkeamien osuudet olivat hieskoivulla pienemmät ja varsinkin korojen mutta myös paisumien osuudet suuremmat kuin rauduskoivulla.

Tyvilahon syistä juuristolaho oli kaikissa vertailuryhmissä hallitseva (55-83 %). Korot olivat hieskoivulla (16-21 %) ja lahot oksat rauduskoivulla (8 %) toiseksi yleisin syy. Muita yleisiä syitä olivat hieskoivulla lahot oksat (8-14 %) ja pintahalkeamat (8-11 %) ja rauduskoivulla korot (6 %). Hieskoivulla erityisesti juuristolahojen mutta myös pintahalkeamien osuudet olivat turvemailla pienemmät ja erityisesti korojen ja lahojen oksien ja vähäisessä määrin myös paisumien ja tikanjälkien osuudet suuremmat kuin kivennäismailla. Kokonaisuutena juuristolahojen osuudet olivat hieskoivulla huomattavasti pienemmät ja korojen, lahojen oksien ja pintahalkeamien osuudet suuremmat kuin rauduskoivulla.



Kuva 70. Puuaineesta lahoisten hies- ja rauduskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian kehitysasteen mukaan kasvupaikkaryhmittäin tyvileikkauksen ja tyvipölkyn latvaleikkauksen osalta.



Kuva 71. Puuaineesta lahoisten hies- ja rauduskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian ulottuman mukaan kasvupaikkaryhmittäin tyvileikkauksen ja tyvipölkyn latvaleikkauksen osalta.

Tyvipölkyn latvalahon syinä lahot oksat olivat hieskoivulla yleisimpiä (44-54 %) ja juuristolahot toiseksi yleisimpiä (24-35 %) ja rauduskoivulla juuristolahot ja lahot oksat tasavertaisesti yleisimpiä syitä (47 ja 46 %). Muiden syiden tärkeysjärjestys oli hieskoivulla korot (8-14 %), tikanjäljet (2-9 %), pintahalkeamat (2-4 %) ja paisumat (1-2 %) ja rauduskoivulla tikanjäljet (3 %) ja pintahalkemat (3 %) sekä korot (1 %). Hieskoivulla juuristolahojen mutta myös korojen ja paisumien osuudet olivat turvemailla pienemmät ja lahojen oksien mutta myös pintahalkeamien ja tikanjälkien osuudet suuremmat kuin kivennäismailla. Kokonaisuutena juuristolahojen osuudet olivat hieskoivulla huomattavasti pienemmät ja muiden syiden osuudet suuremmat kuin rauduskoivulla.

Hieskoivun tyvilaho oli turvemailla kivennäismaihin verrattuna selvästi harvemmin pehmeää lahoa (35 vs. 48 %) ja useammin kovaa lahoa (57 vs. 47 %) tai pinnallista värivikaa (8 vs. 5 %) (kuva 70). Kokonaisuutena tyvilaho oli hieskoivulla rauduskoivuun verrattuna selvästi useammin pehmeää lahoa (33 vs. 16 %) ja harvemmin kovaa lahoa (60 vs. 78 %), mutta hies- ja rauduskoivun ero oli pieni pinnallisen värivian osuuden suhteen (7 ja 6 %). Tyvipölkyn latvalaho oli hieskoivulla turvemailla useammin pehmeää lahoa (15 vs. 13 %) ja tähän nähden oletusten vastaisesti useammin pinnallista värivikaa (16 vs. 10 %) mutta kuitenkin harvemmin kovaa lahoa (69 vs. 77 %) kuin kivennäismailla. Kokonaisuutena tyvipölkyn latvalaho oli hieskoivulla selvästi useammin pehmeää lahoa (15 vs. 6 %) ja selvästi harvemmin pinnallista värivikaa (14 vs. 22 %) kuin rauduskoivulla, mutta hies- ja rauduskoivun ero oli pieni kovan lahon osuuden suhteen (71 ja 72 %).

Hieskoivun tyvilaho rajoittui turvemailla kivennäismaihin verrattuna selvästi harvemmin purilaaseen (48 vs. 59 %) ja ulottui selvästi useammin sydänpuuhun (47 vs. 33 %) mutta hieman harvemmin kuoren alle pintapuuhun (5 vs. 8 %) (kuva 71). Kokonaisuutena tyvilaho rajoittui hieskoivulla rauduskoivuun verrattuna selvästi harvemmin purilaaseen (50 vs. 71 %) ja ulottui selvästi useammin sydänpuuhun (44 vs. 29 %). Kuoreen asti pintapuuhun ulottuvia tyvilahotapauksia oli vain hieskoivulla (6 %). Tyvipölkyn latvalaho rajoittui hieskoivulla turvemailla kivennäismaihin verrattuna useammin purilaaseen (42 vs. 36 %) ja ulottui useammin sydänpuuhun (48 vs. 43 %) mutta kuitenkin selvästi harvemmin kuoren alle pintapuuhun (10 vs. 21 %). Kokonaisuutena tyvipölkyn latvalaho rajoittui hieskoivulla rauduskoivuun verrattuna selvästi harvemmin purilaaseen (40 vs. 53 %) ja ulottui useammin sydänpuuhun (47 vs. 43 %) ja kuoreen asti pintapuuhun (13 vs. 4 %).

Taulukossa 65 on esitetty lahoisten hies- ja rauduskoivujen osuudet kaatokoepuista rinnankorkeusläpimittaluokittain tyvileikkauksen, tyvipölkyn latvaleikkauksen ja käyttöosan perusteella. Käyttöosassa lahoisuus lisääntyi molemmilla koivulajeilla läpimittaluokan kasvaessa järeintä luokkaa lukuunottamatta, jossa oli vähiten aineistoa. Lahoisuuden yleistyminen läpimittaluokan kasvaessa oli tyvileikkauksessa ja tyvipölkyn latvaleikkauksessa voimakkaampaa mutta vähemmän selväpiirteistä kuin käyttöosassa yleensä.

Käyttöosan perusteella lahoisten puiden osuus oli hieskoivulla 16 cm:n läpimittaan asti 6-7 %-yksikköä rauduskoivua suurempi mutta 16-28 cm:n läpimitoissa 4-25 %-yksikköä pienempi eron kasvaessa läpimittaluokan mukana. Myös tyvilahoisten hieskoivujen osuus oli niinikään 16 cm:n läpimittaan asti 3-9 %-yksikköä suurempi mutta 16-32 cm:n läpimitoissa jälleen 12-36 %-yksikköä pienempi kuin tyvilahoisten rauduskoivujen osuus eron kasvaessa läpimittaluokan mukana. Tyvipölkyn latvaleikkauksesta lahoisten hieskoivujen osuus oli alle 12 cm:n läpimitoissa 2 %-yksikköä suurempi mutta 16-28 cm:n läpimitoissa 3-10 %-yksikköä pienempi

Taulukko 65. Puuaineen lahovikoja tyvileikkauksessa, tyvipölkyn latvaleikkauksessa ja käyttöosassa sisältäneiden hies- ja rauduskoivujen osuus rinnankorkeus-läpimittaluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm	Tyvileikkaus		Tyvipölkyn latvaleikkaus		Käyttöosa	
	Hies	Raudus	Hies	Raudus	Hies	Raudus
	Lahoisten koivujen osuus, %					
-11,9	21,8	12,5	26,0	24,6	37,1	31,4
12,0-15,9	25,5	22,2	33,6	36,3	46,4	39,4
16,0-19,9	30,7	37,2	33,4	42,0	51,3	60,7
20,0-23,9	32,9	55,5	43,8	48,4	52,0	55,5
24,0-27,9	15,6	42,6	52,3	62,6	65,2	82,3
28,0-31,9	30,3	66,7	69,7	66,7	75,3	66,7
32,0+	66,7	33,3	66,7	33,3	66,7	33,3

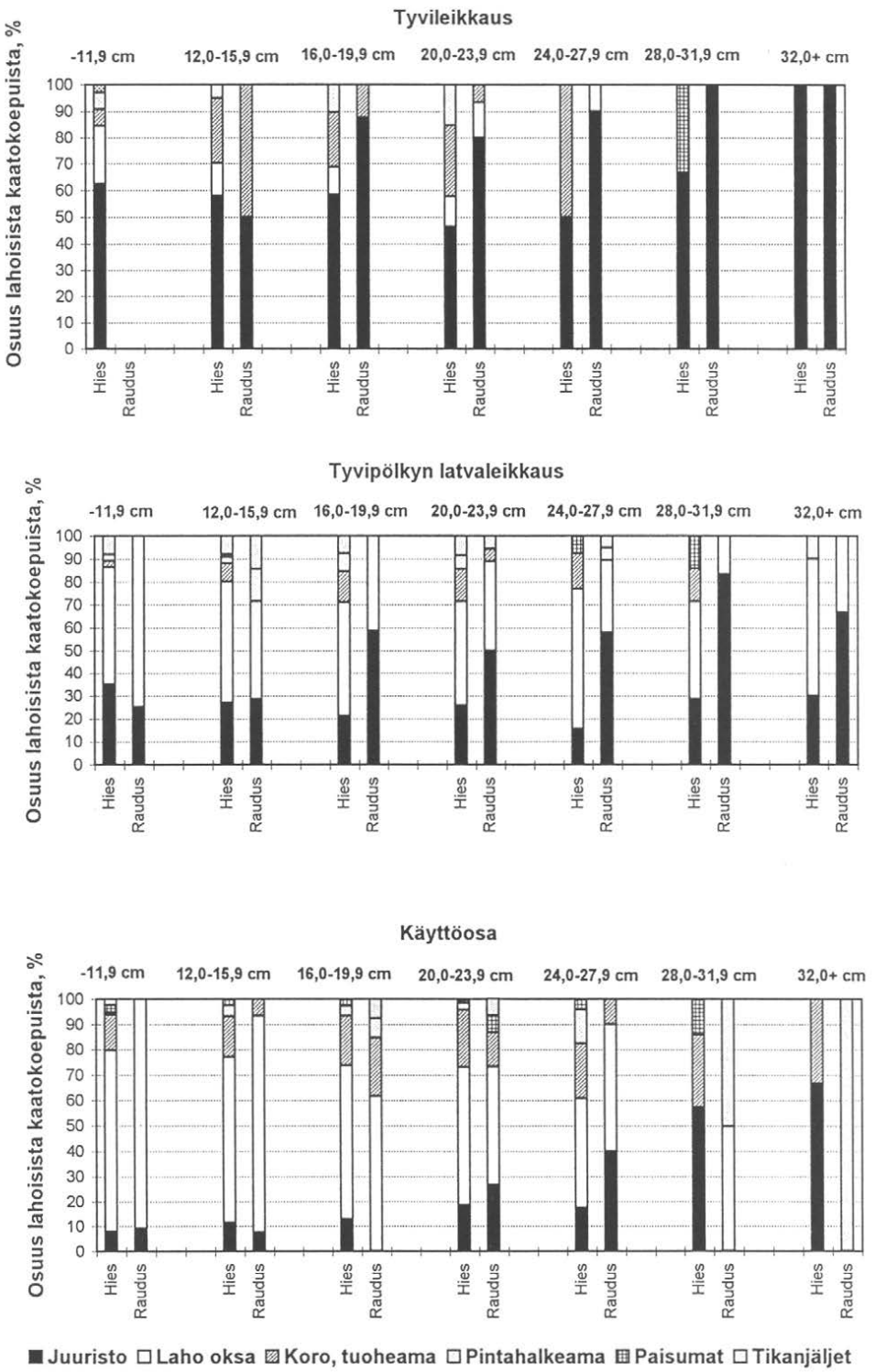
kuin vastaava rauduskoivujen osuus tämänkin eron kasvaessa läpimittaluokan mukana. Hieskoivuista oli selvästi rauduskoivuja suurempi osuus lahoisia käyttöosan ja tyvipölkyn latvaleikkauksen perusteella yli 28 cm:n läpimittaluokissa ja tyvileikkauksen perusteella yli 32 cm:n luokassa.

Logistisen regressioanalyysin mukaan koivulaji vaikutti merkitsevästi käyttöosan lahoisuuteen (df=768, 5,37, p=0,0248; vrt. rinnankorkeusläpimitta ja yhdysvaikutus: χ^2=15,21 ja 9,45, p=0,0004 ja 0,0059) ja tyvilahoisuuteen (df=768, χ^2=5,63, p=0,0176; vrt. rinnankorkeusläpimitta ja yhdysvaikutus: χ^2=16,20 ja 10,23, p=0,0001 ja 0,0014) mutta ei vaikuttanut tyvipölkyn latvalahoisuuteen (χ^2=2,00, p=0,1569; vrt. rinnankorkeusläpimitta ja yhdysvaikutus: χ^2=32,45 ja 5,66, p=0,0000 ja 0,0174).

Kuvissa 72a-c on esitetty tyvileikkauksesta, tyvipölkyn latvaleikkauksesta ja koko käyttöosasta lahoisten hies- ja rauduskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan rinnankorkeusläpimittaluokittain. Hieskoivulla juuristolahojen ja korojen osuudet kasvoivat selvästi ja järeimmissä luokissa myös paisumien osuudet lievästi ja lahojen oksien osuus puolestaan aleni läpimittaluokan kasvaessa käyttöosan lahon aiheuttajina. Rauduskoivulla läpimitan vaikutukset eivät olleet yhtä säännönmukaisia kuin hieskoivulla. Lahojen oksien osuus tosin aleni koko läpimittajakauman alueella, mutta 20 cm:n läpimittaan asti juuristolahojen osuus aleni ja korojen osuus kasvoi kun taas näitä järeimmillä puilla läpimitan vaikutukset olivat päinvastaiset.

Hieskoivun käyttöosassa lahovikojen yleisin syy oli alle 28 cm:n puilla lahot oksat ja näitä järeimmillä puilla juuristolahot, jotka olivat puolestaan kolmanneksi yleisin syy alle 28 cm:n puilla. Korot olivat toiseksi yleisin ja pintahalkeamat neljänneksi yleisin syy kaikissa läpimittaluokissa. Myös rauduskoivulla lahot oksat olivat yleisin lahovikojen syy 28 cm:n läpimittaan asti, jota järeimmillä puilla kaikki viat johtuivat ensisijaisesti pintahalkeamista. Juuristolahot olivat toiseksi yleisin syy 28 cm:n läpimittaan asti. Koroja oli ensisijaisena lahon syynä vain 12-28 cm:n puilla.

Hieskoivun tyvilahon syistä korojen ja 20 cm:n läpimittaan asti myös pintahalkeamien osuudet kasvoivat mutta sekä juuristolahon että lahojen oksien osuudet pääsääntöisesti pienenivät läpimitan kasvaessa. Rauduskoivulla läpimitan vaikutukset olivat tässäkin epäselvempiä kuin



Kuva 72a-c. Puuaineesta lahoisten hies- ja rauduskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian pääasiallisen syyn mukaan rinnankorkeusläpimittaluokittain tyvileikkauksen, tyvipölkyn latvaleikkauksen ja koko käyttöosan osalta.

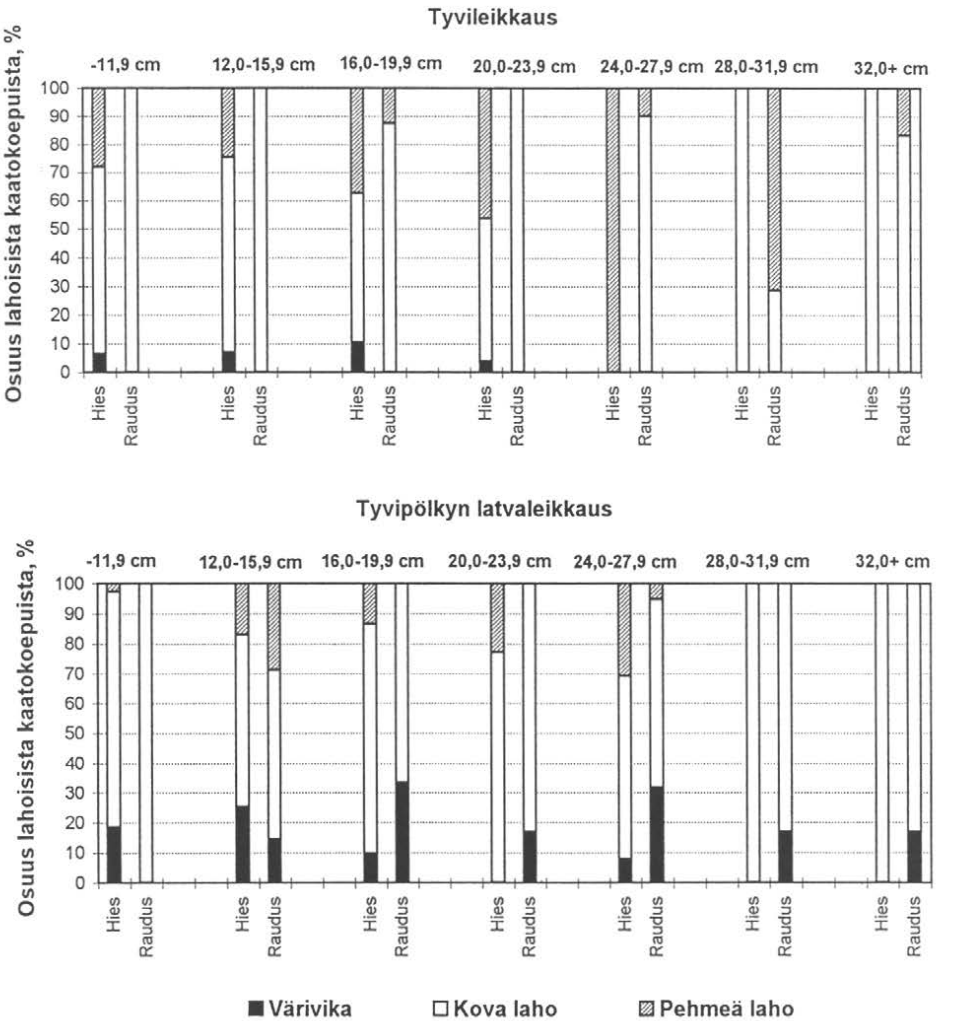
hieskoivulla. Juuristolahon osuus kasvoi 20 cm:n läpimittaan asti ja oli tämän jälkeen korkealla vakiotasolla, mutta myös lahojen oksien osuus oli em. rajaläpimitan alapuolella matalammalla tasolla kuin sen yläpuolella. Tyvilahon yleisin syy oli hieskoivulla kaikissa läpimittaluokissa juuristolaho ja toiseksi yleisin syy alle 12 cm:n puilla lahot oksat ja näitä järeimmillä puilla korot. Kolmanneksi yleisin syy oli alle 12 cm:n puilla korot, 12-20 cm:n puilla lahot oksat ja 20-24 cm:n puilla pintahalkeamat ja neljänneksi yleisin syy alle 20 cm:n puilla pintahalkemat ja 20-24 cm:n puilla lahot oksat. Myös rauduskoivulla tyvilaho johtui yleisimmin juuristolahoista ja toiseksi yleisimmin alle 12 cm:n puilla koroista ja 20-28 cm:n puilla lahoista oksista.

Hieskoivun tyvipölkyn latvalahon syistä korojen osuudet kasvoivat, juuristolahojen osuudet pienenivät 28 cm:n läpimittaan asti ja kasvoivat näitä suuremmissa läpimitoissa. Tikanjälkien osuus oli 24 cm:n läpimittaan asti vakiotasolla, mutta ne eivät olleet kertaakaan lahon pääasiallisena syynä näitä suuremmissa läpimitoissa. Rauduskoivulla läpimitalla näytti olevan vähän vaikutusta tyvipölkyn latvalahon syihin: juuristolahojen osuus pääsääntöisesti kasvoi ja lahojen oksien osuus yleensä pieneni läpimittaluokan kasvaessa. Tyvipölkyn latvalahon yleisin syy oli hieskoivulla kaikissa läpimittaluokissa lahot oksat ja toiseksi yleisin syy juuristolahot.

Kolmanneksi yleisin syy oli alle 12 cm:n puilla tikanjäljet ja 12-32 cm:n puilla korot, neljänneksi yleisin syy alle 12 cm:n puilla korot ja 12-24 cm:n puilla tikanjäljet ja viidenneksi yleisin syy alle 24 cm:n puilla pintahalkeamat. Rauduskoivulla tyvipölkyn latvalaho johtui alle 16 cm:n puilla yleisimmin lahoista oksista ja toiseksi yleisimmin juuristolahoista, kun taas näitä suuremmilla puilla näiden syiden merkityssuhteet olivat päinvastaiset. Pintahalkeamat olivat lahon pääasiallinen syy 12-28 cm:n luokissa.

Kuvissa 73a-b on esitetty tyvileikkauksesta, tyvipölkyn latvaleikkauksesta ja koko käyttöosasta lahoisten hies- ja rauduskoivun kaatokoepuiden jakaumat lahon kehitysasteen mukaan rinnankorkeusläpimittaluokittain. Tyvilaho oli alle 28 cm:n hieskoivuilla useammin pehmeää ja harvemmin kovaa lahoa kuin rauduskoivuilla, mutta näitä suurempien hies- ja rauduskoivujen lahoasteiden runsaussuhteet olivat päinvastaiset. Pinnallista värivikaa oli vain alle 20 cm:n hieskoivuissa. Tyvipölkyn latvaleikkauksen laho oli alle 16 cm:n hieskoivuilla harvemmin pehmeää lahoa ja useammin pinnallista värivikaa kuin rauduskoivuilla, mutta näitä suurempien hies- ja rauduskoivujen lahoasteiden runsaussuhteet olivat päinvastaiset. Kovaa lahoa oli alle 12 cm:n ja 20-28 cm:n hieskoivuilla harvemmin mutta 12-20 cm:n ja yli 28 cm:n hieskoivuilla useammin kuin rauduskoivuilla.

Kuvissa 74a-b on esitetty tyvileikkauksesta, tyvipölkyn latvaleikkauksesta ja koko käyttöosasta lahoisten hies- ja rauduskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian ulottuman mukaan rinnankorkeusläpimittaluokittain. Tyvilaho rajoittui alle 16 cm:n hieskoivuilla useammin purilaaseen ja ulottui vastaavasti selvästi harvemmin sydänpuuhun kuin rauduskoivuilla, mutta 16-28 cm:n hies- ja rauduskoivujen suhteet olivat päinvastaiset. Kuoren alle pintapuuhun ulottunutta tyvilahoa oli vain alle 24 cm:n hieskoivuissa. Myös tyvipölkyn latvalaho rajoittui alle 16 cm:n hieskoivuilla useammin ja näitä suuremmilla hieskoivuilla harvemmin purilaaseen kuin rauduskoivuilla. Se ulottui 16-24 cm:n hieskoivuilla useammin ja näitä ohuemmilla ja paksummilla hieskoivuilla harvemmin sydänpuuhun ja alle 12 cm:n puita lukuunottamatta säännöllisesti useammin kuoren alle pintapuuhun kuin rauduskoivuilla.

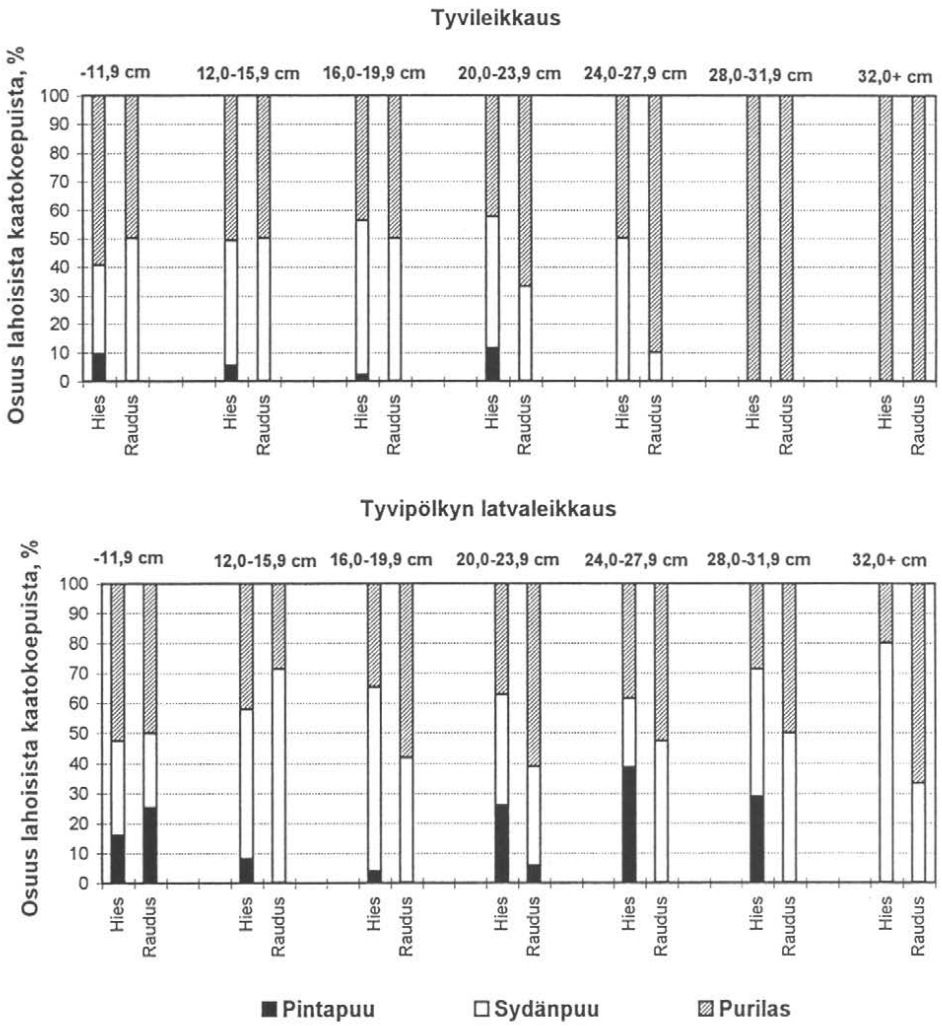


Kuva 73a-b. Puuaineesta lahoisten hies- ja rauduskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian kehitysasteen mukaan rinnankorkeusläpimittaluokittain tyvileikkauksen ja tyvipölkyn latvaleikkauksen osalta.

3.1.4.4 Ruskotäpläkärpäsen aiheuttamien värivikojen esiintyminen

3.1.4.4.1 Hieskoivu

Hieskoivun kaatokoepuista oli turvemaiden kasvupaikolla tyvileikkauksen ja tyvipölkyn latvaleikkauksen perusteella enemmän ruskotäpläisiä kuin kivennäismaiden kasvupaikoilla. Ruskotäpläisiä hieskoivuja oli eniten puolukkaisilla-piensaraisilla, 27,4 %, ja ruohoisilla turvemailla, 18,4 %, ja vähiten tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla, 5,4 ja 7,8 %, sekä toisaalta mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla, 6,6 %.



Kuva 74a-b. Puuaineesta lahoisten hies- ja rauduskoivun kaatokoepuiden jakaumat vian ulottuman mukaan rinnankorkeusläpimittaluokittain tyvileikkauksen ja tyvipölkyn latvaleikkauksen osalta.

Ruskotäpläisten hieskoivujen osuudet kaatokoepuista on esitetty kasvupaikka- ja ikäluokittain taulukossa 66. Hieskoivun iällä ei ollut selvää yhteyttä ruskotäpläisyyteen millään kasvupaikalla. Yleisimmin ruskotäpläisyyttä oli 41-60 a luokassa. Tässäkin ruskotäpläisyyttä oli eniten puolukkaisilla-piensaraisilla ja toiseksi eniten ruohoisilla turvemailla.

Logistisen regressioanalyysin mukaan kasvupaikkaluokka vaikutti merkitsevästi hieskoivun ruskotäpläisyyteen (df=648, χ^2=11,17, p=0,0247), mutta iällä ei ollut vaikutusta (χ^2=1,92, p=0,1663).

Siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen kaatokoepuissa oli yhtä usein ruskotäpläisyyttä turvemailla, mutta kivennäismailla ruskotäpliä havaittiin vain siemensyntyisissä hieskoivuissa. Ruskotäpläisyyttä oli siemensyntyisillä hieskoivuilla turvemailla yleisemmin kuin kivennäismailla:

Kasvupaikkaryhmä	Siemensyntyinen	Vesasyntyinen
	Ruskotäpläisten hieskoivujen osuus kaatokoepuista, %	
Turvemaat	17,2	17,4
Kivennäismaat	8,1	0
Kaikki kasvupaikat	14,4	12,0

Taulukossa 67 on esitetty ruskotäpläisten hieskoivujen osuudet kaatokoepuista syntytavan mukaan ja ikäluokittain turve- ja kivennäismailla. Tässä tarkastelussa ruskotäpläisyys oli siemensyntyisillä hieskoivuilla vesasyntyistä yleisempää sekä turve- että kivennäismailla. Ainoa poikkeus oli 41-60 a luokka turvemailla, jossa ero oli lievästi päinvastainen.

Taulukko 66. Ruskotäpläkärpäsen syömäjälkiä tyvileikkauksessa tai tyvipölkyn latvaleikkauksessa sisältäneiden hieskoivujen osuus kasvupaikka- ja ikäluokittain kaatokoepuuaineistossa.

Kasvupaikkaluokka	Ikäluokka, a			
	-40	41-60	61-80	81+
	Ruskotäpläisten hieskoivujen osuus, %			
Ruohoinen turvemaa	11	21	20	10
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	7	6	8	0
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	29	41	18	14
Tuore kangas	5	3	10	5
Kuivahko kangas	0	8	6	0

Taulukko 67. Ruskotäpläkärpäsen syömäjälkiä tyvileikkauksessa tai tyvipölkyn latvaleikkauksessa sisältäneiden siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen osuus ikäluokittain turve- ja kivennäismailla kaatokoepuuaineistossa.

Kasvupaikkaryhmä	Ikäluokka, a			
Syntytapa	-40	41-60	61-80	81+
	Ruskotäpläisten hieskoivujen osuus, %			
Turvemaa				
Siemensyntyinen	17	20	17	10
Vesasyntyinen	12	23	10	...
Kivennäismaa				
Siemensyntyinen	6	8	18	3
Vesasyntyinen	0	0	...	0
Yhteensä				
Siemensyntyinen	13	17	17	7
Vesasyntyinen	5	19	8	0

Logistisen regressioanalyysin mukaan syntytapa ei vaikuttanut merkitsevästi hieskoivun ruskotäpläisyyteen turvemailla (df=446, χ^2=0,14, p=0,7090; vrt. ikä: χ^2=1,15, p=0,2845) tai kivennäismailla (df=202, χ^2=0,00, p=0,9987; vrt. ikä: χ^2=9,19, p=0,0024) eikä myöskään turve- ja kivennäismailla yhteensä (df=648, χ^2=1,52, p=0,2171; vrt. ikä: χ^2=0,81, p=0,3689).

3.1.4.4.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Hieskoivun kaatokoepuista oli ruskotäpläisiä tyvileikkauksen ja tyvipölkyn latvaleikkauksen perusteella turvemailla 17,3 % ja kivennäismailla 6,4 %. Vastaavasti kaikista hieskoivun kaatokoepuista oli ruskotäpläisiä 13,9 % ja rauduskoivun kaatokoepuista 10,8 %. Ruskotäpläisten hies- ja rauduskoivujen osuudet kaatokoepuista turve- ja kivennäismailla on esitetty ikäluokittain taulukossa 68. Iällä ei ollut selvää yhteyttä hieskoivun ruskotäpläisyyteen, joskin se oli yleisintä turvemailla 41-60 a ja kivennäismailla 61-80 a luokassa. Sen sijaan rauduskoivulla ruskotäpläisyys väheni selvästi ikäluokan kasvaessa. Hieskoivulla oli kaikissa ikäluokissa enemmän ruskotäpläisyyttä turvemailla kuin kivennäismailla. Alle 41 a luokassa ruskotäpläisyys oli rauduskoivulla selvästi hieskoivua yleisempää, mutta näitä vanhemmissa luokissa koivulajien ero oli säännöllisesti päinvastainen.

Logistisen regressioanalyysin mukaan koivulaji vaikutti ruskotäpläisten puiden osuuteen suuntaa antavasti turvemailla (df=463, χ^2=2,69, p=0,1012; vt. ikä: χ^2=3,96, p=0,0467) mutta ei vaikuttanut kivennäismailla (df=305, χ^2=0,27, p=0,6023; vt. ikä: χ^2=0,68, p=0,4108). Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen erot olivat merkitseviä (df=648, χ^2=4,76, p=0,0292; vt. ikä: χ^2=1,74, p=0,1876).

Hies- ja rauduskoivun kaatokoepuissa oli ruskotäpläisyyttä seuraavasti eri rinnankorkeus-läpimittaluokissa:

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm	Hieskoivu	Rauduskoivu
	Ruskotäpläisten osuus, %	
-11,9	12,3	17,6
12,0-15,9	15,6	31,6
16,0-19,9	18,6	4,8
20,0-23,9	6,3	11,1
24,0-27,9	4,0	0
28,0-31,9	20,0	0
32,0+	0	0

Hieskoivulla ruskotäpläisyys yleistyi läpimitan kasvaessa aina 20 cm:iin asti, joita järeämmillä puilla se oli vähäistä. Rauduskoivulla läpimitan vaikutus oli satunnaisempaa kuin hieskoivulla ja ruskotäpläisyyttä oli vain alle 24 cm:n puilla. Ruskotäpläisyys oli alle 16 cm:n rauduskoivuilla selvästi yleisempää ja näitä järeämmillä rauduskoivuilla vastaavasti vähäisempää kuin hieskoivuilla, yhtä poikkeavaa luokkaa lukuunottamatta.

Rauduskoivut olivat hieskoivua merkitsevästi yleisemmin ruskotäpläisiä myös logistisen regressioanalyysin mukaan (df=768, χ^2=3,90, p=0,0483; vrt. rinnankorkeusläpimitta ja yhdysvaikutus: χ^2=7,48 ja 4,25, p=0,0062 ja 0,0393).

Taulukko 68. Ruskotäpläkärpäsen syömäjälkiä tyvileikkauksessa tai tyvipölkyn latvaleikkauksessa sisältäneiden hies- ja rauduskoivujen osuus kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain kaato-koepuuaineistossa.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Ikäluokka, a			
	-40	41-60	61-80	81+
	Ruskotäpläisten koivujen osuus, %			
Hieskoivu, turvemaa	15	21	17	10
Hieskoivu, kivennäismaa	3	8	16	3
Hieskoivu, yhteensä	10	18	17	6
Rauduskoivu, yhteensä	24	10	13	0

3.1.5 Runkojen puutavaralajirakenne

3.1.5.1 Tukkiosan kokonaispituus

3.1.5.1.1 Hieskoivu

Yli 50-vuotiaiden hieskoivujen tukkiosan kokonaispituuden vaihtelusta pystyttiin askeltavalla regressioanalyysillä selittämään A-aineiston kaikilla puilla 44 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 58 %, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset, mutta selitysasteet olivat selvästi alhaisemmat, 33 ja 50 %, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset (liite 1.21).

Kaikkien puiden aineistossa vaikuttavia tekijöitä oli huomattavasti enemmän kuin pelkästään tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa. Puun ikä selitti yksinään kaikilla puilla 29 ja 20 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 47 ja 38 % vaihtelusta, kun huomioon otettiin toisaalta pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Kaikilla puilla latvuskerrosluokan, kasvupaikkaluokan ja eri runkoluokkien lisäselitykset olivat vastaavasti 5, 4 ja 2 %-yksikköä ja 2, 4 ja 6 %-yksikköä. Täten rungon muototekijöiden, tärkeimpänä mutkaisuuden vaikutus korostui ja latvuskerrosluokan vaikutus heikentyi kiinnitettäessä huomiota laatuun. Muita jossain määrin vaikuttavia tekijöitä olivat ainespuiden runkoluku, vallitseva koivulaji ja puuston kehitysluokka. Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla kasvupaikkaluokka toi lisäselitystä 6 ja 7 %-yksikköä ja syntytapa 1 ja 3 %-yksikköä ja vain tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon otettaessa myös latvuskerrosluokka 3 %-yksikköä.

Rinnankorkeusläpimitan ottaminen kokeiltuihin malleihin kohotti selvästi kokonaisselitysasteita, kaikilla puilla 81 prosenttiin ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 85 prosenttiin otettaessa huomioon tukin vähimmäismittavaatimukset, mutta vain 47 ja 54 prosenttiin otettaessa huomioon myös vähimmäislaatuvaatimukset. Läpimitta selitti yksinään 77 ja 38 % vaihtelusta kaikilla puilla, kun huomioon otettiin yhtäältä pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Läpimitan vaikutus peitti siis pitkälti iän vaikutuksen, jonka lisäselitys oli vain 1 ja 2 %-yksikköä. Myös tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla läpimitta selitti 74 % ja ikä 7 % vaihtelusta, kun huomioon otettiin pelkät tukin mittavaatimukset. Ikä oli edelleen merkitsevin selittäjä mutta läpimitan lisäselitys oli 9 %-yksikköä otettaessa huomioon myös laatuvaatimukset. Läpimitan ottaminen malleihin pienensi myös muiden tekijöiden, kaikkien puiden aineistossa erityisesti runkomuodon vaikutusta.

Kapeneminen osoittautui merkitseväksi tukkiosan pituuden vaihtelun selittäjäksi kaatokoepuuaineistossa tehdyissä analyyseissa, joissa rinnankorkeusläpimitan vaikutus ei ollut mukana, kun huomioon otettiin tukin vähimmäismittavaatimukset, mutta ei-merkitseväksi, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Ensinmainitussa tapauksessa vaihtelusta pystyttiin selittämään 56 % sekä kaikkien että vain tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistoissa. Näissäkin malleissa puun ikä selitti 35 ja 38 % vaihtelusta ja kapenemisen lisäselitys oli 3 ja 5 %-yksikköä.

Sisällyttämällä kapeneminen malleihin, joissa mukana olivat sekä ikä että rinnankorkeusläpimitta, pystyttiin vaihtelusta selittämään kaikilla puilla 84 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 90 % otettaessa huomioon tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 62 ja 56 % otettaessa huomioon myös vähimmäislaatuvaatimukset. Näissäkin malleissa läpimitta selitti yksinään 80 ja 47 % vaihtelusta kaikilla puilla, kun huomioon otettiin toisaalta pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Kapenemisen lisäselitys oli vain 1 ja 2 %-yksikköä. Myös tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla läpimitta selitti 72 % ja kapeneminen peräti 14 % vaihtelusta, kun huomioon otettiin pelkät tukin mittavaatimukset. Kasvupaikkaluokka oli 35 prosentin selitysasteellaen merkitsevin selittäjä otettaessa huomioon myös laatuvaatimukset; läpimitan ja kapenemisen lisäselitykset olivat 12 ja 5 %-yksikköä.

Taulukossa 69 on esitetty hieskoivujen tukkiosan keskimääräiset kokonaispituudet kasvupaikkaluokittain A-aineiston yli 50 a ikäluokissa kaikilla pystykoepuilla ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla sekä tukin vähimmäismittavaatimusten ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella.

Kaikkien puiden aineistossa tukkiosan pituudet luonnollisesti kasvoivat puun ikääntyessä, kasvupaikkaluokasta riippuen 51-60 a luokan 0,4-0,9 m:stä yli 90 a luokan 3,3-8,8 m:iin tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen ja 0,1-0,4 m:stä 0,8-7,0 m:iin myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen. Samalla kasvupaikkaluokkien erot kasvoivat. Tukkiosan pituus oli ensinmainitulla tavalla määriteltynä suurin alle 81 a luokissa ruohoisilla turvemailla ja yli 80 a luokissa tuoreilla kankailla ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä 61-80 a luokkia lukuunottamatta tuoreilla kankailla ja pienin kaikissa luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Tukkiosa oli kummallakin tavalla määriteltynä turvemailla säännöllisesti ja kivennäismailla yli 81 a luokissa sitä pitempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso, mutta alle 81 a luokissa tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden erot olivat yleensä päinvastaiset. Samalla viljavuustasolla tukkiosa oli turvemailla lyhyempi kuin kivennäismailla, poikkeuksena mustikkainen taso 71-80 a luokassa.

Hylkytukkiosan keskipituus oli siis huomattava ja myös se kasvoi puun ikääntyessä absoluuttisesti, 51-60 a luokan 0,2-0,6 m:stä yli 90 a luokan 1,5-3,0 m:iin, ja jossain määrin myös suhteellisesti, 33-75 prosentista 20-78 prosenttiin. Absoluuttinen pituus oli suurin alle 71 a luokissa ruohoisilla ja yli 70 a luokissa myös mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja pienin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla, mutta suhteellinen pituus oli suurin alle 71 a luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla ja yli 70 a luokissa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja selvästi pienin kaikissa luokissa tuoreilla kankailla. Hylkytukkiosa oli absoluuttisesti turvemailla säännöllisesti sitä pitempi ja kivennäismailla 81-90 a luokkaa lukuunottamatta sitä lyhyempi ja suhteellisesti sekä turve- että kivennäismailla pääsääntöisesti sitä lyhyempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso. Turvemailla hylkytukkiosa oli mustikkaisella viljavuustasolla absoluuttisesti ja 71-80 a luokkaa lukuunottamatta myös suhteellisesti pitempi mutta puolukkaisella viljavuustasolla absoluuttisesti ja yli 70 a luokissa myös suhteellisesti lyhyempi kuin kivennäismailla.

Taulukko 69. Hieskoivun tukkiosan kokonaispituus, tilavuus ja osuus rungon tilavuudesta kasvupaikka- ja ikäluokittain kaikkien pystykoepuiden (A) ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden (B) aineistoissa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (1) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten (2) perusteella.

Kasvupaikkaluokka		Ikäluokka, a									
		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		Koepuut									
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
		Tukkiosan kokonaispituus, m									
Ruohoinen turvemaa	A	0,9	0,3	1,7	0,6	2,4	1,1	4,7	2,3	5,3	2,3
	B	4,9	4,6	5,0	4,5	5,4	5,3	6,6	6,1	7,7	5,7
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	A	0,7	0,2	0,9	0,3	1,5	0,2	2,8	0,3	3,6	0,8
	B	4,3	4,2	6,6	5,5	4,3	4,3	6,3	5,0	8,8	5,5
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	A	0,4	0,1	0,6	0,1	0,9	0,4	0,6	0,3	3,3	1,8
	B	...	...	4,9	4,4	5,8	5,7	4,2	4,2	8,7	6,9
Tuore kangas	A	0,6	0,4	1,0	0,6	0,9	0	5,5	3,0	8,8	7,0
	B	6,3	6,1	6,8	5,8	...	...	10,3	7,6	10,3	8,2
Kuivahko kangas	A	0,8	0,3	1,3	0,8	1,6	0,6	2,9	1,4	4,3	2,2
	B	4,6	3,9	6,2	5,5	6,9	6,3	5,6	5,4	7,0	5,8
		Tukkiosan tilavuus, dm^3									
Ruohoinen turvemaa	A	20	13	40	20	64	38	164	93	188	92
	B	177	166	183	162	203	187	268	243	303	235
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	A	15	9	25	13	45	5	94	10	115	37
	B	186	155	270	230	180	155	194	170	413	259
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	A	2	2	14	5	24	17	15	8	122	94
	B	...	...	209	168	239	215	131	126	404	354
Tuore kangas	A	19	14	28	21	21	17	266	148	407	346
	B	240	207	315	286	...	...	482	370	477	406
Kuivahko kangas	A	18	10	39	29	48	22	101	49	152	90
	B	164	130	239	213	284	244	212	198	274	234
		Tukkiosan osuus rungon tilavuudesta, %									
Ruohoinen turvemaa	A	6,4	4,1	13,3	6,7	19,2	11,9	43,8	23,6	51,4	23,8
	B	57,2	54,1	57,3	53,4	61,0	56,1	67,7	61,5	73,7	57,4
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	A	4,8	2,9	7,6	3,8	14,5	1,8	26,3	3,1	27,6	7,1
	B	58,0	48,7	72,3	63,0	58,9	50,4	60,0	52,7	78,7	49,4
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	A	0,9	0,6	3,4	1,7	7,0	4,8	5,8	2,8	24,8	18,2
	B	...	...	67,1	53,9	69,7	62,4	46,9	45,0	75,0	68,1
Tuore kangas	A	5,2	3,7	8,0	5,5	5,9	0	40,6	25,2	66,2	58,4
	B	62,6	54,3	57,5	49,2	...	...	78,8	62,9	77,6	68,4
Kuivahko kangas	A	6,8	3,4	11,4	8,3	14,7	5,4	31,5	15,0	41,1	23,2
	B	57,0	45,3	66,7	60,0	68,4	59,9	64,4	60,2	70,4	60,3

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosan keskipituudet olivat luonnollisesti selvästi suuremmat kuin kaikkien puiden aineistossa. Puun ikääntyessä keskipituudet kasvoivat myös tässä suhteellisen säännönmukaisesti mutta jonkin verran vähemmän kuin kaikkien puiden aineistossa, kasvupaikkaluokasta riippuen 51-60 a luokan 4,3-6,3 m:stä yli 90 a luokan 7,0-10,3 m:iin tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen ja 3,9-6,1 m:stä 5,5-8,2 m:iin myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen. Tukkiosan pituus oli kummallakin tavalla määriteltynä suurin tuoreilla kankailla, erityisesti yli 80 a luokissa, ja yleensä pienin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla mutta yli 90 a luokassa kuivahkoilla kankailla ja 71-80 a luokassa ensinmainitulla tavalla määriteltynä mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Tukkiosa oli kummallakin tavalla määriteltynä kivennäismailla säännöllisesti ja turvemailla pääsääntöisesti sitä pitempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso. Samalla viljavuustasolla tukkiosa oli turvemailla lyhyempi kuin kivennäismailla, poikkeuksena puolukkainen taso 71-80 a luokassa.

Hylkytukkiosan keskipituus kasvoi puun ikääntyessä sekä absoluuttisesti, 51-60 a luokan 0,1-0,7 m:stä yli 90 a luokan 1,8-3,3 m:iin, että suhteellisesti, 3-15 prosentista 17-38 prosenttiin. Sekä absoluuttinen että suhteellinen pituus olivat suurimmat alle 81 a luokissa kuivahkoilla kankailla, 81-90 a luokassa tuoreilla kankailla ja yli 90 a luokassa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Hylkytukkiosa oli sekä absoluuttisesti että suhteellisesti mustikkaisilla-suursaraisilla muita turvemaita pitempi ja kivennäismailla alle 61 a luokkaa lukuunottamatta sitä pitempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso. Turvemailla hylkytukkiosa oli mustikkaisella viljavuustasolla absoluuttisesti ja 71-80 a luokkaa lukuunottamatta myös suhteellisesti pitempi mutta puolukkaisella viljavuustasolla absoluuttisesti ja yli 70 a luokissa myös suhteellisesti lyhyempi kuin kivennäismailla.

Kasvupaikka- ja ikäluokka vaikuttivat kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun tukkiosan kokonaispituuteen kaikkien puiden aineistossa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=1329, F=27,00 ja 89,29, p=0,0001) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=42,33 ja 81,41, p=0,0001). Muuttujien välillä oli molemmissa tapauksissa yhdysvaikutus (F=9,17 ja 12,60, p=0,0001). Tukeyn testin mukaan tukkiosa oli molemmissa tapauksissa tuoreilla kankailla pitempi kuin muilla kasvupaikoilla, ruohoisilla turvemailla pitempi kuin muilla turvemaiden kasvupaikoilla ja kuivahkoilla kankailla pitempi kuin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Kasvupaikka- ja ikäluokka vaikuttivat merkitsevästi myös hylkytukkiosan pituuteen (F=13,62 ja 39,52, p=0,0001) ja muuttujien välillä oli tässäkin yhdysvaikutus (F=2,98, p=0,0001). Hylkytukkiosa oli puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla merkitsevästi pitempi kuin muilla turvemaiden kasvupaikoilla.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa kasvupaikka- ja ikäluokka vaikuttivat merkitsevästi hieskoivun tukkiosan kokonaispituuteen sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=142, F=4,48 ja 6,42, p=0,0021 ja 0,0001) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=4,25 ja 3,28, p=0,0030 ja 0,0136). Tukeyn testin mukaan tukkiosa oli molemmissa tapauksissa tuoreilla kankailla pitempi kuin muilla kasvupaikoilla. Vain ikäluokka vaikutti merkitsevästi hylkytukkiosan pituuteen (F=2,79, p=0,0294; vrt. kasvupaikkaluokka: F=0,78, p=0,5372).

Latvuskerrosluokittaisia tuloksia ei ollut perusteltua esittää erikseen muiden kuin päävaltapuiden pienen aineiston vuoksi, vaikka latvuskerrosluokka sinänsä vaikutti askeltavan regressioanalyysin mukaan tukkiosan pituuteen (liite 1.21). Tämä kuten myös puuston tiheyden vaikutus tuli ilmi kovarianssinalyyseissä kasvupaikkaluokan, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisistä ja yhteisistä vaikutuksista tukkiosan kokonaispituuteen.

Kaikkien puiden aineistossa kaikki tutkitut muuttujat vaikuttivat merkitsevästi, tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella merkitsevyysjärjestyksessä ikä, latvuskerrosluokka, runkoluku ja kasvupaikkaluokka (df=1329, F=416,14, 47,66, 43,21 ja 35,70, p=0,0001) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella järjestyksessä ikä, kasvupaikkaluokka, runkoluku ja latvuskerrosluokka (F=214,91, 28,78, 26,67 ja 14,60, p=0,0001). Myös hylkytukkiosan pituus riippui merkitsevästi kaikista tutkituista muuttujista järjestyksessä ikä, latvuskerros- ja kasvupaikkaluokat ja runkoluku (F=121,52, 26,86, 10,53 ja 9,12, p=0,0001, 0,0001, 0,0001 ja 0,0026). Puuston tiheyskin olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaisten tukkiosan kokonaispituuksien vertailussa. Tiheyden vakiointi on tässäkin kuitenkin epärealistista (luku 3.1.1.1.1).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttänciden puiden aineistossa tukkiosan kokonaispituus riippui tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella merkitsevästi iästä, latvuskerros- ja kasvupaikkaluokista sekä (df=142, F=56,18,

10,78 ja 4,54, p=0,0001, 0,0013 ja 0,0018; vrt. runkoluku: F=0,17, p=0,6774) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella merkitsevästi iästä ja kasvupaikkaluokasta ja suuntaa antavasti latvuskerrosluokasta (F=29,58, 4,25 ja 3,13, p=0,0001, 0,0028 ja 0,0791; vrt. runkoluku: F=0,02, p=0,8874). Hylkytukkiosan pituus riippui merkitsevästi iästä ja latvuskerrosluokasta (F=16,33 ja 5,61, p=0,0001 ja 0,0193; vrt. runkoluku ja kasvupaikkaluokka: F=0,43 ja 0,49, p=0,5111ja 0,7402).

Taulukossa 70 on esitetty *siemen- ja vesasyntyisiksi* arvioitujen hieskoivujen tukkiosan keskimääräiset kokonaispituudet turve- ja kivennäismailla A-aineiston yli 50 a ikäluokissa kaikilla pystykoepuilla ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla sekä tukin vähimmäismittavaatimusten ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella.

Kaikkien puiden aineistossa tukkiosan keskipituus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla turvemailla alle 91 a luokissa vain 0,1-0,5 m mutta yli 90 a luokassa kuitenkin 2,8 m lyhyempi kuin siemensyntyisillä, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset. Ero oli alle 91 a luokissa 0,1-0,2 m ja yli 90 a luokassa tukkipuuta oli vain siemensyntyisissä hieskoivuissa, keskimäärin 1,9 m, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Kivennäismailla tukkiosa oli vesasyntyisillä hieskoivuilla ensinmainitulla tavalla määriteltynä alle 91 a luokissa 0,4-1,2 m mutta yli 90 a luokassa peräti 8,2 m lyhyempi kuin siemensyntyisillä. Jälkimmäisellä tavalla määriteltynä vesyntyisissä hieskoivuissa oli tukkipuuta vain 81-90 a luokassa ja siemensyntyisissäkin vain 0,3-2,0 m alle 91 a luokissa mutta kuitenkin 6,4 m yli 90 a luokassa. Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa tukkiosa oli vesasyntyisillä hieskoivuilla ensinmainitulla tavalla määriteltynä alle 91 a luokissa 0,1-0,6 m mutta yli 90 a luokassa 6,0 m lyhyempi kuin siemensyntyisillä. Jälkimmäisellä tavalla määriteltynä tukkiosa oli vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 71 a luokissa 0,2-0,6 m lyhyempi mutta 71-90 a luokissa kuitenkin 0,1-0,6 m pitempi kuin siemensyntyisillä, ja yli 90 a luokassa tukkipuuta oli vain siemensyntyisillä hieskoivuilla, keskimäärin 4,4 m.

Hylkytukkiosa oli turvemailla vesasyntyisillä hieskoivuilla absoluuttisesti 0,3-0,9 m lyhyempi ja suhteellisesti alle 71 a ja 81-90 a luokissa 12-25 %-yksikköä pitempi ja 71-80 a luokassa 2 %-yksikköä lyhyempi kuin siemensyntyisillä, ja yli 90 a luokassa vähimmäislaatuvaatimukset täyttävää tukkipuuta oli vain siemensyntyisillä hieskoivuilla. Kivennäismailla hylkytukkiosan absoluuttinen pituus oli alle 71 a luokissa syntatavasta riippumatta tasolla 0,4-0,5 m, mutta suhteellinen pituus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla 50-60 %-yksikköä suurempi kuin siemensyntyisillä. Yli 70 a luokissa se oli vesasyntyisillä hieskoivuilla 0,9 -2,2 m lyhyempi kuin siemensyntyisillä, tosin tukkiosa oli ensinmainituilla hyvin lyhyt pelkät vähimmäismittaavaatimuksetkin huomioon ottaen. Myös kaikkien kasvupaikkojen aineistossa hylkytukkiosan absoluuttinen pituus oli alle 71 a luokissa syntatavasta riippumatta tasolla, mutta suhteellinen pituus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla 17-22 %-yksikköä suurempi kuin siemensyntyisillä. Yli 70 a luokissa se oli vesasyntyisillä hieskoivuilla 0,2 -1,6 m lyhyempi kuin siemensyntyisillä, tosin tukkiosa oli ensinmainituilla hyvin lyhyt pelkät vähimmäismittaavaatimuksetkin huomioon ottaen.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosan keskipituus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla turvemailla oletusten vastaisesti 1,2-2,7 m pitempi kuin siemensyntyisillä, kun huomioon otettiin tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 0,9-1,9 m pitempi, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Kivennäismailla vain muutama 81-90 a luokan vesasyntyinen hieskoivu täytti tukkipuun vähimmäismittavaatimukset, kun taas tukkiosan keskipituus kasvoi siemensyntyisillä hieskoivuilla alle 61 a luokan 5,3 m:stä yli 90 a luokan 9,8 m:iin ensinmainitulla tavalla ja vastaavasti 4,7 m:stä 7,9 m:iin jälkimmäisellä tavalla määriteltynä.

Taulukko 70. Siemen- ja vesasyntyisen hieskoivun tukkiosan kokonaispituus, tilavuus ja osuus rungon tilavuudesta ikäluokittain turve- ja kivennäismailla kaikkien pystykoepuiden (A) ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttävien puiden (B) aineistoissa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (1) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten (2) perusteella.

Kasvupaikkaryhmä / Syntytapa		Ikäluokka, a 51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		Koepuut 1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
		Tukkiosan kokonaispituus, m									
Turvemaat											
Siemensyntyinen	A	0,8	0,3	1,2	0,4	1,7	0,6	2,6	1,3	4,3	1,9
	B	4,4	4,3	5,3	4,8	5,1	4,9	6,1	5,4	8,3	6,2
Vesasyntyinen	A	0,5	0,1	1,0	0,2	1,6	0,6	2,1	0,8	1,5	0
	B	7,1	5,2	7,8	5,7	6,5	7,8	7,3	7,3	...	...
Kivennäismaat											
Siemensyntyinen	A	0,8	0,4	1,2	0,7	2,4	0,3	4,2	2,0	8,4	6,4
	B	5,3	4,7	6,4	5,5	6,9	6,3	8,5	6,7	9,8	7,9
Vesasyntyinen	A	0,4	0	0,4	0	1,2	0	3,3	3,3	0,2	0
	B	...	...	...	...	...	...	6,5	6,5	...	...
Yhteensä											
Siemensyntyinen	A	0,8	0,3	1,2	0,5	1,6	0,5	2,9	1,0	6,6	4,4
	B	4,6	4,5	5,6	5,0	5,3	5,1	6,9	5,8	9,4	7,5
Vesasyntyinen	A	0,5	0,1	1,0	0,2	1,5	0,6	2,3	1,6	0,6	0
	B	7,1	5,2	7,8	5,7	7,8	6,5	7,0	7,0	...	...
		Tukkiosan tilavuus, dm^3									
Turvemaat											
Siemensyntyinen	A	18	11	29	16	48	20	91	30	155	87
	B	174	153	204	177	201	176	228	205	355	285
Vesasyntyinen	A	5	5	24	9	42	21	52	52	65	0
	B	256	238	291	249	268	243	288	285	...	...
Kivennäismaat											
Siemensyntyinen	A	20	14	36	26	32	14	179	91	377	308
	B	192	159	227	199	284	244	379	302	447	380
Vesasyntyinen	A	10	0	0	0	83	0	145	131	0	0
	B	...	...	...	...	...	...	290	262	...	...
Yhteensä											
Siemensyntyinen	A	18	11	31	18	45	19	108	42	277	209
	B	4,6	4,5	5,6	5,0	5,3	5,1	6,9	5,8	9,4	7,5
Vesasyntyinen	A	6	4	23	8	46	19	67	64	53	0
	B	7,1	5,2	7,8	5,7	7,8	6,5	7,0	7,0	...	...
		Tukkiosan osuus rungon tilavuudesta, %									
Turvemaat											
Siemensyntyinen	A	6,0	3,5	9,3	5,1	14,7	6,5	25,3	8,2	37,8	19,3
	B	56,7	50,2	61,7	55,7	62,1	54,2	61,9	56,1	74,7	61,0
Vesasyntyinen	A	1,5	1,5	7,5	2,4	12,6	5,8	13,1	12,8	15,5	0
	B	66,1	65,8	73,6	63,5	74,2	72,1	72,4	70,3	...	...

Taulukko 70 (jatkoa).

Kasvupaikkaryhmä / Syntytapa		Ikäluokka, a 51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		Koepuut 1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
		Tukkiosan osuus rungon tilavuudesta, %									
Kivennäismaat											
Siemensyntyinen	A	6,5	4,2	10,1	7,2	9,9	3,3	35,4	18,2	66,3	54,4
	B	59,1	48,7	62,1	54,6	68,4	60,0	72,3	60,8	76,5	67,2
Vesasyntyinen	A	4,0	0	0	0	22,4	0	37,3	33,7	0	0
	B	...	...	...	...	...	...	74,6	67,4	...	...
Yhteensä											
Siemensyntyinen	A	6,1	3,7	9,5	5,5	13,7	5,8	27,3	10,2	53,5	38,7
	B	57,4	49,8	61,8	55,4	63,0	55,0	65,3	57,6	76,1	65,8
Vesasyntyinen	A	1,8	1,3	7,1	2,3	13,7	5,1	16,8	16,0	10,8	0
	B	66,1	65,8	73,6	63,5	74,2	72,1	72,9	69,4	...	...

Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa vertailut eivät olleet mielekkäitä kivennäismaiden vesasyntyisten hieskoivujen vain muutamien havaintojen vuoksi.

Hylkytukkiosa oli turvemailla vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 71 a luokissa absoluuttisesti 1,3-2,8 m ja suhteellisesti 18-25 %-yksikköä pitempi, mutta yli 70 a luokissa hylkytukkia ei ollut ensinmainituilla lainkaan mutta sen keskipituus kasvoi jälkimmäisillä 71-80 a luokan 0,2 m:stä yli 90 a luokan 2,1 m:iin. Vastaava vertailu ei ollut perusteltu kivennäismailla ikäluokittain pienen aineiston vuoksi ja täten ei myöskään kaikkien kasvupaikkojen aineistossa.

Syntytapa vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun tukkiosan kokonaispituuteen kaikkien puiden aineistossa tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella turvemailla (df=1037, F=6,22, p=0,0128; vrt. ikäluokka: F=12,66, p=0,0001), kivennäismailla (df=282, F=8,47, p=0,0039; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=8,75 ja 9,26, p=0,0001) ja varsinkin kaikilla kasvupaikoilla (df=1329, F=36,76, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=21,14 ja 11,93, p=0,0001). Tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella vaikutus oli kuitenkin merkitsevä vain kivennäismailla ja kaikilla kasvupaikoilla (F=6,51 ja 20,07, p=0,0112 ja 0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=8,75 ja 9,26 vs. 20,07 ja 11,75, p=0,0001) mutta ei turvemailla (F=2,03, p=0,1544; vrt. ikäluokka: F=3,98, p=0,0033). Hylkytukkiosan pituuteen syntytapa vaikutti merkitsevästi vain kaikilla kasvupaikoilla (F=12,74, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=9,01 ja 3,96, p=0,0001 ja 0,0034) ja suuntaa antavasti turvemailla (F=3,42, p=0,0649; vrt. ikäluokka: F=7,65, p=0,0001) mutta ei kivennäismailla (F=1,91, p=0,1682; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=2,34 ja 3,33, p=0,0555 ja 0,0111).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa syntytapa vaikutti tukkiosan kokonaispituuteen tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella merkitsevästi turvemailla (df=83, F=8,65, p=0,0043; vrt. ikäluokka: F=6,85, p=0,0001), suuntaa antavasti kaikilla kasvupaikoilla (df=142, F=3,33, p=0,0704; vrt. ikäluokka: F=20,65, p=0,0001) mutta ei vaikuttanut kivennäismailla (df=58, F=0,47, p=0,4982; vrt. ikäluokka: F=5,21, p=0,0005). Tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella vaikutus oli merkitsevä turvemailla ja kaikilla kasvupaikoilla (F=8,73 ja 4,95, p=0,0042 ja 0,0278; vrt. ikäluokka: F=3,48 ja 16,53, p=0,0116 ja 0,0001) mutta ei kivennäismailla (F=0,01, p=0,9339; vrt. ikäluokka: F=6,28, p=0,0003). Hylkytukkiosan pituuteen syntytapa ei vaikuttanut turvemailla, jossa vaikutusta oli yleensä perusteltua analysoida (F=0,46, p=0,5015; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=5,62 ja 3,05, p=0,0005 ja 0,0336).

Kovarianssianalyysissä, jossa otettiin syntytavan ja iän lisäksi huomioon latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset, syntytapa ei vaikuttanut kaikkien puiden aineistossa merkitsevästi tukkiosan kokonaispituuteen turve- tai kivennäismailla tukin vähimmäismittavaatimusten (df=1046 ja 288, F=1,05 ja 1,57, p=0,3053 ja 0,2116; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=154,59 ja 123,20, 26,00 ja 30,75 sekä 0,13 ja 55,04, p=0,0001, 0,0001 sekä 0,7164 ja 0,0001) tai vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=0,67 ja 2,73, p=0,4134 ja 0,0996; vrt. ikä,

latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=41,05 ja 104,65, 4,50 ja 12,32 sekä 0,55 ja 26,86, p=0,0001, 0,0038 ja 0,0001 sekä 0,4579 ja 0,0001). Syntytapa ei vaikuttanut myöskään hylkytukkiosan pituuteen turve- tai kivennäismailla (F=0,23 ja 0,16, p=0,6297 ja 0,6934; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=91,59 ja 8,86, 19,91 ja 14,90 sekä 0,10 ja 19,50, p=0,0001 ja 0,0032, 0,0001 sekä 0,7572 ja 0,0001).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tehdyissä kovarianssianalyyseissä syntytapa vaikutti tukkiosan kokonaispituuteen tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella merkitsevästi turvemailla (df=83, F=6,78, p=0,0001; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=33,00, 5,52 ja 0,35, p=0,0001, 0,0213 ja 0,5585) mutta ei vaikuttanut kivennäismailla (df=58, F=0,23, p=0,6320; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=47,55, 3,10 ja 1,18, p=0,0001, 0,0839 ja 0,2821). Myös tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella vaikutus oli merkitsevä turvemailla (F=7,94, p=0,0061; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=12,88, 2,63 ja 0,20, p=0,0006, 0,1091 ja 0,6587) mutta ei kivennäismailla (F=0,00, p=0,9628; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=41,35, 0,11 ja 0,04, p=0,0001, 0,7392 ja 0,8459). Hylkytukkiosan pituuteen syntytapa ei vaikuttanut turvemailla, jossa vaikutusta oli yleensä perusteltua analysoida (F=0,10, p=0,7533; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=11,70, 1,54 ja 0,07, p=0,0001, 0,2189 ja 0,7833).

Niissä tapauksissa, joissa syntytapa ei vaikuttanut kovarianssianalyysissä tukkiosan pituuteen, voidaan tämän päätellä olevan siemen- ja vesasyntyisillä hieskoivuilla samalla tasolla samassa latvuskerroksessa ja vakiotiheydessä. Tällainen metsikön rakenne ei liene kuitenkaan normaali (luku 4.1.5).

3.1.5.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Yli 50-vuotiaiden hies- ja rauduskoivujen tukkiosan kokonaispituuden vaihtelusta pystyttiin askeltavalla regressioanalyysillä selittämään A-aineiston kaikilla puilla 50 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 47 % otettaessa huomioon tukin vähimmäismittavaatimukset, mutta selitysasteet olivat selvästi alhaisemmat, 38 ja 36 %, otettaessa huomioon myös vähimmäislaatuvaatimukset (liite 1.22).

Kaikkien puiden aineistossa vaikuttavia tekijöitä oli huomattavasti enemmän kuin pelkästään tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa. Puun ikä selitti yksinään kaikilla puilla 30 ja 21 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 31 ja 28 % vaihtelusta, kun huomioon otettiin toisaalta pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Koivulajin vaikutus oli varsin suuri, kaikilla puilla 11 ja 8 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 11 ja 5 %. Kaikilla puilla vaikuttivat lisäksi latvuskerrosluokka ja eri runkoluokat, joiden lisäselitykset olivat vastaavasti 5 ja 2 %-yksikköä ja 2 ja 4 %-yksikköä. Täten tässäkin rungon muototekijöiden, tärkeimpänä mutkaisuuden, vaikutus korostui ja latvuskerrosluokan vaikutus heikentyi kiinnitettäessä huomiota laatuun. Muita jossain määrin vaikuttavia tekijöitä olivat ainespuiden runkoluku, kasvupaikkaryhmä, puuston kehitysluokka ja turpeen paksuus. Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla ainespuiden runkoluku toi lisäselitystä 2 %-yksikköä, ja syntytapa ja vain tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon otettaessa myös latvuskerrosluokka ja kasvupaikkaryhmä kumpikin noin yhden prosenttiyksikön.

Rinnankorkeusläpimitan ottaminen kokeiltuihin malleihin kohotti tässäkin selvästi kokonaisselitysasteita, kaikilla puilla 83 prosenttiin ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 81 prosenttiin, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset, mutta vain 53 ja 47 prosenttiin, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Läpimitta selitti yksinään 80 ja 47 % vaihtelusta kaikilla puilla, kun huomioon otettiin yhtäältä pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Läpimitan vaikutus peitti siis pitkälti iän vaikutuksen, jonka lisäselitys oli vain noin yksi prosenttiyksikkö. Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla läpimitta selitti 72 ja 36 % vaihtelusta, kun huomioon otettiin yhtäältä pelkät tukin mitta- ja toisaalta

myös laatuvaatimukset. Iän lisäselitys oli tässä 2 ja 8 %-yksikköä. Läpimitan ottaminen malleihin pienensi muidenkin tekijöiden, erityisesti koivulajin vaikutusta (alle 0,5 %-yksikköä). Kasvupaikkaryhmän vaikutus sen sijaan kasvoi kaikkien puiden aineistossa 1 ja 2 %-yksikköön ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa 4 ja 2 prosenttiyksikköön.

Kapeneminen osoittautui merkitsevimmäksi yksittäiseksi tukkiosan pituuden vaihtelun selittäjäksi kaatokoepuuaineistossa tehdyissä analyyseissa, joissa rinnankorkeusläpimitta ei ollut mukana. Vaihtelusta pystyttiin tällöin selittämään kaikilla puilla 85 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 88 %, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 61 ja 53 %, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Näissä malleissa kapeneminen selitti yksinään 83 ja 86 % ja vastaavasti 57 ja 46 % vaihtelusta. Kapenemisen vaikutus peitti siis pitkälti iän vaikutuksen, joka toi malleihin lisäselitystä vain tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 2 ja 3 %-yksikköä. Koivulajilla oli hyvin pieni vaikutus vain kaikkien puiden aineistossa otettaessa huomioon pelkästään tukin vähimmäismittavaatimukset.

Sisällyttämällä kapeneminen malleihin, joissa mukana olivat sekä ikä että rinnankorkeusläpimitta, pystyttiin selitysasteita parantamaan tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 87 ja 61 prosenttiyksikköön, kun otettiin huomioon yhtäältä pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset ja toisaalta myös vähimmäislaatuvaatimukset. Ensimainitussa tapauksessa läpimitta oli edelleen merkitsevin selittäjä (R^2=0,83) ja kapenemisen lisäselitys oli 2 %-yksikköä. Jälkimmäisessä tapauksessa kapeneminen oli vuorostaan merkitsevin selittäjä (R^2=0,57). Koivulajilla oli hyvin pieni vaikutus vain kaikkien puiden aineistossa otettaessa huomioon pelkästään tukin vähimmäismittavaatimukset.

Taulukossa 71 on esitetty hies- ja rauduskoivujen tukkiosan keskimääräiset kokonaispituudet turve- ja kivennäismailla A-aineiston yli 50 a ikäluokissa kaikilla pystykoepuilla ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla sekä tukin vähimmäismittavaatimusten ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten.

Kaikkien puiden aineistossa tukkiosa oli hieskoivulla kaikissa ikäluokissa selvästi lyhyempi kuin rauduskoivulla, lukuunottamatta yli 90 a luokkaa turvemailla, jossa rauduskoivuaineisto oli pieni. Koivulajien ero kasvoi ikäluokan mukana turvemailla alle 61 a luokan 1,2 m:stä 81-90 a luokan 3,3 m:iin ja kivennäismailla alle 61 a luokan 1,4 m:stä yli 90 a luokan 2,1 m:iin tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen ja vastaavasti 0,9 m:stä 3,3 m:iin ja 1,2 m:stä 2,1 m:iin myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen.

Turve- ja kivennäismaiden koivujen erot olivat selvästi pienemmät kuin koivulajien erot. Hieskoivulla tukkiosan pituus oli turvemailla alle 81 a luokissa samalla tasolla mutta yli 80 a luokissa ensinmainitulla tavalla määriteltynä 1,6-3,3 m ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä 1,3-3,9 m lyhyempi kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla tukkiosa oli turvemailla alle 61 a luokassa kummallakin tavalla määriteltynä 0,4 m lyhyempi mutta 61-90 a luokissa ensinmainitulla tavalla 0,3-1,5 m ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä, 81-90 a luokkaa lukuunottamatta, 0,7-1,3 m pitempi kuin kivennäismailla.

Hylkytukkiosa oli hieskoivulla absoluuttisesti kaikissa ikäluokissa selvästi lyhyempi kuin rauduskoivulla eron kasvaessa ikäluokan mukana turvemailla alle 61 a luokan 0,3 m:stä 81-90 a luokan 2,6 m:iin ja kivennäismailla alle 61 a luokan 0,4 m:stä 71-80 a luokan 2,6 m:iin

Taulukko 71. Hies- ja rauduskoivun tukkiosan kokonaispituus, tilavuus ja osuus rungon tilavuudesta kasvupaikka- ja ikäluokittain kaikkien pystykoepuiden (A) ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttävien puiden (B) aineistoissa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (1) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten (2) perusteella.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä		Ikäluokka, a									
		51-60		61-70		71-80		81-90		91+	
		Koepuut									
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
		Tukkiosan kokonaispituus, m									
Hieskoivu, turvemaa	A	0,7	0,2	1,1	0,4	1,4	0,4	2,5	0,8	4,2	1,8
	B	4,6	4,4	5,5	4,9	5,3	4,9	6,2	5,6	8,3	6,2
Hieskoivu, kivennäismaa	A	0,7	0,3	1,1	0,6	1,3	0,3	4,1	2,1	7,5	5,7
	B	5,3	4,7	6,4	5,5	6,9	6,3	8,2	6,6	9,8	7,9
Rauduskoivu, turvemaa	A	1,9	1,1	4,0	2,6	7,1	4,0	8,4	4,1	4,0	0
	B	5,8	5,8	6,5	5,9	7,4	5,1	9,0	6,2	...	...
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	2,3	1,5	3,7	1,9	5,6	3,0	7,0	4,6	9,6	7,5
	B	6,6	5,7	7,3	5,5	8,9	6,6	9,7	7,1	10,5	8,3
		Tukkiosan tilavuus, dm^3									
Hieskoivu, turvemaa	A	14	9	28	14	37	20	86	33	146	82
	B	181	161	212	183	207	188	237	216	355	285
Hieskoivu, kivennäismaa	A	18	12	34	25	46	32	176	94	337	275
	B	192	159	227	199	284	244	366	296	447	380
Rauduskoivu, turvemaa	A	34	36	140	103	327	187	361	201	189	0
	B	235	225	264	233	336	240	389	302	...	...
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	77	61	132	79	232	137	270	201	479	345
	B	261	228	323	241	396	300	388	308	516	438
		Tukkiosan osuus rungon tilavuudesta, %									
Hieskoivu, turvemaa	A	4,7	3,0	8,9	4,5	14,4	6,4	23,9	8,7	35,7	18,2
	B	57,5	51,6	62,7	56,4	62,4	56,6	63,3	58,1	74,7	60,9
Hieskoivu, kivennäismaa	A	6,1	3,5	9,5	6,7	14,9	9,1	35,6	19,6	59,2	48,6
	B	59,1	48,7	63,1	54,6	68,4	59,9	72,6	61,7	76,5	67,2
Rauduskoivu, turvemaa	A	14,3	11,0	39,7	27,8	74,0	42,9	79,1	40,6	64,7	0
	B	67,9	65,0	69,2	61,3	75,7	57,2	79,8	60,8	...	...
Rauduskoivu, kivennäismaa	A	18,7	14,9	30,8	17,9	48,7	26,1	52,2	38,9	70,9	52,2
	B	63,2	55,5	69,3	53,3	75,3	57,0	73,0	59,6	76,6	66,2

pienentyäkseen taas yli 80 a luokissa 0,3 metriin. Suhteellisesti hylkytukkiosa oli kuitenkin hieskoivulla kivennäismaiden 61-70 a luokkaa lukuunottamatta pitempi kuin rauduskoivulla eron ollessa turvemailla alle 81 luokissa 28-29 %-yksikköä ja 81-90 a luokassa 17 %-yksikköä ja pienentyessä kivennäismailla ikäluokan mukana säännöllisesti alle 61 a luokan 31 %-yksiköstä yli 90 a luokan 3 %-yksikköön.

Hieskoivulla hylkytukkiosa oli turvemailla kivennäismaihin verrattuna absoluuttisesti alle 71 a ja yli 90 a luokissa 0,1-0,6 m pitempi, 71-80 a luokassa samalla tasolla ja 81-90 a luokassa 0,3 m lyhyempi mutta suhteellisesti 71-80 a luokkaa lukuunottamatta 14-33 %-yksikköä suurempi eron kasvaessa ikäluokan mukana. Rauduskoivulla hylkytukkiosa oli turvemailla kivennäismaihin verrattuna absoluuttisesti alle 61 a luokassa samalla tasolla, 61-70 a luokassa 0,4 m lyhyempi mutta yli 80 a luokissa 0,6-1,9 m pitempi eron kasvaessa ikäluokan mukana, ja suhteellisesti alle 61 a ja 81-90 a luokissa 7-18 %-yksikköä suurempi mutta 61-80 a luokissa 14 ja 4 %-yksikköä pienempi.

Myös tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosa oli hieskoivulla kaikissa ikäluokissa selvästi lyhyempi kuin rauduskoivulla lukuunottamatta yli 90 a luokkaa turvemailla, jossa rauduskoivuaineisto oli pieni. Koivulajien ero oli ikäluokasta riippuen turvemailla 1,2-2,0 m ja kivennäismailla alle 0,7-2,0 m tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen ja vastaavasti 0,9-3,6 m ja 0,3-1,0 m myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen. Puun ikä vaikutti koivulajien eroon lähinnä vain turvemailla jälkimmäisellä tavalla määriteltynä, jolloin ero kasvoi ikäluokan mukana.

Turve- ja kivennäismaiden koivujen erot olivat alle 61 a luokassa pienemmät mutta näitä vanhemmissa luokissa samalla tasolla kuin koivulajien erot. Hieskoivulla tukkiosa oli turvemailla kaikissa ikäluokissa ensinmainitulla tavalla määriteltynä 0,7-2,0 m ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä 0,3-1,7 m lyhyempi kuin kivennäismailla. Koivulajien ero kasvoi ikäluokan mukana kummassakin vertailussa. Rauduskoivulla tukkiosa oli turvemailla ikäluokasta riippuen ensinmainitulla tavalla määriteltynä 0,7-1,5 m lyhyempi mutta jälkimmäisellä tavalla määriteltynä alle 71 a luokissa 0,1 ja 0,4 m pitempi ja 71-90 a luokissa 1,5 ja 0,9 m lyhyempi kuin kivennäismailla.

Hylkytukkiosa oli hieskoivulla turvemailla alle 71 a ikäluokissa absoluuttisesti samalla tasolla ja suhteellisesti 2-4 %-yksikköä pitempi mutta 71-90 a luokissa vastaavasti 1,9-2,2 m ja 21-24 %-yksikköä lyhyempi kuin rauduskoivulla. Kivennäismailla hylkytukkiosa oli hieskoivulla kaikissa ikäluokissa lyhyempi kuin rauduskoivulla eron kasvaessa alle 61 a luokan 0,3 m:stä ja 2 %-yksiköstä 71-80 a luokan 1,9 m:iin ja 17 %-yksikköön pienentyäkseen taas sen jälkeen yli 90 a luokan 0,3 m:iin ja 2 %-yksikköön.

Hieskoivulla hylkytukkiosa oli turvemailla kivennäismaihin verrattuna alle 91 a luokissa absoluuttisesti 0,2-1,0 m ja suhteellisesti 1-10 %-yksikköä lyhyempi mutta yli 90 a luokassa vastaavasti 0,3 m ja 6 %-yksikköä pitempi kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla hylkytukkiosa oli turvemailla alle 71 a luokissa absoluuttisesti 0,9-1,2 m ja suhteellisesti 14-15 %-yksikköä lyhyempi ja 71-90 a luokissa vastaavasti vain 0-0,2 m ja 4-5 %-yksikköä pitempi kuin kivennäismailla.

Koivulaji vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan tukkiosan kokonaispituuteen kaikkien puiden aineistossa sekä turve- että kivennäismailla, sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=1095 ja 465, F=56,18 ja 64,63, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=21,36 ja 9,95 vs. 64,77 ja 9,65, p=0,0001 vs. 0,0001 ja 0,0766) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=24,00 ja 36,35; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=7,64 ja 7,28 vs. 50,30 ja 1,72, p=0,0001 vs. 0,0001 ja 0,1436). Koivulaji vaikutti merkitsevästi myös hylkytukkiosan pituuteen sekä turve- että kivennäismailla (F=22,03 ja 25,78, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=13,37 ja 3,15 vs. 15,20 ja 1,81, p=0,0001 ja 0,0139 vs. 0,0001 ja 0,1261).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen tukkiosan pituudessa oli kaikkien puiden aineistossa merkitseviä eroja sekä tukin vähimmäismitta- että mitta- ja laatuvaatimusten perusteella (df=1331, F=26,81 ja 59,72, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=113,07 ja 14,31 vs. 77,86 ja 25,01, p=0,0001). Rauduskoivulla kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut

(F=0,46 ja 2,59, p=0,4989 ja 0,1087; vrt. ikäluokka: F=9,45 ja 3,08, p=0,0001 ja 0,0170). Hylkytukkiosan pituudessa merkitseviä eroja oli hieskoivulla (F=35,28, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=58,29 ja 15,86, p=0,0001) mutta ei rauduskoivulla (F=1,55, p=0,2148; vrt. ikäluokka: F=6,06, p=0,0001).

Koivulaji vaikutti tukkiosan kokonaispituuteen tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella turvemailla merkitsevästi (df=101, F=7,32, p=0,0081; vrt. ikäluokka: F=6,92, p=0,0001) ja kivennäismailla suuntaa antavasti (df=143, F=3,77, p=3,44; vrt. ikäluokka: F=9,48, p=0,0001). Koivulajin vaikutus ei sitä vastoin ollut merkitsevä tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella turve- kuin kivennäismaillakaan (F=1,54 ja 0,93, p=0,2174 ja 0,3373; vrt. ikäluokka: F=1,46 ja 9,67, p=0,2213 ja 0,0001). Koivulaji vaikutti kuitenkin hylkytukkiosan pituuteen turvemailla merkitsevästi (F=4,40, p=0,0387; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=4,55 ja 2,87, p=0,0021 ja 0,0408) ja kivennäismailla suuntaa antavasti (F=3,48, p=0,0642; vrt. ikäluokka: F=1,99, p=0,0991).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen tukkiosan pituudessa oli tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa merkitseviä eroja sekä tukin vähimmäismitta- että mitta- ja laatuvaatimusten perusteella (df=142, F=7,05 ja 6,05, p=0,0089 ja 0,0152; vrt. ikäluokka: F=12,71 ja 8,46, p=0,0001). Rauduskoivulla kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut (F=0,83 ja 0,39, p=0,3634 ja 0,5341; vrt. ikäluokka: F=4,01 ja 3,98, p=0,9809 ja 0,5841). Kummallakaan koivulajilla ei ollut merkitseviä eroja hylkytukkiosan pituudessa (F=1,34 ja 0,45; p=0,2497 ja 0,5048; vrt. ikäluokka: F=4,82 ja 1,59, p=0,0035 ja 0,1830).

Latvuskerrosluokittaisia tuloksia ei ollut tässäkään perusteltua esittää erikseen muiden kuin päävaltapuiden pienen aineiston vuoksi, vaikka latvuskerrosluokka sinänsä vaikutti askeltavan regressioanalyysin mukaan tukkiosan pituuteen (liite 1.22). Tämä kuten myös puuston tiheyden vaikutus tuli esillle kovarianssinalyyseissä koivulajin, latvuskerroksen, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisistä ja yhteisistä vaikutuksista tukkiosan kokonaispituuteen turve- ja kivennäismailla.

Kaikkien puiden aineistossa vaikutukseltaan merkitseviä olivat turvemailla tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella ikä, koivulaji ja latvuskerrosluokka (df=1095, F=171,56, 92,15 ja 27,57, p=0,0001; vrt. runkoluku: F=0,03, p=0,8556) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella samat muuttujat mutta järjestyksessä koivulaji, ikä ja latvuskerrosluokka (F=63,66, 41,49 ja 4,96, p=0,0001; vrt. runkoluku: F=0,43, p=0,5102). Hylkytukkiosan pituus riippui merkitsevästi samoista muuttujista järjestyksessä ikä, latvuskerrosluokka ja koivulaji (F=104,16, 20,08 ja 15,42, p=0,0001; vrt. runkoluku: F=0,23, p=0,6321). Kivennäismailla kaikki tutkitut muuttujat vaikuttivat merkitsevästi tukkiosan pituuteen järjestyksessä ikä, runkoluku, latvuskerrosluokka ja koivulaji, sekä tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella (df=465, F=150,12, 88,82, 57,59 ja 23,85, p=0,0001) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=112,81, 49,22, 27,61 ja 8,01, p=0,0001, 0,0001, 0,0001 ja 0,0049). Myös hylkytukkiosan pituus riippui täällä kaikista tutkituista muuttujista järjestyksessä runkoluku, latvuskerrosluokka, ikä ja koivulaji (F=19,81, 17,05, 13,80 ja 11,68, p=0,0001, 0,0001, 0,0002 ja 0,0007). - Puuston tiheyskin olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon myös hies- ja rauduskoivun ikäluokittaisten tukkiosan pituuksien vertailussa kivennäismailla. Tiheyden vakiointi oli tässäkin kuitenkin epärealistista (luku 3.1.1.1.2).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa vaikutukseltaan merkitseviä olivat turvemailla tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella ikä, koivulaji ja latvuskerrosluokka (df=101, F=33,97, 9,32 ja 6,37 p=0,0001, 0,0029 ja 0,0132; vrt. runkoluku: F=0,36, p=0,5517), mutta vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella vain ikä vaikutti merkitsevästi ja latvuskerrosluokka suuntaa antavasti (F=9,77 ja 1,52, p=0,0023 ja 0,0902; vrt. koivulaji ja runkoluku: F=1,52 ja 0,06, p=0,2206 ja 0,8046). Hylkytukkiosan pituus riippui kuitenkin merkitsevästi sekä iästä että koivulajista (F=14,17 ja 5,76, p=0,0003 ja 0,0183; vrt. latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=1,56 ja 0,21, p=0,2143 ja 0,6448). Kivennäismailla tukkiosan pituuteen vaikuttivat merkitsevästi ikä, koivulaji ja runkoluku, sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=143, F=61,03, 12,20 ja 11,99, p=0,0001, 0,006 ja 0,0007; vrt. latvuskerrosluokka: F=2,56, p=0,1818) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=55,94, 7,70 ja 6,21, p=0,0001, 0,0063 ja 0,0139; vrt. latvuskerrosluokka: F=0,18, p=0,6690). Hylkytukkiosan pituus riippui täällä iästä ja koivulajista merkitsevästi (F=10,33 ja 5,22, p=0,0016 ja 0,0238) ja runkoluvusta ja latvuskerrosluokasta suuntaa antavasti (F=3,85 ja 3,09, p=0,0517 ja 0,0811). - Puuston tiheyskin olisi täten tässäkin ollut perusteltua ottaa huomioon hies- ja rauduskoivun ikäluokittaisten tukkiosan pituuksien vertailussa kivennäismailla.

Taulukossa 72 on esitetty hies- ja rauduskoivujen tukkiosan keskimääräiset kokonaispituudet A-aineiston *19-31 cm:n rinnankorkeusläpimittaluokissa* kaikilla pystykoepuilla ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla sekä tukin vähimmäismittavaatimusten ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella.

Kaikkien puiden aineistossa tukkiosa oli hieskoivulla selvästi lyhyempi kuin rauduskoivulla kaikissa läpimittaluokissa. Koivulajien ero kasvoi säännöllisesti 19 cm:n luokan 0,2 m:stä 29 cm:n luokan 1,9 m:iin mutta oli 31 cm:n luokassa vain 0,6 m tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen ja kasvoi pääsääntöisesti 19 cm:n luokan 0,4 m:stä 31 cm:n luokan 4,3 m:iin

Taulukko 72. Hies- ja rauduskoivun tukkiosan kokonaispituus, tilavuus ja osuus rungon tilavuudesta rinnankorkeusläpimittaluokittain kaikkien pystykoepuiden (A) ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttävien puiden (B) aineistoissa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (1) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten (2) perusteella.

Rinnankorkeus-läpimittaluokka, cm		Tukkiosan kokonaispituus, m				Tukkiosan tilavuus, dm^3				Tukkiosan osuus rungon tilavuudesta, %			
		Hies		Raudus		Hies		Raudus		Hies		Raudus	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
19	1	2,1	3,7	2,3	3,9	18	121	30	114	7,0	47,1	10,8	41,0
	2	0,4	3,5	0,8	3,8	11	106	23	114	4,6	41,5	9,5	40,9
21	1	4,4	4,7	4,7	5,0	157	167	171	175	54,3	55,5	52,5	52,7
	2	2,2	4,6	2,0	4,8	73	154	67	161	24,4	51,4	20,2	48,6
23	1	6,3	6,6	6,9	7,0	242	253	266	270	67,7	68,5	68,9	68,9
	2	4,1	6,0	4,9	5,7	154	223	187	218	41,7	60,4	48,1	56,1
25	1	7,8	8,4	9,2	9,4	322	348	376	386	73,6	76,7	77,4	77,8
	2	5,4	7,2	6,4	7,2	226	301	275	312	49,9	66,6	55,3	62,6
27	1	8,9	9,5	10,2	10,3	389	403	468	472	79,6	79,7	82,5	82,6
	2	5,1	7,6	7,5	7,9	237	356	362	383	47,0	70,5	63,6	67,3
29	1	10,3	11,5	12,2	12,5	493	548	606	627	84,1	84,9	86,8	87,5
	2	4,7	7,5	5,4	6,5	258	414	332	398	40,3	64,5	45,6	54,8
31	1	11,0	12,6	11,6	11,6	668	731	683	683	87,8	88,0	87,7	87,7
	2	4,3	8,5	8,9	8,9	281	562	550	550	33,5	67,1	69,9	69,9

myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen. Hylkytukkiosan pituudessa koivulajien välillä ei ollut absoluuttisesti systemaattista eroa, mutta suhteellisesti se oli hieskoivulla 21 cm:n ja 29 cm:n luokkia lukuunottamatta 1-37 %-yksikköä pitempi kuin rauduskoivulla.

Myös tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosa oli hieskoivulla selvästi lyhyempi kuin rauduskoivulla otettaessa huomioon tukin vähimmäismittavaatimukset. Koivulajien ero kasvoi tällöin säännöllisesti läpimittaluokan mukana 19 cm:n luokan 0,2 m:stä 29 cm:n luokan 1,0 m:iin, mutta 31 cm:n luokassa tukkiosa oli hieskoivuilla päinvastoin 1,0 m pitempi kuin rauduskoivuilla. Otettaessa huomioon myös tukin vähimmäislaatuvaatimukset koivulajien välillä ei ollut absoluuttista systemaattista eroa, joskin tukkiosa oli hieskoivuilla useimmissa läpimittaluokissa hieman lyhyempi kuin rauduskoivuilla.

Hylkytukkiosa oli absoluuttisesti alle 19 cm:n luokan hies- ja rauduskoivuilla yhtä pitkä mutta 21-29 cm:n luokkien hieskoivuilla 0,5-2,0 m lyhyempi ja 31 cm:n luokan hieskoivuilla 1,4 m pitempi kuin vastaavan kokoisilla rauduskoivuilla. Suhteellisesti se oli hieskoivulla 19 ja 31 cm:n luokkia lukuunottamatta 2-13 %-yksikköä lyhyempi kuin rauduskoivulla.

Kovarianssianalyysin mukaan, jossa selitettiin tukkiosan pituutta koivulajilla ja logaritmisella rinnankorkeusläpimitalla, hiesten ja raudusten erot olivat kaikkien puiden aineistossa tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella suuntaa antavia (df=594, F=2,96, p=0,0860; vrt. läpimitta: F=3056,12, p=0,0001), mutta koivulaji ei vaikuttanut vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=0,72, p=0,3980; vrt. läpimitta: F=410,71, p=0,0001). Koivulaji ei vaikuttanut myöskään hylkutukkiosan pituuteen (F=0,00, p=0,9665; vrt. läpimitta: F=0,00, p=0,9971). Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa koivulajilla ei ollut kummallakaan tavalla määriteltynä vaikutusta tukkiosan pituuteen (df=254, F=0,02 ja 0,12, p=0,8871 ja 0,7304; vrt. läpimitta: F=712,32 ja 148,80, p=0,0001) eikä myöskään hylkytukkiosan pituuteen (F=0,08, p=0,7814; vrt. läpimitta: F=224,72, p=0,0001).

Kun kaikkien puiden aineiston kovarianssianalyyseissä otettiin koivulajin ja logaritmisen rinnankorkeusläpimitan lisäksi huomioon myös latvuskerrosluokka ja runkoluku, kaikkien tutkittujen muuttujien vaikutukset olivat merkitseviä tukin

vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen järjestyksessä läpimitta, koivulaji, runkoluku ja latvuskerrosluokka (F=2991,98, 21,85, 9,70 ja 4,77, p=0,0001, 0,0001, 0,0019 ja 0,0088) ja tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset huomioon ottaen vaikutukseltaan merkitseviä olivat läpimitta, runkoluku ja latvuskerrosluokka (F=382,27, 12,08 ja 7,78, p=0,0001, 0,0005 ja 0,0055; vrt. latvuskerros: F=0,49, p=0,6136). Hylkytukkiosan pituuteen vaikuttivat merkitsevästi läpimitta ja runkoluku (F=100,00 ja 5,05, P=0,0001 ja 0,0251; vrt. koivulaji ja latvuskerrosluokka: F=0,23 ja 0,34, p=0,6335 ja 0,7136).

Vastaavasti tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa merkitseviä olivat tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen läpimitan, koivulajin ja runkoluvun vaikutukset (F=671,59, 7,37 ja 5,60, p=0,0001, 0,0071 ja 0,0187; vrt. latvuskerrosluokka: F=0,60, p=0,4411) mutta tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset huomioon ottaen vain läpimitta ja runkoluku (F=134,29 ja 3,92, p=0,0001 ja 0,0488; vrt. koivulaji ja latvuskerrosluokka: F=0,77 ja 0,12, p=0,3805 ja 0,7322). Hylkytukkiosan pituuteen vaikuttivat vain läpimitta ja koivulaji merkitsevästi (F=215,58 ja 4,86, p=0,0001 ja 0,0405; vrt. latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=1,72 ja 0,03, p=0,1910 ja 0,8646).

3.1.5.2 Tukkiosan tilavuus

3.1.5.2.1 Hieskoivu

Yli 50-vuotiaiden hieskoivujen tukkiosan tilavuuden vaihtelusta pystyttiin askeltavalla regressioanalyysillä selittämään A-aineiston kaikilla puilla 38 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 48 %, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 36 ja 53 %, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset (liite 1.23).

Puun ikä selitti yksinään kaikilla puilla 27 ja 24 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 38 ja 43 % vaihtelusta, kun huomioon otettiin yhtäältä pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Kaikilla puilla latvuskerrosluokan, kasvupaikkaluokan ja eri runkoluokkien lisäselitykset olivat vastaavasti 3, 3 ja 2 %-yksikköä ja 2, 5 ja 5 %-yksikköä. Täten rungon muototekijöiden ja kasvupaikkaluokan vaikutus korostui ja latvuskerrosluokan vaikutus heikentyi kiinnitettäessä huomiota laatuun. Jossain määrin oli vaikutusta myös ainespuiden runkovulla. Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla kasvupaikkaluokka toi lisäselitystä 5 %-yksikköä, latvuskerrosluokka 3 ja 2 %-yksikköä, haaraisuus 3 ja 1 %-yksikköä ja lisäksi syntytapa 2 %-yksikköä otettaessa huomioon tukin vähimmäismitta- että laatuvaatimukset.

Rinnankorkeusläpimitan ottaminen kokeiltuihin malleihin kohotti selvästi kokonaisselitysastetta, kaikilla puilla 70 prosenttiin ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 94 prosenttiin otettaessa huomioon tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 52 ja 88 prosenttiin otettaessa huomioon myös vähimmäislaatuvaatimukset. Läpimitta selitti yksinään 62 ja 42 % vaihtelusta kaikilla puilla, kun huomioon otettiin toisaalta pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Läpimitan vaikutus peitti siis pitkälti iän vaikutuksen, jonka lisäselitys oli vain 2 %-yksikköä. Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla läpimitta selitti 91 ja 83 % vaihtelusta, kun huomioon otettiin toisaalta pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Iän malleihin tuoma lisäselitys oli tässä vain noin yksi prosenttiyksikkö. Läpimitan ottaminen malleihin pienensi muidenkin tekijöiden vaikutusta, poikkeuksena kasvupaikkaluokka kaikkien puiden aineistossa.

Kapeneminen osoittautui merkitseväksi tukkiosan tilavuuden vaihtelun selittäjäksi kaatokoepuuaineistossa tehdyissä analyyseissa. Kun rinnankorkeusläpimitan vaikutus ei ollut mukana, pystyttiin vaihtelusta tällöin selittämään kaikilla puilla 50 % ja tukkipuun

vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 56 % otettaessa huomioon tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 51 ja 59 % otettaessa huomioon myös vähimmäislaatuvaatimukset. Näissä malleissa puun ikä selitti 33 ja 31 % ja vastaavasti 35 ja 36 % vaihtelusta ja kapenemisen lisäselitys oli 3 ja 8 %-yksikköä ja vastaavasti 1 ja 8 %-yksikköä.

Sisällyttämällä kapeneminen malleihin, joissa mukana olivat sekä ikä että rinnankorkeusläpimitta, pystyttiin vaihtelusta selittämään kaikilla puilla 80 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 99 % otettaessa huomioon tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 66 ja 91 % otettaessa huomioon myös vähimmäislaatuvaatimukset. Näissäkin malleissa läpimitta selitti yksinään 72 ja 99 % ja vastaavasti 53 ja 81 % vaihtelusta. Kapenemisen lisäselitys oli kaikilla puilla vain alle yksi prosenttiyksikkö mutta tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla kuitenkin 9 ja 8 %-yksikköä.

Taulukossa 69 on esitetty hieskoivujen tukkiosan keskimääräiset tilavuudet kasvupaikkaluokittain A-aineiston yli 50 a ikäluokissa kaikilla pystykoepuilla ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla sekä tukin vähimmäismittavaatimusten että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella.

Kaikkien puiden aineistossa tukkiosan tilavuudet luonnollisesti kasvoivat puun ikääntyessä, kasvupaikkaluokasta riippuen 51-60 a ikäluokan 2-20 dm^3:stä yli 90 a luokan 105-407 dm^3:iin tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen ja 2-14 dm^3:stä 37-346 dm^3:iin myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen. Samalla kasvupaikkaluokkien erot kasvoivat moninkertaisiksi. Ensinmainitulla tavalla määriteltynä tukkiosan tilavuus oli suurin alle 81 a luokissa ruohoisilla turvemailla ja yli 80 a luokissa tuoreilla kankailla ja pienin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla lukuunottamatta 71-80 a ja yli 90 a luokkia, joissa pienimmät tilavuudet olivat vastaavasti tuoreilla kankailla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Jälkimmäisellä tavalla määriteltynä tilavuus oli suurin alle 61 a ja yli 80 a luokissa tuoreilla kankailla, 61-70 a luokassa kuivahkoilla kankailla ja 71-80 a luokassa ruohoisilla turvemailla ja pienin alle 70 a ja 81-90 a luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla ja 71-80 a ja yli 90 a luokissa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Tukkiosa oli kummallakin tavalla määriteltynä turvemailla säännöllisesti ja kivennäismailla 61-80 a luokkia lukuunottamatta sitä suurempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso. Samalla viljavuustasolla tukkiosa oli turvemailla säännöllisesti pienempi kuin kivennäismailla, poikkeuksena mustikkainen taso 71-80 a luokassa vain tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon otettaessa.

Hylkytukkiosan keskitilavuus oli siis huomattava ja myös se kasvoi puun ikääntyessä sekä absoluuttisesti, 51-60 a luokan 0-8 dm^3:stä yli 90 a luokan 37-346 dm^3:iin, että suhteellisesti, 0-40 prosentista 15-68 prosenttiin. Absoluuttinen tilavuus oli suurin alle 71 a ja yli 90 a luokissa ruohoisilla ja 71-90 a luokissa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja pienin alle 61 a ja yli 80 a luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja 61-80 a luokissa tuoreilla kankailla. Suhteellinen tilavuus oli suurin alle 61 a luokassa kuivahkoilla kankailla, 61-70 a luokassa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja yli 70 a luokissa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja selvästi pienin alle 61 a luokassa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja yli 60 a luokissa tuoreilla kankailla. Hylkytukkiosa oli sekä absoluuttisesti että suhteellisesti turvemailla pääsääntöisesti sitä suurempi mutta kivennäismailla säännöllisesti sitä pienempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso. Turvemailla hylkytukkiosa oli mustikkaisella viljavuustasolla absoluuttisesti 81-90 a luokkaa lukuunottamatta ja suhteellisesti

kaikissa luokissa suurempi mutta puolukkaisella viljavuustasolla sekä absoluuttisesti että suhteellisesti kaikissa luokissa pienempi kuin kivennäismailla.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosan keskitilavuudet olivat luonnollisesti selvästi suuremmat kuin kaikkien puiden aineistossa. Puun ikääntyessä keskipituudet kasvoivat myös tässä suhteellisen säännönmukaisesti mutta jonkin verran vähemmän kuin kaikkien puiden aineistossa, kasvupaikkaluokasta riippuen 51-60 a luokan 164-240 dm^3:stä yli 90 a luokan 274-477 dm^3:iin tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen ja 130-207 dm^3:stä 234-406 dm^3:iin myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen. Samalla kasvupaikkaluokkien erot kasvoivat noin kaksinkertaisiksi. Tukkiosan tilavuus oli kummallakin tavalla määriteltynä suurin tuoreilla kankailla kaikissa ikäluokissa ja pienin alle 61 a ja yli 90 a luokissa kuivahkoilla kankailla ja 61-90 a luokissa eri turvemaiden kasvupaikoilla. Tukkiosa oli tuoreilla kankailla kaikissa ikäluokissa selvästi suurempi kuin kuivahkoilla kankailla, mutta turvemailla viljavuustason vaikutus oli tässä suhteessa epäselvä. Samalla viljavuustasolla tukkiosa oli turvemailla selvästi pienempi kuin kivennäismailla lukuunottamatta puolukkaista tasoa yli 90 a luokassa, jossa kasvupaikkaryhmien suhde oli päinvastainen.

Hylkytukkiosan keskitilavuus kasvoi puun ikääntyessä sekä absoluuttisesti, 51-60 a luokan 0-34 dm^3:stä yli 90 a luokan 40-154 dm^3:iin, että suhteellisesti, 0-21 prosentista 12-37 prosenttiin. Absoluuttinen tilavuus oli suurin alle 61 a ja yli 71-80 a luokissa kuivahkoilla kankailla, 81-90 a luokassa tuoreilla kankailla ja 61-70 ja yli 90 a luokissa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja pienin alle 80 a luokissa ruohoisilla ja 81-90 a luokassa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja yli 90 a luokassa kuivahkoilla kankailla. Suhteellinen tilavuus oli suurin alle 61 a luokassa kuivahkoilla ja 71-90 a luokissa tuoreilla kankailla ja 61-70 a luokassa puolukkaisilla-piensaraisilla ja yli 90 a luokassa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja pienin alle 61 a ja 71-80 a luokissa ruohoisilla turvemailla ja 61-70 a luokassa tuoreilla ja yli 80 a luokissa kuivahkoilla kankailla. Hylkytukkiosa oli sekä absoluuttisesti että suhteellisesti pääsääntöisesti turvemailla sitä suurempi mutta kivennäismailla säännöllisesti sitä pienempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso. Turve- ja kivennäismaiden kasvupaikkojen erot olivat samalla viljavuustasolla eri ikäluokissa erisuuntaiset.

Kasvupaikka- ja ikäluokka vaikuttivat kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun tukkiosan tilavuuteen kaikkien puiden aineistossa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=1329, F=26,14 ja 72,25, p=0,0001) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=31,04 ja 53,07, p=0,0001). Muuttujien välillä oli molemmissa tapauksissa yhdysvaikutus (F=10,55 ja 17,41, p=0,0001). Tukeyn testin mukaan tukkiosa oli molemmissa tapauksissa tuoreilla kankailla suurempi kuin muilla kasvupaikoilla, ja ruohoisilla turvemailla ensinmainitulla tavalla määriteltynä suurempi kuin muilla turvemaiden kasvupaikoilla ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä suurempi kuin mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Kasvupaikka- ja ikäluokka vaikuttivat merkitsevästi myös hylkytukkiosan pituuteen (F=9,03 ja 29,42, p=0,0001) ja muuttujien välillä oli tässäkin yhdysvaikutus (F=2,54, p=0,0007). Hylkytukkiosa oli tuoreilla kankailla ja ruohoisilla turvemailla merkitsevästi suurempi kuin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa kasvupaikka- ja ikäluokka vaikuttivat merkitsevästi hieskoivun tukkiosan tilavuuteen sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=142, F=2,46 ja 3,75, p=0,0491 ja 0,0065) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=2,89 ja 3,90, p=0,0250 ja 0,0152). Tukeyn testin mukaan tukkiosa oli molemmissa tapauksissa tuoreilla kankailla suurempi kuin muilla kasvupaikoilla. Kumpikaan tutkittu muuttuja ei vaikuttanut merkitsevästi hylkytukkiosan tilavuuteen (F=0,98 ja 1,51, p=0,9209).

Latvuskerrosluokittaisia tuloksia ei ollut tässäkään perusteltua esittää erikseen muiden kuin päävaltapuiden pienen aineiston vuoksi, vaikka latvuskerrosluokka sinänsä vaikutti askeltavan regressioanalyysin mukaan tukkiosan tilavuuteen (liite 1.23). Tämä kuten myös puuston tiheyden vaikutus tuli ilmi kovarianssinalyyseissä kasvupaikkaluokan, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisistä ja yhteisistä vaikutuksista tukkiosan tilavuuteen.

Kaikkien puiden aineistossa sekä ikä ja runkoluku että kasvupaikka- ja latvuskerrosluokat vaikuttivat kovarianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun tukkiosan tilavuuteen, tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella tässä merkitsevyysjärjestyksessä (df=1339, F=354,15, 29,14, 28,05 ja 22,17, p=0,0001) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella järjestyksessä ikä, kasvupaikkaluokka, runkoluku ja latvuskerrosluokka (F=273,29, 31,48, 25,51 ja 13,15, p=0,0001). Myös hylkytukkiosan tilavuus riippui merkitsevästi näistä kaikista muuttujista järjestyksessä ikä, latvuskerros- ja kasvupaikkaluokat ja runkoluku (F=89,58, 9,28, 5,47 ja 5,41, p=0,0001, 0,0001, 0,0002 ja 0,0201). - Puuston tiheyskin olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaisten tukkiosan tilavuuksien vertailussa. Tiheyden vakiointi oli tässäkin kuitenkin epärealistista (luku 3.1.1.1.1).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosan tilavuus riippui merkitsevästi iästä ja latvuskerros- ja kasvupaikkaluokista sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=142, F=37,33, 7,06 ja 2,54, p=0,0001, 0,0088 ja 0,0425; vrt. runkoluku: F=0,59, p=0,4451) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=43,72, 6,46 ja 3,35, p=0,0001, 0,0120 ja 0,0122; vrt. runkoluku: F=0,20, p=0,6545). Hylkytukkiosan tilavuus riippui merkitsevästi iästä ja suuntaa antavasti latvuskerrosluokasta (F=8,31 ja 3,13, p=0,0046 ja 0,0792; vrt. runkoluku ja kasvupaikkaluokka: F=0,89 ja 0,65, p=0,.3459 ja 0,6298).

Taulukossa 70 on esitetty *siemen- ja vesasyntyisiksi* arvioitujen hieskoivujen tukkiosan keskimääräiset tilavuudet turve- ja kivennäismailla A-aineiston yli 50 a ikäluokissa kaikilla pystykoepuilla ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla sekä tukin vähimmäismittavaatimusten ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella.

Kaikkien puiden aineistossa tukkiosan keskitilavuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla turvemailla alle 81 a luokissa vain 5-13 dm^3 mutta 81-90 a luokassa 43 dm^3 ja yli 90 a luokassa 90 dm^3 pienempi kuin siemensyntyisillä, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset. Tilavuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 71 a luokissa edelleen vain 6-13 dm^3 pienempi ja 71-90 a luokissa 1-22 dm^3 suurempi kuin siemensyntyisillä, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Yli 90 a luokassa yksikään vesasyntyinen hieskoivu ei kuitenkaan ollut tukkipuun vähimmäislaatua. Kivennäismailla syntytavan vaikutukset olivat ensinmainitulla tavalla määriteltynä epäselvät ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä vesasyntyisissä hieskoivuissa oli tukkia vain 81-90 a luokassa. Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa tukkiosa oli vesasyntyisillä hieskoivuilla ensinmainitulla tavalla määriteltynä alle 71 a luokissa 8-12 dm^3 ja yli 80 a luokissa 41 ja 222 dm^3 pienempi ja 71-80 a luokassa samalla tasolla kuin siemensyntyisillä. Jälkimmäisellä tavalla määriteltynä tukkiosa oli vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 71 a luokissa 7-10 dm^3 ja yli 80 a luokissa 41 ja 222 dm^3 pienempi mutta 71-80 a luokassa samalla tasolla ja 81-90 a luokassa 22 dm^3 suurempi kuin siemensyntyisillä.

Hylkytukkiosa oli turvemailla vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 61 a ja 71-80 a luokissa absoluuttisesti 5-7 dm^3 ja suhteellisesti 8-38 %-yksikköä pienempi ja 61-70 a luokassa vastaavasti 2 dm^3 ja 13 %-yksikköä suurempi kuin siemensyntyisellä. Luokassa 81-90 a vesasyntyisten hieskoivujen tukkiosa täytti kokonaisuudessaan vähimmäislaatuvaatimukset, kun taas siemensyntyisillä hieskoivuilla hylkytukkiosuus oli 67 %. Kivennäismailla ja kaikkien kasvupaikkojen aineistossa syntytavan vaikutukset olivat ristiriitaisia eri ikäluokissa.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosan keskitilavuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla turvemailla oletusten vastaisesti alle 90 a luokissa tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon otettaessa 42-83 dm^3 ja lisäksi vähimmäislaatuvaatimukset huomioon otettaessa 72-98 dm^3 suurempi kuin siemensyntyisillä. Sen sijaan yli 90 a luokassa yksikään vesasyntyinen hieskoivu ei ollut tukkipuun vähimmäislaatua, kun taas siemensyntyisillä tukkiosan keskitilavuus oli ensinmainitulla ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä 355 ja 285 dm^3. Kivennäismailla vain muutama 81-90 a luokan vesasyntyinen hieskoivu täytti tukkipuun vähimmäismittavaatimukset, kun taas siemensyntyisten hieskoivujen tukkiosan keskitilavuus kasvoi alle 61 a luokan 192 dm^3:stä yli 90 a luokan 447 dm^3:iin ensinmainitulla tavalla ja vastaavasti 159 dm^3:stä 380 dm^3:iin

jälkimmäisellä tavalla määriteltynä. Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa vertailut eivät olleet mielekkäitä kivennäismaiden vesasyntyisten hieskoivujen vain muutamien havaintojen vuoksi.

Hylkytukkiosa oli turvemailla vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 61 a ja 81-90 a luokissa absoluuttisesti 3-20 dm^3 ja suhteellisesti 5-9 %-yksikköä pienempi ja 61-70 a luokassa vastaavasti 15 dm^3 ja 13 %-yksikköä suurempi kuin siemensyntyisellä. Luokassa 71-80 a vesasyntyisten hieskoivujen tukkiosa täytti kokonaisuudessaan vähimmäislaatuvaatimukset, kun taas siemensyntyisillä hieskoivuilla hylkytukkiosuus oli 88 %. Vastaava vertailu ei ollut perusteltu kivennäismailla tai kaikkien kasvupaikkojen aineistossa.

Syntytapa vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun tukkiosan tilavuuteen kaikkien puiden aineistossa tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella turvemailla (df=1037, F=10,00, p=0,0016; vrt. ikäluokka: F=7,62, p=0,0001), kivennäismailla (df=282, F=6,03, p=0,0147; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=6,89 ja 6,95, p=0,0001) ja varsinkin kaikilla kasvupaikoilla (df=1329, F=37,04, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=15,43 ja 11,56, p=0,0001). Tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella vaikutus oli merkitsevä kivennäismailla ja kaikilla kasvupaikoilla (F=6,39 ja 23,58, p=0,0021 ja 0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=8,08 ja 7,61 vs. 13,11 ja 11,95, p=0,0001) ja suuntaa antava turvemailla (F=2,50, p=0,1140; vrt. ikäluokka: F=3,94, p=0,0035). Hylkytukkiosan tilavuuteen syntytapa vaikutti merkitsevästi turvemailla (F=7,94, p=0,0049; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=3,90 ja 2,81, p=0,0038 ja 0,0243) ja kaikilla kasvupaikoilla (F=15,58, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=5,45 ja 4,58, p=0,0002 ja 0,0011) mutta ei kivennäismailla (F=1,08, p=0,2995; vrt. ikäluokka: F=1,78, p=0,1329).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa syntytapa vaikutti tukkiosan tilavuuteen tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella vain suuntaa antavasti turvemailla (df=83, F=3,26, p=0,0748; vrt. ikäluokka: F=5,33, p=0,0008) mutta ei vaikuttanut kivennäismailla tai kaikilla kasvupaikoilla (df=53 ja 142, F=0,47 ja 0,82, p=0,6887 ja 0,3669; vrt. ikäluokka: F=3,77 ja 13,33, p=0,0091 ja 0,0001). Tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella vaikutus oli merkitsevä turvemailla (F=7,81, p=0,0066; vrt. ikäluokka: F=4,47, p=0,0027), suuntaa antava kaikilla kasvupaikoilla (F=2,97, p=0,0870; vrt. ikäluokka: F=17,18, p=0,0001) mutta ei kivennäismailla (F=0,07, p=0,7930; vrt. ikäluokka: F=5,68, p=0,0007). Laadun huomioon ottaminen johti siis tälläkin perusteella selvästi turvemaiden vesa- ja siemensyntyisten hieskoivujen keskimääräisten erojen kasvuun. Hylkytukkiosan tilavuuteen syntytapa ei sinänsä vaikuttanut täälläkään (F=0,70, p=0,4059; vrt. ikäluokka: F=2,42, p=0,0555).

Kovarianssianalyysissä, jossa otettiin syntytavan ja iän lisäksi huomioon latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset, syntytapa ei vaikuttanut kaikkien puiden aineistossa merkitsevästi tukkiosan tilavuuteen turve- tai kivennäismailla tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella (df=1046 ja 288, F=1,45 ja 1,30, p=0,2289 ja 0,2551; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=122,05 ja 109,48, 10,46 ja 14,23 sekä 0,19 ja 27,38, p=0,0001, 0,0001 sekä 0,6590 ja 0,0001). Tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimustenkaan perusteella syntytapa ei vaikuttanut turvemailla mutta vaikutti suuntaa antavasti kivennäismailla (F=0,24 ja 2,32, p=0,6241 ja 0,1288; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=49,22 ja 131,93, 4,30 ja 8,80 sekä 1,00 ja 16,52, p=0,0001 ja 0,0083, 0,0050 ja 0,0002 sekä 0,3176 ja 0,0001). Syntytapa ei vaikuttanut myöskään hylkytukkiosan tilavuuteen turve- tai kivennäismailla (F=1,35 ja 0,02, p=0,2456 ja 0,8854; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=67,14 ja 6,22, 5,67 ja 7,53 sekä 0,14 ja 14,62, p=0,0001 ja 0,0132, 0,0007 sekä 0,7061 ja 0,0002).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tehdyissä kovarianssianalyyseissä syntytapa ei vaikuttanut merkitsevästi tukkiosan tilavuuteen tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella turvemailla (df=83, F=1,83, p=0,1794; vrt. ikä. latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=19,75, 3,80 ja 2,14, p=0,0001, 0,0548 ja 0,1478) tai kivennäismailla (df=58, F=0,03, p=0,8706; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=30,15, 2,09 ja 0,60, p=0,0001, 0,1536 ja 0,4433). Tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella vaikutus oli merkitsevä turvemailla (F=5,96, p=0,0169; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=16,64, 3,46 ja 1,65, p=0,0001, 0,0667 ja 0,2033) mutta ei kivennäismailla (F=0,01, p=0,9251; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=47,71, 1,43 ja 0,07, p=0,0001, 0,2384 ja 0,7888). Hylkytukkiosan tilavuuteen syntytapa ei vaikuttanut turvemailla, jossa vaikutusta oli yleensä perusteltua analysoida (F=1,43, p=0,2359; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=6,41, 0,99 ja 0,86, p=0,0133, 0,3223 ja 0,3544).

Niissä tapauksissa joissa, joissa syntytapa ei vaikuttanut kovarianssianalyysissä tukkiosan tilavuuteen, voidaan tämän päätellä olevan siemen- ja vesasyntyisillä hieskoivuilla samalla tasolla samassa latvuskerroksessa ja vakiotiheydessä. Tällainen metsikön rakenne ei liene kuitenkaan normaali (luku 4.1.5).

3.1.5.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Yli 50-vuotiaiden hies- ja rauduskoivujen tukkiosan tilavuuden vaihtelusta pystyttiin askeltavalla regressioanalyysillä selittämään A-aineiston kaikilla puilla 44 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 39 % otettaessa huomioon tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 39 ja 40 % otettaessa huomioon myös vähimmäislaatuvaatimukset (liitel.24).

Kaikkien puiden aineistossa vaikuttavia tekijöitä oli huomattavasti enemmän kuin pelkästään tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa. Puun ikä selitti yksinään kaikilla puilla 28 ja 24 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 26 ja 30 % vaihtelusta, kun huomioon otettiin toisaalta pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Koivulajin vaikutus oli varsin suuri, kaikilla puilla 10 ja 8 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 8 ja 6 %. Muita jossain määrin vaikuttavia tekijöitä olivat latvuskerrosluokka, ainespuiden runkoluku, eri runkoluokat, kasvupaikkaryhmä ja puuston kehitysluokka. Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla ainespuiden runkoluku toi lisäselitystä 2 %-yksikköä, ja vain tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon otettaessa myös latvuskerrosluokka ja haaraisuus kumpikin noin yhden prosenttiyksikön.

Rinnankorkeusläpimitan ottaminen malleihin kohotti tässäkin selvästi kokonaisselitysasteita, kaikilla puilla 75 prosenttiin ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 93 prosenttiin, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 57 ja 83 prosenttiin, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Yksin läpimitta selitti 70 ja 51 % vaihtelusta kaikilla puilla, kun huomioon otettiin yhtäältä pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Läpimitan vaikutus peitti siis pitkälti iän vaikutuksen, jonka malleihin tuoma lisäselitys oli vain noin yksi prosenttiyksikkö.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla läpimitta selitti 91 ja 80 % vaihtelusta, kun huomioon otettiin toisaalta pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Iän lisäselitys oli tässäkin vain 0,5 ja 3 %-yksikköä. Läpimitan ottaminen malleihin pienensi muidenkin tekijöiden vaikutusta, erityisesti koivulajin vaikutuksen alle 0,3 %-yksikköön. Kasvupaikkaryhmän vaikutus sen sijaan kasvoi, tosin kaikkien puiden aineistossa vain kahteen ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa yhteen prosenttiyksikköön.

Kapeneminen osoittautui merkitsevimmäksi yksittäiseksi tukkiosan tilavuuden vaihtelun selittäjäksi kaatokoepuuaineistossa tehdyissä analyyseissa, joissa rinnankorkeusläpimitta ei ollut mukana. Vaihtelusta pystyttiin tällöin selittämään kaikilla puilla 81 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 96 %, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 65 ja 86 %, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Näissä malleissa kapeneminen selitti yksinään 78 ja vajaat 96 % ja vastaavasti 60 ja 84 % vaihtelusta. Kapenemisen vaikutus peitti siis pitkälti iän vaikutuksen, joka toi malleihin lisäselitystä kaikien puiden aineistossa vain yhden prosenttiyksikön ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 0,5 %-yksikköä otettaessa huomioon sekä tukin mitta- että laatuvaatimukset. Koivulajilla ei ollut tällöin vaikutusta.

Sisällyttämällä kapeneminen malleihin, joissa mukana olivat sekä ikä että rinnankorkeusläpimitta, pystyttiin selitysasteita parantamaan kaikilla puilla 83 ja 68

%-yksikköön ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 98 ja 89 prosenttiyksikköön, kun otettiin huomioon joko pelkästään tukin vähimmäismittavaatimukset tai lisäksi vähimmäislaatuvaatimukset. Kaikilla puilla rinnankorkeusläpimitta oli edelleen merkitsevin selittäjä (R^2=0,79 ja 0,66) ja kapenemisen tuoma lisäselitys oli vain noin yksi prosenttiyksikkö. Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla kapeneminen oli vuorostaan merkitsevin selittäjä (R^2=0,96 ja 0,85). Koivulajilla ei ollut tällöin vaikutusta.

Taulukossa 71 on esitetty hies- ja rauduskoivujen tukkiosan keskimääräiset tilavuudet turve- ja kivennäismailla A-aineiston yli 50 a ikäluokissa kaikilla pystykoepuilla ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla sekä tukin vähimmäismittavaatimusten ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella.

Kaikkien puiden aineistossa tukkiosa oli hieskoivulla kaikissa ikäluokissa selvästi pienempi kuin rauduskoivulla lukuunottamatta tukin mitta- ja laatuvaatimukset huomioon otettaessa turvemaiden yli 90 a luokkaa, jossa rauduskoivuaineisto oli pieni. Koivulajien ero kasvoi ikäluokan mukana turvemailla alle 61 a luokan 20 dm^3:stä 81-90 a luokan 275 dm^3:iin ja kivennäismailla alle 61 a luokan 59 dm^3:stä yli 90 a luokan 142 dm^3:iin tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen ja vastaavasti 27 dm^3:stä 168 dm^3:iin ja 49 dm^3:stä 70 dm^3:iin myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen.

Turve- ja kivennäismaiden koivujen erot olivat selvästi pienemmät kuin koivulajien erot. Hieskoivulla tukkiosan tilavuus oli turvemailla ensinmainitulla tavalla määriteltynä alle 81 luokissa vain 4-9 dm^3 mutta yli 80 a luokissa 90 ja 229 dm^3, ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä vastaavasti 3-12 dm^3 ja 61 ja 193 dm^3 pienempi kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla tukkiosan tilavuus oli turvemailla ensinmainitulla tavalla määriteltynä alle 61 a luokassa 43 dm^3 pienempi mutta 61-90 a luokissa 8-65 dm^3 suurempi, ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä vastaavasti, 81-90 a luokkaa lukuunottamatta, 25 dm^3 pienempi ja 24-50 dm^3 suurempi kuin kivennäismailla.

Hylkytukkiosa oli hieskoivulla absoluuttisesti turvemailla 23-125 dm^3 ja kivennäismailla 10-81 dm^3 pienempi kuin rauduskoivulla erojen kasvaessa ikäluokan mukana; tosin poikkeuksina olivat turvemailla alle 61 a ja kivennäismailla 81-90 a luokat, joissa päinvastaiset erot olivat 7 ja 13 dm^3. Suhteellisesti hylkytukkiosa oli kuitenkin hieskoivulla turvemailla 3-24 %-yksikköä suurempi, poikkeuksena yli 90 a luokka, jossa päinvastainen ero oli 56 %-yksikköä, ja kivennäismailla alle 61 a ja 71-80 a luokissa 13 ja 21 %-yksikköä suurempi ja 61-70 a ja yli 80 a luokissa 10-14 %-yksikköä pienempi kuin rauduskoivulla.

Hieskoivulla hylkytukkiosa oli turvemailla kivennäismaihin verrattuna absoluuttisesti 61-80 a ja yli 90 a luokissa vain 2-5 dm^3 suurempi ja alle 61 a ja 81-90 a luokissa 1 ja 29 dm^3 pienempi mutta suhteellisesti kaikissa luokissa 2-25 %-yksikköä suurempi eron kasvaessa ikäluokan mukana. Rauduskoivulla hylkytukkiosa oli turvemailla kivennäismaihin verrattuna alle 71 a luokissa absoluuttisesti 18 ja 16 dm^3 ja suhteellisesti 27 ja 14 %-yksikköä pienempi mutta yli 80 a luokissa 45-91 dm^3 ja 2-72 %-yksikköä suurempi.

Myös *tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa* tukkiosa oli hieskoivulla kaikissa ikäluokissa pienempi kuin rauduskoivulla tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen lukuunottamatta turvemaiden yli 90 a luokkaa, jossa rauduskoivuaineisto oli riittämätön vertailua varten. Koivulajien ero kasvoi turvemailla

selvästi ikäluokan mukana alle 61 a luokan 54 dm^3:stä 81-90 a luokan 152 dm^3:iin. Kivennäismailla ero kasvoi alle 61 a luokan 69 dm^3:stä 71-80 luokan 112 dm^3:iin kääntyäkseen sen jälkeen laskuun mutta ollen kuitenkin yli 90 a luokassa jälleen 69 dm^3. Myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon otettaessa koivulajien ero kasvoi turvemailla jonkin verran ikäluokan mukana alle 61 a luokan 64 dm^3:stä 81-90 a luokan 84 dm^3:iin mutta pieneni kivennäismailla alle 61 a luokan 69 dm^3:stä yli 90 a luokan 58 dm^3:iin.

Turve- ja kivennäismaiden koivujen erot olivat alle 71 a luokissa pienemmät mutta näitä vanhemmissa luokissa samalla tasolla kuin koivulajien erot. Hieskoivulla tukkiosa oli turvemailla pienempi kuin kivennäismailla, ensinmainitulla tavalla määriteltynä kaikissa ikäluokissa eron kasvaessa alle 61 a luokan 11 dm^3:stä 81-90 a ja yli 90 a luokkien 129 ja 92 dm^3:iin ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä alle 61 a luokkaa lukuunottamatta eron kasvaessa 61-70 a luokan 16 dm^3:stä 81-90 a luokan 80 dm^3:iin ja pienentyäkseen jälleen yli 90 a luokassa 15 dm^3:iin. Rauduskoivulla tukkiosa oli turvemailla ensinmainitulla tavalla määriteltynä alle 81 a luokissa 26-60 dm^3 pienempi mutta 81-90 a luokassa samankokoinen ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä 71-80 a luokassa 60 dm^3 mutta muissa luokissa vain 3-8 dm^3 pienempi kuin kivennäismailla.

Hylkytukkiosa oli hieskoivulla rauduskoivuun verrattuna absoluuttisesti turvemailla alle 61 a luokassa 10 dm^3 suurempi ja 61-90 a luokissa 2-77 dm^3 pienempi eron kasvaessa ikäluokan mukana ja kivennäismailla alle 61 a luokassa yhtä suuri ja yli 61 luokissa 10-53 dm^3 pienempi. Suhteellisesti hylkytukkiosa oli hieskoivulla rauduskoivuun verrattuna turvemailla alle 71 a luokissa 7 ja 2 %-yksikköä suurempi ja 71-90 a luokissa 19 ja 36 %-yksikköä pienempi ja kivennäismailla alle 61 a luokassa 5 %-yksikköä suurempi, 61-80 a luokissa 10-13 %-yksikköä pienempi ja yli 80 a luokissa suunnilleen yhtä suuri.

Hieskoivulla hylkytukkiosa oli turvemailla kivennäismaihin verrattuna 61-70 a ja yli 90 a luokissa absoluuttisesti vain 1 ja 3 dm^3 ja suhteellisesti 1 ja 5 %-yksikköä suurempi ja alle 61 a ja 71-90 a luokissa vastaavasti 13-49 dm^3 ja 5-10 %-yksikköä pienempi. Rauduskoivulla hylkytukkiosa oli turvemailla kivennäismaihin verrattuna alle 71 a luokissa absoluuttisesti 23 ja 51 dm^3 ja suhteellisesti 8 ja 14 %-yksikköä pienempi mutta 71-90 a luokissa 7-10 dm^3 ja 2-4 %-yksikköä suurempi.

Koivulaji vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan tukkiosan tilavuuteen kaikkien puiden aineistossa sekä turve- että kivennäismailla, sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=1093 ja 464, F=69,05 ja 54,90, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=28,99 ja 15,82 vs. 58,76 ja 2,01, p=0,0001 vs. 0,0001 ja 0,0920) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=32,49 ja 31,89; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=12,18 ja 11,79 vs. 53,95 ja 1,11, p=0,0001 vs. 0,0001 ja 0,3504). Koivulaji vaikutti merkitsevästi myös hylkytukkiosan tilavuuteen sekä turve- että kivennäismailla (F=32,05 ja 15,20, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=18,25 ja 7,39 vs. 12,55 ja 2,97, p=0,0001 vs. 0,0001 ja 0,0192).

Turve- ja kivennäismaiden koivujen tukkiosan tilavuudessa oli kaikkien puiden aineistossa merkitseviä eroja hieskoivulla, sekä tukin vähimmäismitta- että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (df=1329, F=48,42 ja 77,19, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=101,96 ja 19,05 vs. 98,26 ja 32,87, p=0,0001). Rauduskoivulla kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut tukkiosa ensinmainitulla tavalla määriteltynä mutta vaikutti suuntaa antavasti jälkimmäisellä tavalla määriteltynä (F=0,40 ja 2,59, p=0,5259 ja 0,1087; vrt. ikäluokka: F=8,76 ja 3,28, p=0,0001 ja 0,0122). Kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut hylkytukkiosan tilavuuteen kummallakaan koivulajilla (F=0,58 ja 1,58, p=0,4474 ja 0,2097; vrt. ikäluokka: F=26,26 ja 6,37, p=0,0001).

Koivulaji vaikutti tukkiosan tilavuuteen tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa turvemailla merkitsevästi sekä tukin vähimmäismitta- että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (df=101 ja 143, F=7,47 ja 4,67, p=0,0075 ja 0,0333; vrt. ikäluokka: F=5,81 ja 3,81, p=0,0065) mutta kivennäismailla vaikutus oli vain tukkiosa jälkimmäisellä tavalla määriteltynä suuntaa antava (F=2,54 ja 3,84, p=0,1136 ja 0,1770; vrt. ikäluokka: F=7,51 ja 10,20, p=0,0001). Koivulaji vaikutti hylkytukkiosan tilavuuteen turvemailla suuntaa antavasti (F=3,83,

p=0,0532; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=3,28 ja 2,48, p=0,0147 ja 0,0656) mutta ei vaikuttanut kivennäismailla (F=2,05, p=0,1550; vrt. ikäluokka: F=0,40, p=0,8060).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen tukkiosan tilavuudessa oli tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa suuntaa antavia eroja tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella (df=142, F=3,75, p=0,0548; vrt. ikäluokka: F=8,38, p=0,0001) ja merkitseviä eroja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=4,03, p=0,0467; vrt. ikäluokka: F=10,15, p=0,0001). Rauduskoivulla kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut (F=0,26 ja 0,12, p=0,6112 ja 0,7307; vrt. ikäluokka: F=4,08 ja 5,45, p=0,0043 ja 0,0005). Kummallakaan koivulajilla ei ollut merkitseviä eroja hylkytukkiosan tilavuudessa (F=0,56 ja 0,09; p=0,4540 ja 0,7592; vrt. ikäluokka: F=0,70 ja 2,07, p=0,5940 ja 0,0905).

Latvuskerrosluokittaisia tuloksia ei ollut tässäkään perusteltua esittää erikseen muiden kuin päävaltapuiden pienen aineiston vuoksi, vaikka latvuskerrosluokka sinänsä vaikutti askeltavan regressioanalyysin mukaan tukkiosan tilavuuteen (liite 1.24). Tämä kuten myös puuston tiheyden vaikutus tuli esillle kovarianssinalyyseissä koivulajin, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisistä ja yhteisistä vaikutuksista tukkiosan tilavuuteen turve- ja kivennäismailla.

Kaikkien puiden aineistossa vaikutukseltaan merkitseviä olivat turvemailla tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella ikä, koivulaji ja latvuskerrosluokka (df=1093, F=142,68, 86,65 ja 10,82, p=0,0001; vrt. runkoluku: F=0,14, p=0,7114) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella samat muuttujat järjestyksessä koivulaji, ikä ja latvuskerrosluokka (F=72,12, 49,74 ja 4.50, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0038; vrt. runkoluku: F=0,79, p=0,3742). Hylkytukkiosan tilavuus riippui merkitsevästi samoista muuttujista järjestyksessä ikä, koivulaji ja latvuskerrosluokka (F=86,16, 17,49 ja 5,67, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0007; vrt. runkoluku: F=0,16, p=0,6926). Kivennäismailla kaikki tutkitut muuttujat vaikuttivat merkitsevästi tukkiosan tilavuuteen järjestyksessä ikä, runkoluku, latvuskerrosluokka ja koivulaji sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=464, F=131,49, 48,22, 27,21 ja 15,20, p=0,0001) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=134,17, 33,40, 18,11 ja 8,27, p=0,0001, 0,0001, 0,0001 ja 0,0042). Myös hylkytukkiosan tilavuus riippui täällä kaikista tutkituista muuttujista järjestyksessä runkoluku, ikä, latvuskerrosluokka ja koivulaji (F=13,99, 10,76, 8,59 ja 6,89, p=0,0002, 0,0002, 0,0011 ja 0,0090). - Puuston tiheyskin olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon myös hies- ja rauduskoivun ikäluokittaisten tukkiosan tilavuuksien vertailussa kivennäismailla. Tiheyden vakiointi oli tässäkin kuitenkin epärealistista (luku 3.1.1.1.2).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa vaikuttivat turvemailla tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella ikä, koivulaji ja latvuskerrosluokka merkitsevästi (df=101, F=21,57, 8,76 ja 4,24 p=0,0001, 0,0039 ja 0,0421; vrt. runkoluku: F=1,92, p=0,1686) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella ikä ja koivulaji merkitsevästi ja latvuskerrosluokka suuntaa antavasti (F=15,21, 4,35 ja 3,90, p=0,0002, 0,0396 ja 0,0512; vrt. runkoluku: F=1,19, p=0,2773). Hylkytukkiosan tilavuus riippui merkitsevästi iästä ja koivulajista (F=8,23 ja 6,08, p=0,0051 ja 0,0154; vrt. runkoluku ja latvuskerrosluokka: F=0,95 ja 0,78, p=0,3333 ja 03797). Kivennäismailla tukkiosan tilavuuteen vaikuttivat merkitsevästi ikä, koivulaji ja runkoluku, sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=143, F=47,14, 8,90 ja 7,40, p=0,0001, 0,0034 ja 0,0074; vrt. latvuskerros: F=2,12, p=0,1475) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=65,23, 8,89 ja 7,39, p=0,0001, 0,0034 ja 0,0074; vrt. latvuskerrosluokka: F=1,31, p=0,2358). Hylkytukkiosan tilavuus riippui täällä suuntaa antavasti iästä, koivulajista ja runkoluvusta (F=3,75, 3,11 ja 2,58, p=0,0547, 0,0802 ja 0,1108; vrt. latvuskerrosluokka: F=1,96, p=0,1638).

Taulukossa 72 on esitetty hies- ja rauduskoivujen tukkiosan keskimääräiset tilavuudet A-aineiston *19-31 cm:n rinnankorkeusläpimittaluokissa* kaikilla pystykoepuilla ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla sekä tukin vähimmäismittavaatimusten että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella.

Kaikkien puiden aineistossa tukkiosa oli hieskoivulla selvästi pienempi kuin rauduskoivulla kaikissa läpimittaluokissa. Koivulajien ero kasvoi säännöllisesti 19 cm:n luokan 12 dm^3:stä 29 cm:n luokan 113 dm^3:iin mutta oli 31 cm:n luokassa vain 15 dm^3 tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen ja kasvoi pääsääntöisesti 19 cm:n luokan 12 dm^3:stä 31 cm:n luokan 269 dm^3:iin m:iin myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen. Hylkytukkiosan tilavuudessa koivulajien välillä ei ollut absoluuttisesti systemaattista eroa, mutta suhteellisesti se oli hieskoivulla 21 cm:n luokkaa lukuunottamatta 3-38 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosa oli hieskoivulla tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon otettaessa 21-29 cm:n luokissa 8-79 dm^3 pienempi kuin rauduskoivulla koivulajien eron kasvaessa läpimittaluokan mukana, mutta

19 ja 31 cm:n luokissa koivulajien erot olivat lievästi päinvastaiset, 7 ja 12 dm^3. Otettaessa huomioon myös vähimmäislaatuvaatimukset tukkiosa oli hieskoivulla 19-21 ja 25-27 cm:n luokissa 7-27 dm^3 pienempi mutta 23 ja 29-31 cm:n luokissa 5-16 dm^3 suurempi kuin rauduskoivulla. Hylkytukkiosa oli hieskoivulla rauduskoivuun verrattuna 21-29 cm:n luokissa absoluuttisesti 1-95 dm^3 ja suhteellisesti 1-12 %-yksikköä pienempi koivulajien eron kasvaessa läpimittaluokan mukana mutta 19 ja 31 cm:n luokissa vastaavasti 15 ja 36 dm^3 ja 12 ja 4 %-yksikköä suurempi.

Kovarianssianalyysin mukaan, jossa selitettiin tukkiosan tilavuutta koivulajilla ja logaritmisella rinnankorkeusläpimitalla, hiesten ja raudusten erot olivat merkitseviä kaikkien puiden aineistossa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=592, F=23,48, p=0,0001; vrt. läpimitta ja yhdysvaikutus: F=6162,77 ja 25,97, p=0,0001) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=10,94, p=0,0010; vrt. läpimitta ja yhdysvaikutus: F=866,84 ja 12,10, p=0,0001 ja 0,0005). Koivulaji ei kuitenkaan vaikuttanut merkitsevästi hylkytukkiosan tilavuuteen (F=0,46, p=0,4971; vrt. läpimitta: F=212,64, p=0,0001). Myös tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa koivulaji vaikutti merkitsevästi tukkiosan tilavuuteen kummallakin tavalla määriteltynä (df=254, F=6,42 ja 4,49, p=0,0119 ja 0,0351; vrt. läpimitta ja yhdysvaikutus: F=2077,77 ja 6,97 vs. 946,93 ja 4,62, p=0,0001 ja 0,0088 vs. 0,0001 ja 0,0325) mutta ei vaikuttanut hylkytukkiosan tilavuuteen (F=0,06, p=0,8009; vrt. läpimitta: F=196,34, p=0,0001).

Kun kaikkien puiden aineiston kovarianssianalyyseissä otettiin koivulajin ja logaritmisen rinnankorkeusläpimitan lisäksi huomioon myös latvuskerrosluokka ja runkoluku, läpimitan, runkoluvun ja koivulajin vaikutukset olivat merkitseviä sekä tukin vähimmäismitta- ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset huomioon ottaen (F=5842,40, 20,99 ja 15,55 vs. 786,16, 13,61 ja 7,16, p=0,0001 vs. 0,0001, 0,0002 ja 0,0077), mutta latvuskerrosluokan vaikutus oli vain ensinmainitulla tavalla määriteltynä suuntaa antava (F=2,57 ja 0,27, p=0,0776 ja 0,7628). Hylkytukkiosan tilavuuteen vaikutti vain läpimitta merkitsevästi (F=223,59, p=0,0001; vrt. runkoluku, koivulaji ja latvuskerrosluokka: F=1,51, 0,28 ja 0,22, p=0,2189, 0,5955 ja 0,7995).

Vastaavasti tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa vain läpimitan ja runkolajin vaikutukset olivat merkitseviä sekä tukin vähimmäismittavaatimukset että vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset huomioon ottaen (F=1915,11 ja 5,20 vs. 867,62 ja 3,98, p=0,0001 ja 0,0235 vs. 0,0001 ja 0,0498), koivulajin vaikutus suuntaa antava vain ensinmainitulla tavalla määriteltynä (F=3,33 ja 0,18, p=0,0694 ja 0,6738) ja latvuskerrosluokka ei vaikuttanut kummassakaan tapauksessa (F=0,74 ja 0,00, p=0,3909 ja 0,9861). Hylkytukkiosan tilavuuteen vaikutti vain läpimitta merkitsevästi ja koivulaji suuntaa antavasti (F=186,74 ja 2,61, p=0,0001 ja 0,1075; vrt. latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=0,99 ja 0,02, p=0,3202 ja 0,8851).

3.1.5.3 Tukkiosan osuus rungon tilavuudesta

3.1.5.3.1 Hieskoivu

Yli 50-vuotiaiden hieskoivujen tukkiosan tilavuuden rungon kokonaistilavuudesta lasketun osuuden vaihtelusta pystyttiin askeltavalla regressioanalyysillä selittämään A-aineiston kaikilla puilla 32 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 37 % otettaessa huomioon tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 29 ja 28 % otettaessa huomioon myös vähimmäislaatuvaatimukset (liite 1.25).

Puun ikä selitti yksinään kaikilla puilla 21 ja 16 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 31 ja 20 % vaihtelusta, kun huomioon otettiin toisaalta pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Kaikilla puilla latvuskerrosluokan, kasvupaikkaluokan ja eri runkoluokkien lisäselitykset olivat vastaavasti 4, 4 ja 1 %-yksikköä ja 2, 3 ja 6 %-yksikköä. Täten runkomuototekijöiden vaikutus korostui kiinnitettäessä huomiota laatuun. Jossain määrin oli vaikutusta myös ainespuiden runkovulla, puuston kehitysluokalla ja vallitsevalla koivulajilla. Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla syntytapa toi lisäselitystä 2 ja 6 %-yksikköä sekä pelkästään tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen haaraisuus 2 %-yksikköä.

Rinnankorkeusläpimitan ottaminen kokeiltuihin malleihin kohotti selvästi kokonaisselitysasteita, kaikilla puilla 65 prosenttiin ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 74 prosenttiin, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 44 ja 36 prosenttiin, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Läpimitta selitti yksinään 62 ja 38 % vaihtelusta kaikilla puilla, kun huomioon otettiin toisaalta pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Läpimitan vaikutus peitti siis pitkälti iän vaikutuksen, jonka lisäselitys oli vain alle yksi prosenttiyksikkö. Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla läpimitta selitti 72 ja 26 % vaihtelusta, kun huomioon otettiin toisaalta pelkät tukin mitta- ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Iän lisäselitys oli tässä noin yksi ja 4 %-yksikköä. Läpimitan ottaminen malleihin pienensi selvästi muidenkin tekijöiden vaikutusta.

Kapeneminen osoittautui merkitseväksi tukkiosan tilavuusosuuden vaihtelun selittäjäksi kaatokoepuuaineistossa tehdyissä analyyseissa, joissa rinnankorkeusläpimitan vaikutus ei ollut mukana, otettaessa huomioon vain tukin vähimmäismittavaatimukset, mutta selittävyyttä ei ollut, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Ensinmainitussa tapauksessa vaihtelusta pystyttiin selittämään 43 % kaikkien ja 41 % vain tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistoissa. Näissäkin malleissa puun ikä selitti 31 ja 26 % vaihtelusta ja kapenemisen lisäselitys oli 4 ja 3 %-yksikköä.

Sisällyttämällä kapeneminen malleihin, joissa mukana olivat sekä ikä että rinnankorkeusläpimitta, pystyttiin vaihtelusta selittämään kaikilla puilla 74 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 84 %, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 56 ja 38 %, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Näissäkin malleissa läpimitta selitti yksinään 71 % ja vastaavasti 47 ja 29 % vaihtelusta. Kapenemisen malleihin tuoma lisäselitys oli tosin kaikilla puilla vain noin yksi prosenttiyksikkö mutta tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla kuitenkin 12 ja 8 %-yksikköä.

Taulukossa 69 on esitetty hieskoivujen tukkiosan keskimääräiset osuudet rungon tilavuudesta kasvupaikkaluokittain A-aineiston yli 50 a ikäluokissa kaikilla pystykoepuilla ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla sekä tukin vähimmäismittavaatimusten ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten.

Kaikkien puiden aineistossa tukkiosuudet luonnollisesti kasvoivat puun ikääntyessä, kasvupaikkaluokasta riippuen 51-60 a luokan 1-7 prosentista yli 90 a luokan 25-66 prosenttiin tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen ja 1-4 prosentista 7-58 prosenttiin myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen. Samalla kasvupaikkaluokkien erot kasvoivat moninkertaisiksi. Ensinmainitulla tavalla määriteltynä tukkiosuus oli suurin alle 81 a luokissa ruohoisilla turvemailla ja yli 80 a luokissa tuoreilla kankailla ja pienin kaikissa luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Jälkimmäisellä tavalla määriteltynä tukkiosuus oli suurin alle 61 a ja 71-80 a luokissa ruohoisilla turvemailla ja 61-70 a luokassa kuivahkoilla ja yli 80 a luokissa tuoreilla kankailla ja pienin alle 71 a luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla ja yli 70 a luokissa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Tukkiosuus oli ensinmainitulla tavalla määriteltynä turvemailla säännöllisesti sitä suurempi ja kivennäismailla alle 81 a luokissa sitä pienempi ja yli 80 a luokissa sitä suurempi ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä sekä turve- että kivennäismailla pääsääntöisesti sitä suurempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso. Samalla viljavuustasolla tukkiosuus oli turvemailla säännöllisesti pienempi kuin kivennäismailla, poikkeuksena mustikkainen taso 71-80 a luokassa.

Hylkytukkiosan osuus oli siis huomattava. Myös se kasvoi puun ikääntyessä rungon tilavuudesta laskettuna, alle 61 a luokan 0-3 prosentista yli 90 a luokan 7-28 prosenttiin, mutta joissakin tapauksissa jopa aleni tukin vähimmäismittavaatimuksien määrittelemästä tukkitilavuudesta laskettuna, 29-50 prosentista 12-74 prosenttiin. Kummallakin tavalla laskettuna hylkytukkiosuus oli suurin alle 61 a luokassa kuivahkoilla kankailla ja yli 60 a luokissa ruohoisilla tai mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja pienin ensinmainitulla tavalla laskettuna säännöllisesti puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja jälkimmäisellä tavalla laskettuna alle 61 a ja yli 90 a luokissa tuoreilla ja 61-70 a luokassa kuivahkoilla kankailla ja 71-90 a luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Turvemailla hylkytukkiosuus oli ensinmainitulla tavalla laskettuna 71-90 a luokkia lukuunottamatta sitä suurempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso, mutta jälkimmäisellä tavalla laskettuna viljavuudella ei ollut selvää vaikutusta. Tuoreilla kankailla hylkytukkiosuus oli ensinmainitulla tavalla laskettuna kaikissa luokissa ja jälkimmäisellä tavalla laskettuna 61-80 a luokkia lukuunottamatta pienempi kuin kuivahkoilla kankailla. Ensimainitulla tavalla laskettuna hylkytukkiosa oli turvemailla mustikkaisella viljavuustasolla kaikissa luokissa suurempi mutta puolukkaisella viljavuustasolla pienempi kuin kivennäismailla. Jälkimmäisellä tavalla laskettuna saman viljavuustason turve- ja kivennäismaiden suhteet olivat 61-80 a luokkia lukuunottamatta samansuuntaiset.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosuudet luonnollisesti kasvoivat puun ikääntyessä, kasvupaikkaluokasta riippuen 51-60 a luokan 57-63 prosentista yli 90 a luokan 70-79 prosenttiin tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen ja 49-54 prosentista 49-68 prosenttiin myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen. Ensinmainitulla tavalla määriteltynä tukkiosuus oli suurin alle 61 a ja 81-90 a luokissa tuoreilla kankailla, 61-70 a ja yli 90 a luokissa mustikkaisilla-suursaraisilla ja 71-80 a luokassa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja pienin alle 61 a ja yli 90 a luokissa kuivahkoilla kankailla ja 71-90 a luokissa eri turvemaiden kasvupaikoilla. Jälkimmäisellä tavalla määriteltynä tukkiosuus oli suurin alle 61 a ja yli 80 a luokissa tuoreilla kankailla ja 61-70 a luokassa mustikkaisilla-suursaraisilla ja 71-80 a luokassa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja pienin epäsäännöllisesti eri kasvupaikoilla eri ikäluokissa. Kasvupaikan viljavuustasolla ei ollut ikäluokittain selvää vaikutusta tukkiosuuteen turve- tai kivennäismailla kummallakaan tavalla määriteltynä. Ensinmainitulla tavalla määriteltynä tukkiosuus oli turvemailla mustikkaisella viljavuustasolla alle 61 a ja 81-90 a luokissa pienempi mutta 61-70 a ja yli 90 a luokissa hieman suurempi ja puolukkaisella viljavuustasolla 81-90 a luokkaa lukuunottamatta hieman korkeampi kuin kivennäismailla. Jälkimmäisellä tavalla määriteltynä tukkiosuus oli turvemailla mustikkaisella viljavuustasolla 61-70 a luokkaa lukuunottamatta pienempi ja puolukkaisella viljavuustasolla 71-80 a ja yli 90 a luokissa suurempi mutta 61-70 a ja 81-90 a luokissa selvästi pienempi kuin kivennäismailla.

Myös hylkytukkiosan osuus kasvoi puun ikääntyessä, rungon tilavuudesta laskettuna alle 61 a luokan 3-12 prosentista yli 90 a luokan 7-29 prosenttiin ja tukin vähimmäismittavaatimuksien määrittelemästä tukkitilavuudesta laskettuna 5-21 prosentista 9-37 prosenttiin. Hylkytukkiosuus oli kummallakin tavalla laskettuna pienin alle 81 a luokissa ruohoisilla ja yli 90 a luokassa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja 81-90 a luokassa kuivahkoilla kankailla. Hylkytukkiosuus oli kummallakin tavalla laskettuna sekä turve- että kivennäismailla sitä pienempi mitä korkempi oli kasvupaikan viljavuustaso, lukuunottamatta puolukkaisten-piensaraisten poikkeuksellisen pieniä osuuksia yli 80 a luokissa. Kummallakin tavalla laskettuna hylkytukkiosuus oli turvemailla mustikkaisella viljavuustasolla 81-90 a luokkaa

lukuunottamatta suurempi ja puolukkaisella tasolla alle 71 a luokkia lukuunottamatta pienempi kuin kivennäismailla.

Kasvupaikka- ja ikäluokka vaikuttivat kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun tukkiosuuteen kaikkien puiden aineistossa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=1329, F=17,89 ja 56,57, p=0,0001) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=17,49 ja 33,61, p=0,0001). Muuttujien välillä oli molemmissa tapauksissa yhdysvaikutus (F=4,09 ja 8,16, p=0,0001). Tukeyn testin mukaan tukkiosuus oli molemmissa tapauksissa tuoreilla kankailla suurempi kuin muilla kasvupaikoilla, ruohoisilla turvemailla suurempi kuin muilla turvemaiden kasvupaikoilla ja kuivahkoilla kankailla ensinmainitulla tavalla määriteltynä suurempi kuin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä suurempi kuin mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Kasvupaikka- ja ikäluokka vaikuttivat merkitsevästi myös hylkytukkiosuuteen (F=9,88 ja 20,82, p=0,0001) ja muuttujien välillä oli tässäkin yhdysvaikutus (F=2,24, p=0,0033). Hylkytukkiosuus oli ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla merkitsevästi suurempi kuin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa vain ikäluokka vaikutti merkitsevästi hieskoivun tukkiosuuteen tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella (df=142, F=5,41, p=0,0005; vrt. kasvupaikkaluokka: F=1,05, p=0,3849) ja suuntaa antavasti vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=2,08 ja 0,57, p=0,0879 ja 0,6827). Kumpikaan tutkittu muuttuja ei vaikuttanut merkitsevästi hylkytukkiosuuteen (F=0,79 ja 1,14, p=0,5314 ja 0,3403).

Latvuskerrosluokittaisia tuloksia ei ollut tässäkään perusteltua esittää erikseen muiden kuin päävaltapuiden pienen aineiston vuoksi, vaikka latvuskerrosluokka sinänsä vaikutti askeltavan regressioanalyysin mukaan tukkiosuuteen (liite 1.25). Tämä kuten myös puuston tiheyden vaikutus tuli ilmi kovarianssinalyyseissä kasvupaikkaluokan, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisistä ja yhteisistä vaikutuksista tukkiosuuteen.

Kaikkien puiden aineistossa sekä ikä ja runkoluku että kasvupaikka- ja latvuskerrosluokat vaikuttivat kovarianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun tukkiosuuteen, tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella tässä järjestyksessä (F=252,43, 31,48, 27,73 ja 22,16, p=0,0001) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella järjestyksessä ikä, runkoluku, kasvupaikka- ja latvuskerrosluokat (F=159,05, 23,45, 21,21 ja 14,35, p=0,0001). Myös hylkytukkiosuus riippui merkitsevästi kaikista tutkituista muuttujista järjestyksessä ikä, latvuskerros- ja kasvupaikkaluokat ja runkoluku (F=60,51, 9,12, 6,62 ja 5,57, p=0,0001, 0,0001, 0,0001 ja 0,0184). - Puuston tiheyskin olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon hieskoivujen kasvupaikka- ja ikäluokittaisten tukkiosuuksien vertailussa. Tiheyden vakiointi oli tässäkin kuitenkin epärealistista (luku 3.1.1.1.1).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosuus riippui tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella merkitsevästi iästä ja suuntaa antavasti latvuskerrosluokasta (df=142, F=34,79 ja 2,89, p=0,0001 ja 0,0913; vrt. runkoluku ja kasvupaikkaluokka: F=0,50 ja 0,75, p=0,4788 ja 0,5583) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella merkitsevästi vain iästä (F=16,01, p=0,0001; vrt. muut muuttujat: F=0,04-0,42, p=0,5705-0,8405). Hylkytukkiosuus riippui iästä vain suuntaa antavasti (F=3,16, p=0,0779; vrt. muut muuttujat: F=0,79-1,21, p=0,2725-0,5358).

Taulukossa 70 on esitetty *siemen- ja vesasyntyisiksi* arvioitujen hieskoivujen tukkiosan tilavuuden keskimääräiset osuudet rungon tilavuudesta turve- ja kivennäismailla A-aineiston yli 50 a ikäluokissa kaikilla pystykoepuilla ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla sekä tukin vähimmäismittavaatimusten että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella.

Kaikkien puiden aineistossa tukkiosuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla turvemailla alle 81 a luokissa vain 2-5 %-yksikköä mutta 81-90 a luokassa 12 %-yksikköä ja yli 90 a luokassa 22 %-yksikköä pienempi kuin siemensyntyisillä, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset. Tukkiosuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 71 a luokissa edelleen vain 1-3 %-yksikköä pienempi ja 71-90 a luokissa 5 %-yksikköä suurempi kuin siemensyntyisillä, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset, mutta yli 90 a luokassa yksikään vesasyntyinen hieskoivu ei ollut tukkipuun vähimmäislaatua. Kivennäismailla syntytavan vaikutukset olivat ensinmainitulla tavalla määriteltynä epäselvät ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä vesasyntyisissä hieskoivuissa oli tukkia vain 81-90 a luokassa. Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa tukkiosuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla ensinmainitulla tavalla määriteltynä alle 71 a luokissa 2-4 %-yksikköä ja yli 80 a luokissa 10 ja

42 %-yksikköä pienempi ja 71-80 a luokassa samalla tasolla kuin siemensyntyisillä. Jälkimmäisellä tavalla määriteltynä tukkiosuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 81 a luokissa 1-3 %-yksikköä pienempi, ja 81-90 a luokassa 6 %-yksikköä suurempi kuin siemensyntyisillä, mutta yli 90 a luokassa yksikään vesasyntyinen hieskoivu ei ollut tukkipuun vähimmäislaatua.

Hylkytukkiosuus oli turvemailla rungon tilavuudesta laskettuna vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 61 a ja 71-80 a luokissa vain 3 ja 1 %-yksikköä ja 81-90 a luokassa 16 %-yksikköä pienempi mutta 61-70 a luokassa vastaavasti yhden prosenttiyksikön suurempi, ja tukin vähimmäismittavaatimusten määrittelemästä tukkitilavuudesta laskettuna alle 61 a, 71-80 a ja 81-90 a luokissa 42, 2 ja 65 %-yksikköä pienempi mutta 61-70 a luokassa 27 %-yksikköä suurempi kuin siemensyntyisillä. Kivennäismailla ja kaikkien kasvupaikkojen aineistossa syntytavan vaikutukset olivat ikäluokittain epäselvät.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla turvemailla oletusten vastaisesti alle 90 a luokissa tukin vähimmäismittavaatimukset.huomioon otettaessa 2-12 %-yksikköä ja lisäksi vähimmäislaatuvaatimukset huomioon otettaessa 8-18 %-yksikköä suurempi kuin siemensyntyisillä. Sen sijaan yli 90 a luokassa yksikään vesasyntyinen hieskoivu ei ollut tukkipuun vähimmäislaatua, kun taas siemensyntyisillä tukkiosuudet olivat ensinmainitulla ja jälkimmäisellä tavalla laskettuna 75 ja 61 %. Kivennäismailla vain muutama 81-90 a luokan vesasyntyinen hieskoivu täytti tukkipuun vähimmäismittavaatimukset, kun sen sijaan siemensyntyistem hieskoivujen tukkiosuus kasvoi alle 61 a luokan 59 prosentista yli 90 a luokan 77 prosenttiin ensinmainitulla tavalla ja vastaavasti 49 prosentista 65 prosenttiin jälkimmäisellä tavalla laskettuna. Kaikkien kasvupaikkojen aineistossa vertailut eivät olleet mielekkäitä kivennäismaiden vesasyntyisten hieskoivujen vain muutamien havaintojen vuoksi.

Hylkytukkiosuus oli turvemailla rungon tilavuudesta laskettuna vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 61 a ja yli 70 a luokissa 3-18 %-yksikköä pienempi mutta 61-70 a luokassa 4 %-yksikköä suurempi ja tukin vähimmäismittavaatimusten määrittelemästä tukkitilavuudesta laskettuna vastaavasti 6-24 %-yksikköä pienempi ja 4 %-yksikköä suurempi kuin siemensyntyisillä. Vastaava vertailu ei ollut perusteltu kivennäismailla ja kaikkien kasvupaikkojen aineistossa.

Syntytapa vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevästi hieskoivun tukkiosuuteen kaikkien puiden aineistossa tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella turvemailla (df=1037, F=9,93, p=0,0017; vrt. ikäluokka: F=7,54, p=0,0001), kivennäismailla (df=282, F=5,28, p=0,0023; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=7,33 ja 7,69, p=0,0001) ja varsinkin kaikilla kasvupaikoilla (df=1329, F=31,80, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=13,82 ja 8,14, p=0,0001). Tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella vaikutus oli merkitsevä kivennäismailla ja kaikilla kasvupaikoilla (F=5,50 ja 16,93, p=0,0198 ja 0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=8,21 ja 7,43 vs. 9,36 ja 7,95, p=0,0001) ja suuntaa antava turvemailla (F=2,28, p=0,1317; vrt. ikäluokka: F=3,01, p=0,0173). Hylkytukkiosuuteen syntytapa vaikutti merkitsevästi turvemailla (F=6,85, p=0,0090; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=3,97 ja 2,56, p=0,0034 ja 0,0375) ja kaikilla kasvupaikoilla (F=11,33, p=0,0008; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=5,07 ja 3,56, p=0,0005 ja 0,0067) mutta ei kivennäismailla (F=0,37, p=0,5444; vrt. ikäluokka: F=1,84, p=0,1213).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa syntytapa vaikutti tukkiosuuteen tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella vain suuntaa antavasti turvemailla ja kaikilla kasvupaikoilla (df=83 ja 142, F=3,54 ja 3,26, p=0,0639 ja 0,0731; vrt. ikäluokka: F=3,48 ja 12,15, p=0,0116 ja 0,0001) mutta ei vaikuttanut kivennäismailla (df=53, F=0,04, p=0,8408; vrt. ikäluokka: F=6,15, p=0,0004). Tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella vaikutus oli merkitsevä turvemailla ja kaikilla kasvupaikoilla (F=10,64 ja 12,14, p=0,0017 ja 0,0001; vrt. ikäluokka: F=1,08 ja 8,64, p=0,3726 ja 0,0001) mutta ei kivennäismailla (F=0,38, p=0,5416; vrt. ikäluokka: F=7,07, p=0,0001). Laadun huomioon ottaminen johti siis tälläkin perusteella selvästi turvemaiden vesa- ja siemensyntyisten hieskoivujen keskimääräisten erojen kasvuun tukkiosuudessa. Syntytapa ei vaikutanut hylkytukkiosuuteen täälläkään (F=1,79, p=0,1852; vrt. ikäluokka: F=1,32, p=0,4296).

Kovarianssianalyysissä, jossa otettiin syntytavan ja iän lisäksi huomioon latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset, syntytapa vaikutti kaikkien puiden aineistossa tukkiosuuteen tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella turvemailla suuntaa antavasti (df=1046, F=2,79, p=0,0954; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=107,80, 12,98 ja 0,17, p=0,0001, 0,0001 ja 0,6799), mutta kivennäismailla sillä ei ollut vaikutusta (df=288, F=0,87, p=0,3516; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=65,99, 30,96 ja 66,18, p=0,0001). Tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella syntytapa ei vaikuttanut turvemailla (F=1,07, p=0,3022; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=32,59, 5,02 ja 0,37, p=0,0001, 0,0019 ja 0,5477) mutta vaikutti suuntaa antavasti kivennäismailla (F=2,57, p=0,1099; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=80,74, 13,91 ja 32,08, p=0,0001). Syntytapa ei vaikuttanut hylkytukkiosuuteen turve- tai kivennäismailla (F=1,30 ja 0,51, p=0,2547 ja 0,4741; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=59,12 ja 0,04, 6,02 ja 11,08 sekä 0,00 ja 20,45, p=0,0001 ja 0,08383, 0,0005 ja 0,0001 sekä 0,9705 ja 0,0001).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tehdyissä kovarianssianalyyseissä syntytapa vaikutti tukkiosuuteen tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella turvemailla suuntaa antavasti (df=83, F=2,57, p=0,1131; vrt. ikä. latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=17,83, 3,94 ja 0,07, p=0,0001, 0,0505 ja 0,4148) mutta ei vaikuttanut kivennäismailla (df=58, F=0,39, p=0,5365; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=28,69, 0,07 ja 0,41, p=0,0001, 0,7880 ja 0,5225). Tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella vaikutus oli merkitsevä turvemailla (F=10,04, p=0,0022; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=5,04, 1,71 ja 0,05, p=0,0276, 0,1948 ja 0,8222) mutta ei kivennäismailla (F=0,68, p=0,4146; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=33,10, 1,23 ja 1,25, p=0,0001, 0,2732 ja 0,2692). Hylkytukkiosuuteen syntytapa vaikutti suuntaa antavasti turvemailla (F=2,45, p=0,1215; vrt. ikä, latvuskerrosluokka ja runkoluku: F=4,02, 0,47 ja 0,36, p=0,0485, 0,4927 ja 0,5582).

Niissä tapauksissa, joissa syntytapa ei vaikuttanut kovarianssianalyysissä tukkiosuuteen, voidaan tämän päätellä olevan siemen- ja vesasyntyisillä hieskoivuilla samalla tasolla samassa latvuskerroksessa ja vakiotiheydessä. Tällainen metsikön rakenne ei liene kuitenkaan normaali (luku 4.1.5).

3.1.5.3.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Yli 50-vuotiaiden hies- ja rauduskoivujen tukkiosan tilavuuden rungon kokonaistilavuudesta lasketun osuuden vaihtelusta pystyttiin askeltavalla regressioanalyysillä selittämään A-aineiston kaikilla puilla 39 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 29 % otettaessa huomioon tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 34 ja 17 % otettaessa huomioon myös vähimmäislaatuvaatimukset (liite 1.26).

Kaikkien puiden aineistossa vaikuttavia tekijöitä oli huomattavasti enemmän kuin pelkästään tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa. Puun ikä selitti yksinään kaikilla puilla 23 ja 17 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 18 ja 16 %, kun huomioon otettiin yhtäältä pelkät tukin mittavaatimukset ja toisaalta myös laatuvaatimukset. Koivulajin vaikutus oli kaikilla puilla suuri, 9 ja 8 %, mutta tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla se vaikutti vain otettaessa huomioon pelkät tukin vähimäismittavaatimukset, 6 %. Muita jossain määrin vaikuttavia tekijöitä olivat latvuskerrosluokka, ainespuiden runkoluku, eri runkoluokat, kasvupaikkaryhmä ja puuston kehitysluokka. Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla ainespuiden runkoluku toi lisäselitystä 2 %-yksikköä ja haaraisuus yhden prosenttiyksikön otettaessa vain tukin vähimmäismittavaatimukset.

Rinnankorkeusläpimitan ottaminen kokeiltuihin malleihin kohotti tässäkin selvästi kokonaisselitysasteita, kaikilla puilla 71 prosenttiin ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 73 prosenttiin, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset, mutta vain 51 ja 32 prosenttiin, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Läpimitta selitti yksinään 70 ja 46 % vaihtelusta kaikilla puilla, kun huomioon otettiin yhtäältä pelkät tukin mittavaatimukset ja 72 ja 27 %, kun huomioon otettiin myös laatuvaatimukset. Läpimitan vaikutus peitti siis pitkälti iän vaikutuksen, jonka malleihin tuoma lisäselitys oli vain 1 ja 3 %-yksikköä. Läpimitan ottaminen malleihin pienensi muidenkin tekijöiden vaikutuksia. Koivulajin vaikutus oli tällöin merkitsevä vain otettaessa

huomioon tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset, jolloin selitysaste oli 3 %. Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla läpimitta oli ainoa merkitsevä selittäjä, kun otettiin huomioon vain tukin vähimmäismittavaatimukset. Läpimitta oli 27 prosentin selitysasteella hallitseva ja ikä 4 prosentin lisäselityksellä ainoa muu merkitsevä selittäjä, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset.

Kapeneminen osoittautui merkitsevimmäksi yksittäiseksi tukkiosan pituuden vaihtelun selittäjäksi kaatokoepuuaineistossa tehdyissä analyyseissa, joissa rinnankorkeusläpimitta ei ollut mukana. Vaihtelusta pystyttiin tällöin selittämään kaikilla puilla 77 % ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 81 %, kun huomioon otettiin vain tukin vähimmäismittavaatimukset, ja 51 ja 32 %, kun huomioon otettiin myös vähimmäislaatuvaatimukset. Näissä malleissa kapeneminen selitti yksinään 76 ja 80 % ja vastaavasti 54 ja 27 % vaihtelusta. Kapenemisen vaikutus peitti kokonaan iän vaikutuksen otettaessa huomioon vain tukin vähimmäismittavaatimukset ja lähes kokonaan otettaessa huomioon lisäksi vähimmäislaatuvaatimukset, jolloin iän lisäselitys oli kaikilla puilla vain noin yksi prosenttiyksikkö ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla 3 %-yksikköä. Koivulajilla ei ollut tässäkään vaikutusta.

Sisällyttämällä kapeneminen malleihin, joissa mukana olivat sekä ikä että rinnankorkeusläpimitta, pystyttiin selitysasteita parantamaan kaikilla puilla 78 ja 59 prosenttiin otettaessa huomioon pelkästään tukin vähimmäismittavaatimukset, mutta ei lainkaan tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla. Kaikilla puilla rinnankorkeusläpimitta oli ensinmainitussa tapauksessa edelleen merkitsevin selittäjä (R^2=0,79) ja kapenemisen tuoma lisäselitys oli 2 %-yksikköä, mutta jälkimmäisessä tapauksessa kapeneminen oli merkitsevin selittäjä (R^2=0,54). Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla kapeneminen oli vuorostaan ensinmainitussa tapauksessa merkitsevin selittäjä (R^2=0,79), kun sillä jälkimmäisessä tapauksessa ei ollut vaikutusta. Koivulajilla ei ollut tässäkään lainkaan vaikutusta.

Taulukossa 71 on esitetty hies- ja rauduskoivujen tukkiosan tilavuuden keskimääräiset osuudet rungon tilavuudesta turve- ja kivennäismailla A-aineiston yli 50 a ikäluokissa kaikilla pystykoepuilla ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla sekä tukin vähimmäismittavaatimusten ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella.

Kaikkien puiden aineistossa tukkiosuus oli hieskoivulla kaikissa ikäluokissa selvästi pienempi kuin rauduskoivulla, lukuunottamatta tukin mitta- ja laatuvaatimukset huomioon otettaessa turvemaiden yli 90 a luokkaa, jossa rauduskoivuaineisto oli pieni. Koivulajien ero kasvoi ikäluokan mukana turvemailla alle 61 a luokan 10 %-yksiköstä 81-90 a luokan 32 %-yksikköön ja kivennäismailla alle 61 a luokan 13 %-yksiköstä 71-80 a luokan 38 %-yksikköön kääntyäkseen sen jälkeen taas laskuun yli 90 a luokan 12 %-yksikköön tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon otettaessa. Vastavasti ero kasvoi turvemailla alle 61 a luokan 8 %-yksiköstä 81-90 a luokan 32 %-yksikköön ja kivennäismailla alle 61 a luokan 11 %-yksiköstä 71-80 a luokan 23 %-yksikköön kääntyäkseen sen jälkeen laskuun yli 90 a luokan 4 %-yksikköön myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon otettaessa.

Turve- ja kivennäismaiden koivujen erot olivat alle 91 a luokissa selvästi pienemmät mutta yli 90 a luokassa lähes samalla tasolla kuin koivulajien erot. Hieskoivulla tukkiosuus oli turvemailla ensinmainitulla tavalla määriteltynä alle 81 luokissa vain 0,5-2 %-yksikköä mutta yli 80 a luokissa 12 ja 24 %-yksikköä, ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä vastaavasti 0,5-3

%-yksikköä ja 11 ja 30 %-yksikköä pienempi kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla tukkiosuus oli turvemailla ensinmainitulla tavalla määriteltynä alle 61 a luokassa 4 %-yksikköä pienempi mutta 61-90 a luokissa 9-27 %-yksikköä suurempi, ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä vastaavasti 4 %-yksikköä pienempi ja 2-17 %-yksikköä suurempi kuin kivennäismailla.

Hylkytukkiosuus oli hieskoivulla rungon tilavuudesta laskettuna turvemailla 2-47 %-yksikköä ja kivennäismailla 1-17 %-yksikköä pienempi kuin rauduskoivulla erojen kasvaessa ikäluokan mukana. Koko tukkiosan tilavuudesta laskettuna hylkytukkiosuus oli kuitenkin hieskoivulla turvemailla 13-21 %-yksikköä suurempi ja kivennäismailla alle 61 a ja 71-80 a luokissa 22 ja 19 %-yksikköä suurempi ja 61-70 a ja yli 80 a luokissa 7-12 %-yksikköä pienempi kuin rauduskoivulla.

Hieskoivulla hylkytukkiosuus oli turvemailla kivennäismaihin verrattuna rungon tilavuudesta laskettuna 61-80 a ja yli 90 a luokissa 2-7 %-yksikköä suurempi ja alle 61 a ja 81-90 a luokissa vain noin yhden prosenttiyksikön pienempi mutta koko tukkiosan tilavuudesta laskettuna 3-7 %-yksikköä pienempi lukuunottamatta yli 90 a luokkaa, jossa päinvastainen ero oli 6 %-yksikköä. Rauduskoivulla hylkytukkiosuus oli turvemailla kivennäismaihin verrattuna ensinmainitulla tavalla laskettuna alle 71 a luokissa 6 ja 8 %-yksikköä pienempi mutta yli 70 a luokissa 9-46 %-yksikköä suurempi eron kasvaessa ikäluokan mukana ja jälkimmäisellä tavalla laskettuna alle 61 a luokassa 3 %-yksikköä ja yli 80 a luokissa 21-74 %-yksikköä suurempi ja 61-80 a luokissa 12 ja 4 %-yksikköä pienempi.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosuus oli hieskoivulla alle 91 a luokissa pienempi kuin rauduskoivulla tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon otettaessa. Koivulajien ero kasvoi tällöin ikäluokan mukana turvemailla alle 61 a luokan 10 %-yksiköstä 81-90 a luokan 16 %-yksikköön ja kivennäismailla alle 61 a luokan 4 %-yksiköstä 71-80 a luokan 14 %-yksikköön laskeakseen sen jälkeen alle yhteen prosenttiyksikköön. Myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon otettaessa koivulajien ero oli turvemailla säännöllisesti tämänsuuntainen, pienentyen alle 61 a luokan 13 %-yksiköstä 81-90 a luokan alle yhteen prosenttiyksikköön. Sen sijaan kivennäismailla tukkiosuus oli tällöin hieskoivulla vain alle 61 a luokassa 7 %-yksikköä pienempi mutta yli 60 a luokissa 1-3 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla.

Turve- ja kivennäismaiden koivujen erot olivat alle 71 a luokissa pienemmät mutta yli 70 a luokissa osapuilleen samalla tasolla ja osin jopa suuremmat kuin koivulajien erot. Hieskoivulla tukkiosuus oli turvemailla ensinmainitulla tavalla määriteltynä alle 71 ja yli 90 a luokissa vain 0,5-2 %-yksikköä mutta 71-90 a luokissa 6 ja 9 %-yksikköä, ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä alle 71 a luokissa 2-3 %-yksikköä suurempi ja yli 70 a luokissa 3-11 %-yksikköä pienempi kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla tukkiosuus oli turvemailla ensinmainitulla tavalla määriteltynä alle 61 a ja 81-90 a luokissa 4 ja 7 %-yksikköä suurempi ja 61-80 a luokissa samalla tasolla, ja jälkimmäisellä tavalla määriteltynä alle 71 a luokissa 10 ja 8 %-yksikköä mutta 71-90 a luokissa vain noin yhden prosenttiyksikön suurempi kuin kivennäismailla.

Hylkytukkiosuus oli hieskoivulla rauduskoivuun verrattuna rungon tilavuudesta laskettuna turvemailla alle 61 a luokassa 3 %-yksikköä suurempi mutta 61-90 a luokissa 2-14 %-yksikköä pienempi ja kivennäismailla alle 61 a luokassa 3 %-yksikköä suurempi ja yli 60 a luokissa 1-10 %-yksikköä pienempi koivulajien eron tällöin pienentyessä ikäluokan kasvaessa. Koko tukkiosan tilavuudesta laskettuna hylkytukkiosuus oli hieskoivulla turvemailla alle 61 a

luokassa 6 %-yksikköä suurempi mutta 61-90 a luokissa 1-15 %-yksikköä pienempi koivulajien eron kasvaessa ikäluokan mukana ja kivennäismailla alle 61 a luokissa 5 %-yksikköä suurempi ja yli 61 a luokissa 3-12 %-yksikköä pienempi koivulajien eron pienentyessä ikäluokan mukana.

Hieskoivulla hylkytukkiosuus oli turvemailla alle 91 a luokissa rungon tilavuudesta laskettuna 2-5 %-yksikköä ja koko tukkiosan tilavuudesta laskettuna 3-7 %-yksikköä pienempi mutta yli 90 a luokassa vastaavasti 5 ja 6 %-yksikköä suurempi kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla hylkytukkiosuus oli turvemailla kivennäismaihin verrattuna ensinmainitulla tavalla laskettuna alle 71 a luokissa 5 ja 8 %-yksikköä pienempi, 71-80 a luokassa samalla tasolla ja 81-90 a luokassa 6 %-yksikköä suurempi ja jälkimmäisellä tavalla laskettuna alle 81 a luokissa 4-12 %-yksikköä pienempi ja 81-90 a luokassa 5 %-yksikköä suurempi.

Koivulaji vaikutti kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan tukkiosuuteen kaikkien puiden aineistossa sekä turve- että kivennäismailla, sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (df=1093 ja 464, F=59,00 ja 51,01, p=0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=20,81 ja 8,54 vs. 50,39 ja 2,97, p=0,0001 vs. 0,0001 ja 0,0193) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=23,57 ja 32,47; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=6,13 ja 6,12 vs. 44,34 ja 1,91, p=0,0001 vs. 0,0001 ja 0,1082). Koivulaji vaikutti merkitsevästi myös hylkytukkiosuuteen kummassakin kasvupaikkaryhmässä (F=25,86 ja 12,85, p=0,0001 ja 0,0004; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=15,87 ja 6,09 vs. 8,92 ja 2,93, p=0,0001 vs. 0,0001 ja 0,0205).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen tukkiosuudessa oli kaikkien puiden aineistossa merkitseviä eroja sekä tukin vähimmäismitta- että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (df=1329, F=13,31 ja 35,28, p=0,0003 ja 0,0001; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=68,18 ja 5,74 vs. 58,29 ja 15,86, p=0,0001). Rauduskoivulla kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut (df=228, F=1,96 ja 0,62, p=0,1627 ja 0,4332; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=14,27 ja 1,63 vs. 3,02 ja 2,46, p=0,0001 ja 0,1689 vs. 0,0189 ja 0,0463). Hieskoivulla kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut merkitsevästi hylkytukkiosuuteen (F=1,04, p=0,3078; vrt. ikäluokka: F=16,08, p=0,0001), kun taas rauduskoivulla vaikutus oli merkitsevä (F=8,97, p=0,0031; vrt. ikäluokka ja yhdysvaikutus: F=10,67 ja 3,35, p=0,0001 ja 0,0110).

Koivulaji vaikutti tukkiosuuteen tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa turvemailla merkitsevästi tukin vähimmäismitta- mutta ei vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (df=101, F=7,86 ja 1,33, p=0,0062 ja 0,2522; vrt. ikäluokka: F=3,39 ja 0,60, p=0,0123 ja 0,6623). Kivennäismailla koivulajilla ei ollut vaikutusta kummassakaan tapauksessa (df=141, F=1,73 ja 0,34, p=0,1913 ja 0,9603; vrt. ikäluokka: F=6,47 ja 8,15, p=0,0001). Koivulaji vaikutti hylkytukkiosuuteen suuntaa antavasti sekä turve- että kivennäismailla (F=2,72 ja 2,32, p=0,1026 ja 0,1303; vrt. ikäluokka: F=2,10 ja 0,40, p=0,0865 ja 0,8060).

Kummallakaan koivulajilla ei ollut eroja turve- ja kivennäismaiden koivujen tukkiosuudessa tukin vähimmäismittavaatimusten (df=142 ja 102, F=2,02 ja 0,36, p=0,1571 ja 0,5521; vrt. ikäluokka: F=8,97 ja 1,84, p=0,0001 ja 0,1284) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimustenkaan perusteella (F=0,47 ja 0,86, p=0,4931 ja 0,3561; vrt. ikäluokka: F=5,63 ja 2,86, p=0,0003 ja 0,0277). Myöskään hylkytukkiosuudessa ei ollut merkitseviä eroja (F=0,56 ja 0,09; p=0,4540 ja 0,7592; vrt. ikäluokka: F=0,70 ja 2,07, p=0,5940 ja 0,0905).

Latvuskerrosluokittaisia tuloksia ei ollut tässäkään perusteltua esittää erikseen muiden kuin päävaltapuiden pienen aineiston vuoksi, vaikka latvuskerrosluokka sinänsä vaikutti askeltavan regressioanalyysin mukaan jonkin verran tukkiosan tilavuuteen (liite 1.26). Tämä kuten myös puuston tiheyden vaikutus tuli esillle kovarianssinalyyseissä koivulajin, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun erillisistä ja yhteisistä vaikutuksista tukkiosuuteen turve- ja kivennäismailla.

Kaikkien puiden aineistossa vaikutukseltaan merkitseviä olivat turvemailla tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella ikä, koivulaji ja latvuskerrosluokka (df=1093, F=131,60, 73,95 ja 14,08, p=0,0001; vrt. runkoluku: F=0,12, p=0,7294) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella samat muuttujat mutta järjestyksessä koivulaji, ikä ja latvuskerrosluokka (F=65,11, 33,03 ja 5,65, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0008; vrt. runkoluku: F=0,30, p=0,5827). Hylkytukkiosuus riippui merkitsevästi samoista muuttujista järjestyksessä ikä, latvuskerrosluokka ja koivulaji (F=77,64, 5,94 ja 9,79, p=0,0001, 0,0005 ja 0,0018; vrt. runkoluku: F=0,01, p=0,9347). Kivennäismailla kaikki tutkitut muuttujat vaikuttivat merkitsevästi tukkiosan tilavuuteen, tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella järjestyksessä runkoluku, ikä, latvuskerrosluokka ja koivulaji (df=464, F=103,64, 89,15, 64,29 ja 15,22, p=0,0001) ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella järjestyksessä ikä, latvuskerrosluokka, koivulaji ja runkoluku (F=179,03, 63,75, 56,80 ja 55,34, p=0,0001). Hylkytukkiosuus riippui täällä runkoluvusta, latvuskerrosluokasta ja koivulajista (F=19,58, 13,21 ja 4,74, p=0,0001, 0,0001, 0,0299; vrt. ikä: F=1,01, p=0,3150). - Puuston tiheyskin olisi täten ollut perusteltua ottaa huomioon myös hies- ja

rauduskoivun ikäluokittaisten tukkiosuuksien vertailussa kivennäismailla. Tiheyden vakiointi oli tässäkin kuitenkin epärealistista (luku 3.1.1.1.2).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa vaikuttivat turvemailla tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella ikä, koivulaji ja latvuskerrosluokka merkitsevästi (df=101, F=19,42, 10,97 ja 4,54 p=0,0001, 0,0013 ja 0,0357; vrt. runkoluku: F=0,71, p=0,4001) mutta vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella vain ikä suuntaa antavasti (F=3,25, p=0,0745; vrt. latvuskerrosluokka, koivulaji ja runkoluku: F=2,09, 0,90 ja 0,01, p=0,1517, 0,3450 ja 0,9101). Hylkytukkiosuus riippui merkitsevästi iästä ja koivulajista (F=5,92 ja 5,06, p=0,0168 ja 0,0268; vrt. runkoluku ja latvuskerrosluokka: F=0,50 ja 0,34, p=0,4816 ja 0,5592). Kivennäismailla tukkiosuuteen vaikuttivat tukin vähimmäismittavaatimusten perusteella merkitsevästi ikä, runkoluku ja koivulaji (df=143, F=27,11, 9,21 ja 5,59, p=0,0001, 0,0029 ja 0,0194; vrt. latvuskerrosluokka: F=0,09, p=0,7667) mutta vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella vain ikä merkitsevästi ja runkoluku suuntaa antavasti (F=38,21 ja 2,90, p=0,0001 ja 0,0910; vrt. koivulaji ja latvuskerrosluokka: F=1,03 ja 0,62, p=0,3118 ja 0,4326). Hylkytukkiosuus riippui täällä vain suuntaa antavasti iästä (F=2,38, p=0,1248; vrt. muut muuttujat : F=0,29-0,68, p=0,3279-0,5935).

Taulukossa 72 on esitetty hies- ja rauduskoivujen tukkiosan tilavuuden keskimääräiset osuudet rungon tilavuudesta A-aineiston *19-31 cm:n rinnankorkeusläpimittaluokissa* kaikilla pystykoepuilla ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä puilla sekä tukin vähimmäismittavaatimusten ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella.

Kaikkien puiden aineistossa tukkiosuus oli hieskoivulla pienempi kuin rauduskoivulla. Koivulajien ero oli tällöin 2-4 %-yksikköä tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon otettaessa ja 5-36 %-yksikköä myös vähimmäislaatuvaatimukset huomioon otettaessa, jolloin ero myös kasvoi selvästi läpimittaluokan mukana. Poikkeuksina olivat 23 cm:n luokka, jossa vastaavat tukkiosuudet olivat hieskoivulla 2 ja 4 %-yksikköä suuremmat kuin rauduskoivulla, ja 31 cm:n luokka, jossa tukkiosuus oli hies- ja rauduskoivulla ensinmainitulla tavalla määriteltynä samalla tasolla. Hylkytukkiosuus oli hieskoivulla rauduskoivuun verrattuna rungon tilavuudesta laskettuna 1-37 %-yksikköä ja koko tukkiosan tilavuudesta laskettuna 5-42 %-yksikköä suurempi koivulajien erojen pääsääntöisesti kasvaessa läpimittaluokan mukana.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa tukkiosuus oli hieskoivulla tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon otettaessa 19 ja 21 cm:n luokissa 6 ja 3 %-yksikköä suurempi ja 23-29 cm:n luokissa 0,5-3 %-yksikköä pienempi ja 31 cm:n luokassa samalla tasolla kuin rauduskoivulla. Otettaessa huomioon myös tukin vähimmäislaatuvaatimukset tukkiosuus oli sen sijaan hieskoivulla 1-10 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla lukuunottamatta 31 cm:n luokkaa, jossa koivulajien päinvastainen ero oli 3 %-yksikköä. Hylkytukkiosuus oli hieskoivulla rauduskoivuun verrattuna rungon tilavuudesta laskettuna 23-29 cm:n luokissa 5-12 %-yksikköä pienempi, 21 cm:n luokassa samalla tasolla ja 19 ja 31 cm:n luokissa 5 ja 3 %-yksikköä suurempi ja koko tukkiosan tilavuudesta laskettuna vastaavasti 6-17 %-yksikköä pienempi, samalla tasolla ja 12 ja 4 %-yksikköä suurempi.

Kovarianssianalyysin mukaan, jossa selitettiin tukkiosuutta koivulajilla ja logaritmisella rinnankorkeusläpimitalla, hiesten ja raudusten erot olivat merkitseviä kaikkien puiden aineistossa tukin vähimmäismittavaatimusten (df=592, F=17,05, p=0,0001; vrt. läpimitta ja yhdysvaikutus: F=1207,33 ja 17,31, p=0,0001) mutta eivät vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella (F=0,26, p=0,6071; vrt. läpimitta: F=301,44, p=0,0001). Koivulaji vaikutti kuitenkin merkitsevästi hylkytukkiosuuteen (F=5,57, p=0,0186; vrt. läpimitta ja yhdysvaikutus: F=55,91 js 5,94, p=0,0001 0,0151). Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa koivulaji ei vaikuttanut merkitsevästi tukkiosuuteen kummallakaan tavalla määriteltynä (df=254, F=0,00 ja 0,00, p=0,9559 ja 0,9048; vrt. läpimitta: F=887,63 ja 110,35, p=0,0001) eikä myöskään hylkytukkiosuuteen (F=0,00, p=0,9888; vrt. läpimitta: F=54,07, p=0,0001).

Kun kaikkien puiden aineiston kovarianssianalyyseissä otettiin koivulajin ja logaritmisen rinnankorkeusläpimitan lisäksi huomioon myös latvuskerrosluokka ja runkoluku, tukin vähimmäismittavaatimukset ja vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksetkin huomioon ottaen vain läpimitan vaikutus oli merkitsevä ja runkoluvun vaikutus suuntaa antava (F=1214,23 ja 2,60, p=0,0001 ja 0,1074; vrt. latvuskerrosluokka ja koivulaji: F=1,71 ja 0,97, p=0,1820 ja 0,5487), kun taas vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset huomioon ottaen läpimitan ja runkoluvun vaikutukset olivat merkitseviä (F=289,28 ja 6,01, p=0,0001 ja 0,0104), koivulajin vaikutus suuntaa antava (F=3,57, p=0,0592) ja latvuskerrosluokka ei

vaikuttanut (F=0,66, p=0,5154). Hylkytukkiosuuteen vaikutti vain läpimitta merkitsevästi (F=66,71, p=0,0001; vrt. muut muuttujat: F=1,71, 1,55 ja 0,08, p=0,1916, 0,2135 ja 0,9190).

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden aineistossa vain läpimitta vaikutti merkitsevästi tukkiosuuteen sekä vähimmäismitta- että vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset huomioon ottaen (F=843,78 ja 105,06, p=0,0001; vrt. muut muuttujat: F=1,14, 1,08 ja 0,00 vs. 2,03, 0,23 ja 0,65, p=0,2859, 0,2997 ja 0,9803 vs. 0,1559, 0,6310 ja 0,4193). Hylkytukkiosuuteen vaikuttivat kuitenkin merkitsevästi sekä läpimitta että koivulaji (F=51,16 ja 4,25, p=0,0001 ja 0,0402; vrt. latvuskerros ja runkoluku: F=0,63 ja 0,02, p=0,4282 ja 0,8873).

3.1.5.4 Tukkiosan tyveykset ja latvavähennykset sekä hylkytukkirungot

3.1.5.4.1 Hieskoivu

Taulukossa 73 on esitetty niiden hieskoivujen osuudet tukkipuun vähimmäismitat täyttäneistä pystykoepuista kasvupaikkaluokittain A-aineistossa, joista jouduttiin tekemään tyveys tai latvavähennys tai jotka jouduttiin kokonaan hylkäämään tukkipuina vähimmäislaatuvaatimusten alittumiseen johtaneiden ulkoisten vikojen vuoksi. Vain rungon osan hylkäämiseen johtaneiden tyveysten ja latvavähennysten osuudet olivat turvemaiden kasvupaikoilla keskimäärin selvästi pienemmät mutta kokonaan hylättävien tukkirunkojen osuudet vastaavasti vähintään yhtä selvästi suuremmat kuin kivennäismaiden kasvupaikoilla. Suhteet olivat tämänsuuntaiset myös saman viljavuustason turve- ja kivennäismaiden kasvupaikkojen välillä. Turvemailla hylkytukkirunkoja oli selvästi ja latvavähennettäviä runkoja lievästi eniten mustikkaisilla-suursaraisilla ja tyvettäviä runkoja vastaavasti eniten ruohoisilla turvemailla. Tyvettäviä runkoja ei olut lainkaan ja hylkytukkirunkoja ja latvavähennettäviä runkojakin oli puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla suokasvupaikoista vähiten, joskin tukkipuun kokoisten puiden aineisto oli näillä myös selvästi pienin. Tuoreilla kankailla oli hylkytukkirunkoja vain neljännes ja tyvettäviä runkoja kolme neljäsosaa siitä mitä kuivahkoilla kankailla. Latvavähennettäviä runkoja oli tuoreilla kankailla kuitenkin lähes kaksinkertaisesti kuivahkoihin kankaisiin verrattuna. - Latvavähennyksen tarpeeseen vaikuttaa luonnollisesti tukin vähimmäisläpimittavaatimuksen täyttävän rungon osan pituus, joka oli yleensä kivennäismailla suurempi kuin turvemailla ja sitä suurempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso (luku 3.1.6.1.1).

Tyveykset johtuivat ruohoisilla turvemailla joka toisessa rungossa ulkoisesti havaitusta tyvilahosta, joka kolmannessa rungossa tyvimutkista ja joka kuudennessa rungossa oksista, ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla kaikissa tapauksissa tyvimutkista (taulukko 74).

Taulukko 73. Niiden hieskoivujen osuudet tukkipuun vähimmäismitat täyttäneistä pystykoepuista kasvupaikkaluokittain A-aineistossa, joista jouduttiin tekemään tyveys tai latvavähennys tai jotka jouduttiin kokonaan hylkäämään tukkipuina vähimmäislaatuvaatimusten alittumiseen johtaneiden ulkoisten vikojen vuoksi.

Kasvupaikkaluokka	Tyveykset	Latva-vähennykset	Hylkytukkirungot	Tukkipuun kokoiset rungot, kpl
	Osuus tukkipuun kokoisista hieskoivuista, %			
Ruohoinen turvemaa	5,3	9,7	48,7	113
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	4,3	10,1	58,0	69
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0	9,1	45,5	22
Tuore kangas	14,6	45,8	10,1	48
Kuivahko kangas	18,8	28,1	40,6	32

Taulukko 74. Tyveysten, latvavähennysten ja tukkipuuna hylkäämisen syyt tukkipuun vähimmäismitat täyttäneillä hieskoivuilla kasvupaikkaluokittain A-aineistossa.

Kasvupaikkaluokka	Tavalliset oksat	Pysty-oksat	Tavalliset mutkat	Laho	Korot	Pinta-halkeamat	Paisumat
	Osuus tukkipuun kokoisista hieskoivuista, %						
			Tyveykset				
Ruohoinen turvemaa	16,7	0	33,3	50,0	0	0	0
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0	0	100,0	0	0	0	0
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0	0	0	0	0	0	0
Tuore kangas	14,3	0	14,3	28,6	42,9	0	0
Kuivahko kangas	16,7	0	16,7	33,3	33,3	0	0
			Latvavähennykset				
Ruohoinen turvemaa	36,4	27,3	36,4	0	0	0	0
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0	28,6	57,1	14,3	0	0	0
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	50,0	50,0	0	0	0	0	0
Tuore kangas	40,9	9,1	50,0	0	0	0	0
Kuivahko kangas	22,2	0	77,8	0	0	0	0
			Hylkytukkirungot				
Ruohoinen turvemaa	3,6	25,5	50,9	7,3	12,7	0	0
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	7,5	17,5	52,5	7,5	7,5	2,5	5,0
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	10,0	50,0	10,0	10,0	10,0	0	10,0
Tuore kangas	20,0	20,0	40,0	20,0	0	0	0
Kuivahko kangas	7,7	23,1	30,8	7,7	30,8	0	0

Kivennäismaiden kasvupaikoilla tyveyksen yleisin syy oli sen sijaan ainakin ulkoisesti lahoton koro, joskin tyvilaho oli kuivahkoilla kankailla yhtä yleinen ja tuoreilla kankailla toiseksi yleisin syy. Olettaen havaittujen korojen mahdollisesti johtavan runkolahoon noin kaksi kolmasosaa tyveyksistä olisi kivennäismailla johtunut tavalla tai toisella lahoisuudesta. Loput tyveykset johtuivat tasasuuruisesti tyvimutkista ja oksista. Pelkkä tasainen lenkous ei aiheuttanut yhdenkään rungon tyveämistä.

Latvavähennykset johtuivat erilaisista oksista ja mutkista, mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla lisäksi ulkoisesti havaitusta runkolahosta (taulukko 74). Yleisimmät yksittäiset syyt olivat ruohoisilla turvemailla tasaveroisesti tavalliset oksat ja mutkat, mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla tavalliset mutkat ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla tasaveroisesti.tavalliset oksat ja pystyoksat. Tuoreilla ja erityisesti kuivahkoilla kankailla yleisin syy oli tavallinen mutka. - Pystyoksa voidaan ymmärtää yhtäältä suuren oksan ja toisaalta vakavan mutkan aiheuttavaksi viaksi. Ensimainitulla tavalla ajatellen valtaosan latvavähennyksistä aiheutti ruohoisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla oksikkuus, mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla mutkaisuus ja tuoreilla

kankailla oksikkuus ja mutkaisuus tasaveroisesti. Jälkimmäisellä tavalla ajatellen mutkaisuus aiheutti valtaosan vähennyksistä lukuunottamatta puolukkaisia-piensaraisia turvemaita, joilla mutkaisuus ja oksikkuus olivat tasaveroisia syitä.

Tukkipuuna hylkääminen johtui monista erilaisista syistä (taulukko 74). Tavalliset tyvi- ja runkomutkat olivat syynä hylkäämiseen yli puolessa hylätyistä rungoista ruohoisilla turvemailla. Lisäksi mutkat olivat yleisin yksittäinen syy tuoreilla kankailla ja tasavertainen syy ulkoisesti lahottomien korojen kanssa kuivahkoilla kankailla. Puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla hylkääminen johtui sielläkin useimmin vaikutuksiltaan osittain mutkan kaltaisista pystyoksista. Muuten pystyoksat olivat toiseksi yleisin tukkipuuna hylkäämisen syy. Ymmärrettäessä pystyoksa vaikutuksiltaan ensisijaisesti oksaksi tukkipuuna hylkääminen johtui puolukkaisilla-piensaraisilla useimmin ja muilla kasvupaikoilla toiseksi useimmin oksikkuudesta. Muuten oksat kuten myös lahoviat olivat kumpikin syynä hylkäämiseen tuoreilla kankailla joka viidennessä ja muilla kasvupaikoilla vain korkeintaan joka kymmenennessä tapauksessa. Ulkoisesti lahottomat korot olivat syynä hylkäämiseen kuivahkoilla kankailla joka kolmannessa ja turvemaiden kasvupaikoilla noin joka kymmenennessä mutta tuoreilla kankailla eivät yhdessäkään tapauksessa. Lisäksi erilaisilla paisumilla oli pieni merkitys mustikkaisilla-suursaraisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja pintahalkeamilla mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla.

Taulukossa 75 on esitetty niiden siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen osuudet tukkipuun vähimmäismitat täyttäneistä pystykoepuista turve- ja kivennäismailla A-aineistossa, joista jouduttiin tekemään tyveys tai latvavähennys tai jotka jouduttiin kokonaan hylkäämään tukkipuina vähimmäislaatuvaatimusten alittumiseen johtaneiden ulkoisten vikojen vuoksi. Vesasyntyisten hieskoivujen aineisto oli turvemailla varsin ja kivennäismailla erittäin pieni. Tyveysten osuudet olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla turvemailla ja turve- ja kivennäismailla yhteensä ja hylkytukkirunkojen osuudet sekä turve- että kivennäismailla huomattavasti suuremmat kuin siemensyntyisillä. Erityisen huomioitavaa oli, että vesasyntyisistä hieskoivuista jouduttiin hylkäämään tukkipuina turvemailla kaksi kolmesta ja kivennäismailla joka toinen ja siemensyntyisistäkin vastaavasti joka toinen ja joka viides. Vesasyntyisillä hieskoivuilla ei tehty lainkaan tyveyksiä kivennäismailla eikä myöskään latvavähennyksiä turve- tai kivennäismailla.

Taulukko 75. Niiden siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen osuudet tukkipuun vähimmäismitat täyttäneistä pystykoepuista turve- ja kivennäismailla A-aineistossa, joista jouduttiin tekemään tyveys tai latvavähennys tai jotka jouduttiin kokonaan hylkäämään tukkipuina vähimmäislaatuvaatimusten alittumiseen johtaneiden ulkoisten vikojen vuoksi.

Kasvupaikkaryhmä Syntytapa	Tyveykset	Latva-vähennykset	Hylkytukkirungot	Tukkipuun kokoiset rungot, kpl
	Osuus tukkipuun kokoisista hieskoivuista, %			
Turvemaat				
Siemensyntyinen	3,3	11,1	49,4	180
Vesasyntyinen	12,5	0	66,7	24
Kivennäismaat				
Siemensyntyinen	17,1	40,8	21,1	76
Vesasyntyinen	0	0	50,0	4
Kaikki kasvupaikat				
Siemensyntyinen	7,4	19,9	41,0	256
Vesasyntyinen	10,7	0	64,3	28

Siemensyntyisillä hieskoivuilla tehtiin latvavähennyksiä turvemailla joka kymmenennessä ja kivennäismailla lähes joka toisessa rungossa ja tyveyksiä kivennäismailla joka kuudennessa rungossa. Siemensyntyisten hieskoivujen vesasyntyisiä suurempi tukin vähimmäisläpimittavaatimuksen täyttäneen osan pituus vaikutti epäilemättä syntytavan vaikutukseen latvavähennyksiin (luku 3.1.6.1.1).

Tyveykset johtuivat turvemailla vesasyntyisillä hieskoivuilla kahdessa rungossa kolmesta tyvilahosta ja yhdessä kolmesta tavallisista oksista ja siemensyntyisillä hieskoivuilla viidessä rungossa kuudesta tyvimutkista ja yhdessä kuudesta tyvilahosta (taulukko 76). Kivennäismaiden siemensyntyisten hieskoivujen tyveykset johtuivat useammin kuin joka kolmannessa rungossa ulkoisesti lahottomista koroista ja lähes yhtä usein tyvilahosta ja ymmärtäen korotkin runkolahon aiheuttajiksi täten noin kahdessa rungossa kolmesta lahoisuudesta. Tavalliset mutkat ja oksat aiheuttivat kumpikin noin 15 % tyveyksistä.

Taulukko 76. Tyveysten, latvavähennysten ja tukkipuuna hylkäämisen syyt tukkipuun vähimmäismitat täyttäneillä siemen- ja vesasyntyisillä hieskoivuilla turve- ja kivennäismailla A-aineistossa.

Kasvupaikkaryhmä Syntytapa	Tavalliset oksat	Pysty -oksat	Tavalliset mutkat	Laho	Korot	Pinta-halkeamat	Paisumat
	Osuus tukkipuun kokoisista hieskoivuista, %						
			Tyveykset				
Turvemaat							
Siemensyntyinen	0	0	83,3	16,7	0	0	0
Vesasyntyinen	33,3	0	0	66,7	0	0	0
Kivennäismaat							
Siemensyntyinen	15,4	0	15,4	30,8	38,5	0	0
Vesasyntyinen	0	0	0	0	0	0	0
Kaikki kasvupaikat							
Siemensyntyinen	10,6	0	36,8	26,3	26,3	0	0
Vesasyntyinen	33,3	0	0	66,7	0	0	0
			Latvavähennykset				
Turvemaat							
Siemensyntyinen	25,0	30,0	40,0	5,0	0	0	0
Vesasyntyinen	0	0	0	0	0	0	0
Kivennäismaat							
Siemensyntyinen	35,5	6,5	58,1	0	0	0	0
Vesasyntyinen	0	0	0	0	0	0	0
Kaikki kasvupaikat							
Siemensyntyinen	31,4	15,7	51,0	2,0	0	0	0
Vesasyntyinen	0	0	0	0	0	0	0
			Hylkytukkirungot				
Turvemaat							
Siemensyntyinen	6,7	24,7	47,2	6,7	10,1	1,1	3,4
Vesasyntyinen	0	25,0	50,0	12,5	12,5	0	0
Kivennäismaat							
Siemensyntyinen	12,5	25,0	25,0	12,5	25,0	0	0
Vesasyntyinen	0	0	100,0	0	0	0	0
Kaikki kasvupaikat							
Siemensyntyinen	7,7	24,8	43,8	7,6	12,4	1,0	2,9
Vesasyntyinen	0	22,2	55,6	11,1	11,1	0	0

Siemensyntyisten hieskoivujen latvavähennykset johtuivat turvemailla yleisyysjärjestyksessä tavallisista mutkista, pystyoksista ja tavallisista oksista ja jossain määrin runkolahosta ja kivennäismailla vastaavasti tavallisista mutkista ja oksista ja jossain määrin pystyoksista (taulukko 76). Ymmärtäen tällöin pystyoksat vaikutuksiltaan ensisijaisesti oksiksi latvavähennykset johtuivat turvemailla 55-prosenttisesti ja kivennäismailla 42-prosenttisesti oksikkuudesta. Ymmärtäen pystyoksat vaikutuksiltaan ensisijaisesti mutkiksi latvavähennykset johtuivat turvemailla 70-prosenttisesti ja kivennäismailla 65-prosenttisesti mutkaisuudesta.

Tukkipuuna hylkääminen johtui vesasyntyisillä hieskoivuilla turvemailla jonkin verran useammin tavallisista mutkista ja lahovioista ja harvemmin tavallisista oksista sekä yhtä usein pystyoksista kuin siemensyntyisillä hieskoivuilla (taulukko 76). Yleisin hylkäämisen syy oli tällöin syntytavasta riippumatta tavalliset mutkat ja toiseksi yleisin pystyoksat ja muita syitä olivat yleisyysjärjestyksessä vesasyntyisillä hieskoivuilla lahoviat ja ulkoisesti lahottomat korot ja siemensyntyisillä hieskoivuilla ulkoisesti lahottomat korot, lahoviat, tavalliset oksat, erilaiset paisumat ja pintahalkeamat. Kivennäismailla kaikki tukkipuuna hylkäämiset johtuivat vesasyntyisillä hieskoivuilla tavallisista mutkista, kun taas siemensyntyisillä hieskoivuilla tavalliset mutkat, pystyoksat ja ulkoisesti lahottomat korot olivat tasavertaisesti tavallisia oksia ja lahoa yleisempiä hylkäämisen syitä. Ymmärtäen pystyoksat vaikutuksiltaan ensisijaisesti oksiksi tukkipuuna hylkääminen johtui turvemailla vesasyntyisillä hieskoivuilla 25-prosenttisesti ja siemensyntyisillä hieskoivuilla 32-prosenttisesti oksikkuudesta. Ymmärtäen pystyoksat vaikutuksiltaan ensisijaisesti mutkiksi hylkääminen johtui turvemailla vesasyntyisillä hieskoivuilla 75-prosenttisesti ja siemensyntyisillä hieskoivuilla 72-prosenttisesti mutkaisuudesta. Kivennäismaiden siemensyntyisillä hieskoivuilla vastaavat osuudet olivat pystyoksat oksina ymmärtäen 38 % ja mutkina ymmärtäen 50 %.

3.1.5.4.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Taulukossa 77 on esitetty niiden hies- ja rauduskoivujen osuudet tukkipuun vähimmäismitat täyttäneistä pystykoepuista turve- ja kivennäismailla A-aineistossa, joista jouduttiin tekemään tyveys tai latvavähennys tai jotka jouduttiin kokonaan hylkäämään tukkipuina vähimmäislaatuvaatimusten alittumiseen johtaneiden ulkoisten vikojen vuoksi. Tyveysten osuus oli hieskoivulla kivennäismailla 5 %-yksikköä pienempi kuin rauduskoivulla ja turvemailla tyveyksiä tehtiin jossain määrin vain hieskoivuista, 5 %. Hieskoivulla latvavähennysten osuus oli turvemailla 30 %-yksikköä ja kivennäismailla 12 %-yksikköä pienempi mutta hylkytukkirunkojen osuus vastaavasti 38 ja 3 %-yksikköä suurempi kuin rauduskoivulla. Turvemailla tyveysten osuus oli hieskoivulla 11 %-yksikköä ja rauduskoivulla 21 %-yksikköä ja latvavähennystem osuus vastaavasti 29 ja 10 %-yksikköä pienempi kuin kivennäismailla. Hylkytukkirunkojen osuus oli puolestaan turvemailla hieskoivulla 28 %-yksikköä suurempi mutta rauduskoivulla 7 %-yksikköä pienempi kuin kivennäismailla. - Latvavähennyksen tarpeeseen vaikuttaa tässäkin luonnollisesti tukin vähimmäisläpimittavaatimuksen täyttävän rungon osan pituus, joka oli hieskoivulla pienempi kuin rauduskoivulla ja yleensä turvemailla pienempi kuin rauduskoivulla (luku 3.1.6.1.2).

Tyveykset johtuivat hieskoivulla turvemailla joka toisessa rungossa tyvimutkista, joka kolmannessa rungossa ulkoisesti havaitusta tyvilahosta ja joka kymmenennessä rungossa ulkoisesti lahottomista koroista tai tavallisista oksista, korot lahonaiheuttajiksi ymmärtäen siis kaikkiaan neljässä rungossa kymmenestä tavalla tai toisella lahoisuudesta (taulukko 78).

Taulukko 77. Niiden hies- ja rauduskoivujen osuudet tukkipuun vähimmäismitat täyttäneistä pystykoepuista A-aineistossa, joista jouduttiin tekemään tyveys tai latvavähennys tai jotka jouduttiin kokonaan hylkäämään tukkipuina vähimmäislaatuvaatimusten alittumiseen johtaneiden ulkoisten vikojen vuoksi.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Tyveykset	Latva-vähennykset	Hylkytukkirungot	Tukkipuun kokoiset rungot, kpl
	Osuus tukkipuun kokoisista hieskoivuista, %			
Hieskoivu, turvemaa	4,9	10,2	50,7	205
Hieskoivu, kivennäismaa	16,3	38,8	22,3	80
Rauduskoivu, turvemaa	0	40,6	12,5	32
Rauduskoivu, kivennäismaa	21,2	50,4	19,5	113

Taulukko 78. Tyveysten, latvavähennysten ja tukkipuuna hylkäämisen syyt tukkipuun vähimmäismitat täyttäneillä hies- ja rauduskoivuilla turve- ja kivennäismailla A-aineistossa.

Koivulaji ja kasvu-paikkaryhmä	Tavalliset oksat	Pysty-oksat	Tavalliset mutkat	Lenkous	Laho	Korot	Pinta-halkeamat	Paisumat
	Osuus tukkipuun kokoisista hieskoivuista, %							
				Tyveykset				
Hieskoivu, turvemaa	10,0	0	50,0	0	30,0	10,0	0	0
Hieskoivu, kivennäismaa	15,4	0	15,4	0	30,8	38,5	0	0
Rauduskoivu, turvemaa	0	0	0	0	0	0	0	0
Rauduskoivu, kivennäismaa	0	0	45,8	4,2	25,0	25,0	0	0
				Latvavähennykset				
Hieskoivu, turvemaa	23,8	28,6	38,1	0	4,8	4,8	0	0
Hieskoivu, kivennäismaa	35,5	6,5	58,1	0	0	0	0	0
Rauduskoivu, turvemaa	0	23,1	30,8	0	0	46,2	0	0
Rauduskoivu, kivennäismaa	49,2	12,3	33,3	0	3,5	1,8	0	0
				Hylkytukkirungot				
Hieskoivu, turvemaa	5,8	24,0	48,1	0	7,7	10,6	1,0	2,9
Hieskoivu, kivennäismaa	11,1	22,2	33,3	0	11,1	22,2	0	0
Rauduskoivu, turvemaa	0	0	75,0	0	25,0	0	0	0
Rauduskoivu, kivennäismaa	0	13,6	50,0	0	13,6	4,5	9,1	9,1

Hieskoivun tyveykset johtuivat kivennäismailla turvemaita selvästi harvemmin tyvimutkista, noin yhdessä rungossa kuudesta, mutta vastaavasti selvästi useammin ulkoisesti lahottomista koroista, noin neljässä rungossa kymmenestä, ja tavallisista oksista, noin yhdessä rungossa kuudesta; tyvilaho oli molemmissa kasvupaikkaryhmissä yhtä yleinen tyveyksen syy. Korot lahonaiheuttajiksi ymmärtäen lahoisuus oli kivennäismailla 68-prosenttisesti eli selvästi turvemaita useammin syynä tyveyksiin. Rauduskoivun tyveykset johtuivat puolestaan kivennäismailla 45-prosenttisesti eli hieskoivua selvästi useammin tyvimutkista ja 25-prosenttisesti eli jonkin verran hieskoivua harvemmin sekä tyvilahosta että ulkoisesti lahottomista koroista ja täten korot lahonaiheuttajiksi ymmärtäen 50-prosenttisesti eli selvästi hieskoivua harvemmin lahoisuudesta. Tasainen lenkous oli kivennäismaiden rauduskoivulla ainoana tutkituista ryhmistä syynä muutamiin tyveyksiin, 4 %.

Latvavähennykset johtuivat hieskoivulla turvemailla 38-prosenttisesti tavallisista mutkista, 29-prosenttisesti pystyoksista, 24-prosenttisesti tavallisista oksista ja 5-prosenttisesti sekä runkolahosta että ulkoisesti lahottomista koroista, korot lahonaiheuttajaksi olettaen siis 10-prosenttisesti lahoisuudesta (taulukko 78). Rauduskoivulla latvavähennykset johtuivat turvemailla hieskoivuun verrattuna moninkertaisesti useammin, 46-prosenttisesti, ulkoisista koroista ja jonkin verran harvemmin tavallisista mutkista ja pystyoksista, 31- ja 23-prosenttisesti, ja eivät lainkaan runkolahosta tai tavallisista oksista. Kivennäismailla hieskoivun latvavähennykset johtuivat turvemaita selvästi useammin tavallisista mutkista ja oksista, 58- ja 36-prosenttisesti, ja selvästi harvemmin, 6-prosenttisesti pystyoksista, ja eivät lainkaan runkolahosta tai ulkoisesti lahottomista koroista. Rauduskoivulla latvavähennykset johtuivat kivennäismailla hieskoivuun verrattuna selvästi useammin tavallisista oksista ja pystyoksista, 49- ja 12-prosenttisesti, hieman useammin runkolahosta ja ulkoisesti lahottomista koroista, 4- ja 2-prosenttisesti, ja selvästi harvemmin, 33-prosenttisesti, tavallisista mutkista. Kivennäismaiden rauduskoivujen eroina turvemaiden rauduskoivuihin olivat tavallisten oksien hallitseva osuus sekä tavallisten mutkien ja runkolahon jonkin verran suuremmat ja ulkoisesti lahottomien korojen olennaisesti ja pystyoksien huomattavasti pienemmät osuudet. Korot lahon aiheuttajiksi olettaen lahoisuus oli rauduskoivulla hieskoivuun verrattuna turvemailla moninkertaisesti ja kivennäismailla jonkin verran yleisempi ja turvemailla kivennäismaihin verrattuna hieskoivulla jonkin verran ja rauduskoivulla moninkertaisesti yleisempi latvavähennysten syy.

Ymmärtäen pystyoksat ensisijaisesti oksiksi latvavähennykset johtuivat hieskoivulla turvemailla selvästi yleisemmin mutta kivennäismailla selvästi harvemmin oksikkuudesta kuin rauduskoivulla (54 vs. 23 % ja 42 vs. 62 %). Turvemailla latvavähennykset johtuivat tällöin hieskoivulla jonkin verran useammin ja rauduskoivulla huomattavasti harvemmin oksikkuudesta kuin kivennäismailla.Ymmärtäen pystyoksat ensisijaisesti mutkiksi latvavähennykset johtuivat hieskoivulla sekä turve- että kivennäismailla rauduskoivua selvästi yleisemmin mutkaisuudesta (67 vs. 54 % ja 65 vs. 36 %). Turvemailla latvavähennykset johtuivat tällöin hieskoivulla lievästi ja rauduskoivulla selvästi useammin mutkaisuudesta kuin kivennäismailla.

Tukkipuuna hylkääminen johtui monista erilaisista syistä (taulukko 78). Hieskoivulla hylkääminen johtui turvemailla 48-prosenttisesti tavallisista mutkista ja 24-prosenttisesti pystyoksista, 11-prosenttisesti ulkoisesti lahottomista koroista, 8-prosenttisesti lahovioista eli täten korot lahon aiheuttajiksi olettaen 19-prosenttisesti lahoisuudesta ja lisäksi satunnaisesti erilaisista paisumista ja pintahalkeamista (3 ja 1 %). Rauduskoivulla hylkääminen johtui turvemailla vain joko tavallisista mutkista tai lahoviosta (75 ja 25 %). Hieskoivulla

hylkääminen johtui kivennäismailla turvemaita useammin ulkoisesti lahottomista koroista (22 %) ja lahovioista ja tavallisista oksista (kummatkin 11 %) sekä selvästi harvemmin tavallisista mutkista (33 %), lievästi harvemmin pystyoksista (22 %) mutta ei lainkaan paisumista tai pintahalkeamista. Kivennäismaiden rauduskoivujen eroina turvemaiden rauduskoivuihin olivat tavallisten mutkien ja lahovikojen pienemmät osuudet ja vastaavasti pystyoksien, ulkoisesti lahottomien korojen, pintahalkeamien ja erilaisten paisuminen esiintyminen hylkäämisen syinä. Korot lahon aiheuttajiksi olettaen ne olivat hieskoivulla rauduskoivuun verrattuna turvemailla jonkin verran harvinaisempi ja kivennäismailla yleisempi ja turvemailla kivennäismaihin verrattuna hieskoivulla jonkin verran harvinaisempi ja rauduskoivulla yleisempi tukkipuuna hylkäämisen syy.

Ymmärtäen pystyoksat ensisijaisesti oksiksi hylkääminen johtui hieskoivulla sekä turve- että kivennäismailla selvästi yleisemmin oksikkuudesta kuin rauduskoivulla (30 vs. 0 % ja 33 vs. 14 %). Turvemailla hylkääminen johtui tällöin hieskoivulla hieman ja rauduskoivulla selvästi harvemmin oksikkuudesta kuin kivennäismailla.Ymmärtäen pystyoksat ensisijaisesti mutkiksi tukkipuuna hylkääminen johtui hieskoivulla jonkin verran rauduskoivua harvemmin mutkaisuudesta sekä turve- että kivennäismailla (72 vs. 75 % ja 56 vs. 64 %). Turvemailla hylkääminen johtui tällöin hieskoivulla selvästi ja rauduskoivulla jonkin verran useammin mutkaisuudesta kuin kivennäismailla.

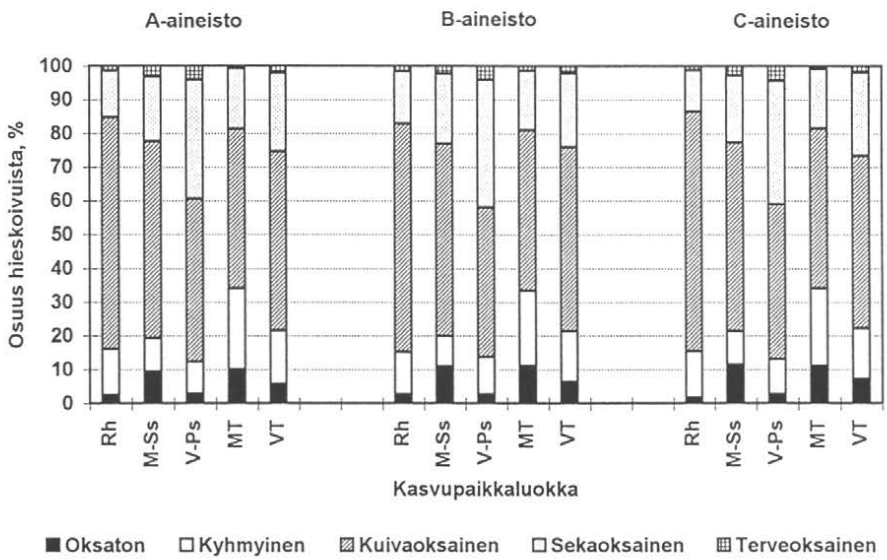
3.1.6 Runkojen laatujakauma

3.1.6.1 Tyvitukin oksikkuuslaatu

3.1.6.1.1 Hieskoivu

Kuvassa 75 on esitetty hieskoivujen oksikkuuslaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella kasvupaikkaluokittain A, B- ja C-aineistoissa. Tämä tarkastelu antaa vain yleiskuvan eri luokkien tärkeysjärjestyksestä ja kasvupaikkaluokkien suhteista, koska luokittelun perusteena olevat oksikkuusrajat riippuvat iästä ja läpimitasta (luku 3.1.2.1). Kuten jo näistä tuloksista oli pääteltävissä, kuivaoksainen tyviosa oli vallitseva kaikissa aineistoissa. A-aineistossa kuivaoksaisten tyvien osuus vaihteli kasvupaikkaluokittain 47-69 %, sekaoksaisten osuus 14-35 %, oksakyhmyisten osuus 10-24 % ja näiden yhteinen eli kuollutoksaisten osuus 87-96 %. Oksikkuudeltaan parhaimpien tyvien osuus oli siis pieni, oksattomien osuus 3-10 % ja terveoksaisten osuus 1-4 %.

Pieni- ja keskikokoisten oksien pitkälle edenneeseen kylestymiseen viittaava oksattomien tyvien osuus oli suurin tuoreilla kankailla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja pienin ruohoisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Suurten oksien kylestymiseen liittyvä kyhmyisten tyvien osuus oli sekin suurin tuoreilla kankailla ja pienin puolukkaisilla-suursaraisilla mutta myös mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Oksien kylestymistä yleensä kuvaava oksattomien ja kyhmyisten tyvien osuus oli edellisten erojen seurauksena selvästi suurin tuoreilla kankailla ja pienin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Oksien kuolemiseen mutta puutteelliseen karsiutumiseen ja kylestymiseen liittyvä kuivaoksaisten tyvien osuus oli vastaavasti selvästi suurin ruohoisilla turvemailla ja pienin tuoreilla kankailla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Elävien oksien esiintymiseen liittyvät seka- ja terveoksaisten tyvien osuudet olivat puolestaan suurimmat puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja pienimmät ruohoisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla. Kuoren alta alkaviin kuiviin oksiin liittyvä

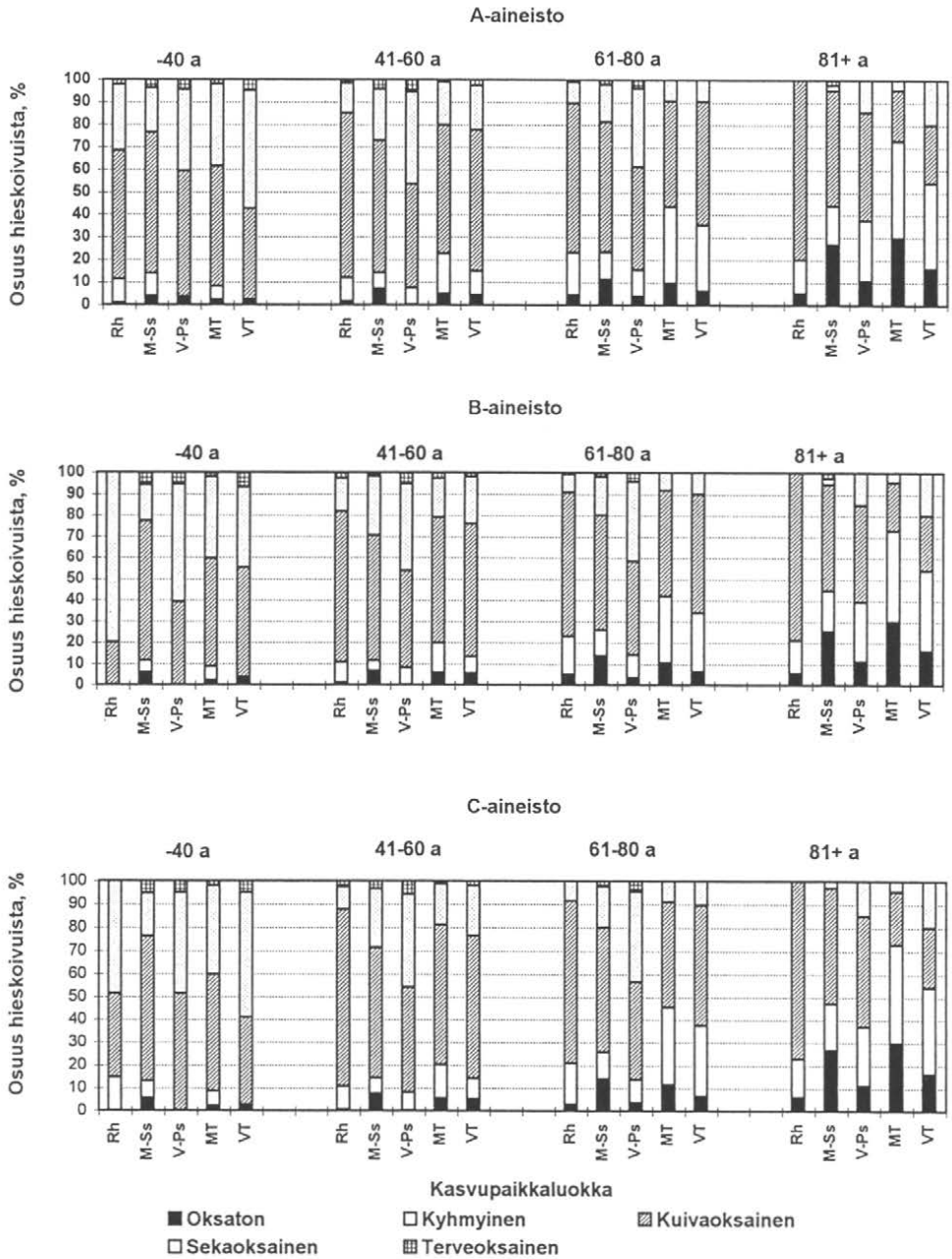


Kuva 75. Hieskoivujen oksikkuuslaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella kokonaisuutena kasvupaikkaluokittain A, B- ja C-aineistossa.

kuolluoksaisten tyvien osuus oli suurin ruohoisilla ja pienin mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Oksattomien ja varsinkin kyhmyisten tyvien osuudet olivat kivennäismaiden kasvupaikoilla suuremmat ja kuiva-, seka-, terve- ja kuollutoksaisten tyvien osuudet pääsääntöisesti pienemmät kuin vastaavan viljavuustason turvemailla.

Käytetty aineisto vaikutti suhteellisen vähän kasvupaikkaluokkien eroihin oksikkuuslaatujakaumassa - erot yksittäisten luokkien osuuksissa olivat vain 1-2 %-yksikköä - ja tuskin lainkaan kasvupaikkaluokkien suhteisiin. Oksattomat tyvet olivat B-ja varsinkin C-aineistoissa pääsääntöisesti jonkin verran yleisempiä kuin A-aineistossa, joskin ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla esiintyi myös pieniä päinvastaisia eroja. Kyhmyiset tyvet oli turvemaiden kasvupaikoilla B-aineistossa harvinaisempia mutta C-aineistossa yleisempiä kuin A-aineistossa mutta kivennäismaiden kasvupaikoilla sekä B- että C-aineistossa harvinaisempia kuin A-aineistossa. Kuivaoksaiset tyvet olivat sekä turve- että kivennäismailla B- ja C-aineistoissa pääsääntöisesti harvinaisempia kuin A-aineistossa. Sekaoksaiset tyvet olivat turvemailla B- ja C-aineistoissa puolestaan yleensä yleisempiä kuin A-aineistossa. Kuollutoksaiset tyvet olivat B- ja C-aineistoissa turvemailla yleensä ja kivennäismailla säännöllisesti harvinaisempia kuin A-aineistossa.

Kuvissa 76a-c on esitetty hieskoivujen oksikkuuslaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella kasvupaikka- ja ikäluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Tyvitukkiosaltaan oksattomien ja kyhmyisten hieskoivujen osuudet kasvoivat ja terveoksaisten osuudet vastaavasti pienenivät säännönmukaisesti ikäluokan kasvaessa kaikilla kasvupaikoilla ja kaikissa aineistoissa. Kuollutoksaisten tyvien osuudet pienenivät pääsääntöisesti ikäluokan kasvaessa, joskin poikkeavia tuloksia oli varsinkin turvemailla.



Kuva 76a-c. Hieskoivujen oksikkuuslaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella kasvupaikka- ja ikäluokittain A, B- ja C-aineistossa.

Kuiva- ja sekaoksaisten hieskoivujen osuudet yleensä kasvoivat aluksi siirryttäessä alle 41 a luokasta 41-60 a luokkaan, minkä jälkeen ne alenivat.

Oksattomien tyvien osuus oli A-aineistossa suurin alle 81 a luokissa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja yli 80 a luokassa tuoreilla kankailla ja pienin alle 41 a luokassa ruohoisilla turvemailla ja näitä vanhemmissa luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Turvemailla tyvistä oli mustikkaisella viljavuustasolla enemmän ja puolukkaisella viljavuustasolla vähemmän oksattomia kuin kivennäismailla. Tässäkin oli poikkeuksena yli 80 a luokka, joilla oksattomien tyvien osuus oli turvemailla kummallakin viljavuustasolla pienempi kuin kivennäismailla. Kivennäismailla oksattomien tyvien osuus oli alle 41 a luokkaa lukuunottamatta sitä suurempi mitä korkeampi oli viljavuustaso, mutta turvemailla viljavuustasolla ei ollut suoranaista vaikutusta. B- ja C-aineistoissa oli oksattomia tyviä turvemailla vähemmän ja kivennäismailla enemmän kuin A-aineistossa, mutta nämä erot eivät vaikuttaneet kasvupaikkaluokkien suhteisiin.

Kasvupaikkaluokka ei vaikuttanut logistisen regressianalyysin mukaan hieskoivun oksattomien tyvien osuuteen A-aineistossa mutta vaikutti suuntaa antavasti B-aineistossa ja merkitsevästi C-aineistossa (df=2183, 1533 ja 1533, χ^2=5,25, 9,37 ja 11,94, p=0,2630, 0,0526 ja 0,0178). Iän vaikutus oli merkitsevä kaikissa aineistoissa (χ^2=31,64, 30,91 ja 33,68, p=0,0000).

Oksakyhmyisten tyvien osuus oli A-aineistossa suurin alle 41 a luokassa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla mutta yli 40 a luokissa tuoreilla kankailla. Osuus oli vastaavasti selvästi pienin alle 41 a luokassa kuivahkoilla kankailla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja muita luokkia pienempi yli 40 a luokissa mustikkaisilla-suursaraisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Kyhmyisiä tyviä oli molemmilla kivennäismaiden kasvupaikoilla enemmän kuin kaikilla turvemaiden kasvupaikoilla. Kyhmyisten tyvien osuus oli sitä suurempi mitä korkeampi oli viljavuustaso kivennäismailla kaikissa ikäluokissa ja turvemailla alle 81 a luokissa, joilla viljavuustason vaikutus oli vanhimmassa luokassa kuitenkin päinvastainen. Kyhmyisiä tyviä oli sekä turve- että kivennäismailla yleensä B-aineistossa jonkin verran ja C-aineistossa lievästi vähemmän kuin A-aineistossa, mutta nämä erot eivät vaikuttaneet kasvupaikkaluokkien suhteisiin.

Kuivaoksaisten tyvien osuus oli A-aineistossa suurin alle 41 a luokassa mustikkaisilla-suursaraisilla ja yli 40 a luokissa ruohoisilla turvemailla ja pienin alle 41 a luokassa kuivahkoilla kankailla, 41-60 a luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja yli 80 a luokassa tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla. Alle 41 a ja yli 80 a luokissa kuivaoksaisia tyviä oli molemmilla kivennäismaiden kasvupaikoilla selvästi vähemmän kuin kaikilla turvemaiden kasvupaikoilla. Näiden ikäluokkien välisissä luokissa kuivaoksaisia tyviä oli tuoreilla kankailla vähemmän mutta kuivahkoilla kankailla enemmän kuin vastaavan viljavuustason turvemailla. Alle 41 a luokkaa lukuunottamatta kuivaoksaisten tyvien osuus oli turvemailla sitä suurempi ja kivennäismailla sitä pienempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso.

Kuivaoksaisia tyviä oli alle 41 a luokassa B-aineistossa selvästi ja C-aineistossa hieman vähemmän kuin A-aineistossa; kuivahkoilla kankailla B- ja A-aineistojen ero oli kuitenkin päinvastainen. Luokassa 41-60 a kuivaoksaiset tyvet olivat B-aineistossa turvemailla jonkin verran harvinaisempia ja kivennäismailla yleisempiä ja C-aineistossa ruohoisilla turvemailla selvästi harvinaisempia mutta muilla kasvupaikoilla selvästi yleisempiä kuin A-aineistossa. Nämä erot vaikuttivat kasvupaikkaluokkien suhteisiin siten, että pienimmät kuivaoksaisten tyvien osuudet olivat näissä ikäluokissa sekä B- että C-aineistoissa ruohoisilla turvemailla.

Sekaoksaisten tyvien osuus oli A-aineistossa suurin alle 41 a ja yli 80 a luokissa kuivahkoilla kankailla ja näiden välisissä luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja pienin alle 41 a luokassa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja näitä vanhemmissa luokissa ruohoisilla turvemailla. Sekaoksaisia tyviä oli alle 41 a luokassa molemmilla kivennäismaiden kasvupaikoilla vähemmän kuin kaikilla turvemaiden kasvupaikoilla. Luokissa 41-80 a sekaoksaisia tyviä oli kivennäismaiden kasvupaikoilla vähemmän mutta yli 80 a luokassa selvästi enemmän kuin vastaavan viljavuustason turvemailla. Sekaoksaisten tyvien osuus oli sekä turve- että kivennäismailla sitä pienempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso.

Sekaoksaisia tyviä oli yleensä alle 41 a luokassa B-aineistossa selvästi ja C-aineistossa jonkin verran enemmän kuin A-aineistossa; mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla erot olivat kuitenkin päinvastaisia. Luokassa 41-60 a sekaoksaiset tyvet olivat B-aineistossa tuoreita kankaita lukuunottamatta jonkin verran yleisempia ja C-aineistossa harvinaisempia kuin A-aineistossa; mustikkaisilla-suursaraisilla turevemailla ja kuivahkoilla kankailla ero oli kuitenkin päinvastainen C- ja A-aineistojen erossa. Nämä erot vaikuttivat kasvupaikkaluokkien suhteisiin siten, että sekaoksaisten tyvien osuus oli B-aineistossa suurin alle 41 a luokassa.

Kuollutoksaisten tyvien osuus oli A-aineistossa suurin kaikissa ikäluokissa ruohoisilla ja pienin mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla yli 80 a luokkaa lukuunottamatta, jossa sielläkin osuus oli em. kasvupaikalla ja tuoreilla kankailla lähes sama. Kuollutoksaisten tyvien osuus oli sekä turvemailla säännöllisesti sitä suurempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso mutta tuoreilla kankailla vain alle 61 a luokissa suurempi ja näitä vanhemmissa luokissa selvästi pienempi kuin kuivahkoilla kankailla.

Kuollutoksaisia tyviä oli alle 41 a luokassa B-ja C-aineistoissa ruohoisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla enemmän ja muilla kasvupaikoilla jonkin verran vähemmän kuin A-aineistossa. Luokassa 41-60 a kuollutoksaiset tyvet olivat B-aineistossa mustikkaisia-suursaraisia ja puolukkaisia-piensaraisia turvemaita lukuunottamatta ja C-aineistossa säännöllisesti harvinaisempia kuin A-aineistossa. Yli 60 a luokissa kuollutoksaiset tyvet olivat B- ja C-aineistoissa hieman harvinaisempia kuin A-aineistossa lukuunottamatta ruohoisia turvemaita luokassa 61-80 a ja puolukkaisia-piensaraisia turvemaita yli 80 a luokassa, joilla erot olivat päinvastaiset. Nämä erot eivät vaikuttaneet kasvupaikkaluokkien suhteisiin kuollutoksaisten tyvien osuudessa.

Kasvupaikkaluokka ei kuitenkaan vaikuttanut logistisen regressianalyysin mukaan hieskoivun kuollutoksaisten tyvien osuuteen A- ja B-aineistoissa mutta vaikutti suuntaa antavasti C-aineistossa (df=2183, 1533 ja 1533, χ^2=6,62, 5,61 ja 8,01, p=0,1577, 0,2302 ja 0,0914). Iän vaikutus oli merkitsevä kaikissa aineistoissa (χ^2=7,64, 8,13 ja 9,82, p=0,0057, 0,0043 ja 0,0017; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=8,51, 6,85 ja 7,07, p=0,0744, 0,1441 ja 0,1322).

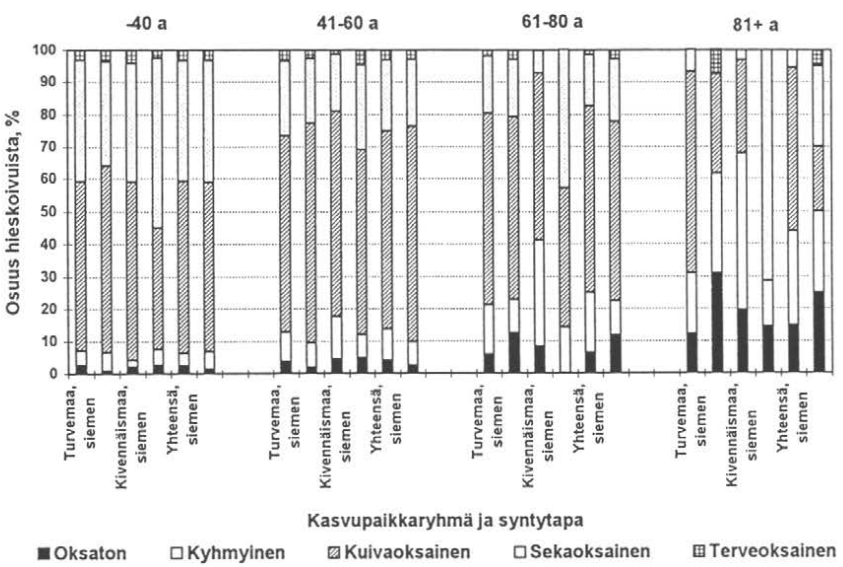
Terveoksaisten tyvien osuus oli A-aineistossa suurin alle 41 a luokassa kuivahkoilla kankailla ja 41-80 a luokissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja pienin tuoreilla kankailla. Yli 80 a luokassa terveoksaisia tyviä oli vain mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Terveoksaisia tyviä oli kaikissa ikäluokissa kivennäismaiden kasvupaikoilla vähemmän kuin vastaavan viljavuustason turvemailla. Terveoksaisten tyvien osuus oli sekä turve- että kivennäismailla sekaoksaisten tavoin sitä pienempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso.

Terveoksaisia tyviä oli alle 41 a luokassa B-ja C-aineistoissa jonkin verran enemmän kuin A-aineistossa; ruohoisilla turvemailla erot olivat kuitenkin päinvastaisia. Luokassa 41-60 a terveoksaiset tyvet olivat B-aineistossa ruohoisia turvemaita lukuunottamatta jonkin verran

harvinaisempia ja C-aineistossa mustikkaisia-suursaraisia turvemaita lukuunottamatta yleisempiä kuin A-aineistossa. Nämä erot vaikuttivat kasvupaikkaluokkien suhteisiin siten, että sekaoksaisten tyvien osuus oli suurin C-aineiston alle 41 a luokassa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja pienin B- ja C-aineistojen alle 41 a luokassa ruohoisilla turvemailla ja B-aineiston 41-60 a luokassa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla.

Kasvupaikkaluokka ei kuitenkaan vaikuttanut logistisen regressianalyysin mukaan hieskoivun terveoksaisten tyvien osuuteen missään aineistossa (df=2183, 1533 ja 1533, χ^2=3,60, 1,37 ja 1,75, p=0,4635, 0,8486 ja 0,7811). Iän vaikutus oli merkitsevä kaikissa aineistoissa (χ^2=8,58, 8,63 ja 8,61, p=0,0034, 0,0033 ja 0,0033).

Kuvassa 77 on esitetty siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen oksikkuuslaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-aineistossa. Turvemailla kaikista vesasyntyisistä hieskoivuista oli tyviosaltaan siemensyntyisiä suurempi osuus kuivaoksaisia (62 vs. 59 %) ja vastaavasti pienempi osuus oksattomia (4 vs. 6 %) ja oksakyhmyisiä (8 vs. 12 %), mutta sekaoksaisten (22 %) ja terveoksaisten (3 %) osuudet olivat samalla tasolla. Kivennäismailla kaikista vesasyntyisistä hieskoivuista oli siemensyntyisiä selvästi suurempi osuus sekaoksaisia (42 vs. 15 %) ja jonkin verran suurempi osuus terveoksaisia (3 vs. 1 %) mutta vastaavasti selvästi pienempi osuus oksakyhmyisiä (7 vs. 22 %) ja kuivaoksaisia (44 vs. 55 %) ja jonkin verran pienempi osuus oksattomia (4 vs. 7 %). Turve- ja kivennäismailla yhteensä vesasyntyisistä hieskoivuista oli siemensyntyisiä hieskoivuja jonkin verran suurempi.osuus kuivaoksaisia (59 vs. 57 %), sekaoksaisia (25 vs. 20 %) ja terveoksaisia (3 vs. 2 %) ja vastaavasti pienempi osuus kyhmyisiä (8 vs. 14 %) ja oksattomia (5 vs. 6 %).



Kuva 77. Siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen oksikkuuslaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-aineistossa

Siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen oksikkuusjakaumien erot vaihtelivat ikäluokittain. Turvemailla kuivaoksaisten tyvien osuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 61 a luokissa siemensyntyisiä suurempi ja oksattomien tyvien osuus vastaavasti pienempi, kun taas vanhemmissa luokissa syntytavan vaikutukset olivat selvästi päinvastaiset. Alle 41 a luokassa kyhmyisten ja terveoksaisten tyvien osuudet olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla hieman suuremmat mutta sekaoksaisten tyvien osuudet kuitenkin selvästi pienemmät kuin siemensyntyisillä. Vastaavasti 41-80 a luokissa kyhmyisten sekä seka- ja terveoksaisten tyvien osuudet olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla pienemmät kuin siemensyntyisillä ja yli 80 a luokassa kyhmyisten ja sekaoksaisten tyvien osuudet olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla selvästi suuremmat ja terveoksaisten osuudet pienemmät kuin siemensyntyisillä.

Syntytapa vaikutti logistisen regressioanalyysin mukaan turvemailla merkitsevästi hieskoivun oksattomien ja kuollutoksaisten tyvien osuuksiin (df=1721, χ^2=6,38 ja 5,95, p=0,0217 ja 0,0147), jolloin myös iän vaikutukset olivat merkitseviä (χ^2=42,97 ja 26,44, p=0,0000; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=8,74 ja 8,13, p=0,0031 ja 0,0044). Syntytapa ja ikä eivät kuitenkaan vaikuttaneet terveoksaisten tyvien osuuteen (χ^2=1,25 ja 0,61, p=0,2626 ja 0,4330).

Kivennäismailla kuivaoksaisten tyvien osuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla kaikissa ikäluokissa selvästi siemensyntyisiä pienempi ja sekaoksaisten tyvien osuus vastaavasti selvästi suurempi. Oksattomien osuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 61 a luokissa samalla tasolla mutta näitä vanhemmissa luokissa selvästi pienempi kuin siemensyntyisillä. Kyhmyisten ja terveoksaisten osuudet olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 41 a luokassa hieman suuremmat ja näitä vanhemmissa luokissa pienemmät kuin siemensyntyisillä.

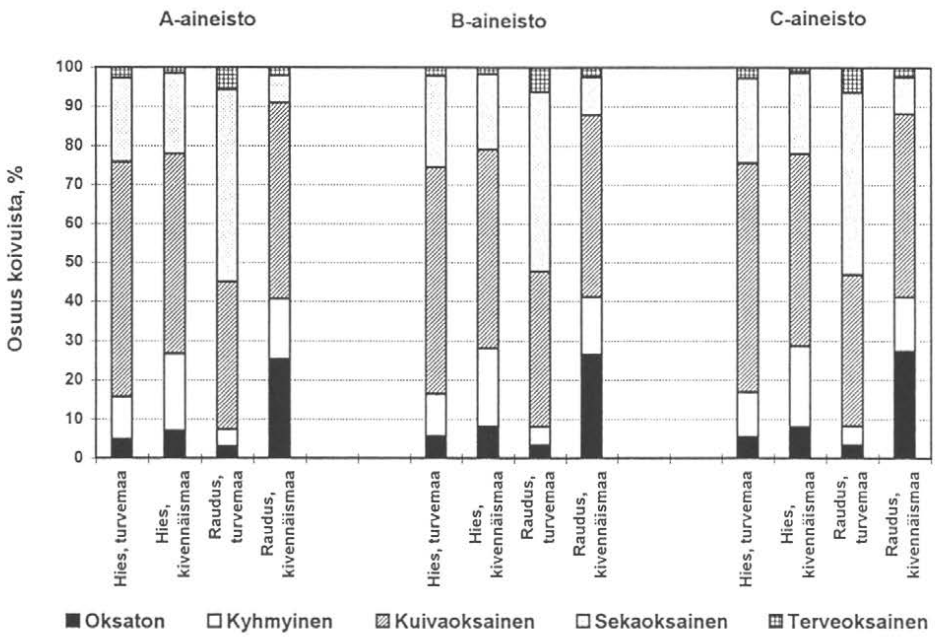
Syntytapa ei kuitenkaan vaikuttanut logistisen regressioanalyysin mukaan kivennäismailla hieskoivun oksattomien, kuollutoksaisten ja terveoksaisten tyvien osuuksiin (df=462, χ^2=0,04, 0,96 ja 0,78, p=0,7835, 0,2486 ja 0,3758). Ikä vaikutti tässä merkitsevästi oksattomien ja terveoksaisten tyvien osuuksiin (χ^2=7,48 ja 4,91, p=0,0062 ja 0,0266) ja suuntaa antavasti kuollutoksaisten tyvien osuuksiin (χ^2=3,10, p=0,0782).

Turve- ja kivennäismailla yhteensä siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen erot oksikkuusjakaumassa olivat yli 80 a luokkaa lukuunottamatta pienemmät kuin tarkasteltaessa kasvupaikkaryhmiä erikseen. Kuivaoksaisten tyvien osuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla siemensyntyisiä suurempi ja sekaoksaisten tyvien osuus vastaavasti pienempi lukuunottamatta 41-60 a luokkaa, jossa syntytavan vaikutukset olivat päinvastaiset. Oksattomien osuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 61 a luokissa hieman pienempi mutta näitä vanhemmissa luokissa selvästi suurempi kuin siemensyntyisillä. Kyhmyisten osuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla selvästi pienempi kuin siemensyntyisillä lukuunottamatta alle 41 a luokkaa, jossa ero oli lievästi päinvastainen. Terveoksaisten osuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla alle 61 a luokassa samalla tasolla ja näitä vanhemmissa luokissa jonkin verran suurempi kuin siemensyntyisillä.

Syntytapa vaikutti turve- ja kivennäismailla yhteensä logistisen regressioanalyysin mukaan suuntaa antavasti hieskoivun oksattomien tyvien osuuksiin (df=2183, χ^2=2,96, p=0,0852), jolloin myös iän vaikutukset olivat merkitseviä (χ^2=49,72 ja 26,44, p=0,0000; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=4,30 ja 8,13, p=0,0382 ja 0,0044). Syntytapa ei kuitenkaan vaikuttanut kuollut- ja terveoksaisten tyvien osuuksiin (χ^2=1,87 ja 1,37, p=0,1715 ja 0,2422; vrt. ikä: χ^2=30,20 ja 2,88, p=0,0000 ja 0,0899).

3.1.6.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Kuvassa 78 on esitetty hies- ja rauduskoivujen oksikkuuslaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella kokonaisuutena turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa. A-aineistossa kuivaoksaisten tyvien osuus vaihteli vertailuryhmien välillä 38-60 %, sekaoksaisten osuus 7-49 %, oksakyhmyisten osuus 4-20 % ja näiden yhteinen eli kuollutoksaisten osuus 73-92 %.



Kuva 78. Hies- ja rauduskoivujen oksikkuuslaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena A-, B- ja C-aineistoissa.

Oksikkuuslaadultaan parhaimpien, oksattomien ja terveoksaisten osuudet olivat 3-25 % ja 2-6 %.

Oksattomien tyvien osuus oli kivennäismaiden rauduskoivulla nelinkertainen kivennäismaiden hieskoivuun, kuusinkertainen turvemaiden hieskoivuun ja kahdeksankertainen turvemaiden rauduskoivuun verrattuna. Kyhmyisten tyvien osuus oli suurin kivennäismaiden hieskoivulla ja pienin turvemaiden rauduskoivulla. Oksattomien ja kyhmyisten tyvien yhteisosuus oli edellisten erojen seurauksena selvästi suurin kivennäismaiden ja pienin turvemaiden rauduskoivulla. Kuivaoksaisten tyvien osuus oli vastaavasti selvästi suurin turvemaiden hieskoivulla mutta kuitenkin pienin turvemaiden rauduskoivulla. Viimeksi mainittu tulos johtui siitä, että varsinkin seka- mutta myös terveoksaisten tyvien osuudet olivat selvästi suurimmat turvemaiden rauduskoivulla; sekaoksaisten osuus oli pienin kivennäismaiden rauduskoivulla ja terveoksaisten osuus kivennäismaiden hieskoivulla. Kuollutoksaisten tyvien osuus oli kokonaisuutena kivennäismaiden rauduskoivulla selvästi pienempi kuin muissa vertailuryhmissä.

Hieskoivulla oksattomien ja varsinkin kyhmyisten tyvien osuudet olivat turvemailla pienemmät ja varsinkin kuivaoksaisten mutta jossain määrin myös seka- ja terveoksaisten sekä kuollutoksaisten osuudet suuremmat kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla sekä oksattomien, kyhmyisten että kuivaoksaisten tyvien osuudet olivat turvemailla selvästi pienemmät ja seka- ja terveoksaisten sekä kuollutoksaisten osuudet vastaavasti selvästi suuremmat kuin kivennäismailla. Turvemailla sekä tyven oksattomuus, kyhmyisyys, kuivaoksaisuus että

kuollutoksaisuus olivat hieskoivulla yleisempiä ja seka- ja terveoksaisuus vastaavasti harvinaisempia kuin rauduskoivulla. Kivennäismailla erityisesti tyven oksattomuus mutta jossain määrin myös terveoksaisuus olivat hieskoivulla harvinaisempia ja varsinkin kuollutoksaisuus mutta myös kyhmyisyys ja kuiva- ja sekaoksaisuus vastaavasti yleisempiä kuin rauduskoivulla.

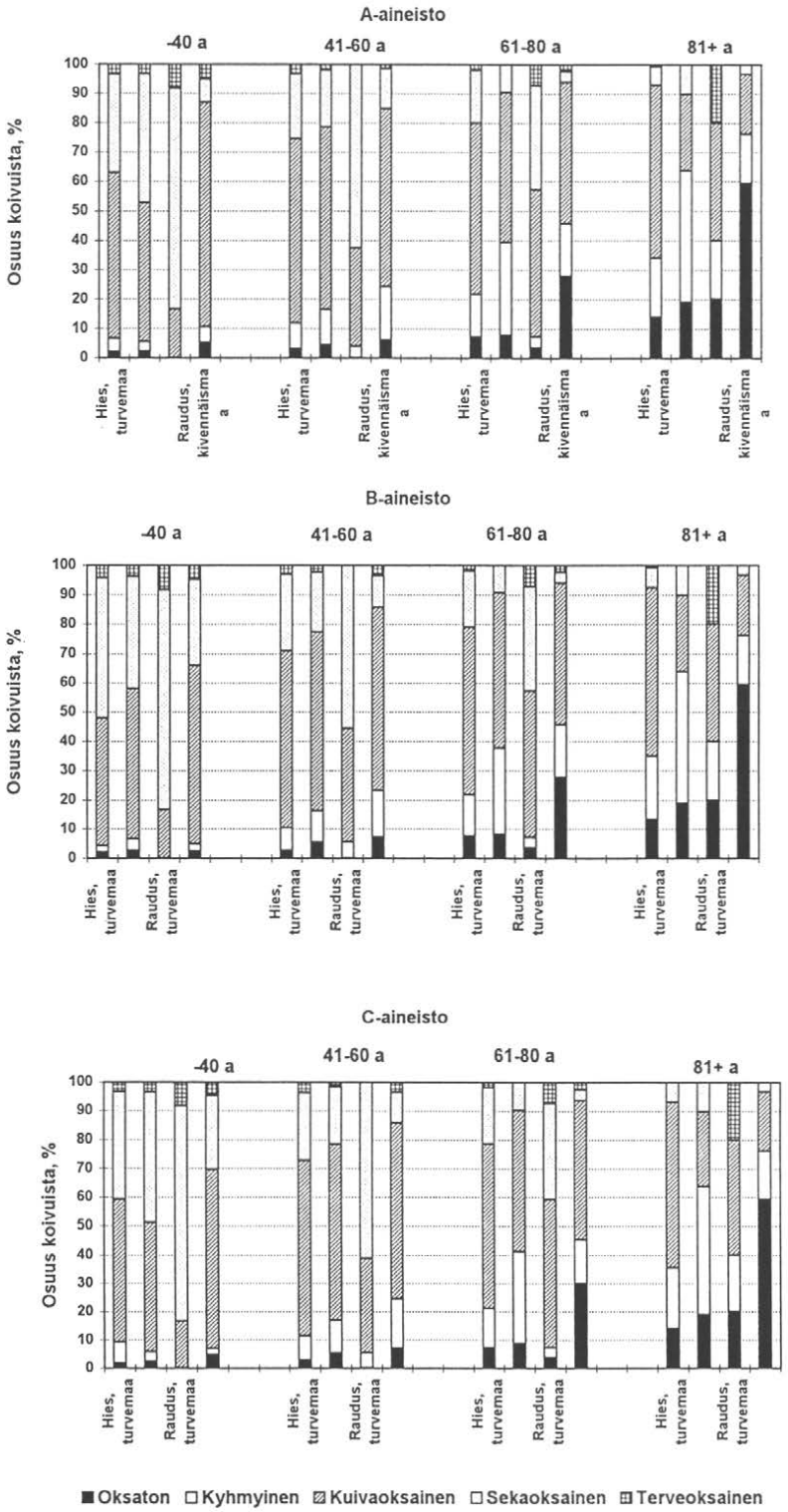
Käytetty aineisto vaikutti tässäkin suhteellisen vähän vertailuryhmien eroihin oksikkuuslaatujakaumassa, sillä erot olivat yksittäisten luokkien osuuksissa korkeintaan 3 %-yksikköä. Ne eivät myöskään vaikuttaneet vertailuryhmien suhteisiin. Oksattomat tyvet olivat B-ja varsinkin C-aineistoissa oletusten mukaisesti jonkin verran yleisempiä kuin kuin A-aineistossa. Myös kyhmyiset tyvet oli B-ja C-aineistoissa hieman yleisempiä kuin A-aineistossa, lukuunottamatta kivennäismaiden rauduskoivuja, joilla erot olivat päinvastaiset. Kuollutoksaiset tyvet olivat B- ja C-aineistoissa hieman harvinaisempia kuin A-aineistossa. Kuivaoksaiset tyvet olivat B- ja C-aineistoissa harvinaisempia kuin A-aineistossa, lukuunottamatta turvemaiden rauduskoivuja, joilla erot olivat päinvastaiset. Seka- ja terveoksaisten tyvien osuuksien suhteen oli pieniä eroja molempiin suuntiin.

Kuvissa 79a-c on esitetty hies- ja rauduskoivujen oksikkuuslaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa. Tyvitukkiosaltaan oksattomien koivujen osuudet kasvoivat kaikissa vertailuryhmissä säännönmukaisesti ja voimakkaasti ja kyhmyisten koivujen osuudet kasvoivat hieman lievemmin ikäluokan mukana, lukuunottamatta kivennäismaiden rauduskoivuja, joilla osuus oli vain alle 41 a luokassa olennaisesti pienempi kuin muissa luokissa. Kuivaoksaisten osuus kasvoi vain ikäjakauman alussa 41-60 a luokkaan asti kääntyäkseen sen jälkeen laskuun; kivennäismaiden rauduskoivulla aleneminen oli säännönmukaista. Seka- ja terveoksaisten ja varsinkin kuollutoksaisten osuuksien pieneneminen ikäluokan kasvaessa oli selvää lukuunottamatta eräitä poikkeavia luokkia turvemaiden rauduskoivulla.

Oksattomien tyvien osuus oli A-aineistossa kaikissa ikäluokissa suurin kivennäismaiden rauduskoivulla, eron muihin ryhmiin kasvaessa ikäluokan mukana, ja pienin alle 81 a luokissa turvemaiden rauduskoivulla ja yli 80 a luokassa turvemaiden hieskoivulla. Turvemailla tyvistä oli molemmilla koivulajeilla kaikissa ikäluokissa vähemmän oksattomia kuin kivennäismailla. Hieskoivun tyvistä oli turvemailla enemmän oksattomia kuin rauduskoivun tyvistä, yli 80 a luokkaa lukuunottamatta. Sitä vastoin kivennäismailla hieskoivun tyvistä oli kaikissa ikäluokissa selvästi vähemmän oksattomia kuin rauduskoivun tyvistä eron kasvaessa ikäluokan mukana. Oksattomia tyviä oli B- ja C-aineistoissa alle 41 a luokassa hieskoivulla hieman enemmän ja rauduskoivulla vähemmän ja 41-60 a luokassa turvemaiden hieskoivua lukuunottamatta hieman enemmän kuin A-aineistossa, mutta nämä erot eivät vaikuttaneet kasvupaikkaluokkien suhteisiin.

Oksattomien tyvien osuus ei kuitenkaan riippunut logistisen regressianalyysin mukaan merkitsevästi koivulajista missään aineistossa turvemailla (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=1,00, 0,67 ja 0,71, p=0,3163, 0,4146 ja 0,4000), mutta iän vaikutus oli merkitsevä (χ^2=6,57, 6,54 ja 6,33, p=0,0104, 0,0105 ja 0,0119). Koivulaji ei vaikuttanut merkitsevästi myöskään kivennäismailla (df=719, 616 ja 615, χ^2=0,02, 0,19 ja 0,00, p=0,8995, 0,6616 ja 0,9728); iän vaikutus oli tälläkin merkitsevä (χ^2=61,12, 55,55 ja 55,18, p=0,0000).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä ei ollut merkitsevää eroa oksattomien tyvien osuudessa A-aineistoissa (df=2186, χ^2=1,27, p=0,2599; vrt. ikä: χ^2=61,46, p=0,000), mutta B- ja C-aineistoissa kasvupaikkaryhmä vaikutti suuntaa antavasti (df=1472 ja 1476, χ^2=3,34 ja 2,63, p=0,0667 ja 0,1049; vrt. ikä: χ^2=57,85 ja 53,33, p=0,0000). Turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä ei ollut merkitsevää eroa missään aineistossa (df=326, 302 ja 2,98, χ^2=1,36, 1,17 ja 1,32, p=0,2439,0,2802 ja 0,2501; vrt. ikä: χ^2=7,96, 7,48 ja 7,06, p=0,0048, 0,0062, 0,0079).



Kuva 79a-c. Hies- ja rauduskoivujen oksikkuuslaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa.

Oksakyhmyisten tyvien osuus oli A-aineistossa suurin alle 61 a ikäluokissa kivennäismaiden rauduskoivulla ja yli 60 a luokissa kivennäismaiden hieskoivulla ja pienin kaikissa luokissa turvemaiden rauduskoivulla. Hieskoivulla tyvistä oli turvemailla alle 41 a luokassa hieman vähemmän mutta tätä vanhemmissa luokissa selvästi enemmän kyhmyisiä kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla tyvistä oli turvemailla alle 81 a luokissa selvästi vähemmän mutta yli 80 a luokassa jonkin verran enemmän kyhmyisiä kuin kivennäismailla. Hieskoivun tyvistä oli turvemailla kaikissa ikäluokissa enemmän kyhmyisiä kuin rauduskoivun tyvistä eron kuitenkin pienentyessä ikäluokan mukana. Kivennäismailla hieskoivun tyvistä oli alle 61 a luokissa vähemmän ja näitä vanhemmissa luokissa enemmän kyhmyisiä kuin rauduskoivun tyvistä. Oksakyhmyisiä tyviä oli B-aineistossa eräitä yksittäisiä poikkeuksia lukuunottamatta hieman vähemmän ja C-aineistossa kivennäismaiden rauduskoivua lukuunottamatta alle 41 a luokassa enemmän ja 41-60 a luokassa vähemmän kuin A-aineistossa. Nämä erot vaikuttivat kasvupaikkaluokkien suhteisiin siten, että pienimmät kyhmyisten tyvien osuudet olivat alle 41 a luokassa B-aineistossa kivennäismaiden ja C-aineistoissa turvemaiden hieskoivulla.

Kuivaoksaisten tyvien osuus oli A-aineistossa suurin turvemaiden hieskoivulla alle 41 a luokkaa lukuunottamatta, jossa eniten kuivaoksaisia tyviä oli kivennäismaiden rauduskoivulla ja pienin alle 61 a luokissa turvemaiden ja näitä vanhemmissa luokissa kivennäismaiden rauduskoivulla. Hieskoivulla tyvistä oli turvemailla kaikissa luokissa enemmän kuivaoksaisia kuin kivennäismailla eron kasvaessa ikäluokan mukana. Rauduskoivulla tyvistä oli turvemailla alle 61 a luokissa selvästi vähemmän mutta näitä vanhemmissa luokissa vastaavasti selvästi enemmän kuivaoksaisia kuin kivennäismailla. Hieskoivun tyvistä oli sekä turve- että kivennäismailla enemmän kuivaoksaisia kuin rauduskoivun tyvistä, lukuunottamatta kivennäismaiden alle 41 a luokkaa jossa ero oli selvästi päinvastainen. Kuivaoksaisia tyviä oli B- ja C-aineistoissa varsinkin alle 41 a luokassa selvästi vähemmän kuin A-aineistossa. Päinvastaisia eroja oli B-aineiston alle 41 a luokassa kivennäismaiden hieskoivulla ja B- ja C-aineistojen 41-60 a luokassa turve- ja kivennäismaiden rauduskoivulla. Nämä erot vaikuttivat kasvupaikkaluokkien suhteisiin siten, että suurimmat kuivaoksaisten tyvien osuudet olivat 41-60 a luokassa sekä B- että C-aineistoissa kivennäismaiden hieskoivulla.

Sekaoksaisten tyvien osuus oli A-aineistossa suurin turvemaiden ja pienin kivennäismaiden rauduskoivulla. Yli 80 a luokassa sekaoksaisia tyviä oli kuitenkin eniten kivennäismaiden hieskoivulla ja vähiten turvemaiden rauduskoivulla. Hieskoivulla tyvistä oli turvemailla alle 41 a ja yli 80 a luokissa vähemmän ja näiden välisissä luokissa enemmän sekaoksaisia kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla tyvistä oli turvemailla selvästi enemmän sekaoksaisia kuin kivennäismailla lukuunottamatta yli 80 a luokkaa, jossa ero oli lievästi päinvastainen. Hieskoivun tyvistä oli turvemailla vähemmän ja kivennäismailla enemmän sekaoksaisia kuin rauduskoivun tyvistä, lukuunottamatta turvemaiden yli 80 a luokkaa jossa hieskoivuista oli enemmän sekaoksaisia kuin rauduskoivuista. Sekaoksaisia tyviä oli B- ja C-aineistoissa jonkin verran enemmän kuin A-aineistossa. Päinvastaisia eroja oli B-aineiston alle 41 a luokassa kivennäismaiden hieskoivulla ja B- ja C-aineistojen 41-60 a luokassa turve- ja kivennäismaiden rauduskoivulla. Nämä erot eivät kuitenkaan vaikuttaneet kasvupaikkaluokkien suhteisiin.

Kuollutoksaisten tyvien osuus oli A-aineistossa suurin turvemaiden hieskoivulla 41-60 luokkaa lukuunottamatta, jossa se oli suurin turvemaiden rauduskoivulla, ja pienin kaikissa, varsinkin yli 60 a luokissa kivennäismaiden rauduskoivulla. Hieskoivulla tyvistä oli turvemailla em. 41-60 a luokkaa lukuunottamatta jonkin verran enemmän kuollutoksaisia kuin kivennäismailla. Rauduskoivulla tyvistä oli turvemailla kaikissa luokissa selvästi enemmän kuollutoksaisia kuin

kivennäismailla. Hieskoivun tyvistä oli turvemailla em. 41-60 a luokkaa lukuunottamatta hieman enemmän kuollutoksaisia kuin rauduskoivun tyvistä eron kasvaessa huomattavasti ikäluokan mukana. Kivennäismailla hieskoivun tyvistä oli kaikissa luokissa enemmän kyhmyisiä kuin rauduskoivun tyvistä eron kasvaessa tässäkin huomattavasti ikäluokan mukana. Kuollutoksaisia tyviä oli B- ja C-aineistoissa eräitä yksittäisiä poikkeuksia lukuunottamatta hieman vähemmän kuin A-aineistossa. Nämä erot vaikuttivat kasvupaikkaluokkien suhteisiin siten, että suurimmat kuollutoksaisten tyvien osuudet olivat 61-80 a luokassa B- ja C-aineistoissa kivennäismaiden hieskoivulla ja pienimmät osuudet alle 41 a luokassa B-aineistossa turvemaiden rauduskoivulla.

Kuollutoksaisten tyvien osuus ei kuitenkaan riippunut logistisen regressianalyysin mukaan turvemailla missään aineistossa merkitsevästi koivulajista (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=0,44, 0,16 ja 0,15, p=0,5051, 0,6889 ja 0,6953), mutta ikä vaikutti merkitsevästi (χ^2=5,76, 5,23 ja 5,20, p=0,0164, 0,0222 ja 0,0226). Koivulaji ei vaikuttanut merkitsevästi myöskään kivennäismailla (df=719, 616 ja 615, χ^2=0,10, 0,24 ja 0,00, p=0,7460, 0,6251 ja 0,9948); iän vaikutus oli täälläkin merkitsevä (χ^2=45,13, 40,67 ja 41,63, p=0,0000; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=5,84, 5,80 ja 4,25, p=0,0156, 0,0161 ja 0,0393).

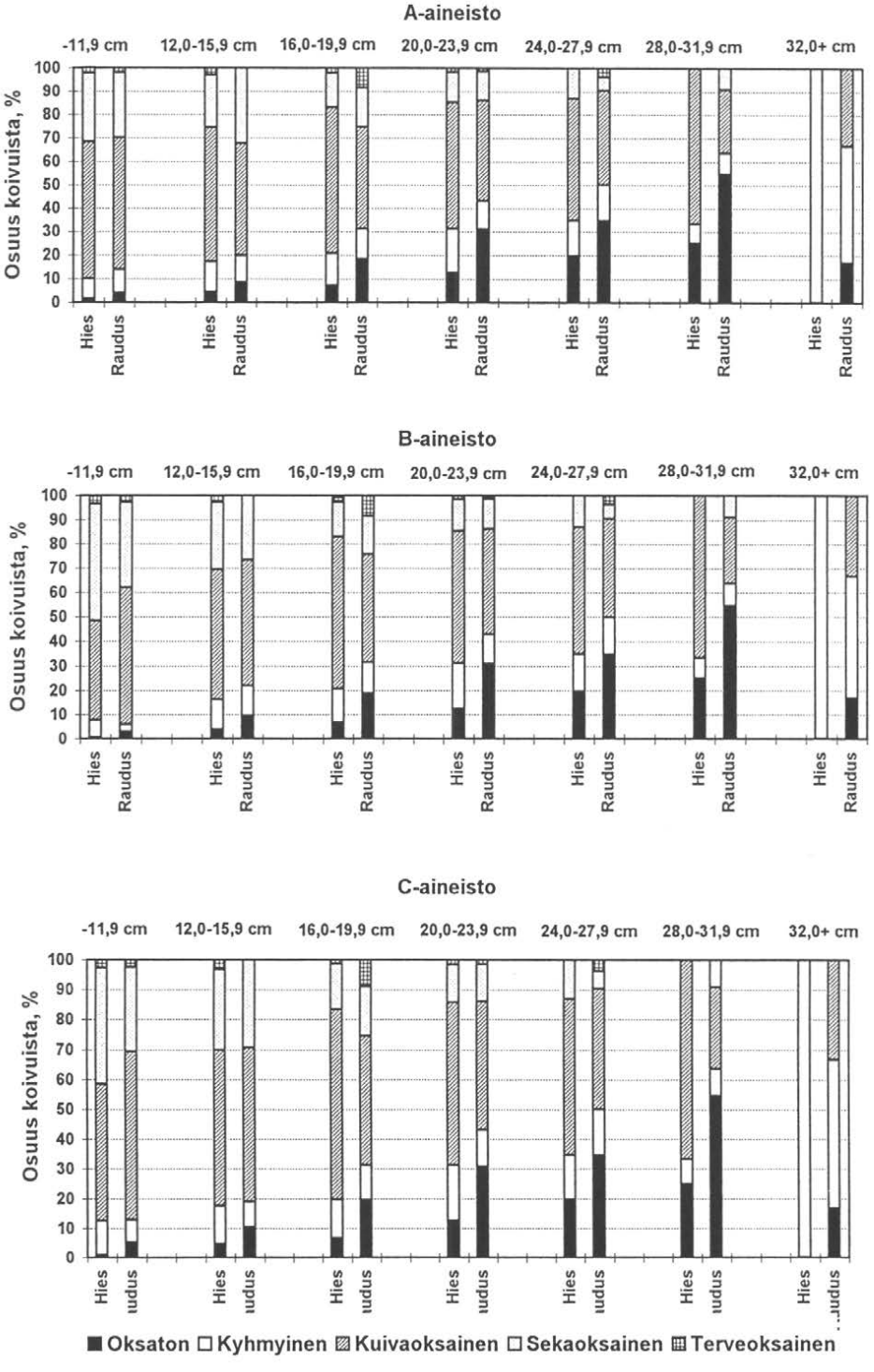
Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä ei ollut merkitsevää eroa kuollutoksaisten tyvien osuudessa missään aineistossa (df=2186, 1472 ja 1476, χ^2=0,02, 0,45 ja 0,17, p=0,8825, 0,5014 ja 0,6845), mutta ikä vaikutti merkitsevästi kaikissa aineistoissa (χ^2=30,01, 25,18 ja 27,08, p=0,0000). Myöskään turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä ei ollut merkitsevää eroa (df=326, 302 ja 2,98, χ^2=0,32, 0,18 ja 0,27, p=0,5696, 0,6738 ja 0,6034), mutta ikä vaikutti tässäkin merkitsevästi (χ^2=9,79, 8,70 ja 8,29, p=0,0018, 0,0032 ja 0,0040).

Terveoksaisten tyvien osuus oli A-aineistossa suurin turvemaiden rauduskoivulla ja pienin kivennäismaiden hieskoivulla. Luokassa 41-60 a sekaoksaisia tyviä oli kuitenkin eniten turvemaiden hieskoivuista ja vähiten turvemaiden rauduskoivuista. Hieskoivun ja 41-60 a luokkaa lukuunottamatta myös rauduskoivun tyvistä oli turvemailla jonkin verran enemmän sekaoksaisia kuin kivennäismailla. Hieskoivun tyvistä oli sekä turve- että kivennäismailla vähemmän terveoksaisia kuin rauduskoivun tyvistä, lukuunottamatta 41-60 a luokkaa jossa terveoksaisten osuus oli hieskoivulla suurempi kuin rauduskoivulla. Terveoksaisia tyviä oli B-aineistossa hieman enemmän kuin A-aineistossa lukuunottamatta kivennäismaiden rauduskoivuja alle 41 a luokassa. C-aineistossa terveoksaiset tyvet olivat alle 41 a luokassa kivennäismaiden hieskoivuja lukuunottamatta jonkin verran harvinaisempia ja 41-60 a luokassa turvemaiden hieskoivuja lukuunottamatta yleisempiä kuin A-aineistossa. Nämä erot vaikuttivat kasvupaikkaluokkien suhteisiin siten, että terveoksaisten tyvien osuus oli suurin B-aineiston 41-60 a ikäluokassa kivennäismaiden rauduskoivulla ja pienin C-aineiston alle 41 a luokassa turvemaiden hieskoivulla.

Terveoksaisten tyvien osuus ei kuitenkaan riippunut logistisen regressianalyysin mukaan turvemailla missään aineistossa merkitsevästi koivulajista (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=0,42, 0,55 ja 0,49, p=0,5158, 0,4600 ja 0,4827) tai iästä (χ^2=0,03, 0,04 ja 0,05, p=0,8691, 0,8404 ja 0,8226). Koivulaji ei vaikuttanut merkitsevästi myöskään kivennäismailla (df=719, 616 ja 615, χ^2=1,03, 0,86 ja 0,90, p=0,3098, 0,3539 ja 0,3433), mutta iän vaikutus oli merkitsevä (χ^2=8,18, 8,26 ja 7,55, p=0,0042, 0,0041 ja 0,0060).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä oli suuntaa antava ero terveoksaisten tyvien osuudessa vain A-aineistossa (df=2186, 1472 ja 1476, χ^2=2,36, 1,33 ja 1,33, p=0,1244, 0,2485 ja 0,2493), mutta ikä vaikutti merkitsevästi kaikissa aineistoissa (χ^2=8,67, 8,96 ja 8,22, p=0,0032, 0,0028 ja 0,0041; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=3,68, 2,55 ja 2,54, p=0,0549, 0,1102 ja 0,1108). Turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä ei ollut merkitsevää eroa missään aineistossa (df=326, 302 ja 2,98, χ^2=0,57, 0,56 ja 0,51, p=0,4488, 0,4534 ja 0,4756; vrt. ikä: χ^2=0,01, 0,09 ja 0,08, p=0,9195, 0,7593 ja 0,7829).

Kuvissa 80a-c on esitetty hies- ja rauduskoivujen oksikkuuslaatujakaumat rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Oksattomien tyvien osuus kasvoi oletusten mukaisesti molemmilla koivulajeilla kaikissa aineistoissa ja koko läpimittajakauman alueella ja kyhmyisten tyvien osuus lukuunottamatta A-aineiston hieskoivuja 24 cm:n ja



Kuva 80a-c. Hies- ja rauduskoivujen oksikkuuslaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa.

rauduskoivuja 28 cm:n yläpuolella, jossa kyhmyisten tyvien osuus pieneni läpimittaluokan kasvaessa. Kuivaoksaisten tyvien osuus pieneni vastaavasti rauduskoivulla koko läpimittajakauman alueella. Hieskoivulla vaikutus oli B- ja C-aineistoissa samansuuntainen yli 20 cm:n puilla, johon läpimittarajaan asti läpimittaluokan vaikutus oli päinvastainen. Seka- ja terveoksaisten sekä erityisesti kuollutoksaisten tyvien osuudet pienenivät molemmilla koivulajeilla säännönmukaisesti läpimittaluokan kasvaessa. Molemmilla koivulajeilla oli yleissäännöistä poikkeavia tuloksia yli 32 cm:n luokassa, jossa havaintoja oli vähän.

Oksattomien tyvien osuus oli hieskoivulla pienempi ja kuivaoksaisten tyvien osuus vastaavasti alle 12 cm:n puita lukuunottamatta suurempi kuin rauduskoivulla kaikissa aineistoissa ja koko läpimittajakauman alueella. Kyhmyisten tyvien osuus oli hieskoivulla rauduskoivua suurempi B- ja C-aineistoissa koko läpimittajakauman alueella ja A-aineistossa 12-24 cm:n puilla. Seka- ja terveoksaisten osuuksissa koivulajien välillä oli eroja vaihtelevasti molempiin suuntiin eri läpimittaluokissa, joskin B- ja C-aineistoissa sekaoksaisten tyvien osuus oli alle 16 cm:n hieskoivuilla suurempi kuin rauduskoivuilla. Kuollutoksaisten tyvien osuus oli hieskoivulla säännöllisesti rauduskoivua suurempi A-aineiston alle 12 cm:n puita lukuunottamatta.

Oksikkkuuslaatujakaumat erosivat B- ja C-aineistoissa vain alle 20 cm:n puilla niistä mitä ne olivat A-aineistossa, mutta nämä erot vaikuttivat koivulajien järjestykseen edellä mainitun mukaisesti vain kyhmyisten, kuiva- ja sekaoksaisten ja kuollutoksaisten tyvien osuuksien suhteen. Näissä läpimittaluokissa oksattomien tyvien osuus oli hieskoivulla sekä B- että C-aineistossa oletusten vastaisesti pienempi mutta rauduskoivulla oletusten mukaisesti B-aineiston alle 12 cm:n puita lukuunottamatta suurempi kuin A-aineistossa. Kyhmyisten tyvien osuus oli B-aineistossa molemmilla koivulajeilla alle 12 cm:n puilla pienempi ja 12-20 cm:n puilla suurempi ja C-aineistossa hieskoivulla alle 16 cm:n puilla pienempi ja hieskoivulla 16-20 cm:n puilla ja rauduskoivulla kaikissa näissä luokissa suurempi kuin A-aineistossa. Kuivaoksaisten tyvien osuus oli hieskoivulla B-aineistossa koko läpimittajakauman alueella ja C-aineistossa alle 16 cm:n puilla pienempi mutta rauduskoivulla sekä B- että C-aineistojen kaikissa luokissa suurempi kuin A-aineistossa. Molemmilla koivulajeilla oli pieniä eroja aineistojen välillä seka- ja terveoksaisten ja kuollutoksaisten tyvien osuuksien suhteen molempiin suuntiin.

Koivulaji vaikutti tässä logistisen regressianalyysin mukaan kaikissa aineistoissa merkitsevästi oksattomien tyvien osuuteen (df=2512, 1774 ja 1774, χ^2=5,31, 5,89 ja 6,82, p=0,0212, 0,0153 ja 0,0090) rinnankorkeusläpimitan ohella (χ^2=64,18, 52,12 ja 49,21, p=0,0000). Kuollutoksaisten tyvien osuuteen koivulaji vaikutti vain C-aineistossa suuntaa antavasti (χ^2=1,45, 1,54 ja 2,52, p=0,2287, 0,2153 ja 0,1125) rinnankorkeusläpimitan vaikuttaessa tässäkin merkitsevästi kaikissa aineistoissa (χ^2=46,05, 31,99 ja 31,34, p=0,0000). Terveoksaisten tyvien osuuteen koivulaji ei vaikuttanut missään aineistossa (df=2512, 1774 ja 1774, χ^2=0,16, 0,85 ja 0,58, p=0,6855, 0,3573 ja 0,4465; vrt. rinnankorkeusläpimitta: χ^2=0,40, 3,07 ja 2,64, p=0,5256, 0,0797 ja 0,1039).

3.1.6.2 Runkomuotolaatu

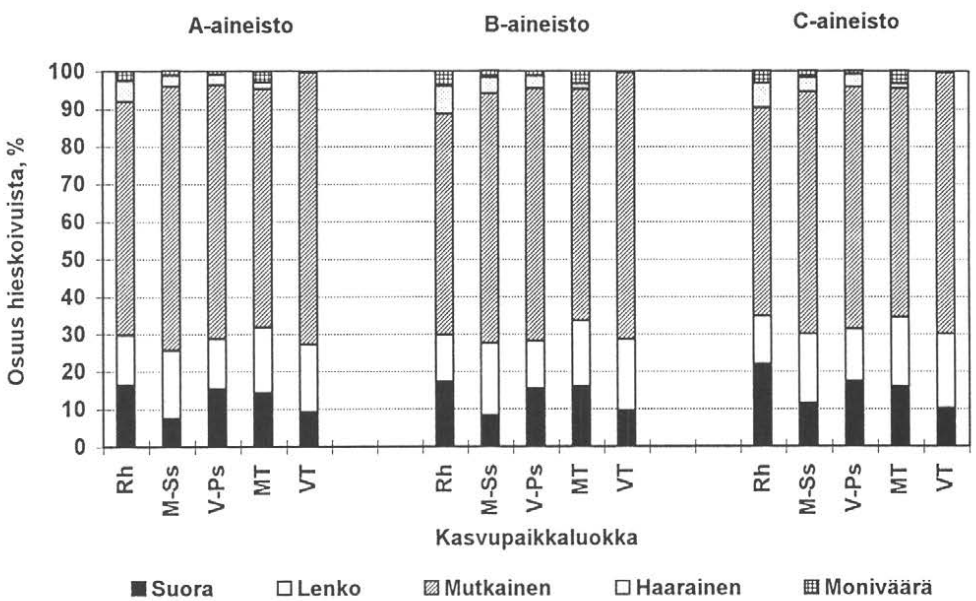
3.1.6.2.1 Hieskoivu

Koivun runko on kasvutavasta johtuen vain poikkeustapauksissa aivan suora. Tämä kävi selvästi ilmi myös tässä tutkimuksessa, vaikka runkomuotoa arvioitaessa otettiin huomioon vain viiden metrin tyviosassa vaneripuun saantoon ja sorvipölkyn laatuluokkaan vaikuttavat poikkeamat suoruudesta. Vaneripuussa lievimmän rungon suoruuteen vaikuttavan vian, lenkouden, merkitys oli myös suhteellisen vähäinen verrattuna aina vakavaan mutkaisuuteen.

Hieskoivulla suorien runkojen osuus oli kokonaisuutena suurin ruohoisilla ja pienin mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Tuoreilla kankailla suorarunkoisten hieskoivujen osuus oli oletusten vastaisesti vain puolukkaisten-piensaraisten turvemaiden tasolla ja kuivahkoilla kankailla lähes yhtä alhainen kuin mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Suorarunkoisten hieskoivujen osuus oli B-aineistossa vain hieman mutta C-aineistossa selvästi korkeampi kuin A-aineistossa, joten koealojen suurimmat hieskoivut olivat pienimpiä suorempia ja hyvälaatuisimmat luonnollisesti huonolaatuisimpia suorempia.

Kasvupaikkaluokka	A-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Suorarunkoisten hieskoivujen osuus, %		
Ruohoinen turvemaa	16,3	17,1	21,8
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	7,4	8,2	11,3
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	15,3	15,3	17,3
Tuore kangas	14,3	15,8	15,8
Kuivahko kangas	9,1	9,5	10,0

Kuvassa 81 on esitetty hieskoivujen runkoluokkajakaumat kasvupaikkaluokittan A, B- ja C-aineistoissa. Yli puolet rungoista oli mutkaisia kaikissa aineistoissa. A-aineistossa mutkaisten runkojen osuus vaihteli kasvupaikkaluokittain 60-72 %, lenkojen osuus 13-18 %, haaraisten osuus 0-6 % ja moniväärien osuus 1-3 %. Mutkaisuus ja lenkous olivat kääntäen yleisimpiä kasvupaikoilla joilla suorarunkoisuus oli vastaavasti harvinaisinta. Haaraisuus oli kaikilla turvemaiden kasvupaikoilla yleisempää kuin kivennäismaiden kasvupaikoilla ja se yleistyi viljavuustason kasvaessa sekä turve- että kivennäismailla. Samat säännönmukaisuudet koskivat monivääryyttä sillä poikkeuksella, että se oli tuoreilla kankailla oletusten vastaisesti lähes ruohoisten turvemaiden tasolla.



Kuva 81. Hieskoivujen runkoluokkajakaumat viiden metrin tyviosan perusteella kokonaisuutena kasvupaikkaluokittain A, B- ja C-aineistossa.

Mutkaisuus oli kaikilla kasvupaikoilla B-aineistossa vähäisempää kuin A-aineistossa ja C-aineistossa luonnollisesti vähäisempää kuin B-aineistossa. Lenkous oli sitä vastoin B- ja C-aineistoissa turvemaiden kasvupaikoilla yleensä ja kivennäismaiden kasvupaikoilla säännöllisesti yleisempää kuin A-aineistossa. Sama koski jossain määrin monivääryyttä ja turvemailla myös haaraisuutta.

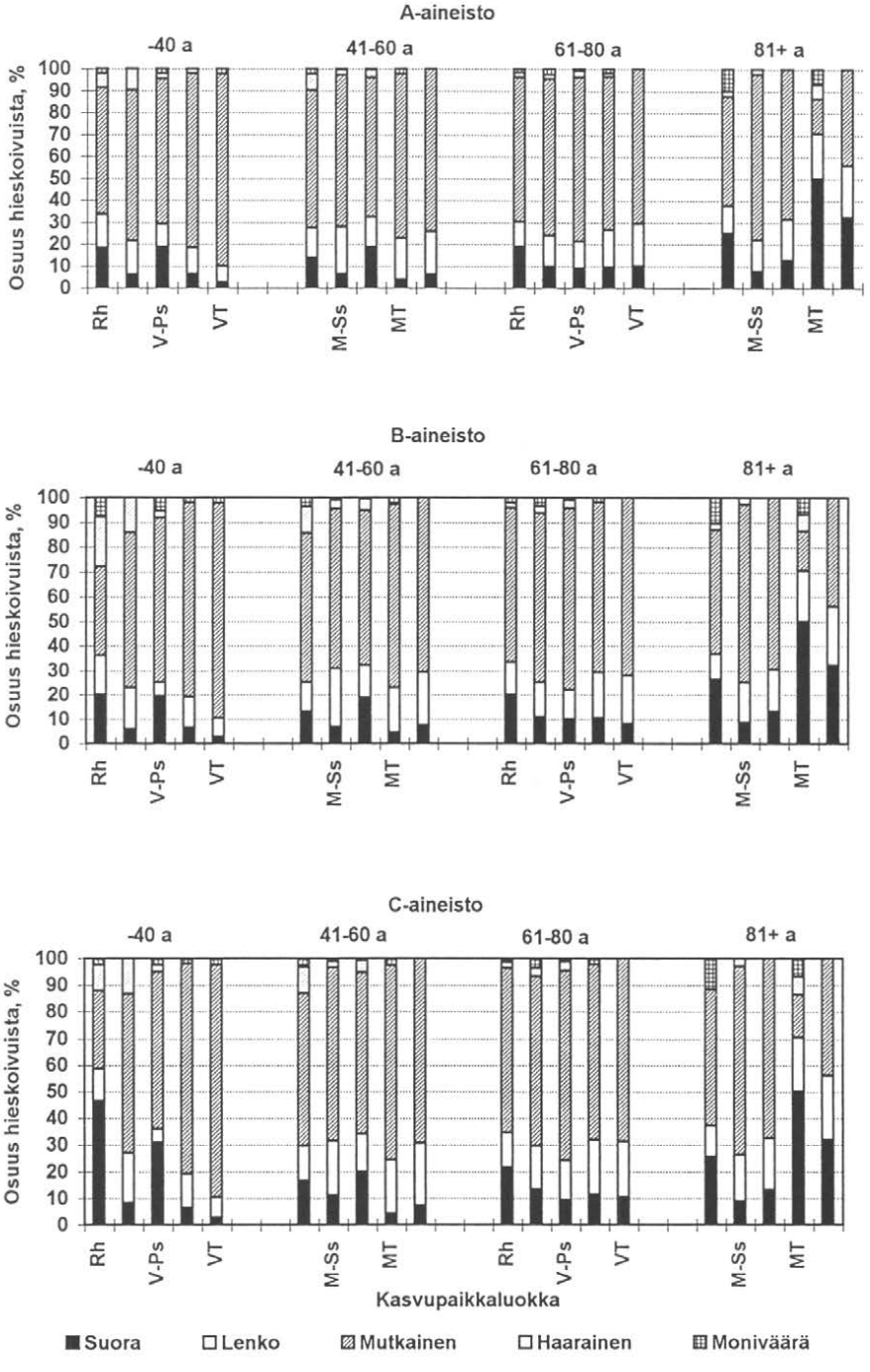
Kuvissa 82a-c on esitetty hieskoivujen runkoluokkajakaumat kasvupaikka- ja ikäluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Kasvupaikkaluokkien erot jakaumissa olivat erilaisia eri ikäluokissa. Suorarunkoisten osuus oli alle 61 a luokissa kaikissa aineistoissa ruohoisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla oleellisesti suurempi kuin tuoreilla tai kuivahkoilla kankailla tai mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Luokassa 61-80 a lähinnä ruohoiset turvemaat poikkesivat edukseen muista kasvupaikkaluokista suorarunkoisuuden suhteen. Yli 80 a luokassa suorarunkoisia oli sitä vastoin tuoreilla mutta myös kuivahkoilla kankailla selvästi enemmän kuin turvemaiden kasvupaikoilla, joilla suorarunkoisia oli eniten ruohoisilla ja vähiten mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Huonomuotoisimpien puiden poistaminen harvennuksissa oli tällä perusteella ollut kivennäismaiden kasvupaikoilla turvemaiden kasvupaikkoja tehokkaampaa. Suorarunkoisten hieskoivujen osuudet ja myös kasvupaikkaluokkien erot olivat B-aineistossa jonkin verran ja C-aineistossa varsinkin alle 41 a luokassa huomattavasti suuremmat kuin A-aineistossa.

Kasvupaikkaluokka vaikutti logistisen regressianalyysin merkitsevästi suorarunkoisten hieskoivujen osuuteen kaikissa aineistoissa (df=2183, 1533 ja 1533, χ^2=39,36, 25,10 ja 45,68, p=0,0000). Myös iän vaikutus oli merkitsevä (χ^2=25,70, 25,16 ja 11,12, p=0,0000, 0,0000 ja 0,0009), mutta kasvupaikkaluokan ja iän välillä oli voimakas yhdysvaikutus (χ^2=35,48, 23,22 ja 42,69, p=0,0000).

Mutkaisuus oli alle 61 a luokissa kaikissa aineistoissa kivennäismaiden kasvupaikoilla yleisempää kuin turvemaiden kasvupaikoilla, varsinkin ruohoisilla turvemailla. Luokassa 61-80 a lähinnä ruohoiset turvemaat poikkesivat edukseen muista kasvupaikkaluokista mutkaisuuden suhteen. Yli 80 a luokassa mutkaisten osuus oli sitä vastoin tuoreilla kankailla vain korkeintaan kolmannes siitä mitä se oli muilla kasvupaikoilla ja kuivahkoilla kankailla hieman pienempi kuin ruohoisilla turvemailla ja näillä puolestaan selvästi pienempi kuin mustikkaisilla-suursaraisilla tai puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Mutkaisten hieskoivujen osuudet olivat nimenomaan turvemaiden kasvupaikkaluokissa B-aineistossa jonkin verran ja C-aineistossa erityisesti alle 41 a luokassa huomattavasti pienemmät kuin A-aineistossa. Aineistojen erot olivat erityisen selvät ruohoisilla turvemailla. Täten myös kasvupaikkaluokkien erot olivat B- ja C-aineistoissa suuremmat kuin A-aineistossa.

Kasvupaikkaluokka vaikutti logistisen regressianalyysin merkitsevästi myös mutkaisten hieskoivujen osuuteen kaikissa aineistoissa (df=2183, 1533 ja 1533, χ^2=36,16, 30,57 ja 42,24, p=0,0000). Iän vaikutus oli merkitsevä kaikissa aineistoissa (χ^2=21,58, 14,93 ja 10,78, p=0,0000, 0,0001 ja 0,0010), mutta kasvupaikkaluokan ja iän välillä oli voimakas yhdysvaikutus (χ^2=37,92, 32,70 ja 40,79, p=0,0000).

Lenkous oli alle 41 a luokassa mustikkaisilla-suursaraisilla ja ruohoisilla turvemailla yleisempää kuin tuoreilla kankailla, joilla se oli puolestaan yleisempää kuin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla. C-aineistossa lenkous oli kuitenkin yhtä yleistä ruohoisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla. Luokassa 41-60 a mustikkaiset-suursaraiset turvemaat ja tuoreet ja kuivahkot kankaat muodostivat tässä järjestyksessä oman ryhmänsä, jossa lenkous oli yleisempää kuin ruohoisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Yli 60 a luokissa lenkous oli kivennäismaiden kasvupaikoilla yleisempää kuin turvemaiden kasvupaikoilla ja sekä turve- että kivennäismailla.sitä yleisempää mitä karumpi oli kasvupaikka.



Kuva 82a-c. Hieskoivujen runkoluokkajakaumat viiden metrin tyviosan perusteella kasvupaikka- ja ikäluokittain A, B- ja C-aineistossa.

Lenkojen hieskoivujen osuudet olivat B- ja varsinkin C-aineistossa yleensä jonkin verran suuremmat kuin A-aineistossa.

Kasvupaikkaluokka ei vaikuttanut logistisen regressianalyysin lenkojen hieskoivujen osuuteen missään aineistossa (df=2183, 1533 ja 1533, χ^2=3,67, 3,30 ja 2,77, p=0,4530, 0,5088 ja 0,5968). Län vaikutus ei ollut myöskään merkitsevä (χ^2=0,78, 0,73 ja 1,71, p=0,3770, 0,3936 ja 0,1909).

Haaraisuutta ei ollut alle 61 a luokissa viiden metrin tyviosassa kivennäismailla lainkaan ja turvemailla se oli sitä yleisempää mitä viljavampi oli kasvupaikka. Luokassa 61-80 a haaraisuutta oli tuoreilla kankailla vain vähän ja turvemailla se oli lievästi sitä yleisempää mitä karumpi oli kasvupaikka. Yli 80 a luokassa haaraisuutta oli sitä vastoin eniten tuoreilla kankailla ja lisäksi jonkin verran ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Haaraisuus oli turvemaiden kasvupaikoilla B- ja C-aineistossa osapuilleen yhtä paljon yleisempää kuin A-aineistossa. Moniväärryyden esiintymisellä ei ollut varsinaista yhteyttä kasvupaikkaluokkaan ikäluokittaisessa tarkastelussa. Suurimmat moniväärien tyvien osuudet olivat yli 80 a luokassa, jossa sitä esiintyi kuitenkin vain ruohoisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla.

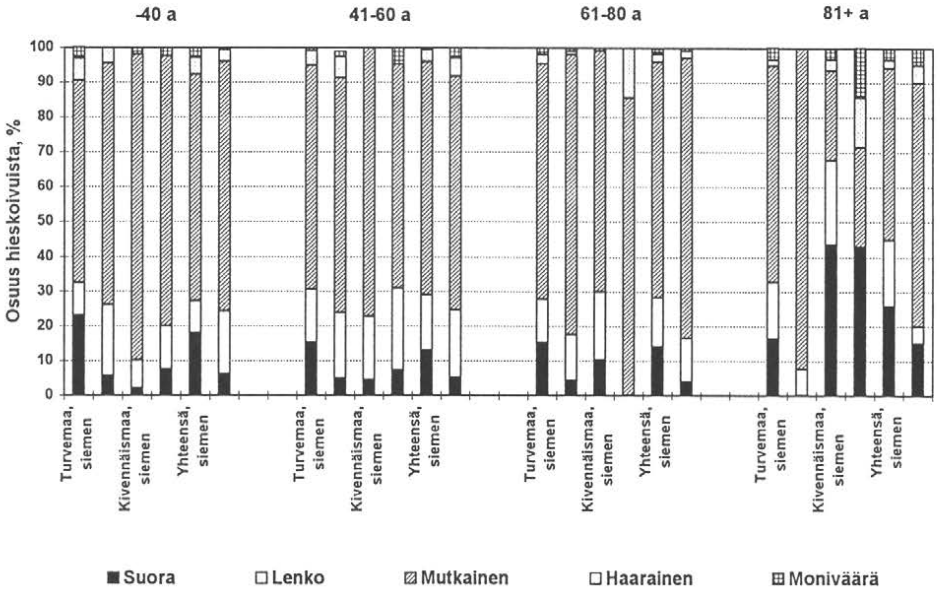
Vesasyntyisistä hieskoivuista oli suorarunkoisia A-aineiston turvemailla vain kolmannes ja kivennäismailla kolme neljännestä siitä mitä niitä oli siemensyntyisistä:

Kasvupaikkaryhmä	Siemensyntyinen	Vesasyntyinen
	Suorarunkoisten hieskoivujen osuus, %	
Turvemaat	16,2	4,8
Kivennäismaat	12,2	9,4
Kaikki kasvupaikat	15,3	5,5

Kuvassa 83 on esitetty siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen runkoluokkajakaumat turve- ja kivennäismailla A-aineistossa. Turvemailla vesasyntyisistä hieskoivuista oli siemensyntyisiä suurempi osuus mutkaisia (71 vs. 64 %), lenkoja (18 vs. 4 %) ja haaraisia (5 vs. 4 %), mutta moniväärien osuus oli samalla tasolla (2 %). Kivennäismailla vesasyntyisistä hieskoivuista oli hieman siemensyntyisiä suurempi osuus mutkaisia (69 vs. 68 %), haaraisia (2 vs. 1 %) ja moniääriä (4 vs. 1 %) mutta hieman pienempi osuus lenkoja (16 vs. 18 %). Turve- ja kivennäismailla yhteensä vesasyntyisistä hieskoivuista oli siemensyntyisiä hieskoivuja suurempi osuus sekä mutkaisia (71 vs. 65 %), lenkoja (18 vs. 15 %), haaraisia (4 vs. 3 %) että moniääriä (2 vs. 1 %).

Turvemailla syntytavan vaikutukset olivat suorien ja mutkaisten puiden osuuksien suhteen kaikissa ikäluokissa samansuuntaiset kuin keskimäärin. Yli 80 a luokassa vesasyntyiset hieskoivut olivat kuitenkin suhteellisesti siemensyntyisiä yleisemmin mutkaisia kuin muissa ikäluokissa. Täten myös lenkojen osuus oli tässä luokassa vesasyntyisillä hieskoivuilla keskimääräisistä tuloksista poiketen pienempi kuin siemensyntyisillä hieskoivuilla. Myös haaraisten ja moniväärien osuudet olivat vesasyntyisillä hieskoivuilla pienemmät kuin siemensyntyisillä hieskoivuilla 41-60 a luokkaa lukuunottamatta.

Syntytapa vaikutti logistisen regressioanalyysin mukaan turvemailla suuntaa antavasti suorarunkoisten mutta ei vaikuttanut mutkaisten hieskoivujen osuuteen (df=1721, χ^2=3,48 ja 0,00, p=0,0621 ja 0,9766; vrt. ikä: χ^2=0,10 ja 1,61, p=0,7492 ja 0,2041). Syntytapa vaikutti merkitsevästi lenkojen (χ^2=3,85, p=0,0496; vrt. ikä: χ^2=0,09, p=0,1548) mutta ei vaikuttanut haaraisten ja moniväärien hieskoivujen osuuksiin (χ^2=0,29 ja 0,10, p=0,5911 ja 0,7538; vrt. ikä: χ^2=5,56 ja 1,20, p=0,0183 ja 0,2741).



Kuva 83. Siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen runkoluokkajakaumat viiden metrin tyviosan perusteella ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-aineistossa

Kivennäismaiden alle 61 a luokissa vesasyntyiset hieskoivut olivat keskimääräisistä tuloksista poiketen yleisemmin suoria tai lenkoja ja harvemmin mutkaisia mutta keskimääräisten tulosten tavoin yleisemmin moniväääriä kuin siemensyntyiset. Yli 60 a luokissa syntytavan vaikutukset olivat kaikissa suhteissa samansuuntaiset kuin keskimäärin.

Syntytapa vaikutti logistisen regressioanalyysin mukaan kivennäismailla merkitsevästi suorarunkoisten ja mutkaisten hieskoivujen osuuksiin (df=462, χ^2=5,82 ja 6,05, p=0,0158 ja 0,0139; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=21,37 ja 3,99 sekä 27,09 ja 2,98, p=0,0000 ja 0,0459 sekä 0,0000 ja 0,0845). Syntytapa ei vaikuttanut lenkojen, haaraisten ja moniväärien hieskoivujen osuuksiin (χ^2=0,42, 0,74 ja 0,67, p=0,5160, 0,3888 ja 0,4126; vrt. ikä: χ^2=0,07, 11,26 ja 3,64, p=0,7987, 0,0008 ja 0,0565).

Turve- ja kivennäismailla yhteensä syntytavan vaikutukset suorarunkoisuuteen ja mutkaisuuteen olivat ikäluokittain pääosin samansuuntaiset kuin keskimäärin, mutta siemen- ja vesyntyisten hieskoivujen erot olivat turvemailla ilmenneiden ikäluokittaisten erojen vuoksi vanhoissa luokissa suuremmat kuin nuorissa tai keski-ikäisissä luokissa. Keskimääräisistä poikkeavia tuloksia oli lenkouden suhteen 61-80 a luokassa ja haaraisuuden ja monivääryyden suhteen alle 41 a luokassa.

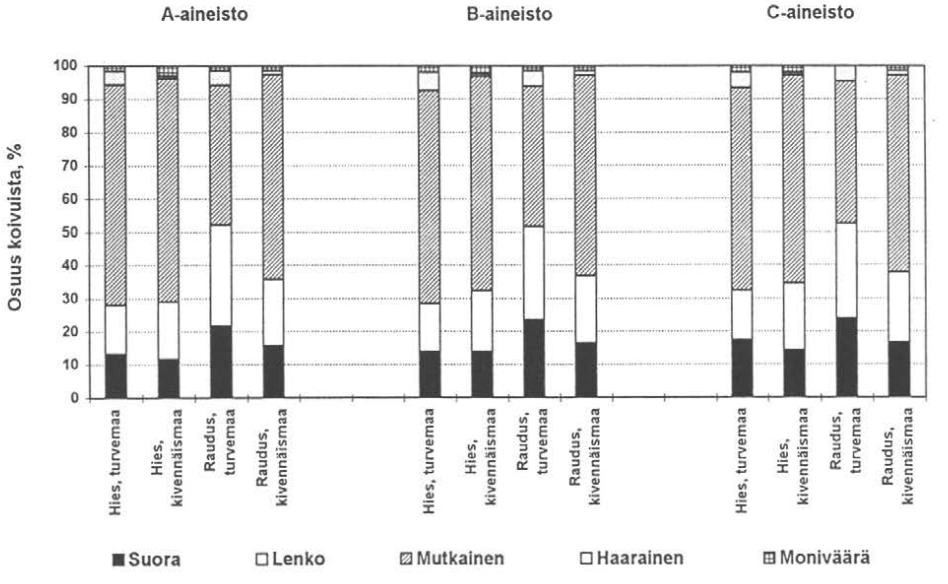
Syntytapa ei vaikuttanut logistisen regressioanalyysin mukaan turve- ja kivennäismailla yhteensä suorarunkoisten ja mutkaisten hieskoivujen osuuksiin (df=2183, χ^2=1,31 ja 1,35, p=0,2524 ja 0,2460; vrt. ikä: χ^2=3,86 ja 3,92, p=0,0494 ja 0,0478). Syntytapa vaikutti kuitenkin merkitsevästi lenkojen (χ^2=4,76, p=0,0291; vrt. ikä: χ^2=0,01, p=0,9220) mutta ei vaikuttanut haaraisten ja moniväärien hieskoivujen osuuksiin (χ^2=1,03 ja 0,03, p=0,3110 ja 0,8673; vrt. ikä: χ^2=0,54 ja 4,04, p=0,4625 ja 0,0444).

3.1.6.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Suorarunkoisten puiden osuus oli sekä hies- että rauduskoivulla turvemailla oletusten vastaisesti suurempi kuin kivennäismailla. Hieskoivulla ero oli selvä A- ja C-aineistoissa, mutta B-aineistossa osuus oli turve- ja kivennäismailla samalla tasolla. Suorarunkoisuus oli rauduskoivulla oletusten mukaisesti sekä turve- että kivennäismailla yleisempää kuin hieskoivulla. Turvemailla koivulajien ero oli B-aineistossa suurempi mutta C-aineistossa pienempi kuin A-aineistossa. Kivennäismailla koivulajien ero oli sekä B- että C-aineistoissa pienempi kuin A-aineistoissa. Turvemaiden rauduskoivun pienehkö aineisto on otettava huomioon vertailuissa.

Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	A-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Suorarunkoisten koivujen osuus, %		
Hieskoivu, turvemaa	13,1	13,8	17,3
Hieskoivu, kivennäismaa	11,5	13,8	14,2
Rauduskoivu, turvemaa	21,7	23,4	23,8
Rauduskoivu, kivennäismaa	15,6	16,3	16,5

Kuvassa 84 on esitetty hies- ja rauduskoivujen runkoluokkajakaumat turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa. A-aineistossa mutkaisten runkojen osuus vaihteli vertailuryhmien välillä 61-67 %, lenkojen osuus 15-20 %, haaraisten osuus 1-4 % ja moniväärien osuus 2-3 %. Turvemaiden rauduskoivu poikkesi selvästi muista ryhmistä em. osuuksin 42, 30, 4 ja 2 %.



Kuva 84. Hies- ja rauduskoivujen runkoluokkajakaumat viiden metrin tyviosan perusteella turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena A-, B- ja C-aineistoissa.

Hieskoivun lenkous ja jossain määrin myös monivääryys ja mutkaisuus olivat turvemailla harvinaisempia ja haaraisuus yleisempää kuin kivennäismailla. Rauduskoivun mutkaisuus oli turvemailla selvästi harvinaisempaa mutta lenkous ja haaraisuus yleisempiä kuin kivennäismailla. Hieskoivulla mutkaisuus oli sekä turve- että kivennäismailla yleisempää ja lenkous harvinaisempaa kuin rauduskoivulla.

Mutkaisuus oli B-aineistossa vähäisempää kuin A-aineistossa ja C-aineistossa luonnollisesti vähäisempää kuin B-aineistossa. Lenkous ja eräissä tapauksissa haaraisuus olivat puolestaan B- ja C-aineistossa yleisempiä kuin A-aineistossa. Turvemaiden rauduskoivulla aineistojen erot olivat lievästi päinvastaiset. Aineistojen erilaiset runkoluokkajakaumat vaikuttivat suhteellisen vähän vertailuryhmien välisiin eroihin. Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen erot olivat mutkaisuudessa ja lenkoudessa jonkin verran suuremmat C-aineistossa ja turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen vastaavat erot pienemmät sekä B- että C-aineistoissa A-aneistoon verrattuna. Hies- ja rauduskoivujen erot olivat B-aineistossa sekä turve- että kivennäismailla mutkaisuudessa ja lenkoudessa pienemmät kuin A-aineistossa ja C-aineistossa vastaavasti pienemmät kuin B-aineistossa. Vastaavat erot olivat monivääryydessä turvemailla suuremmat ja kivennäismailla pienemmät.

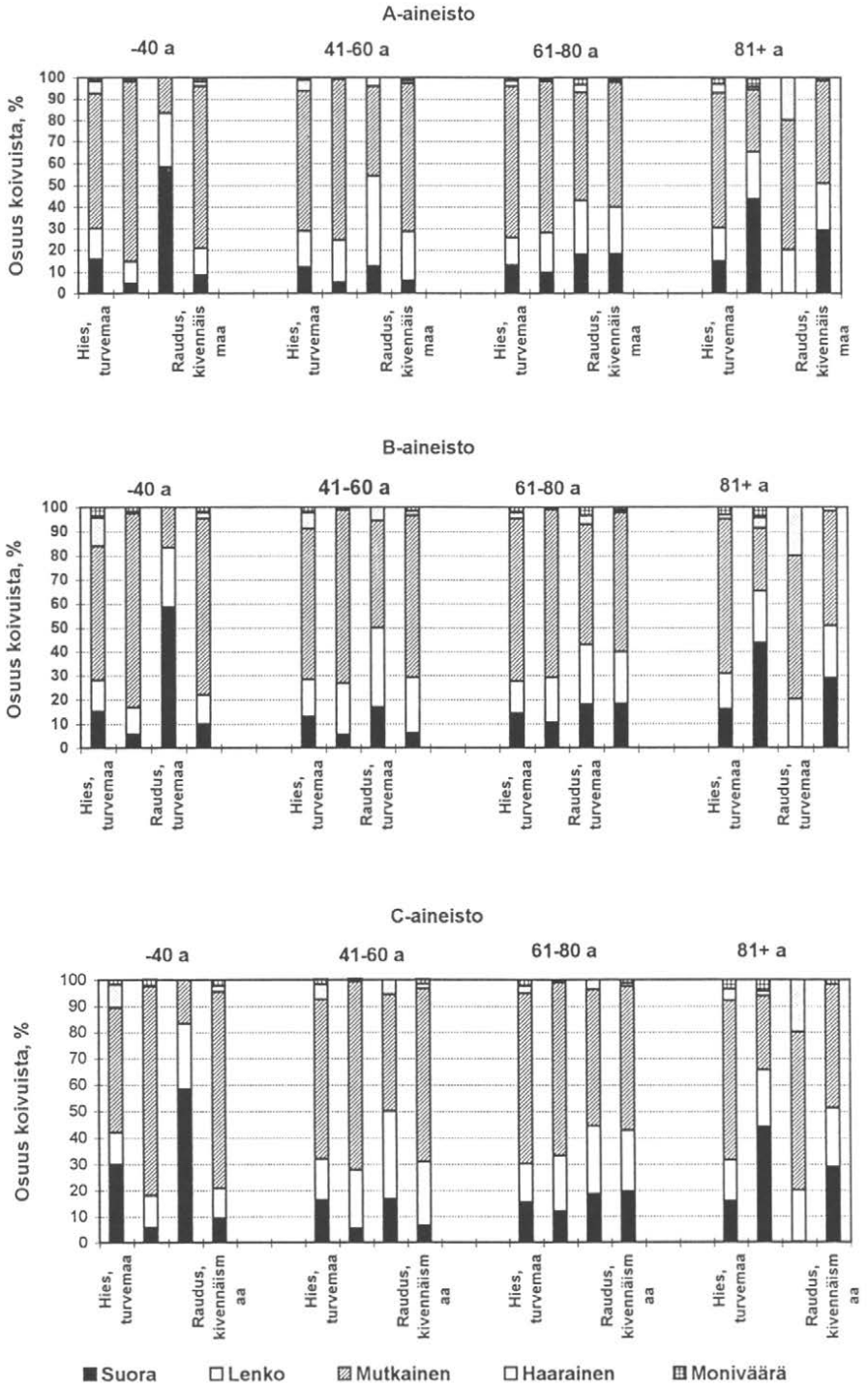
Kuvissa 85a-c on esitetty hies- ja rauduskoivujen runkoluokkajakaumat ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa. Suorarunkoisten osuus oli sekä hies- että rauduskoivulla kaikissa aineistoissa turvemailla alle 61 a luokissa selvästi suurempi mutta yli 80 a luokassa hyvin selvästi pienempi kuin kivennäismailla. Luokassa 61-80 a turvemailla oli suorarunkoisia hieskoivuja vain lievästi enemmän ja rauduskoivuja suunnilleen yhtä paljon kuin kivennäismailla. Hieskoivuista oli sekä turve- että kivennäismailla alle 61 a luokissa vähemmän mutta yli 80 a luokassa oletusten vastaisesti enemmän suorarunkoisia kuin rauduskoivuista.

Suorarunkoisten osuus riippui logistisen regressianalyysin mukaan merkitsevästi koivulajista turvemailla kaikissa aineistoissa (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=11,71, 14,64 ja 7,61, p=0,0006, 0,0001 ja 0,0058) ja myös iän vaikutus oli merkitsevä (χ^2=7,08, 6,26 ja 10,62, p=0,0078, 0,0124 ja 0,0011; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=7,85, 10,08 ja 5,75, p=0,0051, 0,0015 ja 0,0164). Kivennäismailla koivulaji vaikutti suuntaa antavasti A- ja B-aineistoissa (df=719 ja 616, χ^2=3,42 ja 2,63, p=0,0643 ja 0,1448) mutta ei vaikuttanut C-aineistossa (df=615, χ^2=1,83, p=0,1758); iän vaikutus oli merkitsevä kaikissa aineistoissa (χ^2=53,38, 45,26 ja 46,40, p=0,0000).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä oli merkitsevä ero suorarunkoisten osuudessa kaikissa aineistoissa (df=2186, 1472 ja 1476, χ^2=32,72, 17,71 ja 40,49, p=0,0000) ja myös ikä vaikutti merkitsevästi (χ^2=38,81, 36,48 ja 18,05, p=0,0001; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=34,26, 19,12 ja 41,58, p=0,0000). Myös turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä oli merkitsevä ero kaikissa aineistoissa (df=326, 302 ja 298, χ^2=19,74, 20,35 ja 20,49, p=0,0000), kun taas ikä ei vaikuttanut tässä (χ^2=1,47, 1,86 ja 1,75, p=0,2247, 0,1731, 0,1865; vrt. yhdyvaikutus: χ^2=15,62, 16,23 ja 16,29, p=0,0001).

Mutkaisten osuus oli sekä hies- että rauduskoivulla kaikissa aineistoissa turvemailla pienempi kuin kivennäismailla yli 80 a luokkaa lukuunottaamatta, jossa mutkaisuutta oli turvemailla selvästi enemmän kuin kivennäismailla. Hieskoivuista oli rauduskoivuja enemmän mutkaisia turvemailla kaikissa ikäluokissa ja kivennäismailla muissa kuin yli 80 a luokassa, jossa mutkaisuutta oli hieskoivuissa selvästi harvemmin kuin rauduskoivuissa.

Mutkaisten osuus riippui logistisen regressianalyysin mukaan merkitsevästi koivulajista turvemailla kaikissa aineistoissa (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=7,77, 6,78 ja 4,81, p=0,0053, 0,0092 ja 0,0283) ja myös iän vaikutus oli merkitsevä (χ^2=4,00, 4,51 ja 5,87, p=0,0456, 0,0338 ja 0,0154; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=3,33, 3,43 ja 2,51, p=0,0678, 0,0639 ja 01133). Myös kivennäismailla koivulaji (df=719, 616 ja 615, χ^2=7,12, 5,11 ja 4,22, p=0,0076, 0,0238 ja 0,0400) ja ikä (χ^2=49,99, 40,28 ja 41,84, p=0,0000; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=5,96, 4,93 ja 4,37, p=0,0147, 0,0265 ja 0,0365) vaikuttivat merkitsevästi kaikissa aineistoissa.



Kuva 85a-c. Hies- ja rauduskoivujen runkoluokkajakaumat viiden metrin tyviosan perusteella ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa.

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä oli merkitsevä ero mutkaisten osuudessa kaikissa aineistoissa (df=2186, 1472 ja 1476, χ^2=40,19, 29,16 ja 39,33, p=0,0000) ja myös ikä vaikutti merkitsevästi (χ^2=35,04, 24,12 ja 17,65, p=0,000; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=40,71, 31,43 ja 40,65, p=0,0000). Myös turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä oli merkitsevä ero kaikissa aineistoissa (df=326, 302 ja 298, χ^2=12,99, 11,79 ja 11,85, p=0,0003, 0,0006 ja 0,0006), kun taas ikä ei vaikuttanut tässä (χ^2=0,57, 0,94 ja 0,85, p=0,4516, 0,3331, 0,3553; vrt. yhdyvaikutus: χ^2=8,43, 8,20 ja 8,61, p=0,0037, 0,0042 ja 0,0033).

Lenkojen osuus oli hieskoivulla turvemailla pienempi kuin kivennäismailla lukuunottamatta alle 41 a luokkaa A- ja B-aineistoissa, jossa ero oli päinvastainen. Rauduskoivulla lenkojen osuus oli turvemailla suurempi kuin kivennäismailla lukuunottamatta yli 80 a luokkaa, jossa ero oli lievästi päinvastainen. Hieskoivuista oli rauduskoivuja vähemmän lenkoja kaikissa ikäluokissa, joskin ero oli kivennäismailla ja varsinkin yli 80 a luokassa pieni.

Lenkojen osuus ei kuitenkaan riippunut logistisen regressianalyysin mukaan merkitsevästi koivulajista turvemailla missään aineistossa (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=0,90, 0,34 ja 0,49, p=0,3416, 0,5592 ja 0,4838; vrt. ikä: χ^2=0,00, 0,04 ja 0,14, p=0,9471, 0,8324 ja 0,7038). Myöskään kivennäismailla koivulaji ei vaikuttanut (df=719, 616 ja 615, χ^2=0,20, 0,05 ja 0,00, p=0,6539, 0,8266 ja 0,9956; vrt. ikä: χ^2=2,14, 1,08 ja 1,10, p=0,1439, 0,2989 ja 0,2948).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä ei ollut merkitsevää eroa lenkojen osuudessa missään aineistossa (df=2186, 1472 ja 1476, χ^2=0,38, 0,00 ja 0,24, p=0,5397, 0,9453 ja 0,6258; vrt. ikä: χ^2=1,21, 0,48 ja 0,97, p=0,2704, 0,5353 ja 0,3240. Myöskään turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja (df=326, 302 ja 298, χ^2=0,76, 0,21 ja 0,20, p=0,3825, 0,6455 ja 0,6556; vrt. ikä: χ^2=0,13, 0,18 ja 0,22, p=0,7137, 0,6689 ja 0,6363).

Haaraisten osuus oli sekä hies- että rauduskoivulla turvemailla suurempi kuin kivennäismailla lukuunottamatta alle 41 a luokkaa rauduskoivulla, jossa ero oli päinvastainen. Turvemailla hieskoivuista oli alle 61 a luokissa enemmän ja näitä vanhemmissa luokissa vähemmän haaraisia kuin rauduskoivuista. Kivennäismailla hieskoivuista rauduskoivuja vähemmän haaraisia kaikissa muissa kuin yli 80 a luokassa, jossa ero oli lievästi päinvastainen.

Haaraisten osuus riippui logistisen regressianalyysin mukaan koivulajista turvemailla kaikissa aineistoissa suuntaa antavasti (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=2,59, 3,74 ja 3,01, p=0,1078, 0,0532 ja 0,0829; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=0,29 ja 3,72, 0,00 ja 4,96 sekä 0,02 ja 4,22, p=0,5897 ja 0,0538, 0,9976 ja 0,0259 sekä 0,8749 ja 0,0400). Kivennäismailla koivulaji vaikutti kaikissa aineistoissa merkitsevästi (df=719, 616 ja 615, χ^2=5,63, 5,97 ja 5,87, p=0,0176, 0,0146 ja 0,0154; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=0,70 ja 5,11, 0,76 ja 5,85 sekä 0,83 ja 5,69, p=0,4018 ja 0,0238, 0,3820 ja 0,0156 sekä 0,3613 ja 0,0170).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä oli merkitsevä ero haaraisten osuudessa kaikissa aineistoissa (df=2186, 1472 ja 1476, χ^2=15,66, 15,69 ja 13,99, p=0,0001; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=1,44 ja 17,70, 0,24 ja 20,53 sekä 0,64 ja 17,84, p=0,2299 ja 0,0000, 0,6241 ja 0,0000 sekä 0,4243 ja 0,0000. Turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja (df=326, 302 ja 298, χ^2=0,88, 0,85 ja 0,79, p=0,3486, 0,3578 ja 0,3751; vrt. ikä: χ^2=0,30, 0,15 ja 0,17, p=0,5815, 0,6964 ja 0,6825).

Moniväärien osuus oli hieskoivulla turve- ja kivennäismailla samalla tasolla, kun taas rauduskoivulla monivääryyttä oli vain kivennäismailla lukuunottamatta 61-80 a luokkaa A- ja B-aineistoissa. Täten myös hieskoivuista oli turvemailla suurempi osuus moniväriä kuin rauduskoivuista. Kivennäismailla moniväärien osuus oli hies- ja rauduskoivulla samalla tasolla lukuunottamatta yli 80 a luokkaa, jossa se oli hieskoivulla rauduskoivua yleisempää.

Moniväärien osuus ei riippunut logistisen regressianalyysin mukaan koivulajista turvemailla missään aineistossa (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=0,00, 0,05 ja 0,04, p=0,9792, 0,8309 ja 0,8555; vrt. ikä: χ^2=0,30, 0,10 ja 0,21, p=0,5822, 0,7550 ja 0,6447). Myöskään kivennäismailla koivulaji ei vaikuttanut (df=719, 616 ja 615, χ^2=1,08, 0,91 ja 0,89, p=0,2990, 0,3406 ja 0,3461; vrt. ikä: χ^2=0,00, 0,06 ja 0,03, p=0,9792, 0,8103 ja 0,8604).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja moniväärien osuudessa missään aineistossa (df=2186, 1472 ja 1476, χ^2=0,00, 0,20 ja 0,11, p=0,9640, 0,6254 ja 0,7420; vrt. ikä: χ^2=3,97, 1,12, ja 3,49, p=0,0464, 0,6241 ja 0,0617). Myöskään turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja (df=326, 302 ja 298, χ^2=0,21, 0,21 ja 0,20, p=0,6454, 0,6439 ja 0,7215; vrt. ikä: χ^2=0,00, 0,01 ja 3,73, p=0,6362, 0,9285 ja 0,0534).

Kuvissa 86a-c on esitetty hies- ja rauduskoivujen runkoluokkajakaumat rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Suorarunkoisten ja pääsääntöisesti myös lenkojen osuudet kasvoivat ja mutkaisten osuus pieneni kaikissa aineistoissa sekä hies- että rauduskoivulla 28 cm:n läpimittaan asti, minkä jälkeen järeyden vaikutus oli ilmeisesti aineiston pienuuden vuoksi epäselvä. Haaraisten ja moniväärien osuudet kasvoivat hieskoivulla lievästi koko läpimittajakauman alueella, mutta rauduskoivulla järeydellä ei ollut selvää vaikutusta. Yli 32 cm:n luokassa suorarunkoisten osuus oli tässä aineistossa silmiinpistävän suuri sekä hies- että rauduskoivulla.

Suorarunkoisten osuus oli A- ja B-aineistoissa alle 16 cm:n hieskoivuista pienempi mutta näitä paksummista hieskoivuista selvästi suurempi kuin rauduskoivuista. C-aineistossa myös alle 12 cm:n hieskoivut olivat rauduskoivuja useammin suoria. Mutkaisten osuus oli vastaavasti A- ja B-aineistoissa alle 20 cm:n hieskoivuista suurempi mutta näitä paksummista hieskoivuista selvästi pienempi kuin rauduskoivuista. C-aineistossa myös alle 12 cm:n hieskoivut olivat rauduskoivuja harvemmin mutkaisia. Lenkojen hieskoivujen osuus oli selvästi rauduskoivujen osuutta pienempi kaikissa aineistoissa yli 28 cm:n puita ja A- ja B-aineistoissa myös alle 12 cm:n puita lukuunottamatta. Haaraisten ja 12-20 cm:n puita lukuunottamatta myös moniväärien hieskoivujen osuudet olivat selvästi suuremmat kuin rauduskoivujen osuudet.

Runkoluokkajakaumat erosivat B- ja C-aineistoissa vain alle 20 cm:n puilla niistä mitä ne olivat A-aineistossa, mutta nämä erot eivät vaikuttaneet suoruusluokkien yleisyyden mukaiseen järjestykseen kummallakaan koivulajilla. Näissä läpimittaluokissa suorarunkoisten osuus oli varsinkin hieskoivulla B-aineistossa jonkin verran ja C-aineistossa selvästi suurempi ja mutkaisten osuus vastaavasti pienempi kuin A-aineistossa. Lenkojen osuus oli B-aineistossa hieman pienempi mutta C-aineistossa kuitenkin suurempi kuin A-aineistossa.

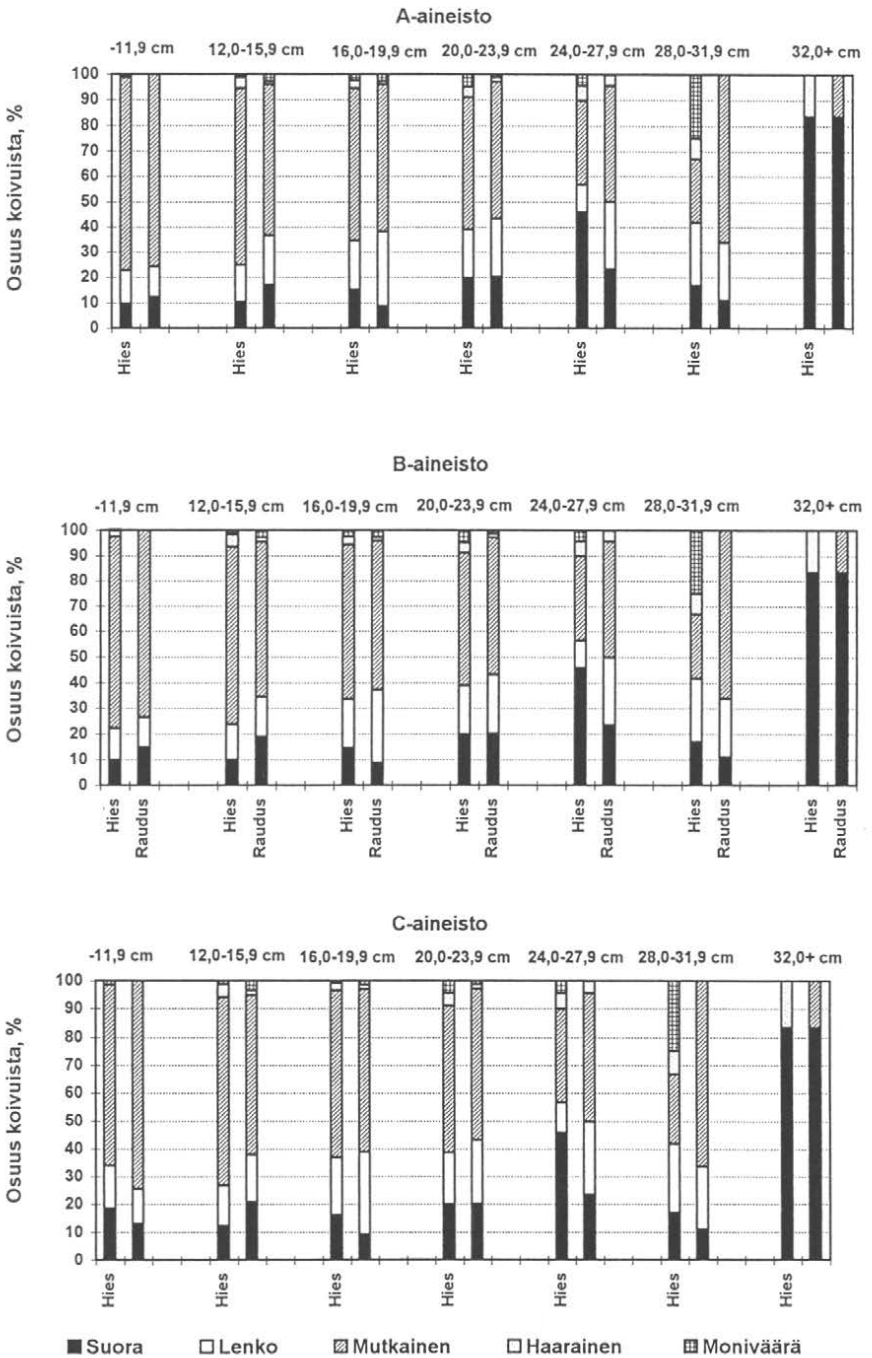
Koivulaji ei vaikuttanut tässä logistisen regressianalyysin mukaan merkitsevästi suorarunkoisten osuuteen A- ja C-aineistoissa (df=2512 ja 1774, χ^2=0,80 ja 0,01, p=0,3711 ja 0,9135), mutta B-aineistossa vaikutus oli suuntaa antava (df=1774, χ^2=2,60, p=0,1069). Rinnankorkeusläpimitan vaikutus oli merkitsevä kaikissa aineistoissa (χ^2=39,18, 35,46 ja 20,04, p=0,0000). Mutkaisten osuuteen koivulaji vaikutti A- ja B- aineistoissa vain suuntaa antavasti (χ^2=2,80 ja 3,50, p=0,0940 ja 0,0614) ja C-aineistossa ei lainkaan (χ^2=0,26, p=0,6117), mutta rinnankorkeusläpimitan vaikutus oli tässäkin merkitsevä (χ^2=61,44, 50,36 ja 33,60, p=0,0000; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=3,05, 3,68 ja 0,36, p=0,0806, 0,0549 ja 0,5940).

Koivulaji ei vaikuttanut lenkojen osuuteen missään aineistossa (χ^2=0,98, 0,53 ja 0,10, p=0,3230, 0,4684 ja 0,7511), mutta rinnankorkeusläpimitan vaikutus oli merkitsevä A- ja B-aineistoissa ja suuntaa antava C-aineistossa (χ^2=7,81, 6,17 ja 3,27, p=0,0052, 0,0130 ja 0,0706). Myöskään haaraisten osuuteen koivulaji ei vaikuttanut missään aineistossa (χ^2=0,18, 0,37 ja 0,11, p=0,6671, 0,5416 ja 0,7452) ja rinnankorkeusläpimitan vaikutus oli suuntaa antava vain A-aineistossa (χ^2=3,15, 1,16 ja 1,86, p=0,0761, 0,2814 ja 0,1726). Moniväärien osuuteen koivulaji vaikutti vain A- ja B-aineistoissa suuntaa antavasti (χ^2=3,07, 2,10 ja 1,94, p=0,0798, 0,1469 ja 0,1640) kuten myös rinnankorkeusläpimitta (χ^2=2,85, 2,10 ja 1,94, p=0,0915, 0,1469 ja 02654; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=4,45, 3,32 ja 3,28, p=0,0349, 0,0686 ja 0,0702).

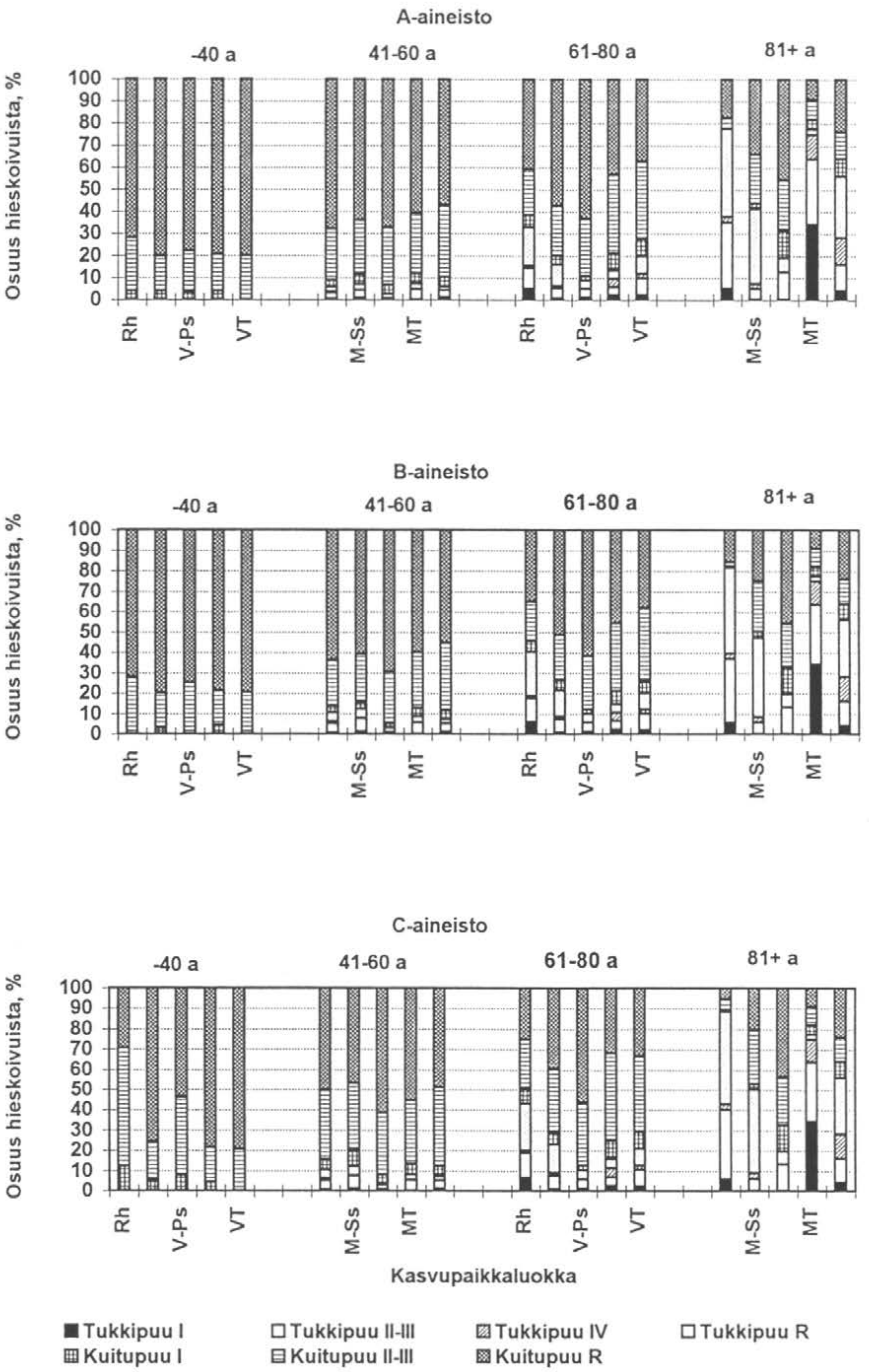
3.1.6.3 Käyttöarvolaatu

3.1.6.3.1 Hieskoivu

Kuvissa 87a-c on esitetty hieskoivujen käyttöarvolaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella kasvupaikka- ja ikäluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Puun ikä ja koko vaikuttavat keskeisesti rungon käyttöarvon arvioinnin perusteena tässä olleeseen tyvipölkyn puutavaralajiin, joten koko aineiston keskimääräisiä tuloksia ei esitetä erikseen niiden vähäisen informaatioarvon vuoksi.



Kuva 86a-c. Hies- ja rauduskoivujen runkoluokkajakaumat viiden metrin tyviosan perusteella rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa.



Kuva 87a-c. Hieskoivujen käyttöarvolaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella kasvupaikka- ja ikäluokittain A, B- ja C-aineistossa.

Tukkipuun koon ja laadun saavuttaneiden puiden osuuksien tarkastelu antaa staattisen kuvan puuston senhetkisestä vaneripuukelpoisuudesta. Tarkastelutapa ei puiden iästä ja koosta riippuvana kerro kaikkea puuston vaneripuukasvatuskelpoisuudesta. Kuitupuun kokoisten puiden käyttöarvolaatujakaumasta voidaan tehdä päätelmiä nuorissa ikäluokissa, joskin vain osa senhetkiseltä laadultaan kelvollisista puista kasvaa ja kehittyy aikanaan vaneripuiksi. Johtopäätöksiä tehtäessä on keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa otettava luonnollisesti huomioon sekä kuitupuun mittaiset että jo tukkipuun mitat saavuttaneet puut.

Tukkipuun kokoisten hieskoivujen osuus luonnollisesti kasvoi ja kuitupuun kokoisten osuus pieneni ikäluokan mukana kaikilla kasvupaikoilla. Alle 41 a luokissa ei ollut vielä lainkaan tukkipuun vähimmäismitat saavuttaneita hieskoivuja. A-aineistossa tukkipuun kokoisia oli kasvupaikkaluokasta riippuen 41-60 a luokassa vain 3-6 % ja yli 80 a luokassa 19-78 %. Niiden osuus oli turvemaiden kasvupaikoilla lähes säännöllisesti pienempi kuin vastaavan viljavuustason kivennäismaiden kasvupaikoilla eron kasvaessa ikäluokan mukana. Osuus oli myös yleensä sitä suurempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso vaikutuksen ollessa kivennäismailla turvemaita selvempi. Poikkeuksina olivat mustikkaiset-suursaraiset turvemaat, joilla tukkipuun kokoisia hieskoivuja oli turvemaista eniten 41-60 a ja vähiten yli 80 a luokissa, ja kuivahkot kankaat, joilla tukkipuun kokoisia hieskoivuja oli hieman tuoreita kankaita enemmän 61-80 a luokassa. Yli 60 a luokissa tukkipuun kokoisia hieskoivuja oli eniten ruohoisilla turvemailla.

B- ja C-aineistoissa tukkipuun kokoisten hieskoivujen osuus oli varsinkin ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla suurempi kuin A-aineistossa, joten erot turve- ja kivennäismaiden välillä olivat myös pienemmät. Ero B- ja A-aineistojen välillä tukkipuun kokoisten hieskoivujen osuuksissa oli em. kasvupaikoilla 41-60 a luokassa 5-6 %-yksikköä, 61-80 a luokassa 6-7 %-yksikköä ja yli 80 a luokassa 4-6 %-yksikköä ja muilla kasvupaikoilla vastaavasti alle 0,4-1,4 %-yksikköä, 1,2-2,5 %-yksikköä ja 0-0,7 %-yksikköä. Ero C- ja A-aineistojen välillä tukkipuun kokoisten puiden osuuksissa oli näillä kasvupaikoilla 41-60 a luokassa noin 5 %-yksikköä, 61-80 a luokassa 7-10 %-yksikköä ja yli 80 a luokassa 9-11 %-yksikköä ja muilla kasvupaikoilla vastaavasti 0,4-1,1 %-yksikköä, 1,2-2,5 %-yksikköä ja 0-0,7 %-yksikköä. Viljavuustason vaikutukset ja turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen erojen suhteen olivat B- ja C-aineistoissa samat kuin A-aineistossa lukuunottamatta mustikkaista tasoa, jolla tukkipuun kokoisia oli 41-80 a ikäluokissa turvemailla enemmän kuin kivennäismailla. Lisäksi ruohoiset turvemaat erottuivat yli 60 a ikäluokissa B- ja C-aineistoissa selvemmin muista kasvupaikoista kuin A-aineistossa.

Kasvupaikkaluokka vaikutti logistisen regressianalyysin tukkipuun kokoisten hieskoivujen osuuteen suuntaa antavasti A- ja C-aineistoissa mutta ei vaikuttanut B-aineistossa (df=2183, 1533 ja 1533, χ^2=8,11, 5,31 ja 6,76, p=0,0876, 0,2568 ja 0,1494). Iän vaikutus oli merkitsevä kaikissa aineistoissa (χ^2=232,75, 181,07 ja 192,56, p=0,0000) mutta kasvupaikkaluokan ja iän välillä oli yhdysvaikutus (χ^2=14,17, 9,91 ja 12,76, p=0,0068, 0,0421 ja 0,0125).

Myös tukkipuun laatuisten hieskoivujen osuus kasvoi ikäluokan mukana kaikilla kasvupaikoilla. A-aineistossa niitä oli kasvupaikkaluokasta riippuen 1-5 % 41-60 a luokassa ja 7-75 % yli 80 a luokassa. Niiden osuus oli turvemaiden kasvupaikoilla aina pienempi kuin vastaavan viljavuustason kivennäismaiden kasvupaikoilla eron kasvaessa ikäluokan mukana. Kasvupaikan viljavuustason vaikutukset olivat samat kuin tukkipuun kokoisten hieskoivujen osuuden suhteen. Tukkipuun laatuisia hieskoivuja oli eniten 41-60 a luokassa kuivahkoilla kankailla, 61-80 a luokassa ruohoisilla turvemailla ja yli 80 a luokassa tuoreilla kankailla.

B- ja C-aineistoissa tukkipuun laatuisten hieskoivujen osuus oli varsinkin ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla suurempi kuin A-aineistossa, mutta aineistojen erot olivat pienemmät kuin tukkipuun kokoisten hieskoivujen osuudessa. Erot turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä olivat B- ja C-aineistoissa kuitenkin pienemmät kuin A-aineistossa myös tukkipuun laatuisten hieskoivujen osuudessa. B- ja C-aineistojen tukkipuun laatuisten puiden osuudet poikkesivat A-aineiston vastaavista osuuksista em. kasvupaikoilla 41-60 a luokassa 3-4 %-yksikköä ja näitä vanhemmissa luokissa 2-5 %-yksikköä ja muilla kasvupaikoilla vastaavasti korkeintaan yhden prosenttiyksikön. Viljavuustason vaikutukset ja turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen erojen suhteen olivat B- ja C-aineistoissa samat kuin A-aineistossa lukuunottamatta mustikkaista viljavuustasoa, jolla tukkipuun kokoisia oli 41-60 a luokassa turvemailla enemmän kuin kivennäismailla.

Kasvupaikkaluokka vaikutti logistisen regressianalyysin tukkipuun laatuisten hieskoivujen osuuteen merkitsevästi kaikissa aineistoissa (df=2183, 1533 ja 1533, χ^2=10,07, 11,46 ja 10,83, p=0,0393, 0,0218 ja 0,0286). Iän vaikutus oli merkitsevä kaikissa aineistoissa (χ^2=106,50, 80,96 ja 85,41, p=0,0000), mutta kasvupaikkaluokan ja iän välillä oli yhdysvaikutus (χ^2=12,90, 14,26 ja 13,63, p=0,0118, 0,0065 ja 0,0086).

Hylkytukkirunkojen osuus kaikista hieskoivuista oli turve- ja kivennäismailla 41-60 a luokassa samalla tasolla (2-3 %), mutta 61-80 a ja yli 80 a luokissa hylkytukirunkoja oli eniten ruohoisilla turvemailla (18 ja 40 %), runsaasti mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla (10 ja 34 %) ja kuivahkoilla kankailla (8 ja 28 %) ja selvästi vähiten tuoreilla kankailla (4 ja 2 %) ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla (4 ja 6 %). Tukkipuun kokoisista hieskoivuista hylkytukkirunkojen osuudet olivat korkeat, 41-60 a luokassa 28-76 % ja selvästi suurin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja pienin kuivahkoilla kankailla sekä 61-80 a ja yli 80 a luokissa 29-61 % ja 3-82 % ja selvästi suurin mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja selvästi pienin tuoreilla kankailla.

Kasvupaikkaluokkien erot hylkytukkirunkojen osuuksissa olivat B- ja C-aineistoissa kaikista hieskoivuista laskettuina suuremmat kuin A-aineistossa, mutta tukkipuun kokoisista hieskoivuista laskettuina aineistojen erot olivat hyvin pienet. Hylkytukkirunkoja oli kaikista hieskoivuista 41-60 a luokassa ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla 4-5 % ja muilla kasvupaikoilla 2-3 % sekä 61-80 a ja yli 80 a luokissa vastaavasti ruohoisilla turvemailla 22 ja 23 % sekä 42 ja 46 %, mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla 13 ja 14 % sekä 29 ja 41 %, kuivahkoilla kankailla 8 %, puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla 4-5 % ja 7 % ja tuoreilla kankailla 4 ja 2 %.

Kasvupaikkaluokka vaikutti logistisen regressianalyysin mukaan hylkytukkirunkojen osuuteen tukkipuun kokoisista hieskoivuista merkitsevästi kaikissa aineistoissa (df=284, 283 ja 283, χ^2=11,05, 11,26 ja 11,26, p=0,0260, 0,0237 ja 0,0237). Ikä ei vaikuttanut (χ^2=0,00, p=0,9623, 0,9743 ja 0,9743), mutta kasvupaikkaluokan ja iän välillä oli yhdysvaikutus (χ^2=16,12, 16,30 ja 16,30, p=0,0029, 0,0026 ja 0,0026).

Tukkipuun kokoisista hieskoivuista oli erityisesti turvemailla vain pieni osuus sellaisia, joista saatiin virheetön tyvitukki. Luokassa 41-60 a niitä oli A-aineistossa vain ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla, 5 ja 10 %, ja kuivahkoilla kankailla, 15 %. Luokassa 61-80 a niitä oli eniten ruohoisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla, kuitenkin vain 15 ja 14 %, ja vähiten mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla, 3 %. Yli 80 a luokassa niitä oli selvästi eniten tuoreilla kankailla, 44 %, ja lisäksi vähän ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla, 7 %. Virheettömän tyvitukin hieskoivujen osuudet B- ja C-aineistoissa poikkesivat vain alle 0,5 %-yksikköä A-aineistosta, joten kasvupaikkaluokkien suhteet olivat myös samat eri aineistoissa.

Kasvupaikkaluokka ei vaikuttanut logistisen regressianalyysin mukaan virheettömän tyvitukin puiden osuuteen tukkipuun kokoisista hieskoivuista missään aineistossa (df=284, 283 ja 283, χ^2=5,89, 5,90 ja 5,90, p=0,2075, 0,2064 ja 0,2064). Ikä ei myöskään vaikuttanut (χ^2=0,10, p=0,7514, 0,7488 ja 0,7488; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=8,67, 8,69 ja 8,69, p=0,0699, 0,0695 ja 0,0695).

Alle 41 a luokassa, joissa kaikki hieskoivut olivat vielä kuitupuun mittaisia, laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia oli sekä A-että B-aineistoissa vain 20-28 %, eniten ruohoisilla turvemailla, mutta C-aineistossa kuitenkin 18-71 %, tässäkin selvästi eniten ruohoisilla turvemailla mutta vähiten tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla. Tyviosaltaan virheettömiä oli A-aineistossa 4 % lukuunottamatta kuivahkoja kankaita, joilla niitä ei ollut lainkaan, B-aineistossa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla 3 % ja tuoreilla kankailla 4 % ja C-aineistossa ruohoisilla turvemailla 12 % ja kuivahkoja kankaita lukuunottamatta muilla kasvupaikoilla 4-8 %.

Luokassa 41-60 a vaneripuuksi kasvatuskelpoisia oli kuitupuun mittaisista hieskoivuista A- ja B-aineistoissa 28-40 % ja C-aineistossa 37-47 % ja kaikista hieskoivuista A-aineistossa 30-41 %, B-aineistossa 32-43 % ja C-aineistossa 36-49 %. Kummallakin tavalla tarkastellen niitä oli A-ja B-aineistoissa eniten kuivahkoilla kankailla ja vähiten ruohoisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja C-aineistossa eniten kuivahkoilla kankailla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja vähiten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Tyviosaltaan virheettömiä oli sekä kuitupuun mittaisista että kaikista hieskoivuista A- ja B-aineistoissa 3-5 % ja C-aineistossa 6-9 %. Niitä oli eniten kuitupuun mittaisista hieskoivuista A- ja B-aineistoissa tuoreilla kankailla ja C-aineistossa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja kaikista hieskoivuista A- ja B-aineistoissa kuivahkoilla kankailla ja C-aineistossa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja molemmissa tapauksissa vastaavasti vähiten A-aineistossa ruohoisilla ja B- ja C-aineistoissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla.

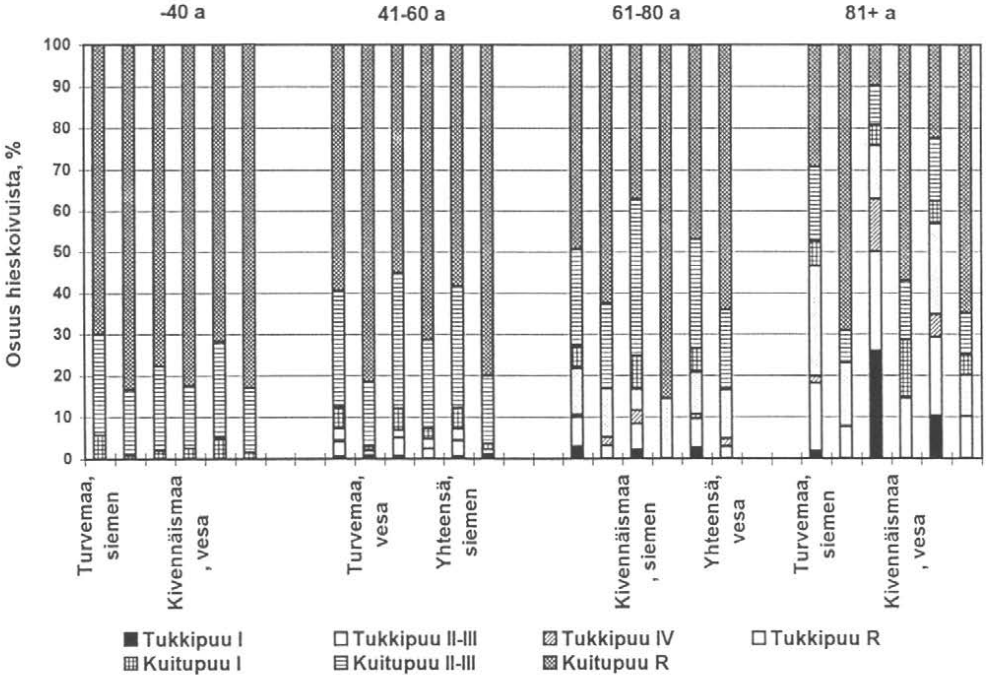
Luokassa 61-80 a vaneripuuksi kasvatuskelpoisia oli vielä kuitupuun mittaisista hieskoivuista A-aineistossa 31-54 %, B-aineistossa 35-53 % ja C-aineistossa 37-62 % ja kaikista hieskoivuista A-aineistossa 33-55 %, B-aineistossa 36-54 % ja C-aineistossa 39-63 %. Kummallakin tavalla tarkastellen niitä oli kaikissa aineistoissa eniten kuivahkoilla ja tuoreilla kankailla ja vähiten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Tyviosaltaan virheettömiä oli kuitupuun mittaisista hieskoivuista A-aineistossa 2-10 %, B-aineistossa 2-9 % ja C-aineistossa 3-13 % ja kaikista hieskoivuista A-ja B-aineistoissa 3-11 % ja C-aineistossa 3-14 %. Niitä oli eniten kuitupuun mittaisista hieskoivuista A-aineistossa kuivahkoilla kankailla ja B- ja C-aineistossa ruohoisilla turvemailla ja kaikista hieskoivuista kaikissa aineistoissa ruohoisilla turvemailla ja molemmissa tapauksissa vastaavasti vähiten kaikissa aineistoissa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla.

Yli 80 a luokassa vaneripuuksi kasvatuskelpoisia oli vielä kuitupuun mittaisista hieskoivuista A-aineistossa 22-60 %, B-aineistossa 14-60 % ja C-aineistossa 46-60 % ja kaikista hieskoivuista A-aineistossa 32-89 %, B-aineistossa 34-89 % ja C-aineistossa 38-89 %. Niitä oli kummallakin tavalla tarkastellen ylivoimaisesti eniten kaikissa aineistoissa tuoreilla kankailla ja vähiten vain kuitupuun mittaiset hieskoivut huomioon ottaen A- ja B-aineistoissa ruohoisilla ja C-aineistossa puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja kaikki hieskoivut huomioon ottaen kaikissa aineistoissa mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla. Tyviosaltaan virheettömiä oli kaikissa aineistossa kuitupuun mittaisista hieskoivuista 0-20 % ja kaikista hieskoivuista 2-39 %. Niitä oli kaikissa aineistoissa selvästi eniten molemmissa tapauksissa tuoreilla kankailla ja vähiten kuitupuun mittaisista hieskoivuista ruohoisilla ja kaikista hieskoivuista mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla.

Kasvupaikkaluokka ei vaikuttanut logistisen regressianalyysin vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisten hieskoivujen osuuteen A- ja B-aineistoissa, mutta vaikutus oli merkitsevä C-aineistossa (df=2183, 1533 ja 1533, χ^2=5,40, 3,83 ja 23,58, p=0,2488, 0,4292 ja 0,0001). Iän vaikutus oli merkitsevä kaikissa aineistoissa (χ^2=64,89, 56,06 ja 27.80, p=0,0000) ja kasvupaikkaluokan ja iän välillä oli yhdysvaikutus (χ^2=13,12, 9,37 ja 26,81, p=0,0107, 0,0524 ja 0,0000).

Kuvassa 88 on esitetty siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen käyttöarvolaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-aineistossa. Sekä tukkipuun kokoisten että laatuisten osuus oli vesasyntyisillä hieskoivuilla olennaisesti pienempi kuin siemensyntyisillä eron kasvaessa ikäluokan mukana. Tukkipuun kokoisia oli turvemaiden vesa- ja siemensyntyisistä hieskoivuista 41-60 a luokassa 2 ja 7 %, 61-80 a luokassa 17 ja 22 % ja yli 80 a luokassa 23 ja 47 % % ja kivennäismaiden vesa- ja siemensyntyisistä hieskoivuista vastaavasti 4 ja 7 %, 14 ja 17 % ja 14 ja 76 %. Tukkipuun laatuisia oli turvemaiden vesa- ja siemensyntyisistä hieskoivuista 41-60 a luokassa 1 ja 4 %, 61-80 a luokassa 5 ja 10 % ja yli 80 a luokassa 8 ja 20 % ja kivennäismaiden vesa- ja siemensyntyisistä hieskoivuista vastaavasti 2 ja 5 %, 0 ja 11 % ja 14 ja 63 %.

Syntytapa vaikutti logistisen regressioanalyysin mukaan turvemailla suuntaa antavasti sekä tukkipuun kokoisten että laatuisten hieskoivujen osuuksiin (df=1721, χ^2=3,28 ja 2,83, p=0,0702 ja 0,0924) ja ikä vaikutti molemmissa tapauksissa merkitsevästi (χ^2=89,41 ja 27,93, p=0,0000). Kivennäismailla syntytapa ei vaikuttanut kumpaankaan osuuteen (χ^2=1,32 ja 0,50, p=0,2511 ja 0,4805), mutta ikä vaikutti merkitsevästi (χ^2=28,00 ja 15,08, p=0,0000 ja 0,0001; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=4,18 ja 2,54, p=0,0408 ja 0,1109). Syntytapa ei vaikuttanut myöskään turve- ja kivennäismailla yhteensä (df=2183, χ^2=0,34 ja 0,37, p=0,5612 ja 0,5417), mutta ikä vaikutti täälläkin merkitsevästi (χ^2=113,70 ja 47,79, p=0,0000).



Kuva 88. Siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen käyttöarvolaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-aineistossa.

Hylkytukkirunkojen osuus kaikista hieskoivuista oli vesasyntyisillä hieskoivuilla turvemailla siemensyntyisiä pienempi mutta kivennäismailla yli 80 a luokkaa lukuunottamatta suurempi. Hylkytukkirunkoja oli turvemaiden vesa- ja siemensyntyisistä hieskoivuista 41-60 a luokassa 1 ja 3 %, 61-80 a luokassa 11 % ja yli 80 a luokassa 15 ja 27 % ja kivennäismaiden vesa- ja siemensyntyisistä hieskoivuista vastaavasti 3 ja 2 %, 14 ja 5 % mutta yli 80 a luokassa 0 ja 13 %. Tukkipuun kokoisista hylkytukkirunkoja oli turvemaiden vesa- ja siemensyntyisillä hieskoivuilla 41-60 a luokassa 58 ja 40 %, 61-80 a luokassa 69 ja 52 % ja yli 80 luokassa 67 ja 57 % ja kivennäismaiden vesa- ja siemensyntyisillä hieskoivuilla 50 ja 28 %, 100 ja 31 % mutta yli 80 a luokassa 0 ja 17 %.

Syntytapa ei vaikuttanut logistisen regressioanalyysin mukaan hylkytukkirunkojen osuuteen kaikista tukkipuun kokoisista hieskoivuista turvemailla kuin myöskään kivennäismailla tai turve- ja kivennäismailla yhteensä (df=204, 80 ja 284, χ^2=0,04, 0,10 ja 0,14, p=0,8458, 0,8138 ja 0,7058; vrt. ikä: χ^2=0,10, 0,06 ja 0,01, p=0,7474, 0,8138 ja 0,4882).

Yhdestäkään tukkipuun kokoisesta vesasyntyisestä hieskoivusta ei saatu virheetöntä tyvitukkia, kun taas tällaisten puiden osuudet olivat siemensyntyisillä hieskoivuilla turve- ja kivennäismailla 41-60 a luokassa 7 ja 9 %, 61-80 a luokassa 13 % ja yli 80 a luokassa 4 ja 34 %.

Vesasyntyisistä hieskoivuista oli ikäluokasta riippumatta olennaisesti pienempi osuus laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuin siemensyntyisistä. Kuitupuun mittaisista tällaisia oli turvemaiden vesa- ja siemensyntyisillä hieskoivuilla alle 41 a luokassa 17 ja 30 %, 41-60 a luokassa17 ja 36 %, 61-80 a luokassa 25 ja 37 % ja yli 80 a luokassa 10 ja 45 % ja kivennäismaiden vesa- ja siemensyntyisillä hieskoivuilla vastaavasti 18 ja 22 %, 25 ja 41 %, 0 ja 56 % ja yli 80 a luokassa 33 ja 60 %. Kaikista hieskoivuista tällaisia oli vastaavasti turvemaiden vesa- ja siemensyntyisillä hieskoivuilla 41-60 a luokassa 17 ja 38 %, 61-80 a luokassa 26 ja 39 % ja yli 80 a luokassa 15 ja 45 % ja kivennäismaiden vesa- ja siemensyntyisillä hieskoivuilla vastaavasti 26 ja 43 %, 0 ja 58 % ja yli 80 a luokassa 43 ja 77 %.

Syntytapa vaikutti logistisen regressioanalyysin mukaan vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisten hieskoivujen osuuteen turvemailla merkitsevästi mutta ei vaikuttanut kivennäismailla (df=1721 ja 462, χ^2=6,62 ja 1,02, p=0,0101 ja 0,3114). Ikä vaikutti molemmissa tapauksissa merkitsevästi (χ^2=10,30 ja 12,53, p=0,0013 ja 0,0004; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=0,77 ja 5,52, p=0,3815 ja 0,0188). Turve- ja kivennäismailla yhteensä syntytapa vaikutti vain suuntaa antavasti (df=2183, χ^2=2,08, p=0,1489; vrt. ikä: χ^2=21,82, p=0,0000).

Turvemaiden kuitupuun mittaisissa vesasyntyisissä hieskoivuissa oli tyviosaltaan virheettömiä vain satunnaisesti alle 61 a luokissa, noin 1 %, kun niitä oli siemensyntyisissä hieskoivuissa alle 81 a luokissa 5-7 % ja yli 80 a luokassa 11 %. Kivennäismaiden kuitupuun mittaisissa vesasyntyisissä hieskoivuissa oli tyviosaltaan virheettömiä alle 61 a luokissa 3 %, 61-80 a luokassa ei lainkaan mutta yli 80 a luokassa kuitenkin 17 %, kun niitä oli siemensyntyisissä hieskoivuissa alle 41 a luokassa 2 %, 41-60 a luokassa 6 %, 61-80 a luokassa 10 % ja yli 80 a luokassa 20 %.

Tyviosaltaan virheettömien puiden osuudet kaikista hieskoivuista laskettuina olivat sekä vesa- että siemensyntyisillä hieskoivuilla alle 61 a luokissa yhtä suuret kuin pelkästään kuitupuun mittaisista hieskoivuista laskettuina. Turvemaiden yli 61 a luokissa tyviosaltaan virheettömiä ei ollut vesasyntyisissä hieskoivuissa lainkaan mutta siemensyntyisissä kuitenkin 8 %. Myöskään kivennäismaiden 61-80 a luokassa tällaisia ei ollut vesasyntyisissä hieskoivuissa lainkaan mutta siemensyntyisissä 10 %, kun taas yli 80 a luokassa osuudet olivat 10 ja 31 %.

3.1.6.3.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Kuvissa 89a-c on esitetty hies- ja rauduskoivujen käyttöarvolaatujakaumat turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa. Tukkipuun kokoisten koivujen osuus luonnollisesti kasvoi ja kuitupuun kokoisten osuus pieneni ikäluokan mukana kaikissa tarkastelluissa ryhmissä. Yksikään alle 41 a luokan koivu ei ollut saavuttanut tukkipuun vähimmäismittoja. A-aineistossa tukkipuun kokoisia oli vertailuryhmästä riippuen 6-24 % 41-60 a luokassa ja 44-83 % yli 80 a luokassa. Niiden osuus oli molemmilla koivulajeilla turvemailla 41-60 a ja yli 80 a luokissa jonkin verran pienempi mutta 61-80 a luokassa kuitenkin suurempi kuin kivennäismailla. Tukkipuun kokoisten hieskoivujen osuus oli 41-80 a luokissa sekä turve- että kivennäismailla vain runsas neljännes ja yli 80 luokassa turvemailla noin puolet ja kivennäismailla kolme neljännestä tukkipuun kokoisten rauduskoivujen osuudesta. Hies- ja rauduskoivujen erot olivat siis moninkertaiset turve- ja kivennäismaiden koivujen eroihin verrattuna. B- ja C-aineistoissa tukkipuun kokoisten osuudet olivat 41-80 a luokissa kaikissa tarkastelluissa ryhmissä selvästi ja yli 80 a luokassa turve- ja kivennäismaiden hieskoivulla hieman suuremmat kuin A-aineistossa; B- ja A-aineistojen erot olivat hieman suuremmat kuin C- ja A-aineistojen erot. Aineistolla ei ollut kuitenkaan vaikutusta turve- ja kivennäismaiden koivujen tai hies- ja rauduskoivujen suhteisiin.

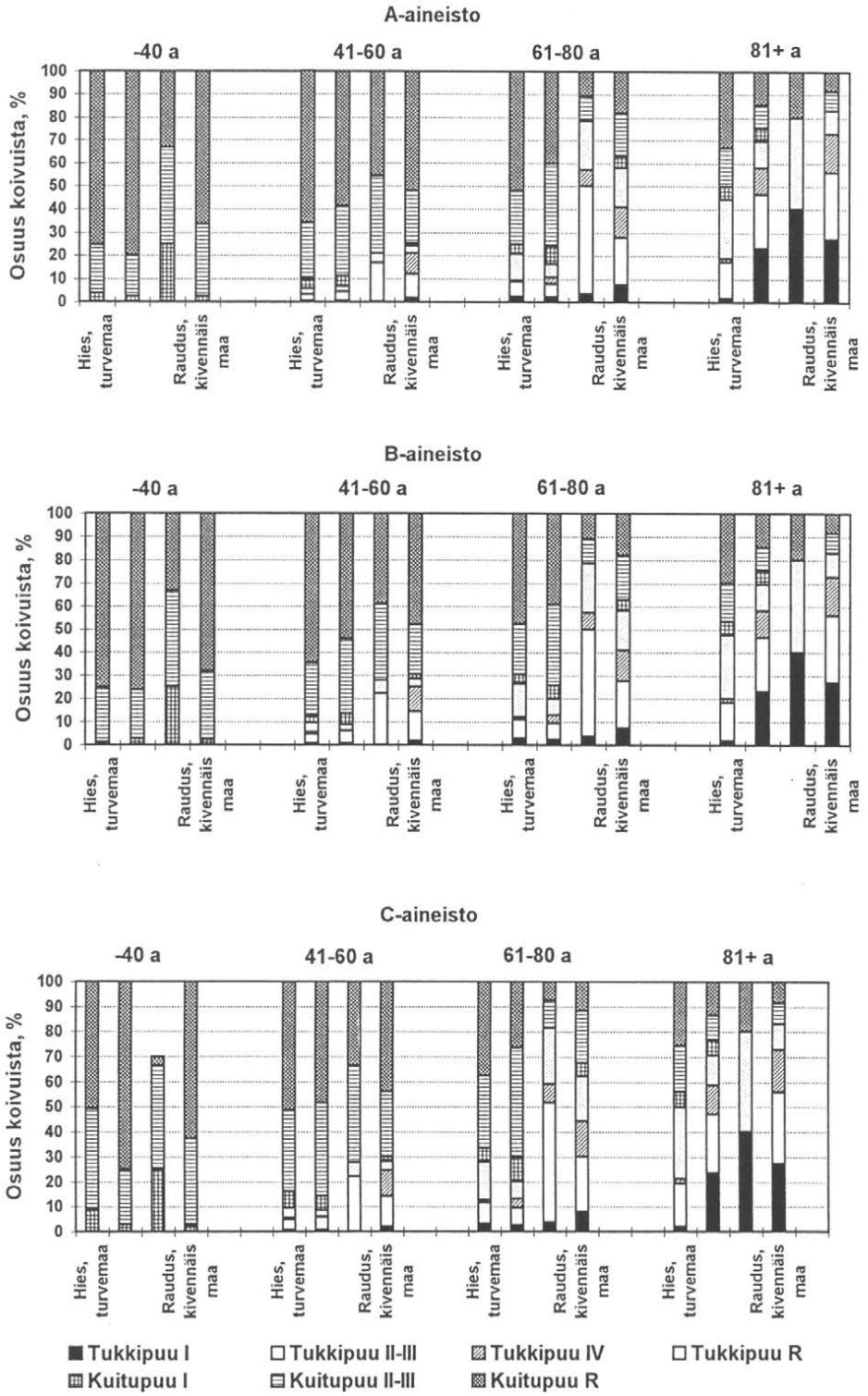
Tukkipuun kokoisten puiden osuus ei kuitenkaan riippunut logistisen regressianalyysin mukaan merkitsevästi koivulajista turvemailla missään aineistossa (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=0,02, 0,10 ja 0,04, p=0,8950, 0,7540 ja 0,8363), vaan ainoastaan iän vaikutus oli merkitsevä (χ^2=40,79, 33,77 ja 35,20, p=0,0000). Myöskään kivennäismailla koivulaji ei vaikuttanut (df=719, 616 ja 615, χ^2=0,14, 0,03 ja 0,01, p=0,7056, 0,8595 ja 0,9055), vaan iän vaikutus oli ratkaisevan merkitsevä (χ^2=136,77, 121,38 ja 123,53, p=0,0000).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja tukkipuun kokoisten puiden osuudessa missään aineistossa (df=2186, 1472 ja 1476, χ^2=0,60, 0,01 ja 0,00, p=0,4404, 0,9063 ja 0,9754; vrt. ikä: χ^2=240,52, 183,84 ja 193,63, p=0,0000). Myöskään turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja (df=326, 302 ja 298, χ^2=0,33, 0,12 ja 0,07, p=0,5652, 0,7339 ja 0,7914; vrt. ikä: χ^2=41,30, 37,59 ja 38,69, p=0,0000).

Tukkipuun laatuisten koivujen osuus oli tarkastellusta ryhmästä riippuen 5-22 % 41-60 a luokassa ja 40-56 % yli 80 a luokassa. Suhteet turve- ja kivennäismaiden koivujen ja hies- ja rauduskoivujen välillä olivat pitkälti samansuuntaiset kuin tukkipuun kokoisten koivujen osuuksien suhteen. Turvemailla hieskoivuista oli kuitenkin yli 80 a luokassa hieman suurempi osuus tukkipuun laatuisia kuin rauduskoivuista. B-ja C-aineistoissa tukkipuun laatuisten osuudet olivat 41-60 a luokassa kaikissa tarkastelluissa ryhmissä selvästi ja yli 60 a luokissa turve- ja kivennäismaiden hieskoivulla hieman suuremmat kuin A-aineistossa. B- ja A-aineistojen erot olivat 41-60 a luokassa hieman suuremmat ja yli 60 luokissa pienemmät kuin C- ja A-aineistojen erot. Turve- ja kivennäismaiden koivujen suhteet olivat 41-60 a luokassa B- ja C-aineistoissa ja hieskoivujen osalta myös yli 80 a luokassa C-aineistossa päinvastaiset kuin A-aineistossa. Aineistolla ei ollut kuitenkaan vaikutusta hies- ja rauduskoivujen suhteisiin.

Tukkipuun laatuisten puiden osuus ei kuitenkaan riippunut logistisen regressianalyysin mukaan merkitsevästi koivulajista turvemailla missään aineistossa (df=1793, 1159 ja 1159, χ^2=1,31, 0,53 ja 0,71, p=0,2523, 0,4657 ja 0,4005), vaan ainoastaan iän vaikutus oli merkitsevä (χ^2=31,00, 23,31 ja 24,37, p=0,0000). Myöskään kivennäismailla koivulaji ei vaikuttanut (df=719, 616 ja 615, χ^2=1,93, 1,31 ja 1,38, p=0,1643, 0,2519 ja 0,2399), vaan iän vaikutus oli ratkaisevan merkitsevä (χ^2=127,32, 112,25 ja 115,29, p=0,0000).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja tukkipuun laatuisten puiden osuudessa missään aineistossa (df=2186, 1472 ja 1476, χ^2=0,03, 0,95 ja 0,80, p=0,8588, 0,3290 ja 0,3711; vrt. ikä: χ^2=158,91, 117,63 ja 124,17, p=0,0000). Myöskään turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja (df=326, 302 ja 298, χ^2=0,11, 0,23 ja 0,28, p=0,7361, 0,6283 ja 0,5969; vrt. ikä: χ^2=34,03, 30,25 ja 30,93, p=0,0000).



Kuva 89a-c. Hies- ja rauduskoivujen käyttöarvolaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella ikäluokittain turve- ja kivennäismailla A-, B- ja C-aineistoissa.

Hylkytukkirunkojen osuus kaikista puista oli turve- ja kivennäismailla 41-60 a luokassa sekä hies- että rauduskoivulla lähes samalla tasolla, 2,5 vs 2 % ja 4 vs. 3 %, mutta näitä vanhemmissa luokissa tällaisia oli turvemailla selvästi enemmän kuin kivennäismailla, 61-80 a luokassa hieskoivulla 11 vs. 6 % ja rauduskoivulla 21 vs. 17 % ja yli 80 a luokassa vastaavasti 26 vs. 12 % ja 12 vs. 10 %. Tukkipuun kokoisista puista hylkytukkirunkojen osuudet olivat 61-80 a luokan rauduskoivuja lukuunottamatta turvemailla selvästi korkeammat kuin kivennäismailla, 41-60 a luokassa hieskoivulla 41 vs. 31 % ja rauduskoivulla 20 vs. 13 %, 61-80 a luokassa vastaavasti 55 vs. 35 % ja 27 vs. 29 % ja yli 80 a luokassa 58 vs. 17 % ja 50 vs. 12 %. Kaikista hieskoivuista hylkytukkirunkoja oli em. lukujen mukaisesti pienempi osuus kuin kaikista rauduskoivuista, poikkeuksena yli 80 a luokka kivennäismailla. Tukkipuun kokoisista hylkytukkirunkojen osuudet olivat puolestaan hieskoivulla kaikissa ikäluokissa huomattavasti suuremmat kuin rauduskoivulla sekä turve- että kivennäismailla.

Hylkytukkirunkojen osuudet kaikista puista olivat B-aineistossa 41-60 a luokassa kaikissa ryhmissä ja hieskoivuilla myös yli 60 a luokissa ja C-aineistossa 41-80 a luokissa kaikissa ryhmissä ja hieskoivuilla myös yli 60 a luokassa hieman suuremmat kuin A-aineistossa. Turve- ja kivennäismaiden koivujen erot olivat yli 80 a luokkaa lukuunottamatta B- ja C-aineistoissa hieman suuremmat ja hies- ja rauduskoivujen erot kaikissa luokissa hieman pienemmät kuin A-aineistossa. Hylkytukkirunkojen osuudet tukkipuun kokoisista puista B- ja C-aineistoissa poikkesivat osuuksista A-aineistossa vain 41-60 a luokassa ja silloinkin vain alle yhden prosenttiyksikön.

Hylkytukkirunkojen osuus tukkipuun kokoisista puista ei kuitenkaan riippunut logistisen regressianalyysin mukaan merkitsevästi koivulajista turvemailla missään aineistossa (df=237, 236 ja 236, χ^2=0,29, 0,27 ja 0,27, p=0,2523, 0,6002 ja 0,6002) mutta ei myöskään iästä (χ^2=0,27, 0,28 ja 0,28, p=0,6007, 0,5954 ja 0,5954). Myöskään kivennäismailla koivulaji ei vaikuttanut (df=193, χ^2=0,41, p=0,5195), mutta iän vaikutus oli merkitsevä (χ^2=4,76, p=0,0291).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja hylkytukkirunkojen osuudessa tukkipuun kokoisista puista missään aineistossa (df=285, 284 ja 284, χ^2=1,00, 1,05 ja 1,05, p=0,3171, 0,3047 ja 0,3047; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=1,68 ja 4,50 sekä 1,63 ja 4,58, p=0,1952 ja 0,0339 sekä 0,2023 ja 0,0323). Myöskään turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja (df=145, χ^2=0,23, p=0,6283; vrt. ikä: c^2=0,01, p=0,9408).

Tukkipuun kokoisista koivuista oli vain pieni osuus yli 80 a luokan rauduskoivuja ja kivennäismaiden hieskoivuja lukuunottamatta sellaisia, joista saatiin virheetön tyvitukki. Luokissa 41-60 a ja 61-80 a niitä oli tarkastelluissa ryhmissä 6-8 % ja 11-12 %, poikkeuksena turvemaiden rauduskoivut, joista yksikään ei ollut 41-60 a luokassa tyvitukkiosaltaan virheetön ja vain 5 % oli 61-80 a luokassa tällaisia. Yli 80 a luokassa niitä oli turvemaiden rauduskoivuista 50 %, kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuista 33 % ja turvemaiden hieskoivuista vain 4 %. Virheettömän tyvitukin koivujen osuudet B- ja C-aineistoissa poikkesivat vain alle yhden prosenttiyksikön A-aineistosta, joten kasvupaikkaluokkien suhteet olivat myös samat eri aineistoissa.

Virheettömän tyvitukin puiden osuus tukkipuun kokoisista puista riippui logistisen regressianalyysin mukaan suuntaa antavasti koivulajista turvemailla kaikissa aineistoissa (df=237, 236 ja 236, χ^2=2,22, 2,23 ja 2,23, p=0,1359, 0,1350 ja 0,1350) ja iästä (χ^2=2,27, 2,26 ja 2,26, p=01332, 0,1328 ja 0,1328; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=2,61, 2,62 ja 2,62, p=0,1063, 0,1058 ja 0,1058). Kivennäismailla koivulaji ei kuitenkaan vaikuttanut (df=193, χ^2=0,31, p=0,5765), mutta iän vaikutus oli merkitsevä (χ^2=25,53, p=0,0000).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä oli merkitsevä ero virheettömän tyvitukin puiden osuudessa tukkipuun kokoisista puista kaikissa aineistoissa (df=285, 284 ja 284, χ^2=5,43, 5,47 ja 5,47, p=0,0198, 0,0193 ja 0,0193; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=5,98 ja 7,60 sekä 5,95 ja 7,64, p=0,0145 ja 0,0058 sekä 0,0147 ja 0,0057). Turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä ei ollut kuitenkaan merkitseviä eroja (df=145, χ^2=0,57, p=0,4487; vrt. ikä: χ^2=5,70, p=0,0169).

Alle 41 a luokassa, joissa kaikki koivut olivat vielä kuitupuun mittaisia, laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia oli A-aineistossa turve- ja kivennäismaiden hieskoivuista vain 25 ja 20 %, kivennäismaiden rauduskoivuistakin vain 33 % mutta turvemaiden rauduskoivuista kuitenkin 67 %. B- ja C-aineistoissa nämä osuudet olivat turvemailla lähestulkoon samat, kivennäismaiden hieskoivulla 4 %-yksikköä suuremmat ja kivennäismaiden rauduskoivulla 2 %-yksikköä pienemmät kuin A-aineistossa, mutta aineistolla ei ollut vaikutusta turve- ja kivennäismaiden koivujen tai hies- ja rauduskoivujen suhteisiin. Tyviosaltaan virheettömiä oli A- ja B-aineistoissa kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuista vain 2 %, turvemaiden hieskoivuista vain 4 ja 1 % mutta turvemaiden rauduskoivuista kuitenkin 25 %. Vastaavat osuudet olivat C-aineistossa kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuilla samalla tasolla, 3 ja 2 %, mutta turvemaiden hies- ja rauduskoivuilla korkeammat, 9 ja 36 %, kuin A-aineistossa.

Luokassa 41-60 a vaneripuuksi kasvatuskelpoisia oli A-aineistossa kuitupuun mittaisista turve- ja kivennäismaiden hieskoivuista vain 30 ja 37 % ja rauduskoivuistakin vain 42 ja 31 % ja kaikista turve- ja kivennäismaiden hieskoivuista 32 ja 40 % ja rauduskoivuista 50 ja 45 %. B-aineistossa vastaavat osuudet olivat kuitupuun mittaisilla turvemaiden hieskoivuilla yhden prosenttiyksikön pienemmät ja muilla ryhmillä 2-4 %-yksikköä suuremmat ja kaikilla eri ryhmien koivuilla turvemaiden hieskoivuja lukuunottamatta 3-6 %-yksikköä suuremmat kuin A-aineistossa. C-aineistossa vastaavat osuudet olivat huomattavasti suuremmat kuin A-aineistossa; ero oli eri ryhmissä sekä kuitupuun mittaisilla että kaikilla koivuilla 8-13 %-yksikköä. Aineistolla ei ollut tässäkään vaikutusta turve- ja kivennäismaiden koivujen tai hies- ja rauduskoivujen suhteisiin. Tyviosaltaan virheettömiä oli sekä kuitupuun mittaisista että kaikista A-aineiston turve- ja kivennäismaiden hieskoivuista vain 4-5 %, kivennäismaiden rauduskoivuista 2-3 % ja turvemaiden rauduskoivuista ei lainkaan. B-aineistossa nämä osuudet olivat kivennäismaiden hies- ja rauduskoivulla alle yhden prosenttiyksikön suuremmat ja turvemaiden rauduskoivulla pienemmät ja C-aineistossa hieskoivulla lisäksi 2-3 %-yksikköä suuremmat kuin A-aineistossa.

Luokassa 61-80 a vaneripuuksi kasvatuskelpoisia oli A-aineistossa vielä kuitupuun mittaisista ja kaikista turvemaiden hieskoivuista 34 ja 36 % ja kivennäismaiden hieskoivuista sekä turve- ja kivennäismaiden rauduskoivuista 52, 50 ja 57 % ja 54, 68 ja 65 %. B-aineistossa vastaavat osuudet erosivat A-aineistosta vain hieskoivulla korkeintaan yhden prosenttiyksikön, turvemailla suurempaan ja kivennäismailla pienempään suuntaan. C-aineistossa vastaavat osuudet olivat eri ryhmissä kuitupuun mittaisilla puilla koivuilla 10-15 %-yksikköä ja kaikilla koivuilla 3-13 %-yksikköä suuremmat kuin A-aineistossa. Aineistolla ei ollut tässäkään vaikutusta turve- ja kivennäismaiden koivujen tai hies- ja rauduskoivujen suhteisiin. Tyviosaltaan virheettömiä oli A-aineiston kuitupuun mittaisista ja kaikista hieskoivuista turvemailla 5 ja 9 % ja kivennäismailla 7 ja 10 % ja rauduskoivuista turvemailla 0 ja 4 % ja kivennäismailla 11 ja 12 %. Nämä osuudet olivat B-aineistossa hieskoivulla turvemailla 0,5 %-yksikköä suuremmat ja kivennäismailla 2 %-yksikköä pienemmät ja C-aineistossa hieskoivulla ja kivennäismaiden rauduskoivulla 2-3 %-yksikköä suuremmat kuin A-aineistossa.

Yli 80 a luokassa vaneripuuksi kasvatuskelpoisia oli A-aineistossa vielä kuitupuun mittaisista turvemaiden hieskoivuista 40 %, kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuista 52 ja 50 % mutta turvemaiden rauduskoivuista ei lainkaan ja kaikista turvemaiden hies- ja rauduskoivuista 41 ja 40 % ja kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuista 74 ja 81 %. Nämä osuudet erosivat A-aineistosta turvemaiden hieskoivulla B-aineistossa ollen 2,5 ja 1,5 %-yksikköä suurempia ja turve- ja kivennäismaiden hieskoivulla C-aineistossa ollen ensinmainitulla 9 ja 4 %-yksikköä ja

jälkimmäisillä 3 ja 1 %-yksikköä suurempia. Aineistolla ei ollut tässäkään vaikutusta turve- ja kivennäismaiden koivujen tai hies- ja rauduskoivujen suhteisiin. Tyviosaltaan virheettömiä oli A-aineistossa kuitupuun mittaisista puista vain hieskoivuista, turvemailla 10 ja kivennäismailla 19 %, mutta kaikista turvemaiden rauduskoivuista 40 %, kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuista 29 ja 27 % mutta turvemaiden hieskoivuista vain 7 %. Nämä osuudet erosivat B- ja C-aineistoissa A-aineistosta vain kuitupuun mittaisilla hieskoivuilla ollen turvemailla 1 ja 2,5 %-yksikköä ja kivennäismailla 0,5 ja 1 %-yksikköä suuremmat.

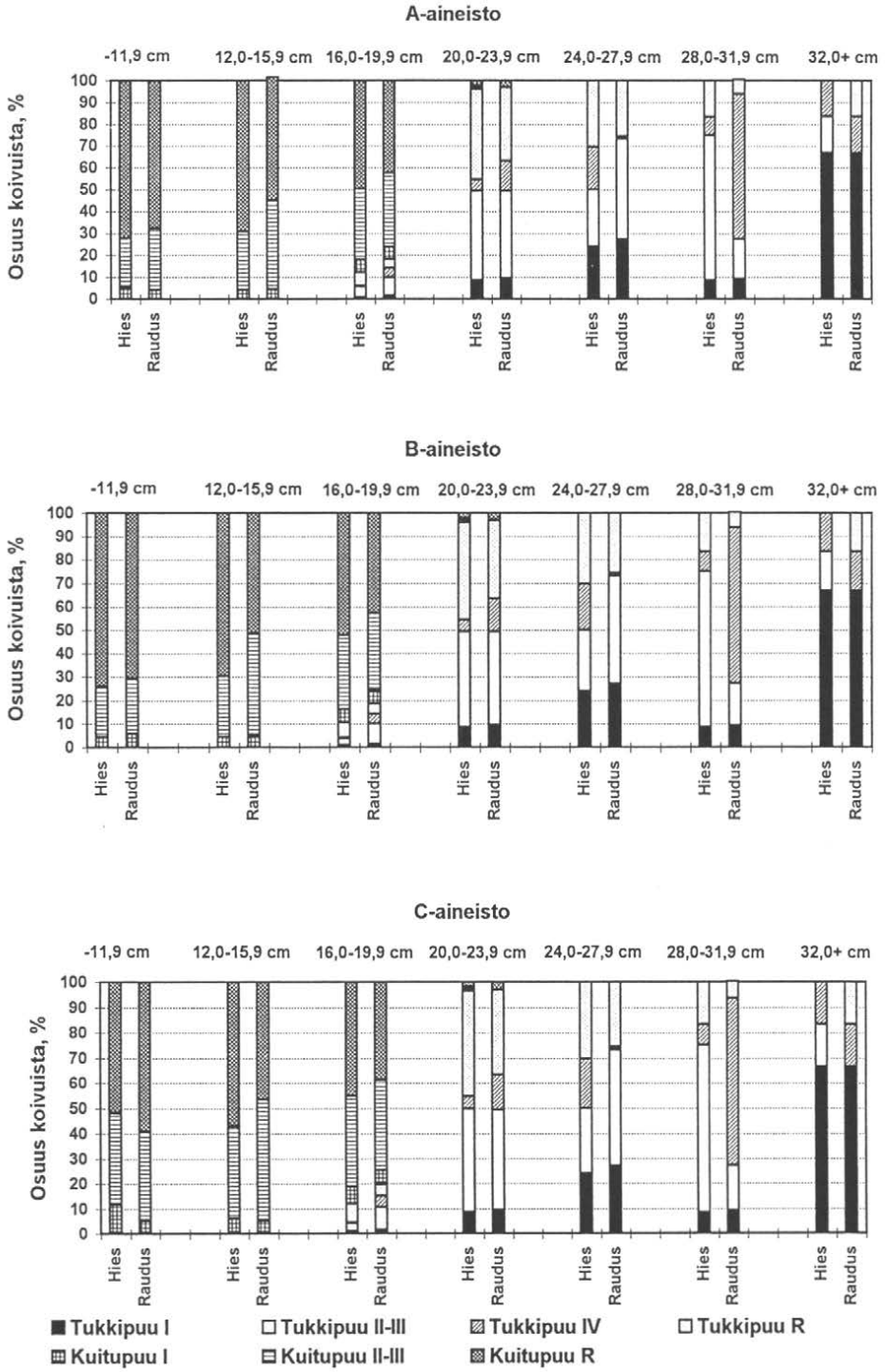
Vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisten puiden osuus riippui logistisen regressianalyysin mukaan turvemailla koivulajista A- ja B-aineistoissa merkitsevästi (df=1793 ja 1159, χ^2=7,24 ja 8,53, p=0,0071 ja 0,0035; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=0,51 ja 2,21 sekä 0,26 ja 3,06, p=0, 4769 ja 0,1373 sekä 0,6126 ja 0,0802) ja C-aineistossa suuntaa antavasti (df=1159, c^2=2,66, p=0,1032; vrt. ikä: χ^2=0,26, p=0,6115). Kivennäismailla koivulaji ei kuitenkaan vaikuttanut (df=719, 615 ja 615, χ^2=0,88, 0,33 ja 0,62, p=0,3477, 0,5636 ja 0,4323), mutta iän vaikutus oli merkitsevä (χ^2=76,02, 64,15 ja 61,27, p=0,0000).

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen välillä oli merkitsevä ero vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisten puiden osuudessa A- ja C-aineistoissa (df=2186 ja 1476, χ^2=3,91 ja 15,93, p=0,0479 ja 0,0001; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=75,11 ja 11,20 sekä 32,45 ja 23,56, p=0,0000 ja 0,0008 sekä 0,0000) mutta ei B-aineistossa (df=1478, χ^2=1,04, p=0,3076; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=59,42 ja 6,03, p=0,0000 ja 0,0141). Turve- ja kivennäismaiden rauduskoivujen välillä oli merkitsevä ero kaikissa aineistoissa (df=326, 302 ja 298, χ^2=7,46, 8,04 ja 7,18, p=0,0063, 0,0046 ja 0,0074; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=30,25 ja 30,93, 2,41 ja 2,73 sekä 1,79 ja 6,94, p=0,0560 ja 0,0084, 0,1204 ja 0,0064 sekä 0,1803 ja 0,0084).

Kuvissa 90a-c on esitetty hies- ja rauduskoivujen käyttöarvolaatujakaumat rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa. Aineistojen välillä oli käytännössä eroja vain kuitupuun kokoisten puiden laatujakaumien suhteen. Tukkipuun kokoisia puita oli aineistossa läpimittaluokasta 16,0-19,9 cm lähtien siten, että osuus saavutti maksimiarvon 100 % luokassa 24,0-27,9 cm. Tällä välillä osuus oli rauduskoivulla kaikissa aineistoissa jonkin verran suurempi kuin hieskoivulla. Tukkipuun laatuisten puiden osuus kasvoi hieskoivulla ohuimman tukkipuuluokan 6 prosentista luokan 28,0-31,9 cm 83 prosenttiin ja rauduskoivulla vastaavasti 14 prosentista 94 prosenttiin, mutta paksuimmassa luokassa tukkipuun laatuisten puiden osuus kääntyi laskuun. Hieskoivuista oli tukkipuun laatuisia eri läpimittaluokissa 5-11 %-yksikköä rauduskoivuja vähemmän.

Hylkytukkirunkojen osuus kaikista puista ei ollut selvässä yhteydessä läpimittaluokkaan. Se oli sekä hies- että rauduskoivulla suurimmillaan luokassa 20,0-23,9 cm, 42 ja 35 %, ja pienimmillään hieskoivulla 0 % yli 32 cm:n luokassa ja rauduskoivulla 7 % luokassa 28,0-31,9 %. Yli 32 cm:n luokkaa lukuunottamatta, jossa havaintoja oli vähän, hylkytukkirunkoja oli kaikista hieskoivuista eri läpimittaluokissa 2-10 %-yksikköä enemmän kuin rauduskoivuista. Hylkytukkirunkojen osuus tukkipuun kokoisista puista pieneni enemmän tai vähemmän säännöllisesti läpimittaluokan mukana ollen hieskoivulla suurimmillaan 52 % ja pienimmillään 0 % ja rauduskoivulla vastaavasti 35 % ja 7 %. Tukkipuun kokoisista hieskoivuista oli hylkytukkirunkoja eri läpimittaluokissa 5-29 %-yksikköä enemmän kuin rauduskoivuista eron pääsääntöisesti pienentyessä läpimittaluokan kasvaessa.

Sellaisten puiden osuus tukkipuun kokoisista puista, joista saatiin virheetön tyvitukki, kasvoi läpimittaluokan mukana, poikkeuksena luokka 28,0-31,9, ollen pienimmillään hieskoivulla 6 % ja rauduskoivulla 8 % ja suurimmillaan molemmilla koivulajeilla 66 %. Tukkipuun kokoisista hieskoivuista oli virheettömän tyvitukin puita eri läpimittaluokissa 1-3 %-yksikköä vähemmän kuin rauduskoivuista.



Kuva 90a-c. Hies- ja rauduskoivujen käyttöarvolaatujakaumat viiden metrin tyviosan perusteella rinnankorkeusläpimittaluokittain A-, B- ja C-aineistoissa.

Pelkästään kuitupuun kokoisia koivuja käsittäneissä alle 12 cm:n ja 12,0-15,9 cm:n läpimittaluokissa oli A-aineistossa laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia hieskoivuja vain 27 ja 31 % ja rauduskoivujakin vain 32 ja 44 %. Vastaavat osuudet olivat B-aineistossa hieskoivulla yhden prosenttiyksikön pienemmät ja rauduskoivulla alle 12 cm:n luokassa 3 %-yksikköä pienemmät ja 12,0-15,9 cm:n luokassa 5 %-yksikköä suuremmat, joten hies- ja rauduskoivujen erot olivat tässä suuremmat kuin A-aineistossa. Nämä erot eivät kuitenkaan vaikuttaneet hies- ja rauduskoivujen suhteisiin. C-aineistossa vastaavat osuudet olivat hieskoivulla kuitenkin peräti 21 ja 12 %-yksikköä suuremmat kuin A-aineistossa, kun vastaavat erot olivat rauduskoivulla 9 ja 10 %-yksikköä. Täten alle 12 cm:n luokassa hieskoivuista oli vaneripuun kasvatukseen kelvollisia 7 %-yksikköä enemmän kuin rauduskoivuista. Tyviosaltaan virheettömiä oli A- ja B-aineistossa näissä läpimittaluokissa hies- ja rauduskoivuista vain 4-6 %-yksikköä, A-aineistossa hieman suurempi osuus hieskoivuista ja B-aineistossa rauduskoivuista. C-aineistossa virheettömän tyvitukin puiden osuudet olivat hieskoivulla suuremmat kuin rauduskoivulla, alle 12 cm:n luokassa 12 ja 5 % ja 12,0-15,9 cm:n luokassa 6 ja 5 %.

Sekä tukki- että kuitupuun kokoisia koivuja käsittäneissä 16,0-19,9 cm:n ja 20,0-23,9 cm:n läpimittaluokissa A-aineistossa oli vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun kokoisista hieskoivuista 43 % ja rauduskoivuista 48 % ja kaikista hieskoivuista 44 ja 56 % ja rauduskoivuista 56 ja 63 % %. Vastaavat osuudet olivat 16,0-19,9 cm:n luokassa B-aineistossa hieskoivulla kaksi ja rauduskoivulla vajaan yhden prosenttiyksikön pienemmät ja C-aineistossa kuitupuun kokoisista hieskoivuista 7 %-yksikköä ja rauduskoivuista 5 %-yksikköä suuremmat ja kaikista hies- ja rauduskoivuista 3 %-yksikköä suuremmat kuin A-aineistossa. Tyviosaltaan virheettömiä oli A-aineistossa näissäkin läpimittaluokissa vähän, 16,0-19,9 cm:n luokassa 6-7 % ja 20,0-23,9 cm:n luokassa kuitupuun mittaisista koivuista 15 % ja kaikista koivuista 9 %, kaikissa tapauksissa hieskoivuista hieman vähemmän kuin rauduskoivuista.

Koivulaji ei vaikuttanut tässä logistisen regressioanalyysin mukaan merkitsevästi tukkipuun laatuisten puiden osuuteen missään aineistossa (df=2512, 1774 ja 1774, χ^2=1,70, 1,13 ja 0,97, p=0,1919, 0,2882 ja 0,3256). Rinnankorkeusläpimitan vaikutus oli ratkaisevan merkitsevä kaikissa aineistoissa (χ^2=240,94, 223,26 ja 218,31, p=0,0000). Koivulaji ei vaikuttanut myöskään hylkytukkirunkojen osuuteen tukkipuun kokoisista puista (df=430, 429 ja 429, χ^2=0,06, 0,09 ja 0,09, p=0,8043, 0,7664 ja 0,7664), mutta rinnankorkeusläpimitan vaikutus oli tässäkin merkitsevä (χ^2=18,27, 17,83 ja 17,83, p=0,0000).

Koivulaji ei vaikuttanut myöskään virheettömän tyvitukin puiden osuuteen tukkipuun kokoisista puista (df=430, 429 ja 429, χ^2=0,37, 0,35 ja 0,35, p=0,5447, 0,5517 ja 0,5517), vaan rinnankorkeusläpimitan vaikutus oli tässäkin ratkaisevan merkitsevä (χ^2=19,19, 19,07 ja 19,07, p=0,0000). Myöskään vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisten puiden osuus ei riippunut koivulajista (χ^2=0,03, 0,02 ja 0,06, p=0,8728, 0,8795 ja 0,6944), mutta rinnankorkeusläpimitta vaikutti merkitsevästi (χ^2=104,34, 92,03 ja 91,55, p=0,0000).

3.1.7 Hies- ja rauduskoivun sorvipölkkyjen laatujakauma

3.1.7.1 Keskusläpimitta

Taulukossa 79 on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista ja väli- ja latvatukeista saatujen sorvipölkkyjen keskimääräiset kuorelliset keskusläpimitat turve- ja kivennäismailla. Hieskoivuista saatiin keskimäärin 0,9 cm eli 4 % ohuempia pölkkyjä tyvitukeista ja kaikista tukeista ja 0,7 cm eli 3 % ohuempia pölkkyjä väli- ja latvatukeista kuin rauduskoivuista. Hieskoivulla saatiin turvemailla keskimäärin 1,8 cm eli 8 % ohuempia pölkkyjä tyvitukeista, 1,4 cm eli 6 % ohuempia pölkkyjä väli- ja latvatukeista ja 1,3 cm eli 5 % ohuempia pölkkyjä kaikista tukeista kuin kivennäismailla.

Taulukko 79. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista ja väli- ja latvatukeista saatujen sorvipölkkyjen keskimääräiset kuorelliset keskusläpimitat turve- ja kivennäismailla.

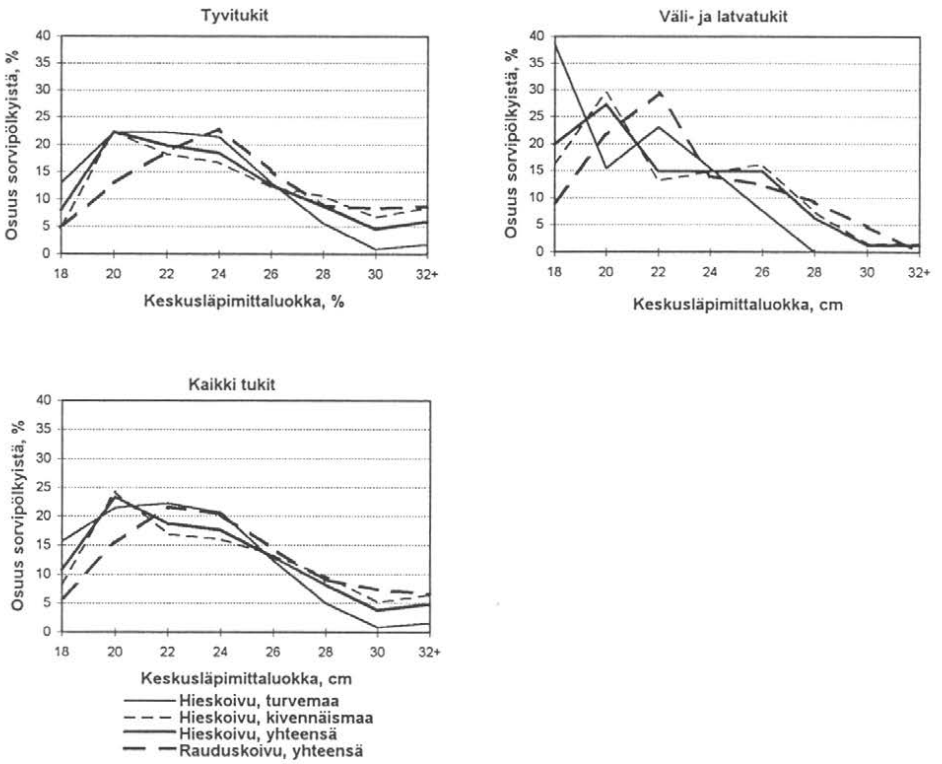
Koivulaji ja kasvupaikka-ryhmä	Tyvitukit			Väli- ja latvatukit			Kaikki tukit		
	Sorvipölkkyjen kuorellinen keskusläpimitta, cm								
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
Hieskoivu, turvemaa	108	22,6	3,5	13	20,9	2,6	121	22,5	3,5
Hieskoivu, kivennäismaa	180	24,4	4,5	68	22,3	3,5	248	23,8	4,4
Hieskoivu, yhteensä	288	23,7	4,3	81	22,1	3,4	369	23,4	4,1
Rauduskoivu, yhteensä	171	24,8	4,2	65	22,8	32,6	236	24,3	4,0

Kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan sekä koivulaji että kasvupaikkaryhmä vaikuttivat merkitsevästi sorvipölkyn keskusläpimittaan sekä tyvitukeilla (df=458, F=7,60 ja 11,38, p=0,0061 ja 0,0008) että kaikilla tukeilla (df=604, F=7,42 ja 8,44, p=0,0060 ja 0,0038) mutta vain kasvupaikkaryhmä suuntaa antavasti väli- ja latvatukeilla (df=145, F=1,89 ja 2,09, p=0,1710 ja 0,1500). Kasvupaikkaryhmittäin tehdyissä analyyseissä tukkilajin vaikutus olikin kivennäismalla merkitsevä, kun taas koivulaji ei vaikuttanut (df=465, F=22,71 ja 1,85, p=0,0001 ja 0,1748). Turvemaiden hieskoivuista johtuen molempien tekijöiden vaikutus oli silti merkitsevä kaikilla kasvupaikoilla (df=604, F=21,60 ja 7,58, p=0,0001 ja 0,0061).

Kuvissa 91a-c on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat kuorellisen keskusläpimitan perusteella turve- ja kivennäismailla. Tyvitukkien ja kaikkien tukkien osalta, joiden läpimittajakaumat olivat lähellä normaaleja, koivulajien ja hieskoivulla turve- ja kivennäismaiden erot olivat tässä pitkälti yhdenmukaisia keskimääräisissä läpimitoissa havaittujen ja testattujen erojen kanssa. Erityisen selviä tämänsuuntaiset erot olivat yli 28 cm:n luokkien osuuksissa. Hieskoivun väli- ja latvatukeilla oli nähtävissä pölkkyjen keskittyminen turvemailla pienempiin läpimittaluokkiin kuin kivennäismailla: turvemailla 18 cm:n luokan osuus oli huomattavan suuri ja yli 26 cm:n luokkien pölkkyjä ei ollut lainkaan ja jakauma poikkesi selvästi normaalista. Tämä vaikutti ilmeisesti myös varianssianalyysin kyvyttömyyteen osoittaa merkitseviä läpimittaeroja koivulajien ja kasvupaikkaryhmien välillä. Tosin varsinaisia eroja hies- ja rauduskoivujen välillä oli vain alle 24 cm:n luokkien osuuksissa, joissa hieskoivun pölkyistä oli suurempi osuus 18 ja 20 cm:n luokissa ja vastaavasti selvästi pienempi osuus 22 cm:n luokassa kuin rauduskoivun pölkyistä.

Tyvitukkien pölkyt keskittyivät luonnollisesti sitä enemmän ohuisiin läpimittaluokkiin mitä nuoremmasta puusta ne oli tehty ja vastaavasti sitä enemmän paksuihin luokkiin mitä vanhemmasta puusta ne oli tehty. Hieskoivun pölkyt keskittyivät 61-70 a ja 81-90 a luokkia lukuunottamatta selvästi ohuempiin läpimittaluokkiin kuin rauduskoivun pölkyt. Ero oli erityisen selvä yli 90 a luokassa, jossa kolmannes rauduskoivun mutta vain kymmesosa hieskoivun pölkyistä oli vähintään 32 cm:n luokassa. Hieskoivulla pölkyt keskittyivät turvemailla alle 81 a luokissa selvästi suurempiin mutta näitä vanhemmissa luokissa jossain määrin pienempiin luokkiin kuin kivennäismailla.

Kaikkien tukkien pölkyillä läpimittajakaumat olivat pitkälti samat kuin tyvitukkien pölkyillä, koska väli- ja latvatukkien pölkkyjä oli aineistossa suhteellisen vähän. Poikkeuksena oli yli 90 a luokka, jossa paksuimpien läpimittaluokkien osuudet olivat varsinkin rauduskoivulla ja



Kuva 91a-c. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat kuorellisen keskusläpimitan perusteella turve- ja kivennäismailla.

kivennäismaiden hieskoivulla kaikkia pölkkyjä tarkastellen pienemmät kuin vain tyvitukin pölkkyjä tarkastellen. Kuitenkin sekä tyvitukkien että väli- ja latvatukkien pölkyt keskittyivät yli 90 a luokassa rauduskoivulla selvästi paksumpiin luokkiin kuin hieskoivulla:

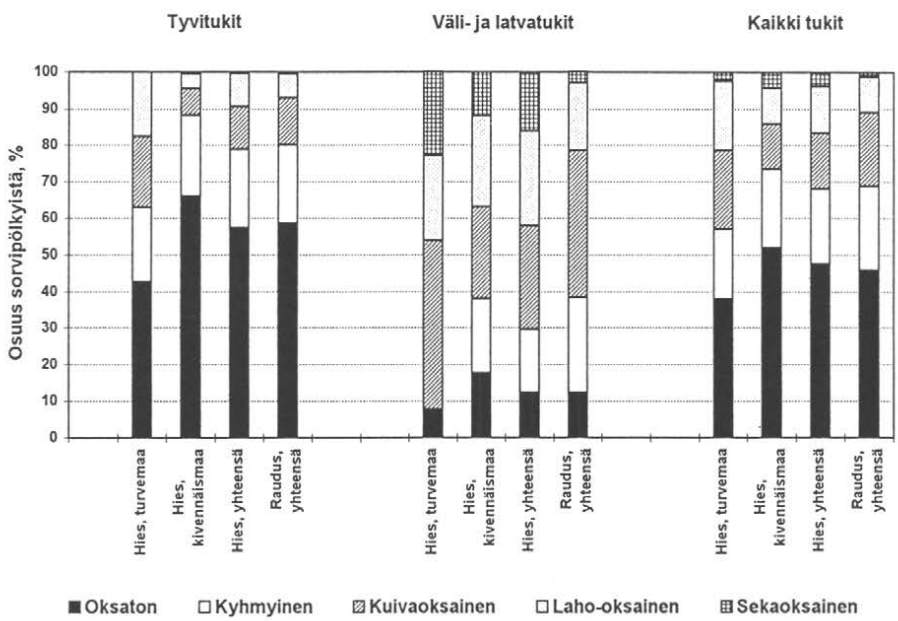
Kuorellinen keskusläpimitta-luokka, cm	Tyvitukit		Väli- ja latvatukit	
	Hieskoivu	Rauduskoivu	Hieskoivu	Rauduskoivu
	Osuus sorvipölkyistä, %			
18	4	0	13	3
20	14	3	28	10
22	18	8	16	19
24	19	15	17	13
26	14	10	16	26
28	12	18	8	19
30	8	15	2	10
32	11	33	2	0

Sama koski kivennäis- ja turvemaiden hieskoivujen suhteita:

Kuorellinen keskusläpimitta-luokka, cm	Tyvitukit		Väli- ja latvatukit	
	Hieskoivu. turvemaa	Hieskoivu, kivennäismaa	Hieskoivu, turvemaa	Hieskoivu, kivennäismaa
	Osuus sorvipölkyistä, %			
18	9	3	0	12
20	20	13	14	32
22	14	18	0	12
24	26	18	43	16
26	14	14	29	16
28	9	13	0	9
30	3	9	0	2
32	6	12	0	2

3.1.7.2 Oksikkuus

Kuvassa 92 on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn ulkoisen oksikkuuden perusteella turve- ja kivennäismailla. Tyvitukkien pölkyistä oli oksattomia 43-66 %, eniten kivennäismaiden ja vähiten turvemaiden hieskoivulla. Kokonaisuutena rauduskoivun pölkyistä oli kuitenkin hieman suurempi osuus, 59 %, oksattomia kuin hieskoivun pölkyistä, 57 %.



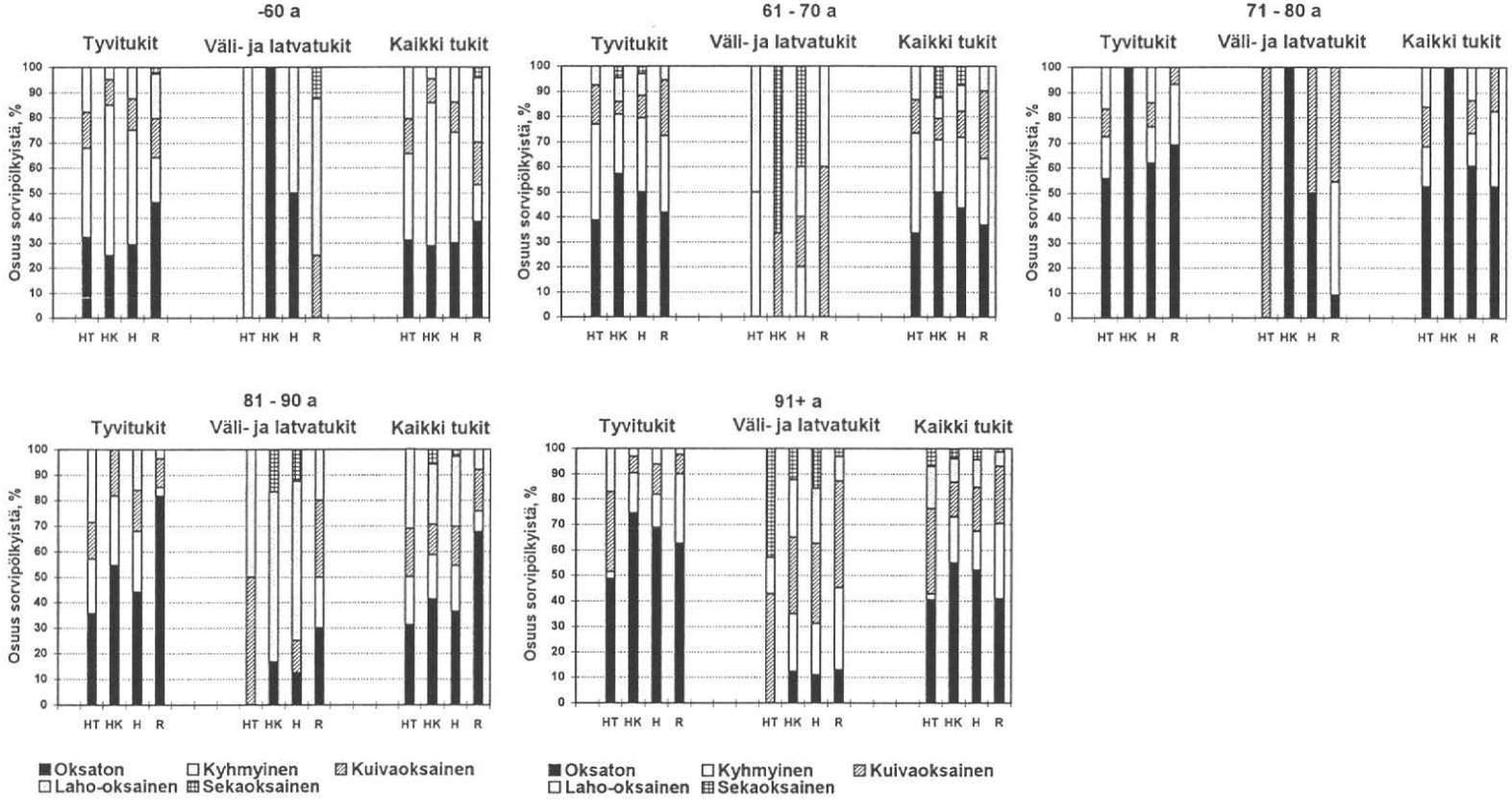
Kuva 92. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn ulkoisen oksikkuuden perusteella turve- ja kivennäismailla.

Oksakyhmyisiä pölkkyjä oli lähes yhtä paljon eri vertailuryhmissä, 20-22 %. Kuiva- ja laho-oksaisia pölkkyjä oli 7-19 % ja 4-18 %, selvästi eniten turvemaiden ja vähiten kivennäismaiden hieskoivulla. Kokonaisuutena rauduskoivun pölkyistä oli hieman suurempi osuus kuivaoksaisia, 13 %, mutta pienempi osuus laho-oksaisia, 6 %, kuin hieskoivun pölkyistä, jolla vastaavat osuudet olivat 12 ja 9 %. Sekaoksaisia, siis myös terveitä oksia sisältäneitä pölkkyjä oli vain rauduskoivulla ja kivennäismaiden hieskoivulla, kummallakin alle yksi prosentti, ja täysin terveoksaisia pölkkyjä ei ollut lainkaan.

Väli- ja latvatukkien pölkyistä oli oksattomia vain korkeintaan neljännes siitä mitä niitä oli tyvitukkien pölkyistä. Oksattomien pölkkyjen osuus oli 8-18 %, suurin tässäkin kivennäismaiden ja pienin turvemaiden hieskoivulla. Osuus oli kokonaisuutena yhtä suuri hies- ja rauduskoivulla, 12 %. Oksakyhmyisiä pölkkyjä oli rauduskoivulla 26 %, kivennäismaiden hieskoivulla 21 % ja turvemaiden hieskoivulla ei lainkaan. Kuiva- ja laho-oksaisia pölkkyjä oli 25-46 % ja 19-25 %. Kuivaoksaisia oli eniten turvemaiden ja vähiten kivennäismaiden hieskoivulla ja laho-oksaisia eniten kivennäismaiden hieskoivulla vähiten rauduskoivulla. Rauduskoivun pölkyistä oli kokonaisuutena suurempi osuus kuivaoksaisia, 40 %, ja pienempi osuus laho-oksaisia, 19 %, kuin hieskoivun pölkyistä (29 ja 26 %). Sekaoksaisia pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla varsin paljon, 23 %, ja kivennäismailla jonkin verran, 12 %, mutta rauduskoivulla vain vähän, 3 %. Täysin terveoksaisia pölkkyjä ei ollut lainkaan väli- ja latvatukeissakaan.

Kaikkien tukkien pölkyistä oli oksattomia 38-52 %, eniten tässäkin kivennäismaiden ja vähiten turvemaiden hieskoivuista. Oksattomien pölkkyjen osuus oli hieskoivulla kokonaisuutena vain hieman suurempi, 47 %, kuin rauduskoivulla, 46 %. Oksakyhmyisiä pölkkyjä oli 19-23 %, eniten rauduskoivulla ja vähiten turvemaiden hieskoivulla. Rauduskoivun pölkyistä oli kokonaisuutena siis hieman suurempi osuus kyhmyisiä, 23 %, kuin hieskoivun pölkyistä, 21 %. Kuiva- ja laho-oksaisia pölkkyjä oli 13-22 % ja 10-19 %, molempia eniten turvemaiden hieskoivulla, kuivaoksaisia vähiten kivennäismaiden hieskoivulla ja laho-oksaisia vähiten rauduskoivulla ja kivennäismaiden hieskoivulla yhtä suurella osuudella. Rauduskoivun pölkyistä oli kokonaisuutena suurempi osuus kuivaoksaisia, 20 %, ja pienempi osuus laho-oksaisia, 10 %, kuin hieskoivun pölkyistä (15 ja 13 %). Sekaoksaisia pölkkyjä oli 1-4 %, eniten kivennäismaiden hieskoivulla ja vähiten rauduskoivulla, jolla niitä oli siis kokonaisuutenakin vähemmän kuin hieskoivulla.

Kuvissa 93a-e on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn ulkoisen oksikkuuden perusteella puun ikäluokan mukaan turve- ja kivennäismailla. Tyvitukkien pölkyistä oli oksattomia oletusten mukaisesti pääsääntöisesti sitä suurempi osuus mitä vanhemmasta koivusta ne oli tehty. Oksattomien pölkkyjen osuus kasvoi puun ikääntyessä hieskoivulla turvemailla alle 61 a luokan 25 prosentista yli 90 a luokan 49 prosenttin ja kivennäismailla vastaavasti 25 prosentista 74 prosenttiin. Poikkeuksena oli 71-80 a luokka, jossa oksattomien pölkkyjen osuus oli sekä turve- että kivennäismailla yleiseen tasoon nähden korkea, 56 ja 100 %. Oksattomia pölkkyjä oli alle 61 a luokkaa lukuunottamatta turvemailla selvästi vähemmän kuin kivennäismailla. Oksattomien pölkkyjen osuus kasvoi puun ikääntyessä hieskoivulla alle 61 a luokan 29 prosentista yli 90 a luokan 69 prosenttiin ja rauduskoivulla vastaavasti 46 prosentista 63 prosenttiin. Poikkeuksina olivat tässä hieskoivulla 71-80 a luokka ja rauduskoivulla 81-90 a luokka, jossa oksattomien pölkkyjen osuudet olivat yleiseen tasoon nähden korkeat, 62 ja 82 %. Oksattomia pölkkyjä oli rauduskoivulla alle 61 a ja 71-90 a luokissa selvästi enemmän ja 61-70 a ja yli 90 a luokissa vähemmän kuin hieskoivulla.



Kuva 93a-e. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvensssijakaumat pölkyn ulkoisen oksikkuuden perusteella puun ikäluokan mukaan turve- ja kivennäismailla. HT = hieskoivu, turvemaa, HK = hieskoivu, kivennäismaa, H = hieskoivu, yhteensä, R = rauduskoivu, yhteensä.

Tyvitukkien pölkyistä oli oksakyhmyisiä hieskoivulla pääsääntöisesti sitä vähemmän mitä vanhemmasta koivusta ne oli tehty, mutta rauduskoivulla iän vaikutus oli epäselvä. Kyhmyisiä pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla 61-80 a luokkia lukuunottamatta vähemmän kuin kivennäismailla. Hies- ja rauduskoivun välillä oli ikäluokittaisia eroja epäsäännöllisesti molempiin suuntiin. Kuivaoksaisten pölkkyjen osuus pieneni oletusten mukaisesti pääsääntöisesti puun ikääntyessä, joskaan vaikutus ei ollut suuri. Hieskoivulla oli poikkeuksellisen korkeita kuivaoksaisten pölkkyjen osuuksia turvemailla yli 90 a ja kivennäismailla 81-90 a luokissa ja rauduskoivulla 61-70 a luokassa. Kuivaoksaisia pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla 71-80 a luokkaa lukuunottamatta enemmän kuin kivennäismailla. Hieskoivulla oli kuivaoksaisia pölkkyjä kokonaisuutena alle 71 a luokissa hieman vähemmän ja yli 70 a luokissa enemmän kuin rauduskoivulla.

Tyvitukkien pölkkyjen laho-oksaisuus ei riippunut tässä aineistossa selvästi puun iästä, vaikka oksalahojen yleistyminen puun ikääntyessä on koivulla yleinen ilmiö. Harvennushakkuut vaikuttivat mitä ilmeisimmin tuloksiin. Tätä johtopäätöstä tukee laho-oksaisten pölkkyjen lievä väheneminen rauduskoivuilla, joiden lähteinä olleet metsiköt olivat olleet ilmeisesti tehokkaimpien harvennusten kohteena. Hieskoivulla laho-oksaisia pölkkyjä oli turvemailla oletusten mukaisesti selvästi enemmän kuin kivennäismailla 61-70 a luokkaa lukuunottamatta, jossa laho-oksaisten pölkkyjen osuudet olivat samalla tasolla. Hieskoivulla oli laho-oksaisia pölkkyjä kokonaisuutena oletusten mukaisesti enemmän kuin rauduskoivulla alle 61 a luokkaa lukuunottamatta, jossa ero oli päinvastainen. Sekaoksaisia pölkkyjä oli vähän, rauduskoivulla vain alle 61 a luokassa 3 % ja kivennäismaiden hieskoivulla 61-70 a luokassa 5 %.

Kaikkien tukkien pölkyistä oli oksattomia oletusten mukaisesti kaikissa ikäluokissa vähemmän kuin tyvitukkien pölkyistä, koska väli- ja latvatukkien pölkyt ovat suhteellisen harvoin oksattomia. Oksattomien pölkkyjen osuus kasvoi kaikilla tukeilla ikäluokan mukana lievemmin kuin tyvitukeilla, joten myös tukkilajien ero kasvoi. Oksattomia pölkkyjä oli hieskoivulla alle 61 a luokkaa lukuunottamatta turvemailla selvästi vähemmän kuin kivennäismailla. Oksattomia pölkkyjä oli rauduskoivulla kokonaisuutena alle 61 a ja 81-90 a luokissa selvästi enemmän ja 61-80 a ja yli 90 a luokissa vähemmän kuin hieskoivulla. Kaikkien tukkien pölkyistä oli myös oksakyhmyisiä yleensä vähemmän kuin tyvitukkien pölkyistä. Rauduskoivulla näin oli kuitenkin vain alle 71 a luokissa, joita vanhemmissa luokissa suhde oli päinvastainen. Kyhmyisiä pölkkyjä oli hieskoivulla säännöllisesti sitä vähemmän mitä vanhemmasta koivusta ne oli tehty, mutta rauduskoivulla iän vaikutus oli tässäkin epäselvä, pikemminkin päinvastainen kuin hieskoivulla. Kyhmyisiä pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla alle 61 ja yli 90 a luokissa selvästi vähemmän mutta 61-90 a luokissa enemmän kuin kivennäismailla ja hies- ja rauduskoivun välillä oli ikäluokittaisia eroja epäsäännöllisesti molempiin suuntiin. Kaikkien tukkien pölkyistä oli kuivaoksaisia yleensä enemmän kuin tyvitukkien pölkyistä, varsinkin rauduskoivulla mutta myös hieskoivulla nuorimpia ikäluokkia lukuunottamatta. Kuivaoksaisten pölkkyjen osuus ei riippunut selvästi puun iästä. Hieskoivulla oli kuivaoksaisia pölkkyjä turvemailla kaikissa ikäluokissa enemmän kuin kivennäismailla. Kokonaisuutena hieskoivulla oli kuivaoksaisia pölkkyjä kaikissa ikäluokissa vähemmän kuin rauduskoivulla.

Kaikkien tukkien pölkyissä oli oletusten mukaisesti lähes säännöllisesti enemmän laho-oksaisia kuin tyvitukkien pölkyissä, varsinkin rauduskoivulla ja lisäksi hieskoivulla yli 80 a ikäluokissa. Myöskään kaikkien tukkien pölkkyjen laho-oksaisuus ei riippunut selvästi puun iästä rauduskoivua lukuunottamatta, jolla laho-oksaisten pölkkyjen osuus tässäkin pieneni ikäluokan kasvaessa. Hieskoivulla laho-oksaisia pölkkyjä oli turvemailla oletusten mukaisesti turvemailla kaikissa ikäluokissa selvästi enemmän kuin kivennäismailla. Hieskoivulla oli laho-oksaisia

pölkkyjä tässäkin kokonaisuutena oletusten mukaisesti enemmän kuin rauduskoivulla alle 61 a luokkaa lukuunottamatta, jossa koivulajien ero oli päinvastainen. Sekaoksaisia pölkkyjä oli alle 91 a luokissa hyvin vähän, rauduskoivulla vain alle 61 a luokassa 3 % ja kivennäismaiden hieskoivulla 61-70 a luokassa 13 % ja 81-90 a luokassa 6 %. Yli 90 a luokassa sekaoksaisia pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla 7 %, kivennäismailla 4 % ja kokonaisuutena 5 % eli enemmän kuin rauduskoivulla, runsas yksi prosentti.

Väli- ja latvatukkien pölkyistä oli hieskoivulla yli 90 a luokassa kivennäismailla vain kuudesosa oksattomia siitä mitä niitä oli tyvitukkien pölkyistä. Turvemailla oksattomia pölkkyjä ei ollut lainkaan väli- ja latvatukeissa. Kaikkien muiden oksikkuuslaatujen pölkkyjä oli vastaavasti enemmän kivennäismailla ja myös turvemailla lukuunottamatta oksakyhmyisiä pölkkyjä, joita niitäkään ei ollut täällä väli- ja latvatukeissa lainkaan. Tyvitukeista pölkyistä poiketen väli- ja latvatukkien pölkyistä oli turvemailla laho-oksaisia vähemmän ja sekaoksaisia enemmän ja tyvitukkien tavoin kuivaoksaisia enemmän kuin kivennäismailla.

Vastaavasti hies- ja rauduskoivulla oli yli 90 a luokassa väli- ja latvatukkien pölkyistä vain viidennes oksattomia siitä mitä niitä oli tyvitukkien pölkyistä. Kaikkien muiden oksikkuusluokkien pölkkyjä, varsinkin kuivaoksaisia, oli väli- ja latvatukeissa selvästi enemmän kuin tyvitukeissa. Tyvitukkien pölkyistä poiketen väli- ja latvatukkien pölkyistä oli rauduskoivulla oksattomia hieman ja kuivaoksaisia selvästi enemmän ja sekaoksaisia selvästi vähemmän ja tyvitukkien tavoin oksakyhmyisiä enemmän ja laho-oksaisia vähemmän kuin hieskoivulla.

Hieskoivulla kasvupaikkaryhmä vaikutti logistisen regressioanalyysin mukaan vain harvoissa tapauksissa suuntaa antavasti eri oksikkuuslaadun pölkkyjen osuuksiin, mutta ikä vaikutti useissa tapauksissa merkitsevästi. Oksattomia pölkkyjä oli kivennäismailla tyvitukeissa suuntaa antavasti enemmän kuin turvemailla, mutta ero ei ollut lainkaan merkitsevä väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (df=288, 83 ja 369, χ^2=2,30, 0,11 ja 0,02, p=0,1298, 0,7446 ja 0,0860). Iän oksattomien pölkkyjen osuutta lisännyt vaikutus ja muuttujien yhdysvaikutus olivat merkitseviä tyvitukeissa (χ^2=11,90 ja 5,12, p=0,0006 ja 0,0237; vrt. väli- ja latvatukit sekä kaikki tukit: χ^2=1,44 ja 0,14 sekä 0,52 ja 0,04, p=0,2298 ja 0,7120 sekä 0,4704 ja 0,8445).

Hieskoivun kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut oksakyhmyisten pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa, väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (χ^2=0,31, 1,73 ja 2,01, p=0,5750, 0,1885 ja 0,1564), mutta iän kyhmyisten pölkkyjen osuutta pienentänyt vaikutus oli merkitsevä tyvitukeissa ja kaikissa tukeissa (χ^2=18,41, 0,72 ja 17,25, p=0,0000, 0,3965 ja 0,0000). Kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut myöskään kuivaoksaisten pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa, väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (χ^2=0,82, 0,31 ja 0,01, p=0,5750, 0,5795 ja 0,9207) eikä myöskään ikä vaikuttanut tyvitukeissa tai väli- ja latvatukeissa mutta vaikutti suuntaa antavasti kuivaoksaisten pölkkyjen osuutta pienentävästi kaikissa tukeissa (χ^2=0,04, 0,31 ja 3,79, p=0,8400, 0,5795 ja 0,0515). Kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut laho-oksaisten pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa mutta osuus oli väli- ja latvatukeissa kivennäismailla suuntaa antavasti suurempi kuin turvemailla (χ^2=0,71 ja 2,29, p=0,3990 ja 0,1303; vrt. kaikki tukit: χ^2=0,31, p=0,5798); ikä ei vaikuttanut missään tukkilajissa (χ^2=0,99, 1,82 ja 0,25, p=0,3189, 0,1712 ja 0,6138).

Hies- ja rauduskoivun erot olivat huomattavasti useammin merkitseviä kuin turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen erot. Koivulaji ei kylläkään vaikuttanut oksattomien pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa, väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (df=459, 146 ja 605, χ^2=1,27, 0,93 ja 1,61, p=0,2598, 0,3337 ja 0,2050), mutta iän oksattomien pölkkyjen osuutta lisännyt vaikutus oli tyvitukeissa merkitsevä (χ^2=18,73, p=0,0000; vrt. väli- ja latvatukit sekä kaikki tukit: χ^2=0,77 ja 1,39, p=0,3806 ja 0,2377). Oksakyhmyisten pölkkyjen osuus oli rauduskoivulla tyvitukeissa merkitsevästi, väli- ja latvatukessa ei kuitenkaan lainkaan mutta kaikissa tukeissa taas suuntaa antavasti suurempi kuin hieskoivulla (χ^2=9,54, 0,03 ja 12,48, p=0,0020, 0,8728 ja 0,0004; vrt. ikä ja yhdyvaikutus: χ^2=1,88 ja 9,09, 5,76 ja 0,40 sekä 0,00 ja 13,89 p=0,1706 ja 0,0026, 0,0164 ja 0,5253 sekä 0,8599 ja 0,0002).

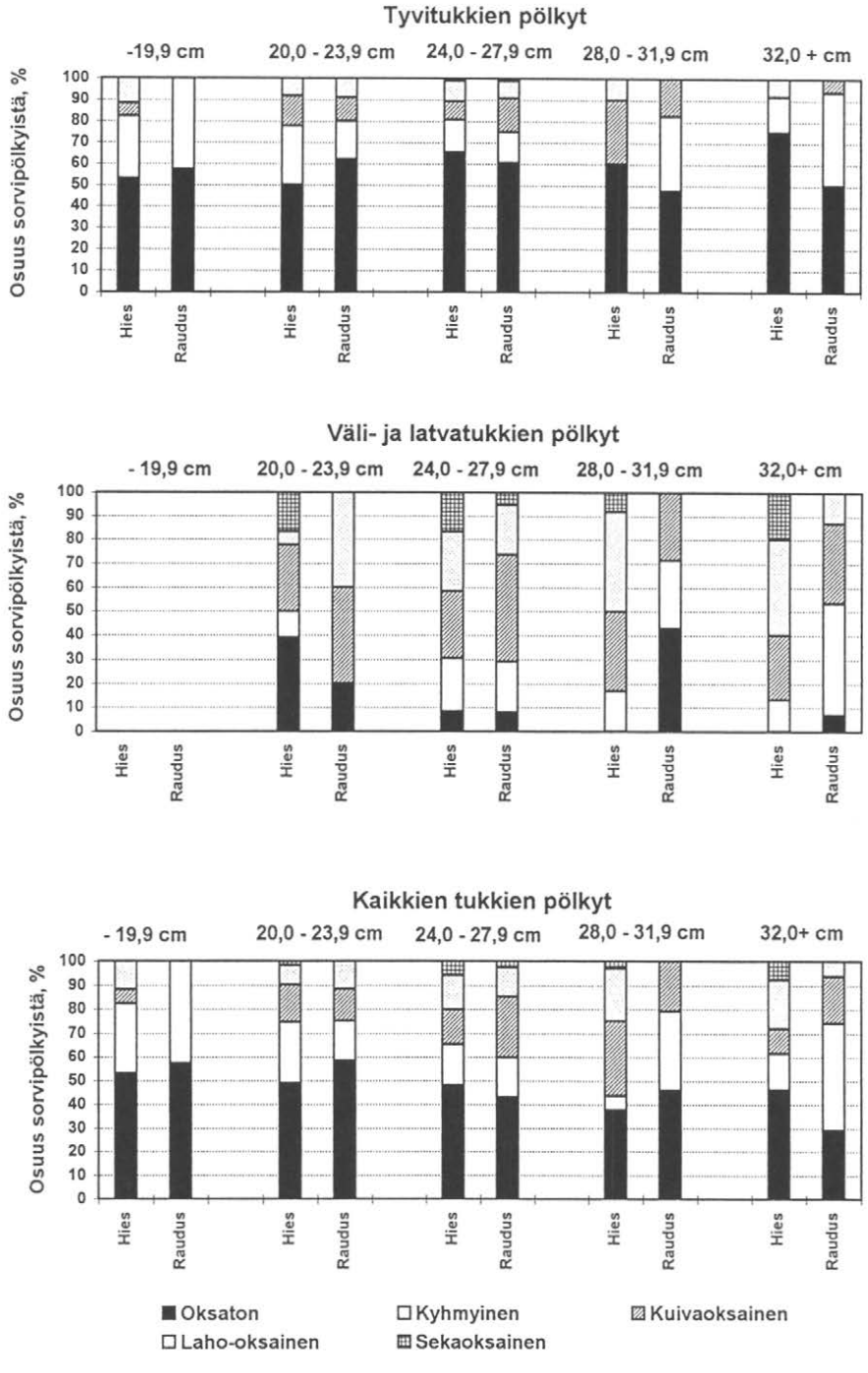
Koivulaji ei vaikuttanut kuivaoksaisten pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa, väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (χ^2=1,23, 0,54 ja 0,38, p=0,2673, 0,4621 ja 0,5371; vrt. ikä: χ^2=3,21, 0,66 ja 0,53, p=0,0731, 0,4152 ja 0,4647). Laho-oksaisten pölkkyjen osuus oli hieskoivulla tyvitukeissa merkitsevästi, väli- ja latvatukeissa ei kuitenkaan lainkaan mutta kaikissa tukeissa taas suuntaa antavasti suurempi kuin rauduskoivulla (χ^2=4,15, 1,93 ja 2,39, p=0,0417, 0,1646 ja 0,1224).

Laho-oksaisten pölkkyjen osuus pieneni tässä aineistossa kaikissa rungon osissa merkitsevästi iän kasvaessa (χ^2=10,48, 5,43 ja 5,53, p=0,0012, 0,0198 ja 0,0182; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=5,24, 3,22 ja 4,02, p=0,0221, 0,0726 ja 0,0449).

Kuvissa 94a-c on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn ulkoisen oksikkuuden perusteella puun rinnankorkeusläpimitan mukaan. Tyvitukkien pölkyistä oli oksattomia oletusten mukaisesti pääsääntöisesti sitä suurempi ja oksakyhmyisiä sitä pienempi osuus mitä paksummasta koivusta ne oli tehty. Rauduskoivulla oksattomien pölkkyjen osuus kasvoi ja kyhmyisten pölkkyjen osuus pieneni kuitenkin vain 28 cm:n läpimittaan asti, minkä jälkeen läpimitan kasvu vaikutti osuuksiin päinvastaisesti. Oksattomia pölkkyjä oli hieskoivun tyvitukeissa 24 cm:n läpimittaan asti vähemmän mutta näitä paksummissa puissa selvästi enemmän kuin rauduskoivun tyvitukeissa. Kyhmyisiä pölkkyjä oli hieskoivun tyvitukeissa alle 20 cm:n ja yli 28 cm:n puissa vähemmän ja 20-28 cm:n puissa enemmän kuin rauduskoivun tyvitukeissa. Kuivaoksaisten pölkkyjen osuus ei riippunut hieskoivulla selvästi puun läpimitasta mutta kasvoi rauduskoivulla 32 cm:n läpimittaan asti kääntyäkseen sen jälkeen laskuun. Koivulajien erot kuivaoksaisten pölkkyjen osuudessa olivat epäsäännöllisiä, mutta niitä oli hieskoivun tyvitukeissa alle 24 cm:n ja 28-32 cm:n puissa enemmän kuin rauduskoivun tyvitukeissa. Laho-oksaisten pölkkyjen osuus oli hieskoivulla vakiotasolla koko läpimittajakauman alueella ja rauduskoivulla niitä oli vain 20-28 cm:n puiden tyvitukeissa. Laho-oksaisia pölkkyjä olikin rauduskoivun tyvitukeissa enemmän kuin hieskoivun tyvitukeissa lukuunottamatta 20-24 cm:n puita, joilla ero oli lievästi päinvastainen. Sekaoksaisia pölkkyjä oli vähän vain 24-28 cm:n puiden tyvitukeissa, hies- ja rauduskoivulla yhtä paljon.

Kaikkien tukkien oksattomien pölkkyjen osuus kasvoi läpimittaluokan mukana lievemmin kuin tyvitukeilla, joten myös tukkilajien ero kasvoi. Oksattomia pölkkyjä oli hieskoivulla 24-28 cm:n ja yli 32 cm:n puita lukuunottamatta vähemmän kuin rauduskoivulla. Oksakyhmyisiä pölkkyjä oli hieskoivulla tyvitukkien pölkkyjen tavoin alle 20 cm:n ja yli 28 cm:n puissa vähemmän ja 20-28 cm:n puissa enemmän kuin rauduskoivulla. Kuivaoksaisia pölkkyjä oli hieskoivulla alle 24 cm:n ja 28-32 cm:n puissa enemmän mutta 24-28 cm:n ja yli 32 cm:n puissa vähemmän kuin rauduskoivulla. Laho-ja sekaoksaisia pölkkyjä oli hieskoivulla kaikissa luokissa enemmän kuin rauduskoivulla.

Koivulaji vaikutti useimmissa tapauksissa merkitsevästi eri oksikkuuslaatujen pölkkyjen osuuksiin logistisissa regressioanalyyseissä, joissa otettiin huomioon rinnankorkeusläpimitan vaikutus. Oksattomien pölkkyjen osuus oli hieskoivulla tyvitukeissa ja väli- ja latvatukeissa merkitsevästi suurempi kuin rauduskoivulla mutta koivulaji ei kuitenkaan vaikuttanut kaikissa tukeissa (df=459, 146 ja 605, χ^2=5,07, 7,88 ja 1,96, p=0,0243, 0,0050 ja 0,1613; vrt. läpimitta ja yhdysvaikutus: χ^2=0,28 ja 5,16, 6,33 ja 7,65 sekä 5,97 ja 2,04, p=0,5998 ja 0,0231, 0,0118 ja 0,0057 sekä 0,0146 ja 0,1536). Oksakyhmyisten pölkkyjen osuus oli rauduskoivulla tyvitukeissa merkitsevästi, väli- ja latvatukeissa suuntaa antavasti ja kaikissa tukeissa merkitsevästi suurempi kuin hieskoivulla (χ^2=5,97, 2,39 ja 10,09, p=0,0243, 0,1222 ja 0,0015; vrt. läpimitta ja yhdysvaikutus: χ^2=0,67 ja 6,29, 0,47 ja 2,98 sekä 0,11 ja 11,10, p=0,4134 ja 0,0122, 0,4952 ja 0,0841 sekä 0,7431 ja 0,0009). Koivulaji ei vaikuttanut kuivaoksaisten pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa, väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (χ^2=1,04, 0,87 ja 0,13, p=0,3085, 0,3520 ja 0,1793; vrt. läpimitta: χ^2=0,10, 0,30 ja 0,35, p=0,7483, 0,5864 ja 0,5546). Koivulaji ei vaikuttanut laho-oksaisten pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa mutta osuus oli hieskoivulla väli- ja latvatukeissa ja kaikissa tukeissa suuntaa antavasti suurempi kuin rauduskoivulla (χ^2=0,65, 3,19 ja 2,29, p=0,4202, 0,0743 ja 0,1302; vrt. läpimitta: χ^2=0,67, 0,12 ja 0,42, p=0,4145, 0,7332 ja 0,5152).

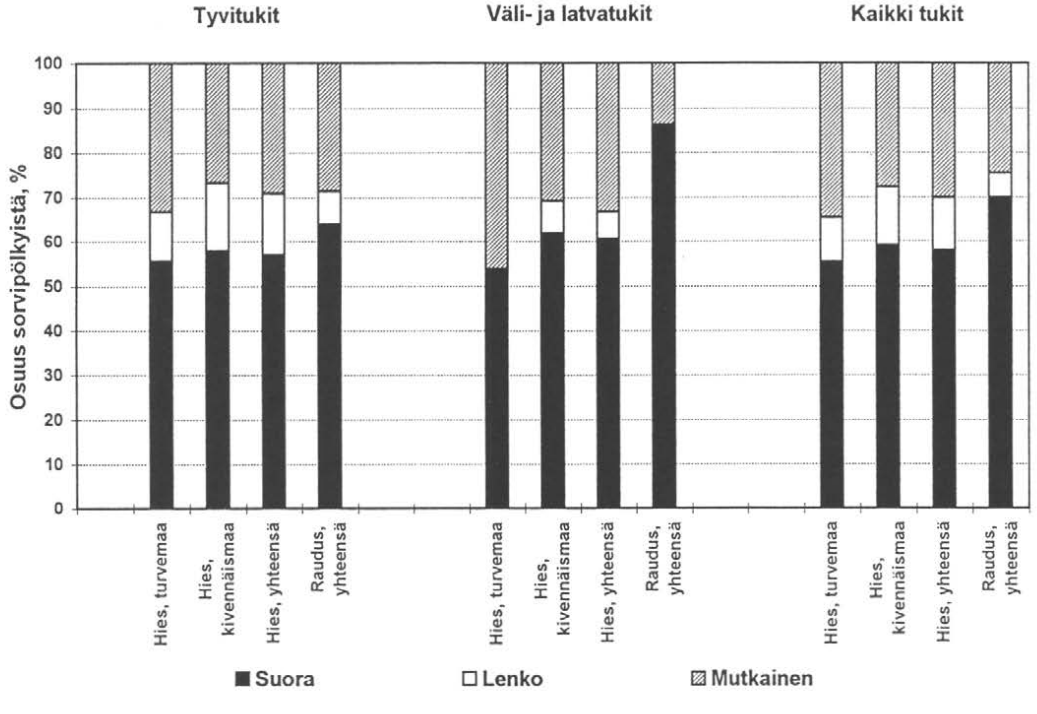


Kuva 94a-c. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn ulkoisen oksikkuuden perusteella puun rinnankorkeusläpimitan mukaan.

3.1.7.3 Muoto

Kuvassa 95 on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn muodon perusteella turve- ja kivennäismailla. Tyvitukkien pölkyistä oli suoria 56-64 %, oletusten mukaisesti eniten rauduskoivulla ja vähiten turvemaiden hieskoivulla. Kokonaisuutena suorien pölkkyjen osuus oli rauduskoivulla 7 %-yksikköä suurempi kuin hieskoivulla, jolla se oli siis kivennäismailla vain 2 %-yksikköä suurempi kuin turvemailla. Tasaisesti lenkoja pölkkyjä oli 8-16 %, eniten kivennäismaiden hieskoivulla ja vähiten rauduskoivulla. Kokonaisuutenakin lenkojen pölkkyjen osuus oli rauduskoivulla 6 %-yksikköä pienempi kuin hieskoivulla, jolla se oli turvemailla 4 %-yksikköä pienempi kuin kivennäismailla. Erot mutkaisten pölkkyjen osuuksissa olivat suhteellisen pienet vertailuryhmien välillä. Osuus oli 29-33 %, suurin oletusten mukaisesti turvemaiden ja pienin kivennäismaiden hieskoivulla. Kokonaisuutena mutkaisten pölkkyjen osuus oli hies- ja rauduskoivulla samalla tasolla, 29 %.

Väli- ja latvatukkien pölkyistä oli oletusten vastaisesti suurempi osuus suoria kuin tyvitukkien pölkyistä, turvemaiden hieskoivua lukuunottamatta. Tämä johtunee siitä, että väli- ja latvatukkiosaa paksummassa tyviosassa ainakin pienten mutkien vaikutukset katsotaan yleisesti apteerauksessa ensinmainittua vähäisemmiksi. Toisaalta muut kuin runkomuotoviat olivat väli- ja latvatukkiosassa vakavampia ja täten herkemmin vaneripuuna hylkäämiseen johtaneita kuin tyvitukkiosassa (luku 3.1.5.4). Suorien pölkkyjen osuus oli 54-86 %, oletusten mukaisesti selvästi suurin rauduskoivulla ja pienin turvemaiden hieskoivulla.



Kuva 95. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn muodon perusteella turve- ja kivennäismailla.

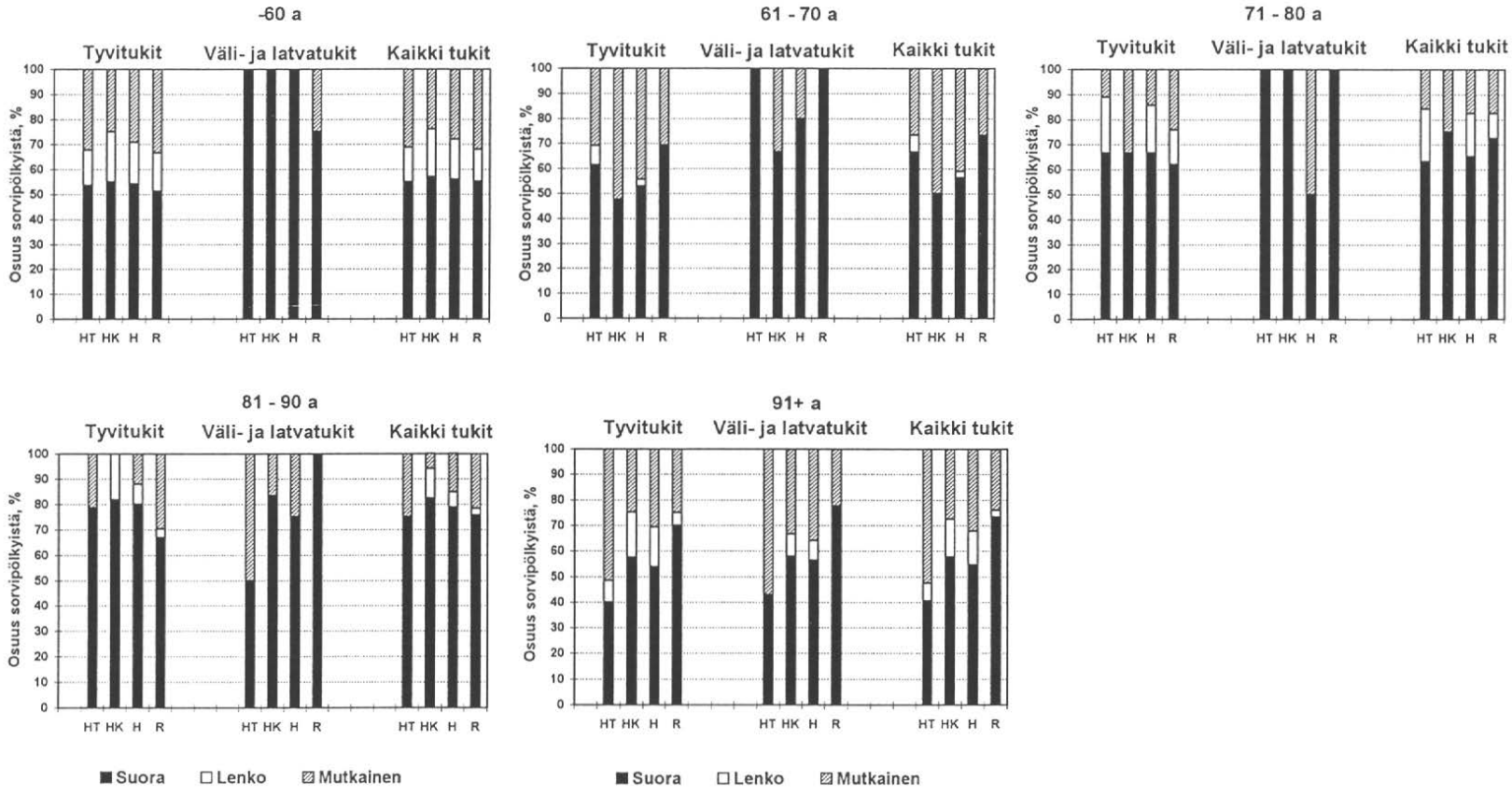
Kokonaisuutenakin suorien pölkkyjen osuus oli rauduskoivulla 26 %-yksikköä suurempi kuin hieskoivulla, jolla se oli kivennäismailla 8 %-yksikköä suurempi kuin turvemailla.

Tasaisesti lenkoja pölkkyjä oli väli- ja latvatukkiosassa oletusten mukaisesti selvästi vähemmän kuin tyvitukkiosassa ja vain kivennäismaiden hieskoivulla 7 %. Mutkaisia pölkkyjä oli latva- ja välitukkiosassa hieskoivulla oletusten mukaisesti enemmän mutta rauduskoivulla vähemmän kuin tyvitukkiosassa. Niiden osuus oli 13-46 %, selvästi pienin rauduskoivulla ja suurin turvemaiden hieskoivulla. Kokonaisuutenakin mutkaisten pölkkyjen osuus oli rauduskoivulla 20 %-yksikköä pienempi kuin hieskoivulla, jolla se oli kivennäismailla 15 %-yksikköä pienempi kuin turvemailla. - Väli- ja latvatukin pölkkyjen suhteellisesti ottaen vähäinen mutkaisuus olisi tässä aineistossa saattanut johtua myös siitä, että tyvitukiksi luettiin suhteellisen pitkä osa rungosta, enimmillään 5,2 m, ottaen huomioon tukkipuun mitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden todellinen tukkiosan pituus (luku 3.8.1.2). Tulokset olivat kuitenkin esitetyn suuntaiset myös koelaskelmissa, joissa tyvitukin pölkyiksi luettiin kaatoleikkauksesta lähtien korkeintaan kolme pölkkyä eli enintään 4,3 m:n korkeudelle.

Kaikkien tukkien pölkyistä oli suoria 55-70 %, oletusten mukaisesti selvästi eniten rauduskoivulla ja vähiten turvemaiden hieskoivulla. Suorien pölkkyjen osuus oli rauduskoivulla 12 %-yksikköä suurempi kuin hieskoivulla, jolla se oli kivennäismailla vain 3 %-yksikköä suurempi kuin turvemailla. Tasaisesti lenkoja pölkkyjä oli 6-13 %, eniten kivennäismaiden hieskoivulla ja vähiten rauduskoivulla. Lenkojen pölkkyjen osuus oli rauduskoivulla 7 %-yksikköä pienempi kuin hieskoivulla, jolla se oli turvemailla 3 %-yksikköä pienempi kuin kivennäismailla. Mutkaisia pölkkyjä oli oli 25-35 %, oletusten mukaisesti eniten turvemaiden hieskoivulla ja vähiten rauduskoivulla. Mutkaisten pölkkyjen osuus oli rauduskoivulla 6 %-yksikköä pienempi kuin hieskoivulla, jolla se oli kivennäismailla 7 %-yksikköä pienempi kuin turvemailla.

Kuvissa 96a-e on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn muodon perusteella puun ikäluokan mukaan turve- ja kivennäismailla. Tyvitukkien pölkyistä oli suoria pääsääntöisesti sitä suurempi osuus mitä vanhemmasta koivusta ne oli tehty. Suorien pölkkyjen osuus kasvoi puun ikääntyessä hieskoivulla turvemailla alle 61 a ikäluokan 54 prosentista 81-90 a luokan 79 prosenttin ja kivennäismailla vastaavasti 55 prosentista 82 prosenttiin. Yli 90 a luokassa suorien pölkkyjen osuus oli sekä turve- että kivennäismailla yleiseen tasoon nähden pieni, 40 ja 58 %. Suoria pölkkyjä oli 61-70 a luokkaa lukuunottamatta turvemailla hieman ja edellämainitun mukaisesti yli 90 a luokassa selvästi vähemmän kuin kivennäismailla. Suorien pölkkyjen osuus ei riippunut hieskoivulla selvästi ikäluokasta mutta kasvoi rauduskoivulla alle 61 a luokan 51 prosentista yli 90 a luokan 70 prosenttiin. Suoria pölkkyjä oli rauduskoivulla vain alle 61-70 a ja yli 90 a luokissa oletusten mukaisesti selvästi enemmän mutta alle 61 a ja 71-90 a luokissa vähemmän kuin hieskoivulla.

Tyvitukkien lenkojen pölkkyjen osuus ei riippunut selvästi puun iästä missään vertailuryhmässä eikä myöskään mutkaisten pölkkyjen osuus hieskoivulla. Mutkaisten pölkkyjen osuus kuitenkin pieneni lievästi rauduskoivulla ikäluokan kasvaessa tuloksen viitatessa huonomuotoisten puiden poistamiseen harvennushakkuissa. Hieskoivulla oli turvemailla lenkoja pölkkyjä vähemmän ja mutkaisia pölkkyjä oletusten mukaisesti enemmän kuin kivennäismailla alle 61 ja yli 80 a ikäluokissa, mutta 61-80 a luokissa turve- ja kivennäismaiden suhteet olivat päinvastaiset. Hieskoivulla oli lenkoja pölkkyjä kokonaisuutena kaikissa



Kuva 96a-e. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn muodon perusteella puun ikäluokan mukaan turve- ja kivennäismailla. HT = hieskoivu, turvemaa, HK = hieskoivu, kivennäismaa, H = hieskoivu, yhteensä, R = rauduskoivu, yhteensä.

ikäluokissa oletusten mukaisesti enemmän kuin rauduskoivulla eron kasvaessa ikäluokan mukana. Mutkaisia pölkkyjä hieskoivulla oli rauduskoivua enemmän kuitenkin vain 61-70 a ja yli 90 a luokissa ja alle 61 a ja 71-90 a luokissa vastaavasti vähemmän.

Kaikkien tukkien pölkyistä oli varsinkin rauduskoivulla enemmän suoria kuin tyvitukkien pölkyistä myös ikäluokittaisessa tarkastelussa, lukuunottamatta turvemaiden hieskoivun yli 80 a luokkia, joissa erot olivat lievästi päinvastaiset. Suorien pölkkyjen osuus riippui havaittavasti ikäluokasta vain turve- ja kivennäismaiden hieskoivulla kasvaen 81-90 a luokkaan asti. Suoria pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla 61-70 a luokkaa lukuunottamatta selvästi vähemmän kuin kivennäismailla. Suoria pölkkyjä oli rauduskoivulla 61-80 a ja yli 90 a luokissa oletusten mukaisesti selvästi enemmän mutta alle 61 a ja 81-90 a luokissa hieman vähemmän kuin hieskoivulla.

Kaikkien tukkien pölkyistä oli lenkoja oletusten mukaisesti hieskoivulla hieman ja rauduskoivulla selvästi vähemmän kuin tyvitukkien pölkyistä. Lenkojen pölkkyjen osuus ei riippunut varsinaisesti ikäluokasta mutta oli kuitenkin alle 61 a luokassa kaikissa vertailuryhmissä selvästi keskimääräistä suurempi. Hieskoivulla oli lenkoja pölkkyjä turvemailla vain 61-80 a luokissa enemmän mutta alle 61 a ja yli 80 a luokissa vähemmän kuin kivennäismailla. Kokonaisuutena hieskoivulla oli kuitenkin lenkoja pölkkyjä kaikissa ikäluokissa enemmän kuin rauduskoivulla eron kasvaessa ikäluokan mukana.

Kaikkien tukkien pölkyistä oli oletusten vastaisesti vähemmän mutkaisia kuin tyvitukkien pölkyistä lukuunottamatta hieskoivun yli 70 a luokkia turvemailla ja yli 80 a luokkia kivennäismailla, joilla erot olivat selvästi päinvastaiset. Mutkaisten pölkkyjen osuus ei riippunut varsinaisesti ikäluokasta. Hieskoivulla oli mutkaisia pölkkyjä oletusten mukaisesti enemmän kuin kivennäismailla alle 61 ja yli 80 a ikäluokissa, mutta 61-80 a luokissa turve- ja kivennäismaiden suhteet olivat päinvastaiset. Kokonaisuutena hieskoivulla oli mutkaisia pölkkyjä oletusten mukaisesti rauduskoivua enemmän vain 61-70 a ja yli 90 a luokissa mutta 71-80 a luokassa yhtä paljon ja alle 61 a ja 81-90 a luokissa vähemmän.

Väli- ja latvatukkien pölkyistä oli hieskoivulla yli 90 a ikäluokassa turvemailla hieman enemmän mutta kivennäismailla yhtä paljon suoria kuin tyvitukkien pölkyistä. Lenkoja pölkkyjä oli vastaavasti vähemmän ja mutkaisia pölkkyjä enemmän sekä turve- että kivennäismailla. Turve- ja kivennäismaiden suhteet olivat kuitenkin suunnaltaan samat sekä tyvitukkien että väli- ja latvatukkien pölkyillä. Vastaavasti hies- ja rauduskoivulla oli kokonaisuutena yli 90 a ikäluokassa väli- ja latvatukkien pölkyistä hieman enemmän suoria ja selvästi vähemmän lenkoja kuin tyvitukkien pölkyistä. Mutkaisia pölkkyjä oli hieskoivulla väli- ja latvatukeissa enemmän mutta rauduskoivulla hieman vähemmän kuin tyvitukeissa. Hies- ja rauduskoivun suhteet olivat suunnaltaan samat sekä tyvitukkien että väli- ja latvatukkien pölkyillä.

Hieskoivulla kasvupaikkaryhmä vaikutti logistisen regressioanalyysin mukaan, jossa otettiin huomioon iän vaikutus, vain joissakin tapauksissa suuntaa antavasti eri muotoluokkien pölkkyjen osuuksiin. Suoria pölkkyjä oli kivennäismailla tyvitukeissa suuntaa antavasti enemmän kuin turvemailla, mutta vaikutusta ei ollut väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (df=288, 83 ja 369, χ^2=2,32, 0,46 ja 2,04, p=0,1278, 0,4965 ja 0,1537; vrt. ikä: χ^2=0,01, 1,53 ja 0,27, p=0,9409, 0,2156 ja 0,6063). Turve-ja kivennäismaiden ero lenkojen pölkkyjen osuudessa ei ollut merkitsevä tyvitukeissa, väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (χ^2=0,11, 0,15 ja 0,03, p=0,7418, 0,8649 ja 0,8622; vrt. ikä: χ^2=0,05, 1,83 ja 0,38, p=0,8256, 0,1758 ja 0,5379. Mutkaisia pölkkyjä oli turvemailla tyvitukeissa ja kaikissa tukeissa suuntaa antavasti enemmän kuin kivennäismailla (χ^2=3,51 ja 2,41, p=0,0610 ja 0,1202; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=0,00 ja 5,04 sekä 0,72 ja 4,00, p=0,3962 ja 0,0455), mutta vaikutus ei ollut merkitsevä väli- ja latvatukeissa (χ^2=0,25, p=0,6193; vrt. ikä: χ^2=5,04, p=0,1909).

Koivulaji ei vaikuttanut merkitsevästi suorien pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa, väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (df=459, 146 ja 605, χ^2=0,41, 0,23 ja 0,67, p=0,2598, 0,6339 ja 0,4142; vrt. ikä: χ^2=2,67, 0,27 ja 4,33, p=0,1023, 0,6056 ja 0,0374). Koivulaji ei vaikuttanut myöskään lenkojen (χ^2=0,46, 0,15 ja 0,71, p=0,4980, 0,7002 ja 0,3991; vrt. ikä: χ^2=0,76, 0,96 ja 2,42, p=0,3824, 0,3266 ja 0,1202) tai mutkaisten (χ^2=0,10, 0,13 ja 0,34, p=0,7533, 0,7208 ja 0,5623; vrt. ikä: χ^2=1,76, 0,25 ja 2,05, p=0,1850, 0,6195 ja 0,1521) pölkkyjen osuuteen.

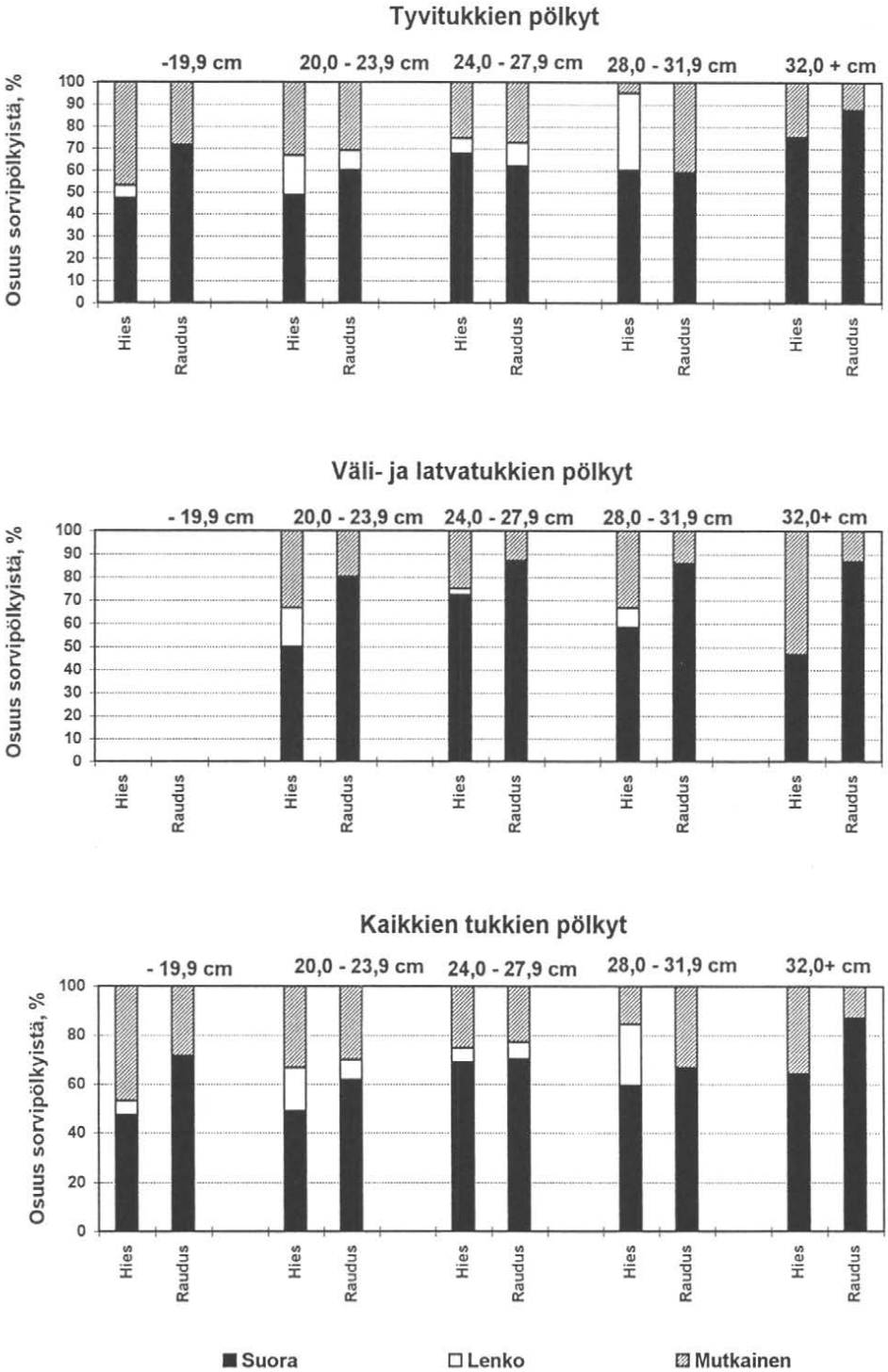
Kuvissa 97a-c on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn muodon perusteella puun rinnankorkeusläpimittaluokan mukaan. Tyvitukkien pölkyistä oli hieskoivulla suoria yleensä sitä suurempi osuus mitä paksummasta puusta ne oli tehty, mutta rauduskoivulla läpimitta vaikutti tässä aineistossa päinvastaisesti yli 32 cm:n luokkaa lukuunottamatta. Suoria pölkkyjä oli rauduskoivulla alle 24 cm:n ja yli 32 cm:n puilla selvästi enemmän mutta 24-32 cm:n puilla hieman vähemmän kuin hieskoivulla. Lenkojen pölkkyjen osuus ei riippunut selvästi puun läpimitasta. Mutkaisten pölkkyjen osuus pieneni hieskoivulla ja kasvoi rauduskoivulla läpimitan kasvaessa yli 32 cm:n luokkaa lukuunottamatta. Hieskoivulla oli lenkoja pölkkyjä enemmän kuin rauduskoivulla 24-28 cm:n puita lukuunottamatta, joilla ero oli lievästi päinvastainen. Mutkaisia pölkkyjä hieskoivulla oli alle 24 cm:n ja yli 32 cm:n puilla selvästi enemmän mutta 24-32 cm:n puilla hieman vähemmän kuin rauduskoivulla. Kaikkien tukkien pölkyistä oli rauduskoivulla kaikissa läpimittaluokissa enemmän suoria kuin hieskoivulla. Hieskoivulla oli vastaavasti lenkoja pölkkyjä kaikissa luokissa ja mutkaisia pölkkyjä 28-32 cm:n puita lukuunottamatta enemmän kuin rauduskoivulla.

Koivulaji ei vaikuttanut logistisissa regressioanalyyseissä, joissa otettiin huomioon rinnankorkeusläpimitan vaikutus, merkitsevästi suorien pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa, väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (df=459, 146 ja 605, χ^2=0,32, 0,11 ja 0,00, p=0,5744, 0,7423 ja 0,9649; vrt. läpimitta: χ^2=5,38, 1,17 ja 5,16, p=0,0203, 0,2791 ja 0,0231. Koivulaji ei vaikuttanut myöskään lenkojen (χ^2=0,01, 0,11 ja 0,01, p=0,9035, 0,7424 ja 0,9365; vrt. läpimitta: χ^2=0,32, 0,42 ja 2,14, p=0,5693, 0,5169 ja 0,1432) tai mutkaisten (χ^2=0,29, 0,11 ja 0,13, p=0,5914, 0,7424 ja 0,7233; vrt. läpimitta: χ^2=4,71, 0,16 ja 2,24, p=0,0300, 0,6880 ja 0,1348) pölkkyjen osuuksiin.

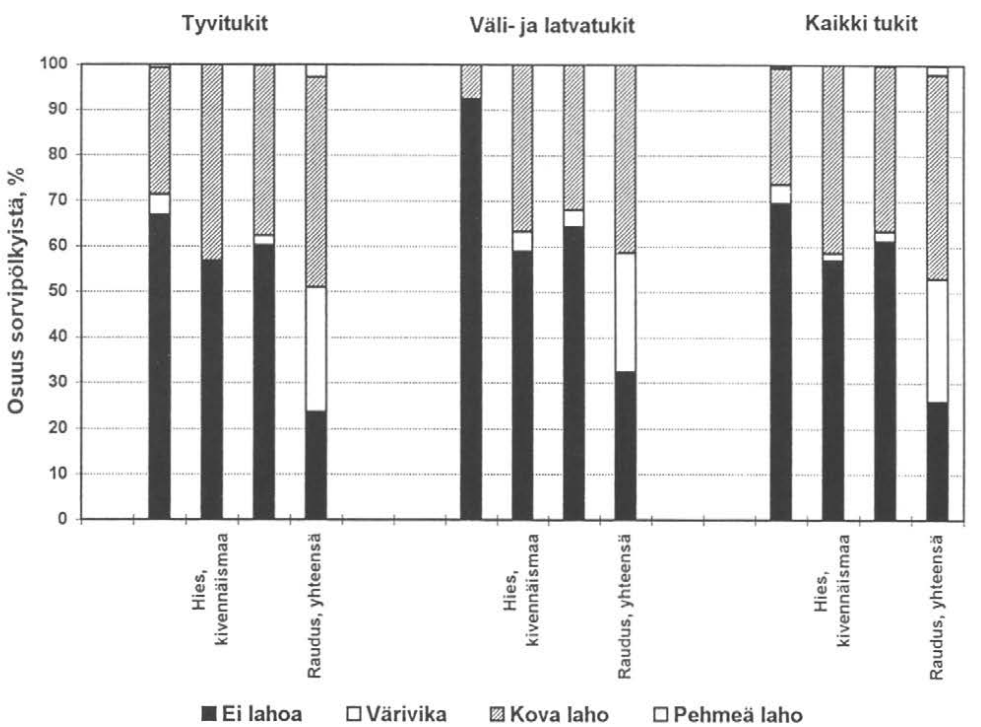
3.1.7.4 Väri- ja lahovikaisuus

Kuvassa 98 on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn puuaineessa havaitun lahon ja sen kehitysasteen perusteella turve- ja kivennäismailla. Lahohavainnot tarkoittavat tässä tapauksessa pelkästään purilaaseen rajoittunutta lahoa.

Tyvitukkien pölkyistä oli lahottomia hieskoivulla turvemailla 67 %, mikä oli oletusten vastaisesti enemmän kuin kivennäismailla, 56 %. Tulos voidaan ymmärtää tukkipuun kokoisten turvemaan hieskoivujen useimmiten kivennäismaiden hieskoivuja vähemmän pitkälle kehittyneen ja useammin purilaaseen rajoittuneen tyvilahon ja tyvileikkauksen latvalahon perusteella (luku 3.1.4.3.2), jotka viat eivät vielä johda tukkipuuna hylkäämiseen. Vähintään yhtä paljon oletusten vastaista oli rauduskoivun pieni lahottomien pölkkyjen osuus, 23 %, hieskoivuun verrattuna, 60 %. Tämä ero voidaan puolestaan ymmärtää tukkipuun kokoisten rauduskoivujen useimmiten hieskoivuja vähemmän pitkälle kehittyneen ja useammin purilaaseen rajoittuneen tyvilahon ja tyvileikkauksen latvalahon perusteella (luku 3.1.4.3.2). Pinnalliseksi väriviaksi luokiteltua, vaikutukseltaan esteettistä vikaa sisältäneiden pölkkyjen osuus oli vastaavasti hieskoivulla pieni, turvemailla 5 % ja kivennäismailla 1 %. Sitä oli hieskoivulla myös kokonaisuutena vain murto-osa, 2 %, siitä mitä rauduskoivulla, 28 %.



Kuva 97a-c. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn muodon perusteella puun rinnankorkeusläpimittaluokan mukaan.



Kuva 98. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn puuaineessa havaitun lahon ja sen kehitysasteen perusteella turve- ja kivennäismailla.

Tämä ero myös kavensi hies- ja rauduskoivupölkkyjen lahottomuuden perusteella pääteltävissä olleen eron vaikutusta. Kovaa lahoa sisältäneiden pölkkyjen osuus oli hieskoivulla turvemailla 28 %, kivennäismailla 43 % ja kokonaisuutena 38 %, kun se oli rauduskoivulla jonkin verran korkeampi, 46 %. Pehmeää lahoa sisältäneitä pölkkyjä oli vastaavasti hieskoivulla turvemailla alle yksi prosentti ja kivennäismailla ei lainkaan, kun tällaisia pölkkyjä oli vastaavasti rauduskoivulla 3 %.

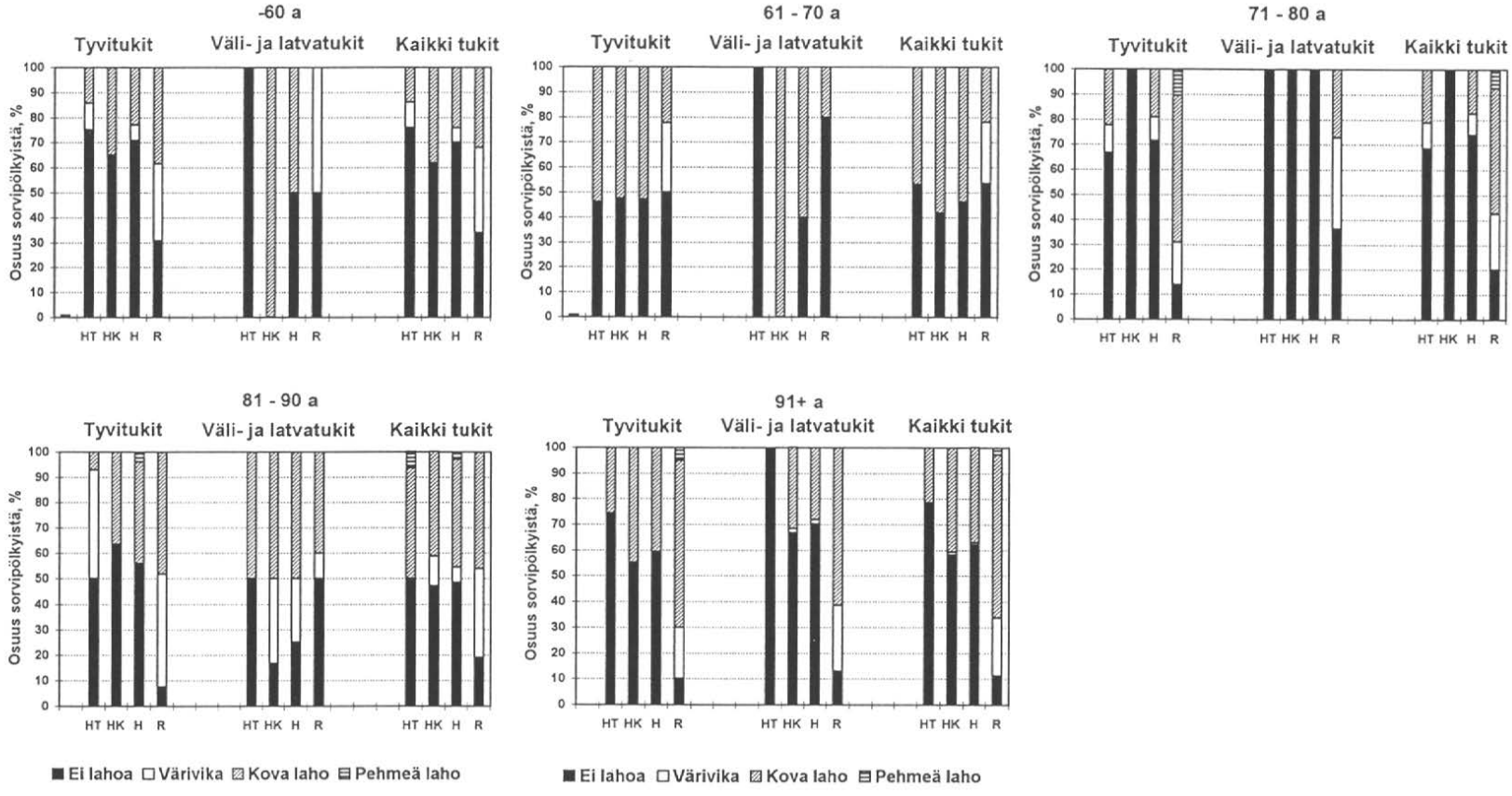
Väli- ja latvatukkien pölkyistä oli kaikissa vertailuryhmissä suurempi osuus lahottomia kuin tyvitukkien pölkyistä. Tämä korostaa tyvilahojen merkitystä aineistossa (luku 3.1.4.3.2). Lahottomien pölkkyjen osuus oli hieskoivulla turvemailla jopa 92 % ja kivennäismailla 59 %. Rauduskoivun pieni lahottomien pölkkyjen osuus, 32 %, hieskoivuun verrattuna, 64 %, oli tässäkin oletusten vastaista. Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen ja raudus- ja hieskoivujen erot johtuivat tässäkin ilmeisesti eroista tukkipuun kokoisten puiden lahon kehitysasteessa ja ulottumassa, jotka vaikuttivat tukkipuuna hylkäämiseen. Pinnallista värivikaa sisältäneitä pölkkyjä oli hieskoivulla vain kivennäismailla, 4 %. Kokonaisuutena tällaisia pölkkyjä oli hieskoivulla tässäkin vain murto-osa, alle 4 %, siitä mitä rauduskoivulla, 26 %. Tämäkin ero kavensi hies- ja rauduskoivupölkkyjen lahottomuuden perusteella pääteltävissä olleen eron vaikutusta. Kovaa lahoa sisältäneiden pölkkyjen osuus oli hieskoivulla turvemailla vain 8 %

mutta kivennäismailla 37 % ja kokonaisuutena 32 %, kun se oli rauduskoivulla jonkin verran korkeampi, 42 %. Pehmeää lahoa sisältäneitä pölkkyjä ei ollut lainkaan missään vertailuryhmässä.

Kaikkien tukkien pölkyistä oli hieskoivulla lahottomia turvemailla 69 % ja kivennäismailla 57 %. Lahottomien pölkkyjen osuus oli rauduskoivulla tukkilajeittaisten tulosten mukaisesti pieni, 26 %, hieskoivuun verrattuna, 61 %. Pinnallista värivikaa sisältäneitä pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla 4 % ja kivennäismailla alle 2 %. Kokonaisuutena tällaisia pölkkyjä oli hieskoivulla tässäkin vain murto-osa, runsas 2 % siitä mitä rauduskoivulla, 27 %. Kovaa lahoa sisältäneiden pölkkyjen osuus oli hieskoivulla turvemailla 26 % mutta kivennäismailla 42 % ja kokonaisuutena 36 %, kun se oli rauduskoivulla korkeampi, 45 %. Pehmeää lahoa sisältäneitä pölkkyjä oli turvemaiden hieskoivulla alle prosentti ja kivennäismailla ei lainkaan, kun tällaisia pölkkyjä oli rauduskoivulla 2 %.

Kuvissa 99a-e on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn puuaineessa havaitun lahon ja sen kehitysasteen perusteella puun ikäluokan mukaan turve- ja kivennäismailla. Tyvitukkien pölkkyjen lahoisuus ei ollut selvässä yhteydessä ikään tässä aineistossa, vaikka tyvilaho muiden lahotyyppien tavoin tavallisesti yleistyy puiden ikääntyessä. Lahottomien pölkkyjen osuuden vähenemistä ikäluokan mukana oli havaittavissa lähinnä rauduskoivulla. Lahottomia pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla oletusten mukaisesti vähemmän kuin kivennäismailla vain 61-90 a ikäluokissa, mutta alle 61 a ja yli 90 a luokissa turve- ja kivennäismaiden suhteet olivat päinvastaiset. Hieskoivulla oli lisäksi lahottomia pölkkyjä 61-70 a luokkaa lukuunottamatta oletusten vastaisesti huomattavasti enemmän kuin rauduskoivulla eron vieläpä kasvaessa ikäluokan mukana. Pinnallista värivikaa sisältäneitä pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla vain alle 61 a ja 71-90 a luokissa 11-43 % ja kivennäismailla yli 90 luokassa alle prosentti. Kokonaisuutena värivikaa oli hieskoivulla kaikissa ikäluokissa vain murto-osa, 0-10 %, siitä mitä rauduskoivulla, 17-44 %. Kovaa lahoa sisältäneiden pölkkyjen osuus yleistyi ikäluokan mukana kaikissa vertailuryhmissä eräin poikkeuksin. Kovaa lahoa sisältäneitä pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla alle 61 a ja yli 80 a luokissa vähemmän mutta 61-80 a luokissa enemmän kuin kivennäismailla. Hieskoivulla oli kovaa lahoa sisältäneitä pölkkyjä selvästi vähemmän kuin rauduskoivulla lukuunottamatta 61-70 a luokkaa, jossa ero oli selvästi päinvastainen. Pehmeää lahoa sisältäneitä pölkkyjä oli vain rauduskoivulla 71-80 a luokassa 10 % ja yli 90 a luokassa 5 %.

Kaikkien tukkien pölkyistä oli lahottomia kivennäismaiden hieskoivua lukuunottamatta enemmän tai yhtä paljon kuin tyvitukkien pölkyistä, joissa laho oli täten yleisempää kuin latva- ja välitukkien pölkyissä. Myöskään kaikkien tukkien pölkkyjen lahoisuus ei ollut selvässä yhteydessä ikään. Lahottomien pölkkyjen osuus väheni ikäluokan kasvaessa lähinnä rauduskoivulla. Lahottomia pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla oletusten mukaisesti vähemmän kuin kivennäismailla vain 71-80 a luokassa, mutta muissa luokissa turve- ja kivennäismaiden suhteet olivat päinvastaiset. Hieskoivulla oli tässäkin lahottomia pölkkyjä 61-70 a luokkaa lukuunottamatta oletusten vastaisesti huomattavasti enemmän kuin rauduskoivulla eron kasvaessa ikäluokan mukana. Pinnallista värivikaa sisältäneitä pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla vain alle 61 a ja 71-90 a luokissa 11-43 % ja kivennäismailla 81-90 a ja yli 90 luokissa 10 ja 1 %. Kokonaisuutena värivikaa oli hieskoivulla kaikissa ikäluokissa vain murto-osa, 0-9 %, siitä mitä rauduskoivulla, 23-35 %.



Kuva 99a-e. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn puuaineessa havaitun lahon ja sen kehitysasteen perusteella puun ikäluokan mukaan turve- ja kivennäismailla. HT = hieskoivu, turvemaa, HK = hieskoivu, kivennäismaa, H = hieskoivu, yhteensä, R = rauduskoivu, yhteensä.

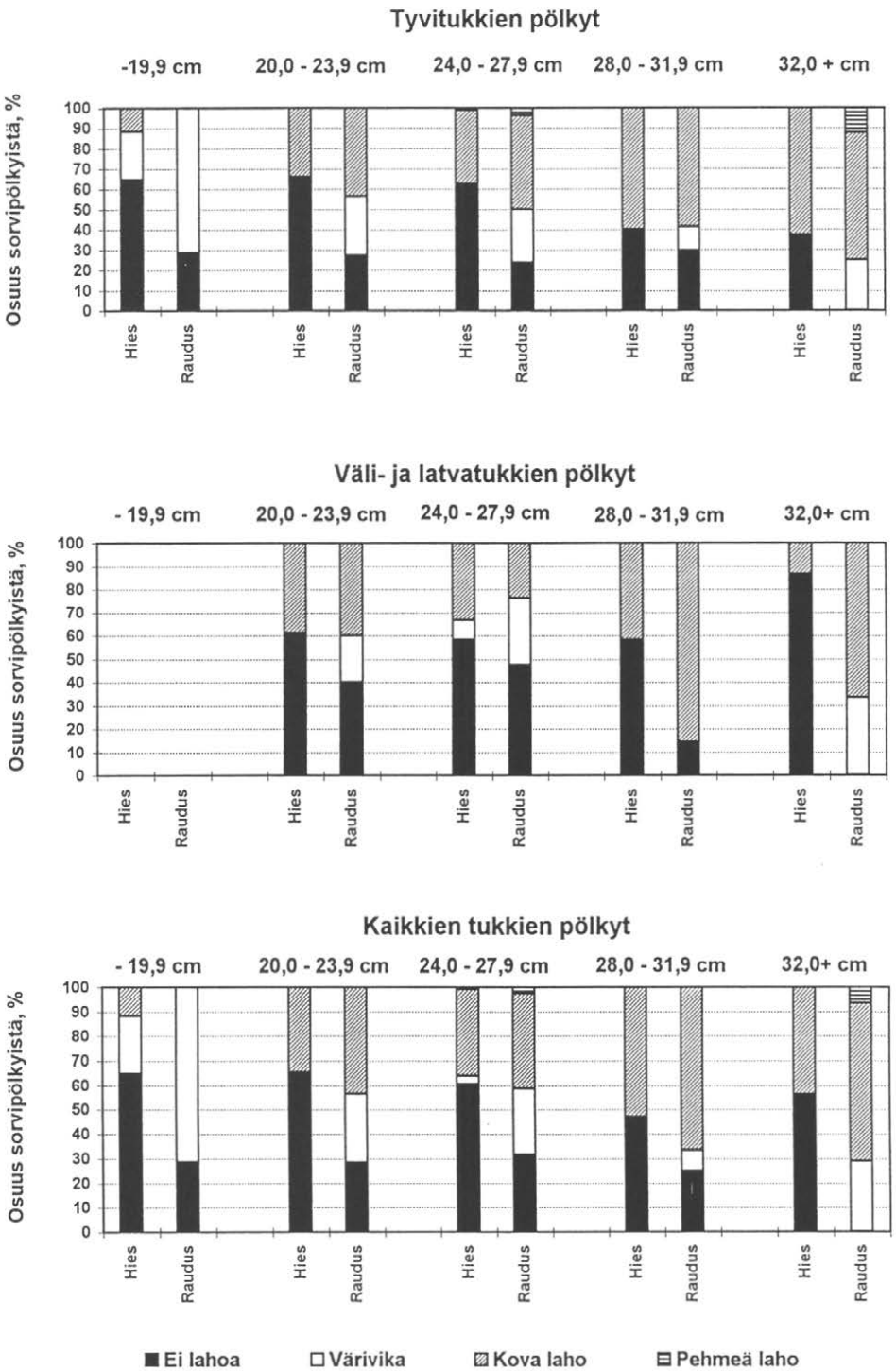
Kaikkien tukkien pölkyistä sisälsi kovaa lahoa pienempi osuus kuin tyvitukkien pölkyistä lukuunottamatta yksittäisiä turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen vanhoja ikäluokkia. Kovaa lahoa sisältäneiden pölkkyjen osuus yleistyi tässäkin kaikissa vertailuryhmissä ikäluokan kasvaessa eräin poikkeuksin. Kovaa lahoa sisältäneitä pölkkyjä oli hieskoivulla turvemailla alle 61 a ja yli 80 a luokissa vähemmän mutta 61-80 a luokissa enemmän kuin kivennäismailla. Hieskoivulla oli kovaa lahoa sisältäneitä pölkkyjä selvästi vähemmän kuin rauduskoivulla lukuunottamatta päinvastaisen eron 61-70 a luokkaa. Pehmeää lahoa sisältäneitä pölkkyjä oli vain turvemaiden hieskoivulla 81-90 a luokassa 6 % ja rauduskoivulla 71-80 a luokassa 8 % ja yli 90 a luokassa 3 %.

Väli- ja latvatukkien pölkyistä oli hieskoivulla yli 90 a ikäluokassa sekä turve- että kivennäismailla enemmän lahottomia ja vähemmän kovaa lahoa sisältäneitä kuin tyvitukkien pölkyistä. Turve- ja kivennäismaiden suhteet olivat kuitenkin suunnaltaan samat sekä tyvitukkien että väli- ja latvatukkien pölkyillä. Vastaavasti hies- ja rauduskoivulla oli kokonaisuutena yli 90 a ikäluokassa väli- ja latvatukkien pölkyistä hieman enemmän lahottomia ja pinnallista värivikaa sisältäneitä ja vähemmän kovaa lahoa sisältäneitä kuin tyvitukkien pölkyistä. Hies- ja rauduskoivun suhteet olivat suunnaltaan samat sekä tyvitukkien että väli- ja latvatukkien pölkyillä.

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivun ero lahojen pölkkyjen osuudessa ei ollut merkitsevä logistisissa regressioanalyyseissä, joissa otettiin huomioon iän vaikutus, tyvitukeissa, väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (df=288, 83 ja 369, χ^2=0,15, 0,54 ja 0,04, p=0,6943, 0,4621 ja 0,8440; vrt. ikä: χ^2=0,25, 0,38 ja 1,58, p=0,6161, 0,5295 ja 0,2084). 0,5379. Koivulajien ero ei ollut merkitsevä tyvitukeissa ja kaikissa tukeissa (df=459 ja 605, χ^2=0,28 ja 0,72, p=0,5970 ja 0,3953), mutta hieskoivulla oli väli- ja latvatukeissa suuntaa antavasti vähemmän lahoja pölkkyjä kuin rauduskoivulla (df=146, χ^2=3,22, p=0,0726). Iän lahojen pölkkyjen osuutta lisännyt vaikutus oli tällöin merkitsevä tyvitukeissa, suuntaa antava väli- ja latvatukeissa ja merkitsevä kaikissa tukeissa (χ^2=7,51, 2,26 ja 8,14, p=0,0061, 0,1328 ja 0,0043) ja yhdysvaikutus merkitsevä kaikissa tapauksissa (χ^2=5,79, 6,99 ja 8,90, p=0,1061, 0,0082 ja 0,0029).

Kuvissa 100a-c on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn puuaineessa havaitun lahon ja sen kehitysasteen perusteella puun rinnankorkeusläpimitan mukaan. Tyvitukeissa oli havaittavissa jonkin asteista lahottomien pölkkyjen osuuden vähenemistä läpimitan kasvaessa. Hieskoivulla oli lahottomia pölkkyjä kaikissa läpimittaluokissa huomattavasti enemmän kuin rauduskoivulla. Pinnallista värivikaa sisältäneitä pölkkyjä oli hieskoivulla vastaavasti kaikissa luokissa vain murto-osa siitä mitä rauduskoivulla. Kovaa lahoa sisältäneitä pölkkyjä oli hieskoivulla alle 20 cm:n ja yli 28 cm:n luokissa selvästi enemmän mutta 20-28 cm:n luokissa vähemmän kuin rauduskoivulla. Pehmeää lahoa sisältäneitä pölkkyjä oli vain rauduskoivulla luokassa 24-28 cm. Myös kaikkien tukkien pölkyistä oli hieskoivulla kaikissa luokissa selvästi enemmän lahottomia ja vähemmän pinnallista värivikaa sisältäneitä kuin rauduskoivulla. Kovaa lahoa sisältäneitä pölkkyjä oli hieskoivulla alle 20 cm:n ja yli 32 cm:n luokissa selvästi enemmän mutta 20-32 cm:n luokissa vähemmän kuin rauduskoivulla.

Koivulaji ei vaikuttanut logistisissa regressioanalyyseissä, joissa otettiin huomioon rinnankorkeusläpimitan vaikutus, merkitsevästi lahojen pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa tai kaikissa tukeissa (df=459 ja 605, χ^2=1,60 ja 0,13, p=0,2062 ja 0,7178), mutta väli- ja latvatukeissa hieskoivun pölkyistä oli tässäkin merkitsevästi vähemmän lahoja kuin rauduskoivun pölkyistä (df=146, χ^2=9,90, p=0,0017). Läpimitan lahojen pölkkyjen osuutta pienentänyt vaikutus oli merkitsevä kaikissa tapauksissa (χ^2=8,19, 4,62 ja 11,04, p=0,0042, 0,0317 ja 0,0009; vrt. yhdysvaikutus: χ^2=0,05, 11,74 ja 2,35, p=0,0042, 0,0006 ja 0,1252).

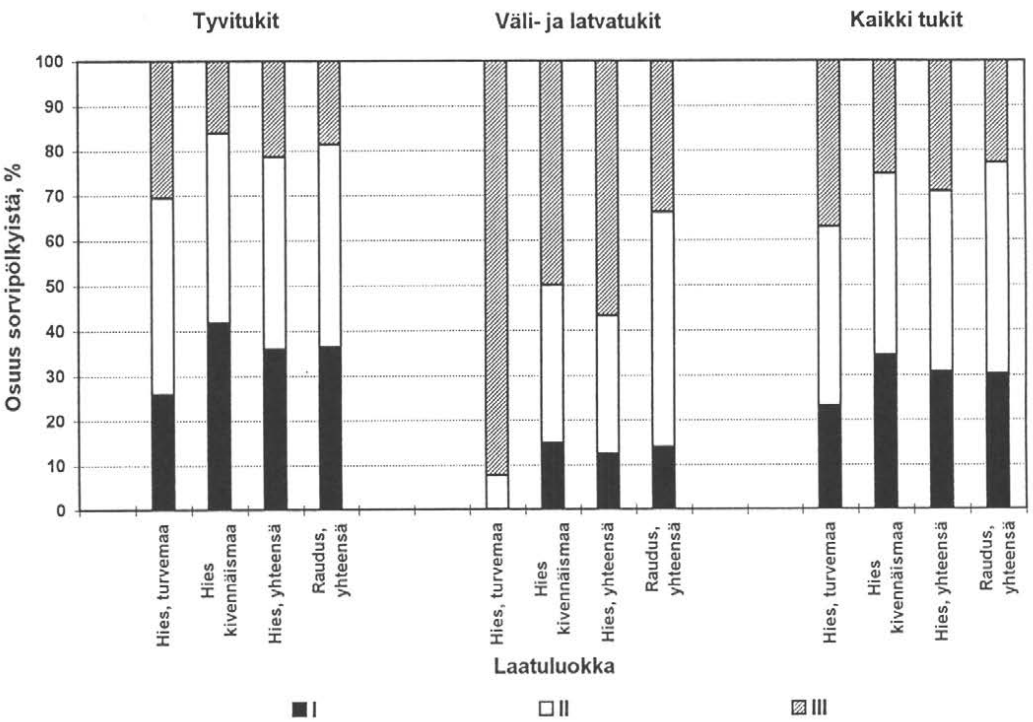


Kuva 100a-c. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn puuaineessa havaitun lahon ja sen kehitysasteen perusteella puun rinnankorkeusläpimitan mukaan.

3.1.7.5 Laatuluokat

Kuvassa 101 on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn käyttöarvosta johdetun laatuluokan perusteella turve- ja kivennäismailla. Tyvitukkien pölkyistä oli hieskoivulla virheettömiä, laatuluokan I pölkkyjä turvemailla oletusten mukaisesti vähemmän, 26 %, kuin kivennäismailla, 42 %. Kokonaisuutena virheettömien pölkkyjen osuus oli hies- ja rauduskoivulla samalla tasolla, 36 %. Vertailuryhmien erot virheettömien pölkkyjen osuudessa johtuivat lähinnä eroista laatuluokan III osuudessa. Tämä oli hieskoivulla turvemailla 31 %, kivennäismailla 16 % ja kokonaisuutena 22 % eli siis hieman korkeampi kuin rauduskoivulla, 19 %. Laatuluokan II osuus oli 42-45 %, suurin rauduskoivulla ja pienin kivennäismaiden hieskoivulla.

Virheettömien pölkkyjen osuus oli väli- ja latvatukeissa vain kolmannes siitä mitä tyvitukeissa, äärimmäisenä tapauksena turvemaiden hieskoivu, jolla niitä ei ollut väli- ja latvatukeissa lainkaan. Kivennäismaiden hieskoivulla virheettömiä pölkkyjä oli täällä 15 % ja hieskoivulla kokonaisuutena 12 % eli hieman vähemmän kuin rauduskoivulla, 14 %. Laatuluokan II pölkkyjäkin oli hieskoivulla turvemailla vain 8 %, kivennäismailla 35 % ja kokonaisuutena 31 % eli selvästi vähemmän kuin rauduskoivulla, 52 %. Laatuluokan III pölkkyjä oli vastaavasti hieskoivulla turvemailla 92 %, kivennäismailla 50 % ja kokonaisuutena 57 % eli selvästi enemmän kuin rauduskoivulla, 34 %.



Kuva 101. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn käyttöarvosta johdetun laatuluokan perusteella turve- ja kivennäismailla.

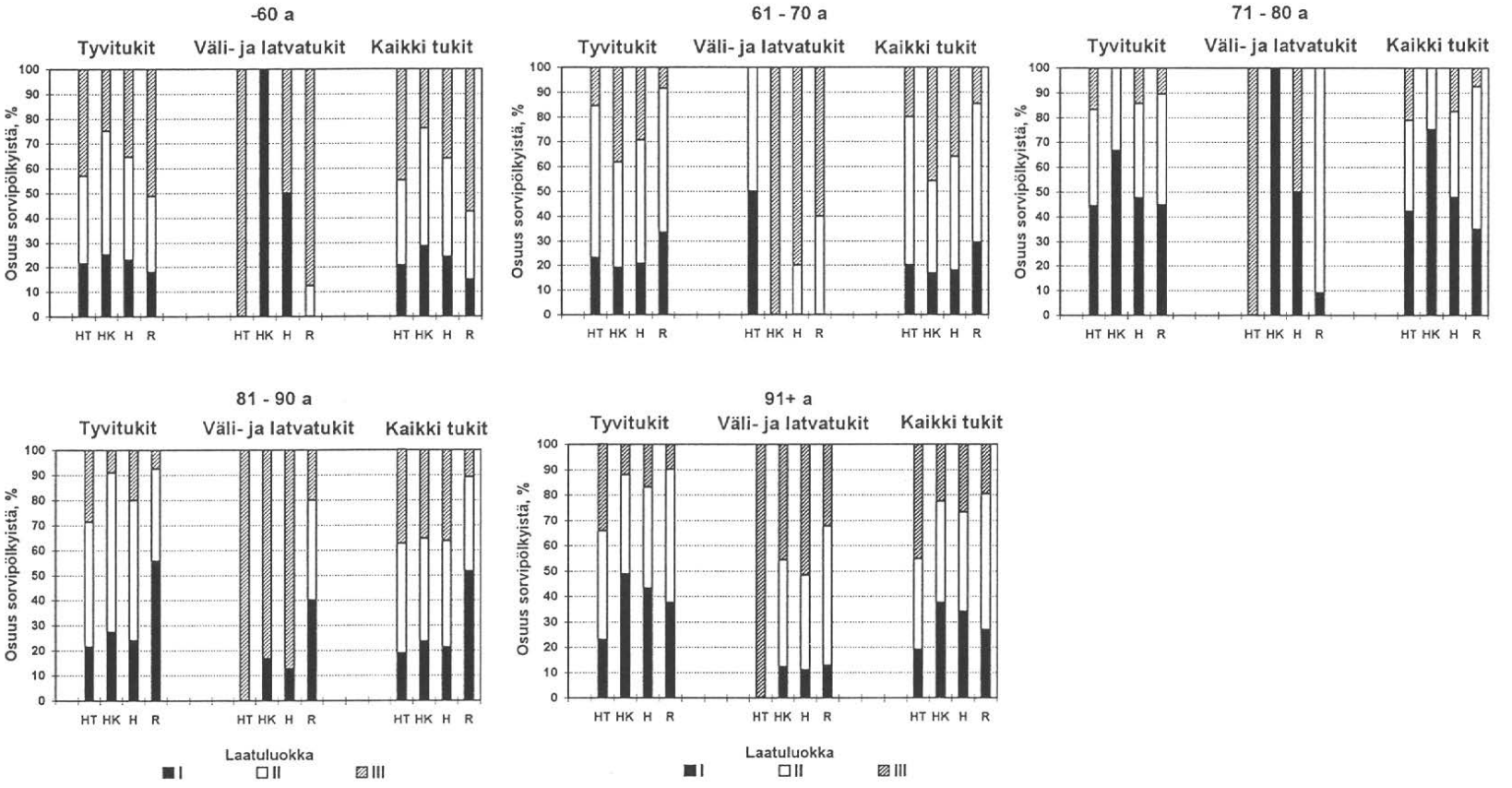
Kaikkien tukkien pölkyistä oli hieskoivulla virheettömiä turvemailla 23 % eli selvästi vähemmän kuin kivennäismailla, 34 %. Kokonaisuutena virheettömiä pölkkyjä oli hies- ja rauduskoivulla lähes yhtä paljon, 31 ja 30 %. Laatuluokan II pölkkyjä hieskoivulla yhtä paljon turve- ja kivennäismailla, 40 %, eli kokonaisuutena vähemmän kuin rauduskoivulla, 47 %. Laatuluokan III pölkkyjä oli vastaavasti hieskoivulla turvemailla 37 %, kivennäismailla 25 % ja kokonaisuutena 29 % eli enemmän kuin rauduskoivulla, 23 %.

Kuvissa 102a-e on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn käyttöarvosta johdetun laatuluokan perusteella puun ikäluokan mukaan turve- ja kivennäismailla. Virheettömien pölkkyjen osuus oli hieskoivun tyvitukeissa turvemailla vakiotasolla 21-23 %, mutta yleensä se kasvoi oletusten mukaisesti kivennäismailla alle 61 a luokan 25 prosentista yli 90 a luokan 49 prosenttiin. Poikkeuksena oli 71-80 a luokka, jossa osuus oli molemmissa tapauksissa poikkeuksellisen korkea, 44 ja 67 %. Virheettömien pölkkyjen osuus oli hieskoivulla turvemailla 61-70 a luokkaa lukuunottamatta oletusten mukaisesti pienempi kuin kivennäismailla eron kasvaessa ikäluokan mukana. Virheettömien pölkkyjen osuus kasvoi myös hieskoivulla ja rauduskoivulla ainakin alle 61 a luokan 23 ja 18 prosentista ensinmainitulla 71-80 a luokan 48 prosenttiin ja jälkimmäisellä 81-90 a luokan 56 prosenttiin kääntyäkseen sen jälkeen laskuun. Erot hies- ja rauduskoivun välillä olivat sekavat eri ikäluokissa. Virheettömiä pölkkyjä oli hieskoivulla alle 61 a, 71-80 a ja yli 90 a luokissa enemmän mutta muissa luokissa vähemmän kuin rauduskoivulla.

Tyvitukkien laatuluokan II pölkkyjen osuus ei riippunut selvästi ikäluokasta. Osuus oli hieskoivulla turvemailla 61-80 a ja yli 90 a luokissa suurempi mutta alle 61 a ja 81-90 a luokissa pienempi kuin kivennäismailla. Vastaavissa luokissa osuudet olivat hieskoivulla kokonaisuutena pienemmät ja suuremmat kuin rauduskoivulla. Laatuluokan III pölkkyjen osuus oli säännöllisesti suurin alle 61 a ikäluokassa, 25-51 %, pienentyäkseen sen jälkeen hieskoivulla 71-80 a ikäluokan 17 prosenttiin turvemailla ja nollaan kivennäismailla ja rauduskoivulla 81-90 a ikäluokan 7 prosenttiin. Näitä vanhemmissa luokissa osuus kääntyi jälleen kasvuun. Laatuluokan III pölkkyjen osuus oli hieskoivulla turvemailla 61-70 a ikäluokkaa lukuunottamatta oletusten mukaisesti selvästi suurempi kuin kivennäismailla. Hieskoivulla osuus oli kokonaisuutena alle 61 a luokkaa lukuunottamatta oletusten mukaisesti suurempi kuin rauduskoivulla.

Kaikkien tukkien pölkyistä oli varsinkin rauduskoivulla oletusten mukaisesti vähemmän virheettömiä kuin tyvitukkien pölkyistä myös ikäluokittaisessa tarkastelussa, lukuunottamatta eräitä poikkeuksellisia luokkia kivennäismaiden hieskoivulla. Virheettömien pölkkyjen osuus riippui tässä samansuuntaisesti ikäluokasta kuin tyvitukkien pölkyillä. Virheettömien pölkkyjen osuus oli tässäkin hieskoivulla turvemailla 61-70 a luokkaa lukuunottamatta oletusten mukaisesti pienempi kuin kivennäismailla eron kasvaessa ikäluokan mukana. Erot hies- ja rauduskoivun välillä olivat tässäkin sekavat eri ikäluokissa. Virheettömiä pölkkyjä oli hieskoivulla alle 61 a, 71-80 a ja yli 90 a luokissa enemmän mutta muissa luokissa vähemmän kuin rauduskoivulla.

Kaikkien tukkien pölkyistä oli laatuluokkaa II vähemmän kuin tyvitukkien pölkyistä lukuunottamatta rauduskoivun yli 70 a ikäluokkia, joissa suhde oli päinvastainen. Osuus oli hieskoivulla turvemailla 61-90 a luokissa suurempi mutta alle 61 a ja yli 90 a luokissa pienempi kuin kivennäismailla. Hieskoivulla osuudet olivat kokonaisuutena 61-80 a ja yli 90 a luokissa pienemmät ja alle 61 a ja 81-90 a luokissa suuremmat kuin rauduskoivulla.



Kuva 102a-e. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvensssijakaumat pölkyn käyttöarvosta johdetun laatuluokan perusteella puun ikäluokan mukaan turve- ja kivennäismailla. HT = hieskoivu, turvemaa, HK = hieskoivu, kivennäismaa, H = hieskoivu, yhteensä, R = rauduskoivu, yhteensä.

Laatuluokan III pölkkyjä oli kaikissa tukeissa varsinkin vanhoissa ikäluokissa oletusten mukaisesti selvästi enemmän kuin tyvitukeissa yksittäisiä poikkeuksellisia luokkia lukuunottamatta. Iän vaikutus oli samansuuntainen mutta lievempi kuin tyvitukkien pölkyillä. Laatuluokan III pölkkyjen osuus oli tässäkin hieskoivulla turvemailla 61-70 a ikäluokkaa lukuunottamatta oletusten mukaisesti selvästi suurempi kuin kivennäismailla. Hieskoivulla osuus oli oletusten mukaisesti suurempi kuin rauduskoivulla alle 61 a luokkaa lukuunottamatta.

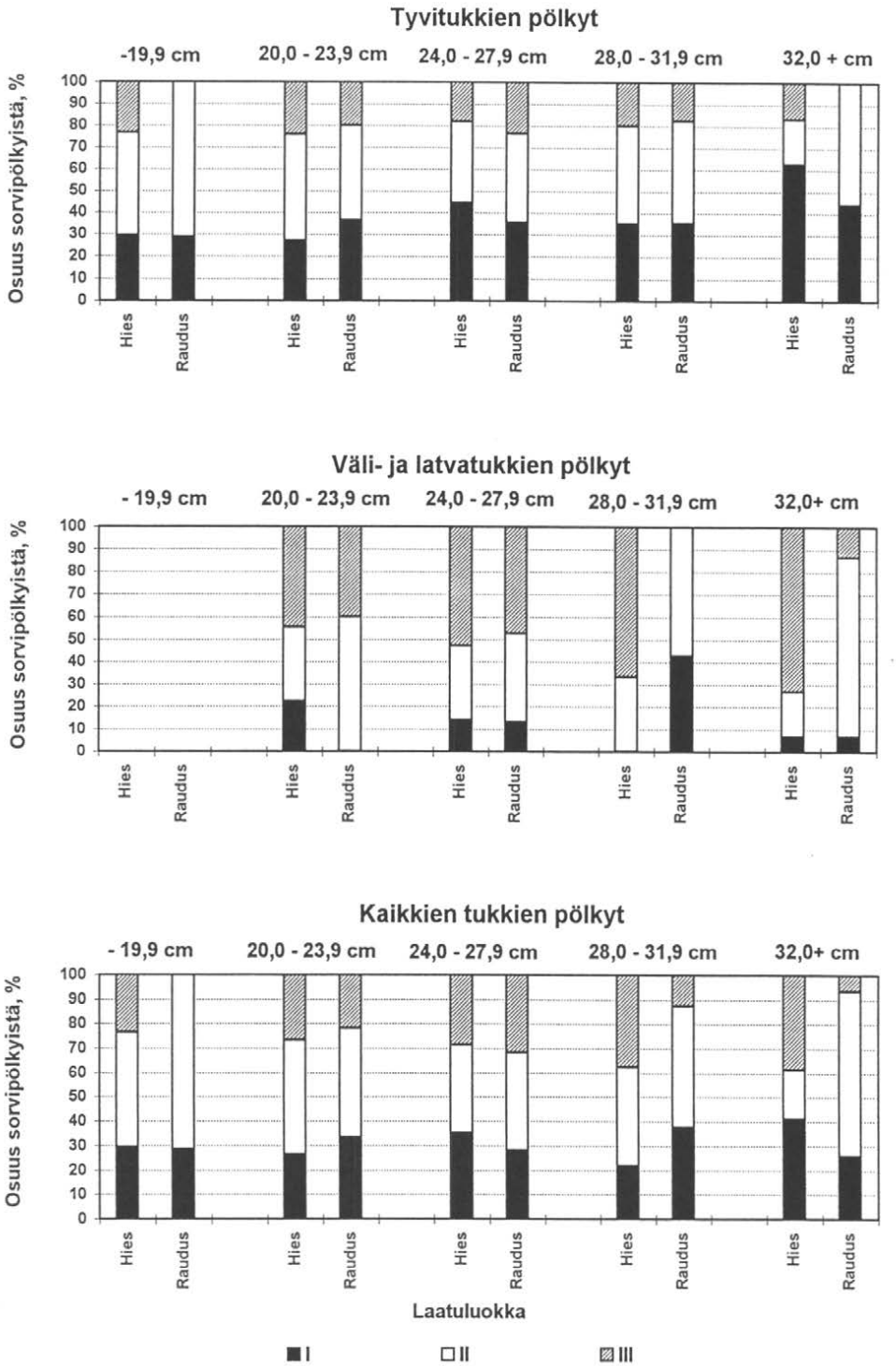
Väli- ja latvatukkien pölkyistä oli kivennäismaiden hieskoivun yli 90 a ikäluokassa vain neljännes virheettömiä ja vastaavasti nelinkertainen osuus laatuluokkaa III siitä mitä niitä oli tyvitukkien pölkyistä. Laatuluokan II pölkkyjä oli väli- ja latvatukeissa hieman enemmän kuin tyvitukeissa. Turvemaiden hieskoivun kaikki väli- ja latvatukkien pölkyt olivat laatuluokkaa III. Turve- ja kivennäismaiden suhteet olivat virheettömien ja laatuluokan III pölkkyjen osuuksien osalta suunnaltaan samat tyvitukkien ja väli- ja latvatukkien pölkyillä, mutta laatuluokan II pölkkyjä oli tyvitukeissa turvemailla kivennäismaita enemmän ja väli- ja latvatukeissa päinvastoin.

Vastaavasti yli 90 a ikäluokassa väli- ja latvatukkien pölkyistä oli hieskoivulla virheettömiä vain neljännes ja rauduskoivulla kolmannes siitä mitä niitä oli tyvitukkien pölkyistä. Laatuluokan III pölkkyjä oli molemmilla koivulajeilla vastaavasti väli- ja latvatukeissa kolminkertainen osuus tyvitukkeihin verrattuna. Laatuluokan II pölkkyjä oli hieskoivulla väli- ja latvatukeissa hieman vähemmän ja rauduskoivulla enemmän kuin tyvitukeissa. Hies- ja rauduskoivun suhteet olivat laatuluokkien II ja III pölkkyjen osalta suunnaltaan samat sekä tyvitukkien että väli- ja latvatukkien pölkyillä, mutta virheettömiä pölkkyjä oli hieskoivulla tyvitukeissa enemmän ja väli- ja latvatukeissa vähemmän kuin rauduskoivulla.

Hieskoivulla laatuluokan I pölkkyjen osuus oli logistisen regressioanalyysin mukaan, jossa otettiin huomioon iän vaikutus, kivennäismailla tyvitukeissa suuntaa antavasti suurempi kuin turvemailla, mutta kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (df=288, 83 ja 369, χ^2=2,86, 0,21 ja 0,66, p=0,0908, 0,6211 ja 0,4167; vrt. ikä: χ^2=5,41, 6,89 ja 1,15, p=0,0200, 0,0086 ja 0,2832). Kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut laatuluokan II pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa, väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (χ^2=0,36, 0,83 ja 0,00, p=0,5488, 0,3611 ja 0,9840; vrt. ikä: χ^2=3,12, 0,83 ja 3,18, p=0,0775, 0,3611 ja 0,0744). Laatuluokan III pölkkyjen osuus oli turvemailla tyvitukeissa suuntaa antavasti suurempi kuin kivennäismailla (χ^2=2,86, p=0,0908; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=5,41 ja 4,64, p=0,0200 ja 0,0313), mutta kasvupaikkaryhmä ei vaikuttanut väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (χ^2=0,35 ja 0,65, p=0,5231 ja 0,4216; vrt. ikä: χ^2=6,89 ja 0,35, p=0,0086 ja 0,5537).

Koivulaji ei vaikuttanut merkitsevästi laatuluokan I pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa, väli- ja latvatukeissa tai kaikissa tukeissa (df=459, 146 ja 605, χ^2=0,47, 0,13 ja 0,67, p=0,4908, 0,7176 ja 0,4144; vrt. ikä: χ^2=13,46, 0,03 ja 4,09, p=0,0002, 0,8696 ja 0,0431). Laatuluokan II pölkkyjen osuus oli kuitenkin rauduskoivulla tyvitukeissa ja kaikissa tukeissa merkitsevästi suurempi kuin hieskoivulla (χ^2=5,72 ja 7,67, p=0,0168 ja 0,0056; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=0,42 ja 6,43 sekä 2,48 ja 10,84, p=0,5177 ja 0,0112 sekä 0,1154 ja 0,0010), mutta koivulaji ei vaikuttanut väli- ja latvatukeissa (χ^2=0,07, p=0,7954; vrt. ikä: χ^2=6,83, p=0,0089). Laatuluokan III pölkkyjen osuus oli hieskoivulla vastaavasti tyvitukeissa ja kaikissa tukeissa merkitsevästi suurempi kuin rauduskoivulla (χ^2=9,35 ja 7,76, p=0,0022 ja 0,0053; vrt. ikä ja yhdysvaikutus: χ^2=23,40 ja 11,39 sekä 16,40 ja 11,57, p=0,0000 ja 0,0007 sekä 0,0001 ja 0,0007), mutta koivulaji ei tässäkään vaikuttanut väli- ja latvatukeissa (χ^2=0,11, p=0,7349; vrt. ikä: χ^2=6,55, p=0,0105).

Kuvissa 103a-c on esitetty hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn käyttöarvosta johdetun laatuluokan perusteella puun rinnankorkeusläpimittaluokan mukaan. Tyvitukeissa virheettömien pölkkyjen osuus kasvoi läpimitan kasvaessa hieskoivulla epäsäännöllisesti mutta rauduskoivulla säännöllisesti mutta kuitenkin suhteellisen lievästi. Virheettömiä pölkkyjä oli hieskoivulla jonkin verran enemmän ja laatuluokan II pölkkyjä selvästi vähemmän kuin rauduskoivulla, 20-24 cm:n luokkaa lukuunottamatta. Laatuluokan III pölkkyjä hieskoivulla



Kuva 103a-c. Hies- ja rauduskoivun tyvitukeista, väli- ja latvatukeista ja kaikista tukeista saatujen sorvipölkkyjen suhteelliset frekvenssijakaumat pölkyn käyttöarvosta johdetun laatuluokan perusteella puun rinnankorkeusläpimittaluokan mukaan.

oli 24-28 cm:n luokkaa lukuunottamatta enemmän kuin rauduskoivulla. Kaikissa tukeissa hies- ja rauduskoivun erot olivat epäsäännölliset virheettömien pölkkyjen osuudessa, joita hieskoivulla oli kolmessa luokassa enemmän ja kahdessa vähemmän kuin rauduskoivulla. Koivulajien erot olivat tässä laatuluokkien II ja III pölkkyjen osuuksien suhteen samansuuntaiset kuin tyvitukeissa.

Koivulaji ei vaikuttanut logistisissa regressioanalyyseissä, joissa otettiin huomioon rinnankorkeusläpimitan vaikutus, laatuluokan I pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa tai kaikissa tukeissa (df=459 ja 605, χ^2=1,46 ja 0,59, p=0,2269 ja 0,4427; vrt. läpimitta: χ^2=3,08 ja 0,00, p=0,0793 ja 0,9466), mutta niitä oli väli- ja latvatukeissa rauduskoivulla suuntaa antavasti enemmän kuin hieskoivulla (df=146, χ^2=2,35, p=0,1251; vrt. läpimitta: χ^2=1,99, p=0,1586). Koivulaji ei vaikuttanut laatuluokan II pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa (χ^2=1,18, p=0,2768; vrt. läpimitta: χ^2=1,99, p=0,1589), mutta niitä oli rauduskoivulla väli- ja latvatukeissa suuntaa antavasti ja kaikissa tukeissa merkitsevästi enemmän kuin hieskoivulla (χ^2=3,81 ja 5,92, p=0,0508 ja 0,0150; vrt. läpimitta ja yhdysvaikutus: χ^2=0,16 ja 5,33 sekä 1,00 ja 7,66, p=0,6913 ja 0,0210 sekä 0,3184 ja 0,0056). Koivulaji ei vaikuttanut laatuluokan III pölkkyjen osuuteen tyvitukeissa (χ^2=0,03, p=0,8647; vrt. läpimitta: χ^2=0,19, p=0,6588), mutta niitä oli hieskoivulla väli- ja latvatukeissa merkitsevästi ja kaikissa tukeissa suuntaa antavasti enemmän kuin rauduskoivulla (χ^2=5,92 ja 2,96, p=0,0150 ja 0,0851; vrt. läpimitta ja yhdysvaikutus: χ^2=1,00 ja 7,66 sekä 0,53 ja 4,21, p=0,3184 ja 0,0056 sekä 0,4661 ja 0,0402).

3.2 Koealataso

3.2.1 Runkojen laatujakauma

3.2.1.1 Tyvitukin oksikkuuslaatu

3.2.1.1.1 Hieskoivu

Taulukoissa 80a-b on esitetty hieskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan oksikkuuslaadun mukaan kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (B-aineisto) ja vastaavasti 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (C-aineisto) koivua kultakin koealalta. Runkoluvut vastaavat puuston tiheyttä 600 kpl/ha (luvut 2.2.1 ja 2.2.3). Koealojen vaihtelu oli erittäin suurta eri oksikkuusluokkien puiden lukumäärissä, mikä ilmeni suurina keskihajontoina ja vaihteluväleinä.

Harvennusmetsiköissä koivujen tyviosa oli kasvupaikkaluokasta riippuen B-aineistossa 92-98 prosenttisesti ja C-aineistossa 93-96 prosenttisesti oksakyhmyinen, kuivaoksainen tai sekaoksainen eli sisälsi vaippapinnassa enemmän tai vähemmän kuivia oksia. Tuoreilla kankailla ja ruohoisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla tyviosa oli useimmin kuivaoksainen ja kuivahkoilla kankailla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla sekaoksainen. Oksikkuudeltaan parhaimpien eli oksattomien ja terveoksaisten tyvien osuudet olivat pienet.

Oksattomien tyvien osuus, joka normaalisti kasvaa puuston varttuessa, oli ymmärrettävästi metsikön tässä kehitysvaiheessa B-aineistossa vain 0-2 %, jolloin niitä oli vain ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla, ja C-aineistossa 3-5 %, jolloin niitä oli eniten kuivahkoilla ja vähiten tuoreilla kankailla. Terveoksaisten tyvien osuus, joka normaalisti pienenee puuston varttuessa, oli B-aineistossa 0-7 %, jolloin niitä oli eniten ruohoisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla ja ei lainkaan mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla, ja C-aineistossa 0-4 % lukuunottamatta suhteellisen harva- mutta pienipuustoisia puolukkaisia-piensaraisia turvemaita, joilla niitä oli peräti 36 %. Oksattomia tyviä oli B-aineistossa vain yksittäisillä koealoilla, mutta C-aineistossa suhteellisen usein puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla. Sama koski pääosin terveoksaisia tyviä puolukkaisia-piensaraisia turvemaita ja tuoreita kankaita lukuunottamatta.

Kasvupaikkaluokka	Oksattomia tyviä		Terveoksaisia tyviä	
	B-aineisto	C-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Osuus koealoista, %			
Ruohoinen turvemaa	11	22	22	22
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	22	22	0	0
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0	50	25	38
Tuore kangas	0	29	43	29
Kuivahko kangas	0	40	20	20

Taulukko 80a. Hieskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan oksikkuuslaadun mukaan kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Viiden metrin tyviosan oksikkuus-laatuluokka	Tunnus-luku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha														
Oksaton	$\bar{x}$	6	0	24	11	38	69	0	0	35	0	0	125	0	70	30
	s	17	0	49	22	48	109	0	0	91	0	0	113	0	97	59
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	50	0	200	50	150	300	0	0	300	0	0	350	0	200	200
Oksakyhmyinen	$\bar{x}$	17	50	98	6	46	67	19	7	97	7	163	225	60	190	163
	s	25	53	87	17	50	94	37	19	102	19	75	139	89	175	151
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0
	max	50	150	300	50	150	300	100	50	300	50	250	450	200	400	450
Kuivaksainen	$\bar{x}$	328	430	388	189	363	281	300	279	218	414	375	163	220	260	300
	s	250	101	149	167	77	130	154	125	104	99	87	106	91	182	171
	min	0	200	150	0	250	0	100	100	0	200	300	0	100	0	0
	max	600	550	600	400	500	500	500	450	450	500	500	350	350	450	600
Sekaoksainen	$\bar{x}$	206	110	67	394	117	150	256	243	226	136	63	88	300	80	107
	s	243	126	102	178	69	147	131	121	153	122	75	79	117	76	105
	min	0	0	0	200	0	0	0	100	0	50	0	0	150	0	0
	max	600	400	350	600	250	600	500	400	600	400	150	200	400	150	300
Terveoksainen	$\bar{x}$	44	10	24	0	38	33	25	79	26	43	0	0	20	0	0
	s	101	32	44	0	57	68	46	81	56	53	0	0	45	0	0
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	300	100	100	0	150	250	100	200	200	100	0	0	100	0	0

Taulukko 80b. Hieskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan oksikkuuslaadun mukaan kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Viiden metrin tyviosan oksikkuus-laatuluokka	Tunnus-luku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha														
Oksaton	$\bar{x}$	17	35	55	22	96	112	25	7	76	21	63	225	30	120	93
	s	35	24	50	44	72	129	27	19	83	39	25	113	45	120	78
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100	0	0	0
	max	100	50	200	100	250	400	50	50	300	100	100	450	100	250	300
Oksakyhmyinen	$\bar{x}$	39	80	114	94	83	74	63	79	118	50	213	219	150	230	163
	s	33	59	87	121	49	75	58	49	90	29	63	113	71	135	122
	min	0	0	50	0	0	0	0	50	0	0	150	100	50	100	0
	max	100	200	350	300	150	300	150	150	300	100	300	400	250	400	400
Kuivaksainen	$\bar{x}$	338	370	360	161	333	288	325	257	212	421	300	106	200	210	270
	s	197	142	126	167	89	104	85	122	89	104	57	62	122	175	168
	min	50	50	150	0	200	100	200	100	100	200	250	0	50	0	0
	max	550	500	550	400	500	450	400	400	450	500	350	200	350	450	550
Sekaoksainen	$\bar{x}$	183	100	62	322	71	107	169	214	176	93	25	50	210	40	73
	s	228	149	101	220	45	103	113	122	128	98	50	46	119	42	82
	min	0	0	0	50	0	0	0	100	0	0	0	0	50	0	0
	max	550	400	350	600	150	350	350	400	450	300	100	100	350	100	250
Terveoksainen	$\bar{x}$	22	15	12	0	17	19	214	43	18	14	0	0	10	0	0
	s	51	47	27	0	33	49	122	35	39	24	0	0	22	0	0
	min	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	150	150	100	0	100	200	400	100	150	50	0	0	50	0	0

Varttuneissa kasvatusmetsiköissä koivujen tyviosa oli B-aineistossa ruohoisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla peräti 98- ja 100-prosenttisesti ja muilla kasvupaikoilla 88-prosenttisesti ja C-aineistossa ruohoisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla 89-92-prosenttisesti ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla 80-83-prosenttisesti oksakyhmyinen, kuivaoksainen tai sekaoksainen. Tyviosa oli kaikilla kasvupaikoilla selvästi useimmin kuivaoksainen. Kuivaoksaisten tyvien osuus oli suurin ruohoisilla turvemailla ja pienin kuivahkoilla kankailla, sekä turve- että kivennäismailla sitä suurempi mitä viljavampi oli kasvupaikka ja varsinkin C-aineistossa turvemailla samalla viljavuustasolla suurempi kuin kivennäismailla. Oksakyhmyisten tyvien osuus oli turvemailla pieni mutta tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla huomattavan suuri.

Oksikkuudeltaan parhaimpien eli oksattomien ja terveoksaisten tyvien osuudet olivat tässäkin metsikön kehitysvaiheessa pienet. Oksattomia tyviä oli B-aineistossa vain mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla 6 % ja kuivahkoilla kankailla 12 % ja C-aineistossa kasvupaikkaluokasta riippuen 1-20 %, eniten kuivahkoilla kankailla ja vähiten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Terveoksaisia tyviä oli vain turvemailla, B-aineistossa 2-13 % ja C-aineistossa 3-6 %, ja sitä enemmän mitä karumpi oli kasvupaikka. Oksattomia tyviä oli kasvupaikkaluokittain B-aineistossa korkeintaan joka toisella mutta C-aineistossa vähintään kahdella kolmesta koealasta puolukkaisia-piensaraisia turvemaita lukuunottamatta, joilla niitä oli vain yhdellä koealalla. Terveoksaisia tyviä oli useammalla kuin joka kolmannella koealalla vain puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla.

Kasvupaikkaluokka	Oksattomia tyviä		Terveoksaisia tyviä	
	B-aineisto	C-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Osuus kocaloista, %			
Ruohoinen turvemaa	0	70	10	10
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	50	83	33	25
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0	14	57	71
Tuore kangas	0	100	0	0
Kuivahko kangas	40	80	0	0

Uudistuskypsissä metsiköissä koivujen tyviosa oli B-aineistossa ruohoisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla 90-95-prosenttisesti ja tuoreilla kankailla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla 79- ja 83-prosenttisesti ja C-aineistossa vastaavilla kasvupaikoilla 84-89-prosenttisesti ja 63- ja 78-prosenttisesti oksakyhmyinen, kuivaoksainen tai sekaoksainen. Kuivaoksaisten tyvien osuus oli selvästi suurin ruohoisilla turvemailla ja selvästi pienin tuoreilla kankailla, turvemailla sitä suurempi mitä viljavampi oli kasvupaikka ja turvemailla mustikkaisella viljavuustasolla selvästi suurempi ja puolukkaisella viljavuustasolla selvästi pienempi kuin kivennäismailla. Oksakyhmyisten tyvien osuus oli täälläkin turvemailla pieni mutta tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla huomattavan suuri.

Oksattomia tyviä oli B-aineistossa ruohoisilla ja puolukkaisilla-piensaraisillla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla vain 4-6 %, mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla 12 % mutta tuoreilla kankailla toki 21 %. C-aineistossa niitä oli kasvupaikkaluokasta riippuen 9-38 %, tässäkin vähiten ruohoisilla turvemailla ja eniten tuoreilla kankailla. Terveoksaisia tyviä oli tässäkin vain turvemailla, B-aineistossa 4-6 % ja C-aineistossa 2-3 %. Oksattomia tyviä oli B-aineistossa tuoreilla kankailla kolmella neljästä ja muilla kasvupaikoilla vain korkeintaan joka kolmannella koealalla mutta C-aineistossa vastaavasti tuoreilla kankailla kaikilla ja muillakin kasvupaikoilla vähintään kahdella kolmesta koealasta. Terveoksaisia tyviä oli korkeintaan vain joka neljännellä koealalla.

Kasvupaikkaluokka	Oksattomia tyviä		Terveoksaisia tyviä	
	B-aineisto	C-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Osuus koealoista, %			
Ruohoinen turvemaa	29	76	24	19
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	33	67	24	19
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	18	76	24	24
Tuore kangas	75	100	0	0
Kuivahko kangas	27	87	0	0

Kovarianssianalyysissä, jossa ainespuiden runkoluku oli kovarianttina, kasvupaikka- ja kehitysluokka vaikuttivat merkitsevästi hieskoivuvaltaisen koealan oksattomien koivujen lukumäärän neliöjuureen sekä B-aineistossa (df=157, F=4,02 ja 8,95, p=0,0041 ja 0,0002) että C-aineistossa (F=3,47 ja 21.03, p=0,0097 ja 0,0001). Runkoluku ei vaikuttanut (F=1,17 ja 0,18, p=0,2810 ja 0,6714), mutta kasvupaikkaluokalla oli merkitsevä yhdysvaikutus sen kanssa (F=2,79 ja 2,25, p=0,0287 ja 0,0272). Tukeyn testin mukaan oksattomia tyviä oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin puolukkaisilla-piensaraisilla tai ruohoisilla turvemailla.

Tutkitut muuttujat eivät vaikuttaneet terveoksaisten tyvien lukumäärän neliöjuureen B-aineistossa (F=0,01-1,67, p=0,1606-0,9383). Kasvupaikkaluokan vaikutus oli merkitsevä C-aineistossa (F=2,45, p=0,0489; vrt. kehitysluokka: F=0,70, p=0,4999, runkoluku: F=0,46, p=0,4966), jossa terveoksaisia tyviä oli puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla merkitsevästi enemmän kuin kuivahkoilla kankailla.

Oksakyhmyisten sekä kuiva- ja sekaoksaisten tyvien yhteenlasketun eli kuollutoksaisten tyvien lukumäärän neliöjuuri riippui B-aineistossa merkitsevästi vain kehitysluokasta (F=3,29, p=0,0398; vrt. kasvupaikkaluokka: F=1,45, p=0,2208, runkoluku: F=0,07, p=0,7857). Sekä kasvupaikka- että kehitysluokka vaikuttivat sitä vastoin merkitsevästi C-aineistossa (F=3,10 ja 11,01, p=0,0174 ja 0,0001; vrt. runkoluku: F=1,89, p=0,1714), jossa kuollutoksaisia tyviä oli ruohoisilla turvemailla merkitsevästi enemmän kuin tuoreilla kankailla.

3.2.1.1.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Taulukoissa 81a-b on esitetty turve- ja kivennäismaiden hieskoivuvaltaisten ja kivennäismaiden rauduskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan oksikkuuslaadun mukaan puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (B-aineisto) ja vastaavasti 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (C-aineisto) koivua kultakin koealalta. Runkoluvut vastaavat puuston tiheyttä 600 kpl/ha (luvut 2.2.1 ja 2.2.3). Koealojen vaihtelu oli tässäkin erittäin suurta eri oksikkuusluokkien puiden lukumäärissä, mikä ilmeni suurina keskihajontoina ja vaihteluväleinä.

Harvennusmetsiköissä koivujen tyviosa oli sekä B- että C-aineistoissa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 94-prosenttisesti ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 100-prosenttisesti oksakyhmyinen, kuivaoksainen tai sekaoksainen eli sisälsi vaippapinnassa enemmän tai vähemmän kuivia oksia. Hiesvaltaisilla turvemailla ja raudusvaltaisilla kivennäismailla tyviosa oli useimmin sekaoksainen ja hiesvaltaisilla kivennäismailla kuivaoksainen. Oksikkuudeltaan parhaimpien eli oksattomien ja terveoksaisten tyvien osuudet olivat pienet. Oksattomia tyviä, joiden osuus normaalisti kasvaa puuston varttuessa, oli ymmärrettävästi vähän metsikön tässä kehitysvaiheessa, B-aineistossa vain hiesvaltaisilla turvemailla 1 % ja C-aineistossa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 4 %. Terveoksaisia tyviä, joiden osuus normaalisti pienenee puuston varttuessa, oli niitäkin vain hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla, B-aineistossa 4 ja 6 % ja C-aineistossa 2 %. Oksattomia tyviä oli ylipäätään B-aineistossa vain muutamalla mutta C-aineistossa joka kolmannella hiesvaltaisella koealalla.

Taulukko 81a. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan oksikkuuslaadun mukaan turve- ja kivennäismailla puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Viiden metrin tyviosan oksikkuus-laatuluokka	Tunnus-luku	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä: Hieskoivu, turvemaa			Hieskoivu, kivennäismaa			Rauduskoivu, kivennäismaa		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha								
Oksaton	$\bar{x}$	6	16	43	0	39	63	0	0	203
	s	16	36	87	0	78	92	0	0	182
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	50	150	300	0	200	350	0	0	600
Oksakyhmyinen	$\bar{x}$	13	38	86	29	178	185	0	100	128
	s	27	48	94	62	133	147	0	...	139
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	100	150	300	200	400	450	0	200	600
Kuivaksainen	$\bar{x}$	272	366	301	333	311	252	200	375	213
	s	199	111	146	135	152	163	283	...	129
	min	0	100	0	100	0	0	0	350	0
	max	600	550	600	500	500	600	600	400	450
Sekaoksainen	$\bar{x}$	287	145	142	204	72	100	400	125	43
	s	208	115	147	142	71	95	283	...	69
	min	0	0	0	50	0	0	0	0	0
	max	600	400	600	400	150	300	600	250	200
Terveoksainen	$\bar{x}$	23	38	28	33	0	0	0	0	15
	s	65	61	56	49	0	0	0	...	49
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	300	200	250	100	0	0	0	0	200

Terveoksaisia tyviä oli korkeintaan joka viidennellä hiesvaltaisen turvemaan ja joka kolmannella hiesvaltaisen kivennäismaan koealalla. Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon raudusvaltaisten koealojen pieni aineisto, 4 kpl.

Vallitseva koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Oksattomia tyviä: B-aineisto	C-aineisto	Terveoksaisia tyviä: B-aineisto	C-aineisto
	Osuus koealoista, %			
Hieskoivu, turvemaa	12	31	15	19
Hieskoivu, kivennäismaa	0	33	33	25
Rauduskoivu, kivennäismaa	0	0	0	0

Varttuneissa kasvatusmetsiköissä koivujen tyviosa oli hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa 92- ja 94-prosenttisesti ja C-aineistossa 88- ja 84-prosenttisesti ja raudusvaltaisilla kivennäismailla vastaavasti 100- ja 92-prosenttisesti oksakyhmyinen, kuivaoksainen tai sekaoksainen. Tyviosa oli kaikissa vertailuryhmissä selvästi useimmin kuivaoksainen. Hiesvaltaisilla turvemailla oli

Taulukko 81b. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan oksikkuuslaadun mukaan turve- ja kivennäismailla puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Viiden metrin tyviosan oksikkuus-laatuluokka	Tunnus-luku	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä								
		Hieskoivu, turvemaa			Hieskoivu, kivennäismaa			Rauduskoivu, kivennäismaa		
		Puuston kehitysluokka								
		2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha								
Oksaton	$\bar{x}$	21	53	81	25	94	139	0	50	258
	s	35	61	96	40	92	110	0	...	171
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	100	250	400	100	250	450	0	100	600
Oksakyhmyinen	$\bar{x}$	65	81	101	92	222	183	100	175	140
	s	81	51	85	70	103	119	91	...	103
	min	0	0	0	0	100	0	0	150	0
	max	300	200	350	250	400	400	200	200	400
Kuivaksainen	$\bar{x}$	273	328	292	329	250	213	300	275	170
	s	174	122	122	156	137	160	235	...	115
	min	0	50	100	50	0	0	0	250	0
	max	550	500	550	500	450	550	550	300	400
Sekaoksainen	$\bar{x}$	227	116	111	142	33	65	200	100	25
	s	202	120	117	118	43	71	283	...	44
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	600	400	450	350	100	250	600	200	150
Terveoksainen	$\bar{x}$	13	22	16	13	0	0	0	0	8
	s	33	39	39	23	0	0	0	...	24
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	150	150	200	50	0	0	0	0	100

oksakyhmyisiä tyviä selvästi vähemmän ja kuiva- ja sekaoksaisia tyviä enemmän kuin kivennäismailla. Oksikkuudeltaan parhaimpien eli oksattomien ja terveoksaisten tyvien osuudet olivat tässäkin pienet. Oksattomia tyviä oli hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa 3 ja 7 % ja C-aineistossa vastaavasti 9 ja 16 %, mutta raudusvaltaisilla kivennäismailla niitä oli vain C-aineistossa 8 %. Terveoksaisia tyviä oli vain hiesvaltaisilla turvemailla, B-aineistossa 6 % ja C-aineistossa 4 %. Oksattomia tyviä oli B-aineistossa vain joka viidennellä hiesvaltaisella mutta C-aineistossa kahdella kolmesta hiesvaltaisen turvemaan, yhdeksällä kymmesestä hiesvaltaisen kivennäismaan ja joka toisella raudusvaltaisen kivennäismaan koealasta. Terveoksaisia tyviä oli vain joka neljännellä hiesvaltaisen turvemaan koealalla. Tässäkin tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon raudusvaltaisten koealojen pieni aineisto, 2 kpl.

Vallitseva koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Oksattomia tyviä		Terveoksaisia tyviä	
	B-aineisto	C-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Osuus koealoista, %			
Hieskoivu, turvemaa	21	62	28	24
Hieskoivu, kivennäismaa	22	89	0	0
Rauduskoivu, kivennäismaa	0	50	0	0

Uudistuskypsissä metsiköissä koivujen tyviosa oli hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa 88- ja 90-prosenttisesti ja C-aineistossa 84- ja 77-prosenttisesti mutta raudusvaltaisilla kivennäismailla vastaavasti vain 64- ja 56-prosenttisesti oksakyhmyinen, kuivaoksainen tai sekaoksainen. Tyviosa oli tässäkin kaikissa vertailuryhmissä selvästi useimmin kuivaoksainen. Oksakyhmyisiä tyviä oli selvästi eniten hiesvaltaisilla kivennäismailla ja vähiten turvemailla ja kuiva- ja sekaoksaisia tyviä oli eniten hiesvaltaisilla turvemailla ja vähiten raudusvaltaisilla kivennäismailla. Oksattomia tyviä oli hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa 7 ja 11 % ja C-aineistossa vastaavasti 14 ja 23 % mutta raudusvaltaisilla kivennäismailla selvästi enemmän, 34 ja 43 %. Terveoksaisia tyviä oli vain vähän, hiesvaltaisilla turvemailla B-aineistossa 5 % ja C-aineistossa 3 % ja raudusvaltaisilla kivennäismailla vastaavasti 3 ja 1 %. Oksattomia tyviä oli B-aineistossa vain joka neljännellä hiesvaltaisen turvemaan ja joka toisella hiesvaltaisen kivennäismaan koealalla ja yli kahdella kolmesta raudusvaltaisen kivennäismaan koealasta mutta C-aineistossa kolmella neljästä hiesvaltaisen turvemaan ja yhdeksällä kymmenestä hies- tai raudusvaltaisen kivennäismaan koealasta. Terveoksaisia tyviä oli vain joka neljännellä hiesvaltaisen turvemaan ja joka kymmenennellä raudusvaltaisen kivennäismaan koealalla. Tässäkin tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon raudusvaltaisten koealojen pieni aineisto, 2 kpl.

Vallitseva koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Oksattomia tyviä		Terveoksaisia tyviä	
	B-aineisto	C-aineisto	B-aineisto	C-aineisto
	Osuus koealoista, %			
Hieskoivu, turvemaa	27	73	24	20
Hieskoivu, kivennäismaa	52	91	0	0
Rauduskoivu, kivennäismaa	70	90	10	10

Kovarianssianalyysissä, jossa ainespuiden runkoluku oli kovarianttina, valtakoivulajin ja kasvupaikkaryhmän määrittelemä vertailuryhmä ja kehitysluokka vaikuttivat merkitsevästi koealan oksattomien koivujen lukumäärän neliöjuureen sekä B-aineistossa (df=183, F=3,94 ja 11,71, p=0,0394 ja 0,0001) että C-aineistossa (F=7,65 ja 27,61, p=0,0007 ja 0,0001). Tukeyn testin mukaan oksattomia tyviä oli B-aineistossa raudusvaltaisilla kivennäismailla merkitsevästi enemmän kuin hiesvaltaisilla turve- tai kivennäismailla ja C-aineistossa lisäksi hiesvaltaisilla kivennäismailla enemmän kuin hiesvaltaisilla turvemailla. Runkoluku ei vaikuttanut B-aineistossa mutta kuitenkin suuntaa antavasti C-aineistossa (F=0,18 ja 2,80, p=0,6757 ja 0,0961). Vertailuryhmällä oli yhdysvaikutus runkoluvun (F=3,72 ja 5,40, p=0,0263 ja 0,0053) ja C-aineistossa myös kehitysluokan (F=3,67, p=0,0068) kanssa.

Vertailuryhmä vaikutti merkitsevästi terveoksaisten tyvien lukumäärän neliöjuureen B- tai C-aineistoissa (F=3,36 ja 3,84, p=0,0370 ja 0,0233), jolloin terveoksaisia tyviä oli hiesvaltaisilla turvemailla enemmän kuin kivennäismailla. Kehitysluokan (F=0,25 ja 0,38, p=0,8997 ja 0,6836) tai runkoluvun (F=0,02 ja 0,41, p=0,8997 ja 0,5234) vaikutukset eivät olleet merkitseviä.

Vertailuryhmä ja kehitysluokka vaikuttivat merkitsevästi oksakyhmyisten sekä kuiva- ja sekaoksaisten tyvien yhteenlasketun eli kuollutoksaisten tyvien lukumäärän neliöjuureen sekä B-aineistossa (F=3,19 ja 5,96, p=0,0434 ja 0,0032) että C-aineistossa (F=3,58 ja 14,90, p=0,0299 ja 0,0001), jolloin kuollutoksaisia tyviä oli hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla enemmän kuin raudusvaltaisilla kivennäismailla. Runkoluku ei vaikuttanut (F=0,78 ja 0,23, p=0,3796 ja 0,6336), mutta vertailuryhmällä oli yhdysvaikutus sen (F=5,91 ja 4,50, p=0,0033 ja 0,0125) ja C-aineistossa myös kehitysluokan (F=3,35, p=0,0114) kanssa.

3.2.1.2 Runkomuotolaatu

3.2.1.2.1 Hieskoivu

Taulukoissa 82a-b on esitetty hieskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan runkomuotolaadun mukaan kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (B-aineisto) ja vastaavasti 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (C-aineisto) koivua kultakin koealalta. Runkoluvut vastaavat puuston tiheyttä 600 kpl/ha (luvut 2.2.1 ja 2.2.3).

Harvennusmetsiköissä koivuista oli tyviosaltaan suoria kasvupaikkaluokasta riippuen B-aineistossa vain 2-16 % mutta C-aineistossa kuitenkin 12-31 %. Suorarunkoisia koivuja oli oletusten vastaisesti eniten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja vähiten tuoreilla kankailla ja samalla viljavuustasolla turvemailla enemmän kuin kivennäismailla. Valtaosa koivuista oli kaikilla kasvupaikoilla mutkaisia, kasvupaikkaluokasta riippuen B-aineistossa 64-80 % ja C-aineistossa 55-68 %. Kuivahkot ja tuoreet kankaat oletusten vastaisesti ja myös mustikkaiset-suursaraiset turvemaat erosivat ruohoisista ja puolukkaisista-piensaraisista turvemaista selvästi yleisemmällä mutkaisuudellaan. Tasaisesti lenkoja koivuja oli B-aineistossa 9-19 % ja C-aineistossa 7-19 %, selvästi eniten tuoreilla kankailla ja vähiten ruohoisilla turvemailla. Haaraisia koivuja oli kummassakin aineistossa eniten ruohoisilla turvemailla, 12 %, kuivahkoilla kankailla ei lainkaan ja muilla kasvupaikoilla 2-6 %. Monivääriä koivuja oli vain 2-3 % lukuunottamatta mustikkaisia-suursaraisia turvemaita, joilla niitä ei ollut lainkaan.

Varttuneissa kasvatusmetsiköissä koivuista oli tyviosaltaan suoria B-aineistossa vain 2-8 % mutta C-aineistossa kuitenkin 13-24 %, poikkeuksena puolukkaiset-piensaraiset turvemaat, joilla suorarunkoisia oli 24 ja 33 %. Selvästi vähiten suorarunkoisia koivuja oli tässäkin oletusten vastaisesti tuoreilla kankailla. Osuus pieneni kasvupaikan viljavuustason kohotessa sekä turve- että kivennäismailla ja samalla viljavuustasolla osuus oli turvemailla suurempi kuin kivenäismailla. Valtaosa koivuista oli varttuneissa kasvatusmetsiköissäkin mutkaisia, kasvupaikkaluokasta riippuen B-aineistossa 57-75 % ja C-aineistossa 49-65 %. Tuoreet kankaat B-aineistossa ja lisäksi kuivahkot kankaat C-aineistossa erosivat selvästi yleisemmällä mutkaisuudella oletusten vastaisesti muista kasvupaikkaluokista ja samalla viljavuustasolla mutkaisuus oli turvemailla vähäisempää kuin kivennäismailla. Tasaisesti lenkoja koivuja oli B-aineistossa 8-29 % ja C-aineistossa 7-24 %, eniten mustikkaisilla-suursaraisilla ja vähiten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Haaraisia koivuja oli vain turvemailla, kummassakin aineistossa kasvupaikkaluokasta riippuen 4-8 %. Monivääriä koivuja oli 2-6 %, eniten ruohoisilla turvemailla. Poikkeuksina olivat kuivahkot kankaat ja C-aineistossa myös puolukkaiset-piensaraiset turvemaat, joilla monivääriä ei ollut lainkaan.

Uudistuskypsissä metsiköissä koivuista oli tyviosaltaan suoria kasvupaikkaluokasta riippuen B-aineistossa 10-39 % ja C-aineistossa 20-53 %. Suorarunkoisia oli oletusten mukaisesti selvästi eniten tuoreilla kankailla ja vähiten mustikkaisilla-suursaraisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla mutta myös kuivahkoilla kankailla. Mutkaisia koivuja oli tuoreilla kankailla B-aineistossa 33 % ja C-aineistossa 24 %, kun niitä oli muilla kasvupaikoilla huomattavasti enemmän, B-aineistossa 58-70 % ja C-aineistossa 50-62 %. Suorarunkoisten osuus kasvoi ja mutkaisten osuus aleni kasvupaikan viljavuustason kohotessa sekä turve- että

Taulukko 82a. Hieskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan runkomuodon mukaan kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Viiden metrin tyviosan runko-muotoluokka	Tunnus-luku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka														
		2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha														
Suorarunkoinen	$\bar{x}$	67	45	141	39	50	57	94	143	74	14	13	231	40	60	70
	s	111	69	124	78	56	69	112	140	103	24	25	84	89	42	108
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
	max	300	200	400	200	150	250	300	400	350	50	50	300	200	100	400
Lenko	$\bar{x}$	56	75	79	61	175	100	81	50	91	114	88	113	70	160	153
	s	98	75	68	86	117	76	53	71	89	63	111	74	67	65	85
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	100	0
	max	300	200	200	200	400	250	150	150	300	200	250	200	150	250	300
Mutkainen	$\bar{x}$	383	385	345	467	342	412	388	364	421	450	475	200	480	380	377
	s	203	120	152	148	122	140	151	98	141	82	119	125	144	76	110
	min	100	200	100	200	150	0	150	200	150	300	300	0	250	300	200
	max	600	500	600	600	550	600	500	500	600	550	550	400	600	500	600
Haarainen	$\bar{x}$	72	60	19	33	21	17	19	43	12	14	0	25	0	0	0
	s	83	46	34	50	26	33	37	35	33	24	0	38	0	0	0
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	250	150	100	100	50	100	100	100	100	50	0	100	0	0	0
Moniväärä	$\bar{x}$	22	35	17	0	13	14	19	0	3	7	25	31	10	0	0
	s	36	34	44	0	34	38	37	0	12	19	50	46	22	0	0
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	100	100	150	0	100	150	100	0	50	50	100	100	50	0	0

Taulukko 82b. Hieskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan runkomuodon mukaan kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Viiden metrin tyviosan runko-muotoluokka	Tunnus-luku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka														
		2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha														
Suorarunkoinen	$\bar{x}$	144	140	210	106	142	121	188	200	129	71	75	319	120	140	140
	s	131	135	145	88	79	80	164	112	102	27	29	88	76	22	99
	min	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	200	50	100	50
	max	350	350	500	300	300	350	400	400	350	100	100	400	250	150	450
Lenko	$\bar{x}$	44	90	67	61	142	107	69	43	91	114	125	94	60	110	143
	s	58	70	70	78	104	80	65	61	91	80	104	62	65	65	94
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	50	0
	max	150	200	250	200	350	300	200	150	300	250	250	200	150	200	350
Mutkainen	$\bar{x}$	328	295	298	400	292	345	313	321	371	393	388	144	410	350	317
	s	202	157	156	135	118	136	158	86	128	89	95	115	102	79	113
	min	50	0	50	150	150	0	50	200	150	250	250	0	250	250	150
	max	550	450	550	550	500	500	450	450	550	500	450	300	500	450	550
Haarainen	$\bar{x}$	67	45	14	33	13	19	19	36	6	14	0	19	0	0	0
	s	79	44	32	50	23	33	37	24	17	24	0	26	0	0	0
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	250	100	100	100	50	100	100	50	50	50	0	50	0	0	0
Moniväärä	$\bar{x}$	17	30	12	0	13	7	13	0	3	7	13	25	10	0	0
	s	35	57	36	0	34	18	23	0	12	19	25	38	22	0	0
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	100	150	150	0	100	50	50	0	50	50	50	100	50	0	0

kivennäismailla ja samalla viljavuustasolla suorarunkoisten osuus oli kivennäismailla suurempi ja mutkaisten osuus pienempi kuin turvemailla. Tasaisesti lenkoja koivuja oli B-aineistossa 13-26 % ja C-aineistossa 11-24 %, eniten kuivahkoilla kankailla ja vähiten ruohoisilla turvemailla. Lenkojen osuus oli samalla viljavuustasolla kivennäismailla suurempi kuin turvemailla. Haaraisia ja moniääriä koivuja oli kasvupaikkaluokasta riippuen B-aineistossa 2-4 ja 2-10 % ja C-aineistossa 1-3 ja 1-9 %, eniten tuoreilla kankailla ja vähiten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla, mutta ei lainkaan kuivahkoilla kankailla.

Koealojen vaihtelu eri runkomuotoluokkien puiden lukumäärissä oli tässäkin erittäin suurta kaikissa ositteissa, mikä ilmeni suurina keskihajontoina ja vaihteluväleinä. Tulosta vahvisti suorarunkoisten koivujen täydellinen puuttuminen monelta koealalla B-aineistossa. Harvennusmetsiköissä suorarunkoisia oli tällöin vain korkeintaan joka kolmannella koealalla puolukkaisia-piensaraisia turvemaita lukuunottamatta, jossa niitä oli kahdella koealalla kolmesta. Varttuneissa kasvatusmetsiköissä suorarunkoisia oli vähimmillään tuoreilla kankailla joka neljännellä ja enimmillään kuivahkoilla kankailla neljällä koealalla viidestä. Myös uudistuskypsissä metsiköissä suorarunkoisia oli vain noin joka toisella koealalla, poikkeuksina viljavimmat kasvupaikat eli tuoreet kankaat ja ruohoiset turvemaat, joista suorarunkoisia oli ensinmainituilla kaikilla koealoilla ja jälkimmäisillä kolmella koealalla neljästä.

Kasvupaikkaluokka	Harvennusmetsiköt	Varttuneet kasvatusmetsiköt	Uudistuskypsät metsiköt
	Suorarunkoisia koivuja sisältäneiden koealojen osuus, %		
Ruohoinen turvemaa	33	40	76
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	22	58	57
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	63	71	47
Tuore kangas	29	25	100
Kuivahko kangas	20	80	53

C-aineistossa suorarunkoisia koivuja oli sitä vastoin kaikilla koealoilla kasvupaikka- ja kehitysluokittain.

Kovarianssianalyysissä, jossa ainespuiden runkoluku oli kovarianttina, kasvupaikka- ja kehitysluokka vaikuttivat merkitsevästi hieskoivuvaltaisen koealan suorarunkoisten koivujen lukumäärän neliöjuureen B-aineistossa (df=157, F=3,08 ja 5,49, p=0,0181 ja 0,0051), mutta C-aineistossa vain kasvupaikkaluokka vaikutti merkitsevästi (F=5,84, p=0,0002) ja kehitysluokka suuntaa antavasti (F=2,73, p=0,0685). Runkoluku ei vaikuttanut kummassakaan aineistossa (F=0,00 ja 0,18, p=0,9904 ja 0,6714), mutta kasvupaikkaluokalla oli yhdysvaikutus sen (F=3,13 ja 6,66, p=0,0167 ja 0,0001) ja kehitysluokan kanssa (F=2,84 ja 2,94, p=0,0059 ja 0,0046). Tukeyn testin mukaan suorarunkoisia koivuja oli tuoreilla kankailla sekä ruohoisilla turvemailla merkitsevästi enemmän kuin mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja lisäksi tuoreilla enemmän kuin kuivahkoilla kankailla.

Mutkaisten tyvien lukumäärän neliöjuuri riippui merkitsevästi kehitysluokasta sekä B- että C-aineistoissa (F=4,69 ja 4,50, p=0,0107 ja 0,0128) ja lisäksi suuntaa antavasti runkoluvusta C-aineistossa (F=0,37 ja 1,51, p=0,5461 ja 0,1230; vrt. kasvupaikkaluokka: F=0,52 ja 0,91, p=0,7224 ja 0,4622). Kasvupaikka- ja kehitysluokan välillä oli yhdysvaikutus (F=2,50 ja 2,79, p=0,0067). Lenkojen tyvien lukumäärän neliöjuuri riippui sekä B- että C-aineistossa merkitsevästi kasvupaikkaluokasta (F=2,91 ja 2,71, p=0,0234 ja 0,032) ja suuntaa antavasti kehitysluokasta (F=1,86 ja 2,13, p=0,1588 ja 0,1139; vrt. runkoluku: F=0,17 ja 1,20, p=0,6847 ja 0,2746). Lenkoja tyviä oli kuivahkoilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin ruohoisilla turvemailla.

Haaraisten tyvien lukumäärän neliöjuuri riippui B-aineistossa merkitsevästi sekä kasvupaikka- että kehitysluokasta (F=5,45 ja 4,36, p=0,0004 ja 0,0144; vrt. runkoluku: F=0,25, p=0,6205) mutta C-aineistossa vain kasvupaikkaluokasta (F=5,26, p=0,0006; vrt. kehitysluokka: F=1,73, p=0,1812, runkoluku: F=0,13, p=0,7166), jolloin kasvupaikka- ja kehitysluokalla oli yhdysvaikutus (F=2,16, p=0,0337). Haaraisia tyviä oli ruohoisilla turvemailla merkitsevästi enemmän kuin kuivahkoilla kankailla. Moniväärien tyvien lukumäärän neliöjuuri riippui sekä B- että C-aineistoissa merkitsevästi vain kasvupaikkaluokasta (F= 3,37 ja 2,64, p=0,0113 ja 0,0361; vrt. kehitysluokka: F=0,51 ja 0,80, p=0,5987 ja 0,2960, runkoluku: F=0,50 ja 1,10, p=0,4805 ja 0,2960). Moniääriä tyviä oli ruohoisilla turvemailla merkitsevästi enemmän kuin kuivahkoilla kankailla.

3.2.1.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Taulukoissa 83a-b on esitetty turve- ja kivennäismaiden hieskoivuvaltaisten ja kivennäismaiden rauduskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan runkomuotolaadun mukaan puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (B-aineisto) ja vastaavasti 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (C-aineisto) koivua kultakin koealalta. Runkoluvut vastaavat puuston tiheyttä 600 kpl/ha (luvut 2.2.1 ja 2.2.3).

Harvennusmetsiköissä koivuista oli tyviosaltaan suoria hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa 11 ja 4 % ja C-aineistossa 24 ja 15 %, kun vastaavat osuudet olivat raudusvaltaisilla kivennäismailla huomattavasti korkeammat, 25 ja 42 %. Valtaosa koivuista oli kuitenkin mutkaisia, hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa 69 ja 77 % ja C-aineistossa 58 ja 67 % ja vastaavasti raudusvaltaisilla kivennäismailla 63 ja 50 %. Lenkoja koivuja oli vastaavasti hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa 11 ja 16 % ja C-aineistossa 15 ja 21 % ja vastaavasti raudusvaltaisilla kivennäismailla 8 ja 16 %. Haaraisia koivuja oli vain hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla, ensinmainituilla 7 % ja jälkimmäisillä vain 1 %. Moniväääriä koivuja oli vain vähän, hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 2 ja 1 % ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 4 %. Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon raudusvaltaisten koealojen pieni aineisto, 4 kpl.

Varttuneissa kasvatusmetsiköissä koivuista oli tyviosaltaan suoria hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa 11 ja 7 % ja C-aineistossa 26 ja 19 % ja raudusvaltaisilla kivennäismailla B-aineistossa oletusten vastaisesti vain 8 % mutta C-aineistossa kuitenkin tarkastelluista ryhmistä eniten, 38 %. Valtaosa koivuista oli tässäkin mutkaisia, hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa 60 ja 70 % ja C-aineistossa 50 ja 62 % ja vastaavasti raudusvaltaisilla kivennäismailla 67 ja 42 %. Lenkoja koivuja oli hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa 18 ja 21 % ja C-aineistossa 17 ja 20 % ja vastaavasti raudusvaltaisilla kivennäismailla hieman enemmän, 25 ja 21 %. Haaraisia koivuja oli vain hiesvaltaisilla turvemailla, 7 ja 5 %, ja moniväääriä koivuja hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla, 1-3 %. Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon raudusvaltaisten koealojen pieni aineisto, 2 kpl.

Uudistuskypsissä metsiköissä koivuista oli tyviosaltaan suoria hiesvaltaisilla turvemailla B-aineistossa 15 % ja C-aineistossa 26 % ja vastaavasti hies- ja raudusvaltaisilla kivennäismailla B-aineistossa 21 ja 20 % ja C-aineistossa 34 ja 33 %. Valtaosa koivuista oli myös tässä mutkaisia, hiesvaltaisilla turvemailla B-aineistossa 65 % ja C-aineistossa 56 % ja vastaavasti hies- ja raudusvaltaisilla kivennäismailla B-aineistossa 53 ja 58 % ja C-aineistossa 43 ja 49 %. Lenkoja koivuja oli hiesvaltaisilla turvemailla sekä B-että C-aineistoissa 15 % ja vastaavasti hies- ja raudusvaltaisilla kivennäismailla jonkin verran enemmän, B-aineistossa 23 ja 18 % ja C-aineistossa 21 ja 16 %. Haaraisia ja moniväääriä koivuja oli vain vähän, ensinmainittuja hiesvaltaisilla turvemailla 3 % ja hies- ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 2 % ja jälkimmäisiä kaikissa vertailuryhmissä 2 %.

Koealojen vaihtelu eri runkomuotoluokkien puiden lukumäärissä oli tässäkin erittäin suurta kaikissa osittaisissa, mikä ilmeni suurina keskihajontoina ja vaihteluväleinä. Harvennusmetsiköissä suorarunkoisia oli tällöin vain korkeintaan joka kolmannella koealalla puolukkaisia-piensaraisia turvemaita lukuunottamatta, joilla niitä oli kahdella koealalla kolmesta. Varttuneissa kasvatusmetsiköissä suorarunkoisia oli vähiten tuoreilla kankailla joka

Taulukko 83a. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan runkomuodon mukaan turve- ja kivennäismailla puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Viiden metrin tyviosan runko-muotoluokka	Tunnus-luku	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä								
		Hieskoivu, turvemaa			Hieskoivu, kivennäismaa			Rauduskoivu, kivennäismaa		
		Puuston kehitysluokka								
		2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha								
Suorarunkoinen	$\bar{x}$	65	71	92	25	39	126	150	50	120
	s	100	93	106	58	42	126	178	...	111
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	300	400	400	200	100	400	400	100	300
Lenko	$\bar{x}$	65	110	89	96	128	139	50	150	110
	s	80	107	76	66	91	83	58	...	94
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	300	400	300	200	250	300	100	200	300
Mutkainen	$\bar{x}$	413	362	391	463	422	315	375	400	350
	s	168	114	146	109	103	142	133	...	86
	min	100	150	0	250	300	0	200	300	200
	max	600	550	600	600	550	600	500	500	500
Haarainen	$\bar{x}$	42	40	16	8	0	9	0	0	8
	s	63	39	33	19	0	25	0	...	34
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	250	150	100	50	0	100	0	0	150
Moniväärä	$\bar{x}$	13	17	12	8	11	11	25	0	13
	s	30	39	36	19	33	30	50	...	37
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	100	150	150	50	100	100	100	0	150

neljännellä ja eniten kuivahkoilla kankailla neljällä koealalla viidestä. Myös uudistuskypsissä metsiköissä suorarunkoisia oli vain noin joka toisella koealalla, poikkeuksina viljavimmat kasvupaikat eli tuoreet kankaat ja ruohoiset turvemaat, joista suorarunkoisia oli ensinmainituilla kaikilla koealoilla ja jälkimmäisillä kolmella koealalla neljästä.

Vallitseva koivulaji ja kasvupaikkaryhmä	Harvennusmetsiköt	Varttuneet kasvatusmetsiköt	Uudistuskypsät metsiköt
	Suorarunkoisia koivuja sisältäneiden koealojen osuus, %		
Hieskoivu, turvemaa	38	55	78
Hieskoivu, kivennäismaa	25	56	70
Rauduskoivu, kivennäismaa	25	50	35

C-aineistossa suorarunkoisia koivuja oli sitä vastoin kaikilla eri kehitysluokkien hies- ja raudusvaltaisilla koealoilla.

Taulukko 83b. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan runkomuodon mukaan turve- ja kivennäismailla puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnan-korkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Viiden metrin tyviosan runko-muotoluokka	Tunnus-luku	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä: Hieskoivu, turvemaa			Hieskoivu, kivennäismaa			Rauduskoivu, kivennäismaa		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha								
Suorarunkoinen	$\bar{x}$	144	155	155	92	111	202	250	225	195
	s	129	108	118	56	42	127	238	...	86
	min	50	50	50	50	50	50	100	200	50
	max	400	400	500	250	150	450	600	250	300
Lenko	$\bar{x}$	58	100	88	92	117	126	25	125	95
	s	66	91	80	76	79	86	50	...	79
	min	0	0	0	0	0	0	0	100	0
	max	200	350	300	250	250	350	100	150	250
Mutkainen	$\bar{x}$	348	300	336	400	367	257	300	250	295
	s	165	123	142	90	83	139	216	...	79
	min	50	0	0	250	250	0	0	250	200
	max	550	500	550	500	450	550	500	250	450
Haarainen	$\bar{x}$	40	29	14	8	0	7	0	0	5
	s	60	34	29	19	0	17	0	...	22
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	250	100	100	50	0	50	0	0	100
Moniväärä	$\bar{x}$	10	16	8	8	6	9	25	0	10
	s	25	41	26	19	17	25	50	...	29
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	100	150	150	50	50	100	100	0	100

Kovarianssianalyysissä, jossa ainespuiden runkoluku oli kovarianttina, valtakoivulajin ja kasvupaikkaryhmän määrittelemä vertailuryhmä vaikutti suuntaa antavasti koealan suorarunkoisten koivujen lukumäärän neliöjuureen vain C-aineistossa (df=183, F= 2,77, p=0,0652; vrt. kehitysluokka: F=1,64, p=0,1979, runkoluku: F=0,00, p=0,9632), jolla perusteella suorarunkoisia olisi ollut raudusvaltaisilla kivennäismailla enemmän kuin hiesvaltaisilla turve- tai kivennäismailla. Sitä vastoin B-aineistossa vain kehitysluokka vaikutti merkitsevästi (F=3,77, p=0,0249; vrt. kasvupaikkaluokka: F=1,42, p=0,2445, runkoluku: F=0,07, p=0,7967). Vertailuryhmällä ja runkoluvulla oli merkitsevä yhdysvaikutus kummassakin aineistossa (F=4,55 ja 6,45, p=0,0119 ja 0,0020).

Mutkaisten tyvien lukumäärän neliöjuuri ei riippunut merkitsevästi mistään tarkastellusta tekijästä kummassakaan aineistossa (F= 0,23-2,13 ja 0,44-1,00, p=0,1614-0,7937 ja 0,3698-0,6443). Lenkojen tyvien lukumäärän neliöjuuri riippui B-aineistossa merkitsevästi vertailuryhmästä (F=3,35, p=0,0373) ja suuntaa antavasti kehitysluokasta (F=2,69, p=0,0706) ja C-aineistossa merkitsevästi kehitysluokasta (F=4,37, p=0,0140) ja suuntaa antavasti vertailuryhmästä (F=2,80, p=0,0633) mutta ei kummassakaan aineistossa runkoluvusta (F=0,17 ja 1,22, p=0,6846 ja 0,2707).

Lenkoja tyviä oli hiesvaltaisilla kivennäismailla merkitsevästi enemmän kuin turvemailla. Haaraisten tyvien lukumäärän neliöjuuri riippui merkitsevästi vertailuryhmästä ja kehitysluokasta sekä B-aineistossa (F=9,57 ja 4,12, p=0,0001 ja 0,0177; vrt. runkoluku: F=1,14, p=0,2864) että C-aineistossa (F=9,39 ja 3,75, p=0,0001 ja 0,0254; vrt. runkoluku: F=0,14, p=0,7056). Haaraisia tyviä oli hiesvaltaisilla turvemailla merkitsevästi enemmän kuin hies- tai raudusvaltaisilla kivennäismailla. Moniväärien tyvien lukumäärän neliöjuuri ei riippunut merkitsevästi mistään tarkastellusta tekijästä kummassakaan aineistossa (F=0,00-0,41 ja 0,20-0,64, p=0,6642-0,9685 ja 0,5302-0,8224).

3.2.1.3 Käyttöarvolaatu

3.2.1.3.1 Hieskoivu

Taulukoissa 84a-b on esitetty hieskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan käyttöarvolaadun perusteella kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (B-aineisto) ja vastaavasti 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (C-aineisto) koivua kultakin koealalta. Taulukossa 85 on esitetty vastaavalla tavalla ryhmitellen viiden metrin tyviosan käyttöarvolaadun perusteella tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden koivujen, tukkipuun vähimmäismittoja pienempien mutta vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen tukkipuuksi kehittymisedellytykset omanneiden koivujen sekä näiden ryhmien yhteiset lukumäärät hehtaarilla. Runkoluvut vastaavat kaikissa tapauksissa puuston tiheyttä 600 kpl/ha (luvut 2.2.1 ja 2.2.3).

Harvennusmetsiköissä oli luonnollisesti vain vähän tukkipuun kokoisia koivuja, B-aineistossa 6-30 kpl/ha ja C-aineistossa 6-40 kpl/ha; mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla niitä ei ollut lainkaan. Tukkipuun kokoisia oli tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla enemmän kuin ruohoisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Tukkipuun laatuisia oli vastaavasti vain ruohoisilla turvemailla ja tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla, B-aineistossa 10-14 kpl/ha eli 33-65 % tukkipuun kokoisista ja C-aineistossa 11-20 kpl/ha 48-65 %. Hylkytukkirunkojen osuus oli siis vastaavasti 35-67 ja 35-52 % tukkipuun kokoisista koivuista. Tukkipuun kokoisista koivuista ei ollut tässä kehitysvaiheessa vielä yksikään sellainen, josta olisi saatu virheetön tyvitukki. Laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun mittaisia koivuja oli B-aineistossa vain 117-175 kpl/ha eli 20-30 % ja C-aineistossa 170-288 kpl/ha eli 30-49 %. Kaikki koivut huomioon ottaen vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia oli C-aineistossa 189-288 kpl/ha eli 32-48 %.

Tukkipuun laatuisia koivuja oli sekä B- että C-aineistoissa ylipäänsä vain joka viidennellä ruohoisten turvemaiden ja tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden koealalla (kuvat 104a-b). Laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun mittaisia ja kaikki koivut huomioon ottaen vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia koivuja oli B-aineistossa ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla kaikilla koealoilla mutta tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla vain neljällä viidestä ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla kolmella viidestä koealasta. C-aineistossa näitä oli kaikilla koealoilla, poikkeuksena mustikkaiset-suursaraiset turvemaat, joilla niitä oli neljällä viidestä koealasta, ja joka neljännellä puolukkaisten-piensaraisten turvemaiden koealalla 600 kpl/ha.

Varttuneissa kasvatusmetsiköissä oli tukkipuun kokoisia koivuja B-aineistossa 57-105 kpl/ha ja C-aineistossa 53-105 kpl/ha mutta tukkipuun laatuisia sekä B- että C-aineistoissa vain 29-88 kpl/ha, eniten mustikkaisilla-suursaraisilla ja vähiten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Tukkipuun kokoisista koivuista oli tukkipuun laatuisia turvemailla 38-70 %, eniten mustikkaisilla-suursaraisilla ja vähiten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla, eli selvästi vähemmän kuin tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla, joilla osuudet olivat 100 ja 89 %. Hylkytukkirunkoja oli siis turvemailla 28-67 kpl/ha, sitä enemmän mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso, sekä kuivahkoilla kankailla 10 kpl/ha ja tuoreilla kankailla ei lainkaan. Sellaisia koivuja, joista olisi saatu virheetön tyvitukki oli hyvin vähän ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla, 5 ja 8 kpl/ha, kuivahkoilla kankailla, B-aineistossa 10 kpl/ha ja C-aineistossa 20 kpl/ha.

Taulukko 84a. Hieskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan käyttöarvolaadun mukaan kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Viiden metrin tyviosan käyttö-arvoluokka	Tunnus-luku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha														
Tukkipuut, I-laatu	$\bar{x}$	0	5	31	0	8	5	0	0	3	0	0	131	0	10	7
	s	0	16	40	0	19	15	0	0	12	0	0	107	0	22	18
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	0	50	150	0	50	50	0	0	50	0	0	300	0	50	50
Tukkipuut, II-III-laatu	$\bar{x}$	11	35	74	0	75	52	0	29	32	14	38	150	10	70	60
	s	22	34	74	0	72	40	0	49	61	24	48	53	22	27	51
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	50	0
	max	50	100	250	0	200	150	0	100	200	50	100	250	50	100	150
Tukkipuut, tyvettävät	$\bar{x}$	0	5	12	0	4	17	0	0	0	0	25	56	0	0	27
	s	0	16	35	0	14	40	0	0	0	0	50	56	0	0	46
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	0	50	150	0	50	150	0	0	0	0	100	150	0	0	150
Tukkipuut, hylkylaatu	$\bar{x}$	6	60	110	0	38	105	6	29	24	14	0	19	20	10	70
	s	17	52	96	0	38	69	18	39	44	38	0	53	45	22	77
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	50	150	400	0	100	250	50	100	150	100	0	150	100	50	250
Tukkipuut, yhteensä	$\bar{x}$	17	105	226	0	125	179	6	57	59	29	63	356	30	90	163
	s	35	37	112	0	89	131	18	73	67	39	75	78	45	42	116
	min	0	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	250	0	50	50
	max	100	150	450	0	250	450	50	200	200	100	150	500	100	150	500

Taulukko 84a (jatkoa).

Viiden metrin tyviosan käyttöarvoluokka	Tunnusluku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha														
Kuitupuut, I-laatu	$\bar{x}$	6	0	38	39	17	14	25	14	29	36	25	19	10	70	30
	s	17	0	47	70	25	23	53	38	53	48	29	37	22	45	46
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	50	0	150	200	50	50	150	100	200	100	50	100	50	100	100
Kuitupuut, II-III-laatu	$\bar{x}$	139	75	119	78	167	114	150	100	159	100	238	100	130	240	157
	s	89	72	70	97	94	110	93	58	83	76	63	71	91	65	102
	min	50	0	0	0	50	0	50	50	0	0	150	0	0	150	0
	max	300	200	250	200	350	450	300	200	250	200	300	200	250	300	300
Kuitupuut, hylkylaatu	$\bar{x}$	439	420	217	483	292	293	419	429	353	436	275	125	430	200	250
	s	82	63	127	112	118	122	133	135	135	85	50	110	76	137	124
	min	300	300	0	350	100	100	150	200	150	350	200	0	350	50	0
	max	550	500	500	600	500	450	550	550	500	600	300	250	500	400	450
Kuitupuut, yhteensä	$\bar{x}$	583	495	374	600	475	421	594	543	541	571	538	244	570	510	437
	s	35	39	112	0	89	131	18	73	67	39	75	78	45	42	116
	min	500	450	150	600	350	150	550	400	400	500	450	100	500	450	100
	max	600	550	550	600	600	600	600	600	600	600	600	35	600	550	550

Taulukko 84b. Hieskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan käyttöarvolaadun mukaan kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Viiden metrin tyviosan käyttöarvoluokka	Tunnusluku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka														
		2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha														
Tukkipuut, I-laatu	$\bar{x}$	0	5	36	0	8	5	0	0	3	0	0	156	0	20	7
	s	0	16	50	0	19	15	0	0	12	0	0	124	0	45	18
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	0	50	200	0	50	50	0	0	50	0	0	300	0	100	50
Tukkipuut, II-III-laatu	$\bar{x}$	11	35	71	0	75	60	0	29	32	14	50	156	20	60	63
	s	22	34	72	0	72	82	0	49	68	24	58	50	45	22	48
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	50	0
	max	50	100	250	0	200	300	0	100	250	50	100	250	100	100	150
Tukkipuut, tyvettävät	$\bar{x}$	0	5	12	0	4	19	0	0	0	0	13	63	0	0	27
	s	0	16	35	0	14	37	0	0	0	0	25	64	0	0	46
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	0	50	150	0	50	100	0	0	0	0	50	150	0	0	150
Tukkipuut, hylkylaatu	$\bar{x}$	6	60	110	0	38	95	6	29	18	14	0	13	20	10	63
	s	17	52	96	0	38	63	18	39	30	38	0	35	45	22	69
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	50	150	400	0	100	200	50	100	100	100	0	100	100	50	200
Tukkipuut, yhteensä	$\bar{x}$	17	105	229	0	125	179	6	57	53	29	63	388	40	90	160
	s	35	37	114	0	89	127	18	73	70	39	75	92	55	42	106
	min	0	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	250	0	50	50
	max	100	150	450	0	250	450	50	200	250	100	150	500	100	150	450

Taulukko 84b (jatkoa).

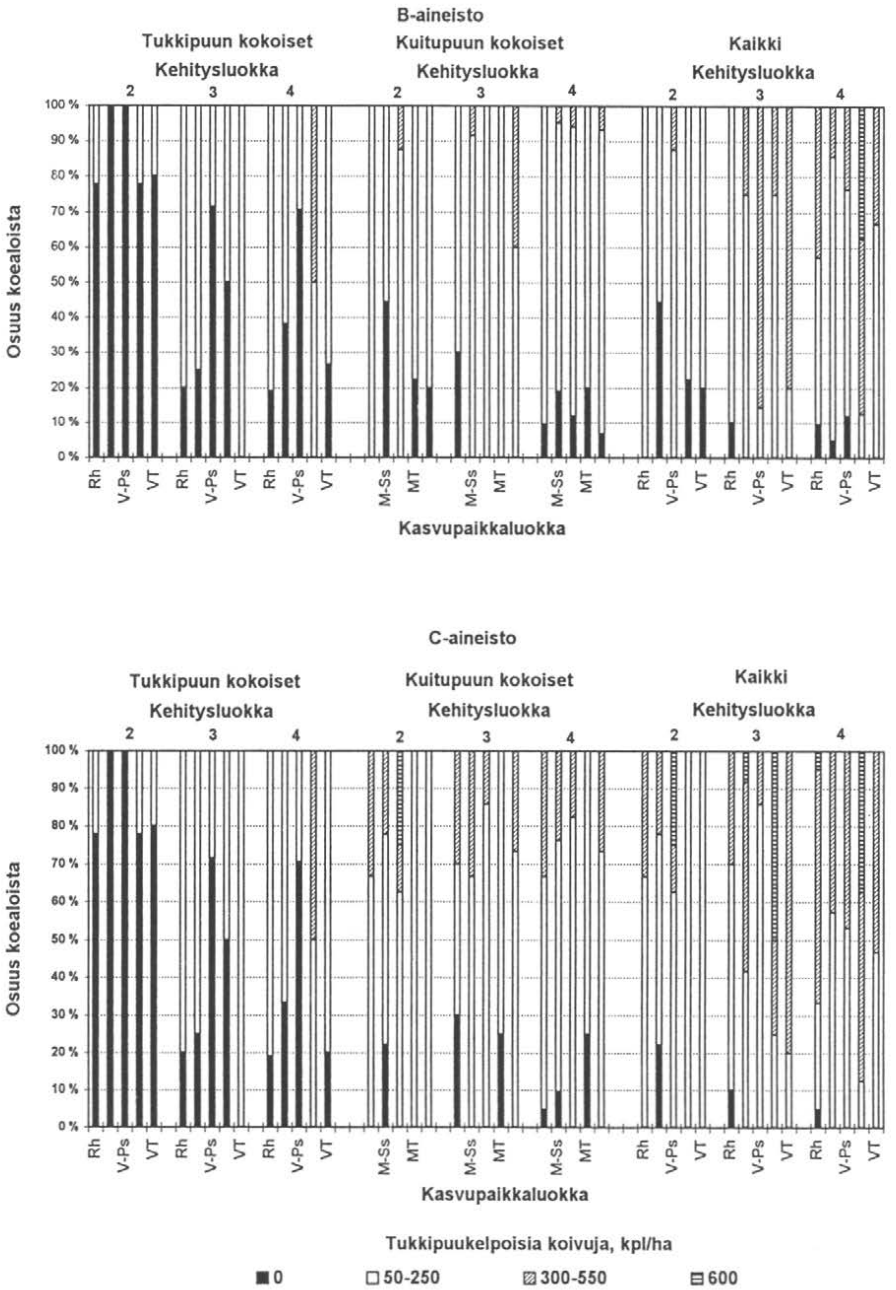
Viiden metrin tyviosan käyttöarvoluokka	Tunnusluku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha														
Kuitupuut, I-laatu	$\bar{x}$	17	20	62	56	54	24	63	36	35	36	75	13	10	90	43
	s	25	35	84	88	45	37	88	75	58	48	87	23	22	55	53
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	50	150	350	200	150	100	200	200	200	100	200	50	50	150	500
Kuitupuut, II-III-laatu	$\bar{x}$	178	180	193	133	233	193	225	121	209	157	393	100	160	260	210
	s	115	189	121	94	121	153	141	70	83	67	165	71	89	42	138
	min	50	0	0	0	50	0	100	50	50	50	150	0	50	200	0
	max	400	450	400	250	400	550	450	250	350	250	550	200	250	300	450
Kuitupuut, hylkylaatu	$\bar{x}$	389	295	117	411	188	205	306	386	303	379	100	100	390	160	187
	s	117	215	160	136	173	161	219	146	129	64	141	89	82	125	141
	min	150	0	0	250	0	0	0	150	100	300	0	0	300	50	0
	max	500	500	500	600	500	450	500	550	550	450	300	200	500	350	450
Kuitupuut, yhteensä	$\bar{x}$	583	495	371	600	475	421	594	543	547	571	538	213	560	510	440
	s	35	37	114	0	89	127	18	73	70	39	75	92	55	42	106
	min	500	450	150	0	350	150	550	400	350	500	450	100	500	450	150
	max	600	550	550	600	600	600	600	600	600	600	600	350	600	550	550

Taulukko 85. Hieskoivuvaltaisten koealojen tukkipuun kasvatukseen viiden metrin tyviosan laadun perusteella kelvollisten tukki- ja kuitupuun kokoisten koivujen lukumäärät hehtaarilla kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain. B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C =12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Kokoluokka	Tunnus-luku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Tukkipuun kasvatukseen kelvolliset koivut, kpl/ha														
		B-aineisto														
Tukkipuun kokoiset	$\bar{x}$	11	45	117	0	88	74	0	29	35	14	63	338	10	80	93
	s	22	28	91	0	71	92	0	49	63	24	75	95	22	45	80
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	50	0
	max	50	100	300	0	200	300	0	100	200	50	150	500	50	150	250
Kuitupuun kokoiset	$\bar{x}$	144	75	157	117	183	129	175	100	188	136	263	119	140	310	187
	s	95	72	87	112	94	115	136	93	110	99	75	84	96	102	109
	min	50	0	0	0	50	0	50	0	0	0	150	0	0	150	0
	max	300	200	300	250	350	450	450	300	400	250	300	200	250	400	400
Kaikki	$\bar{x}$	156	120	274	117	271	202	175	143	224	150	325	456	150	390	280
	s	85	79	133	112	103	119	136	127	142	104	50	143	106	139	103
	min	50	0	0	0	100	0	50	50	0	0	300	200	0	200	100
	max	300	250	450	250	450	450	450	400	450	250	400	600	250	550	450

Taulukko 85 (jatkoa).

Kokoluokka	Tunnus-luku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Tukkipuun kasvatukseen kelvolliset koivut, kpl/ha														
		C-aineisto														
Tukkipuun kokoiset	$\bar{x}$	11	45	119	0	88	83	0	29	35	14	63	375	20	80	97
	s	22	28	94	0	71	97	0	49	70	24	75	96	45	45	77
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250	0	50	0
	max	50	100	300	0	200	300	0	100	250	50	150	500	100	150	250
Kuitupuun kokoiset	$\bar{x}$	194	200	255	189	288	217	288	157	244	193	438	113	170	350	253
	s	133	216	113	136	123	165	225	110	103	93	214	79	91	94	151
	min	50	0	0	0	100	0	100	50	50	50	150	0	50	200	50
	max	450	500	450	350	450	550	600	350	400	300	600	200	250	450	500
Kaikki	$\bar{x}$	206	245	374	189	375	300	288	186	279	207	500	488	190	430	350
	s	121	222	159	136	154	154	225	144	135	89	141	109	108	125	121
	min	100	0	0	0	100	50	100	50	50	50	300	300	50	250	100
	max	450	550	600	350	600	550	600	450	500	300	600	600	300	550	600



Kuva 104a-b. Hieskoivuvaltaisten koealojen jakaumat kasvupaikka- ja kehitysluokittain vaneripuu- ja vaneripuukasvatuskelpoisten tukki- ja kuitupuun kokoisten ja kaikkien koivujen hehtaarikohtaisen lukumäärän mukaan B- ja C-aineistoissa.

Laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun mittaisia koivuja oli B-aineistossa 75-310 kpl/ha eli 15-61 %, selvästi eniten kuivahkoilla kankailla, vähiten ruohoisilla turvemailla ja kaikilla kivennäismaiden kasvupaikoilla enemmän kuin turvemaiden kasvupaikoilla. Tällaisia oli C-aineistossa vastaavasti 157-438 kpl/ha eli 29-81 %, selvästi eniten tuoreilla kankailla, vähiten puolukkaisilla-piensarasilla turvemailla ja kaikilla kivennäismaiden kasvupaikoilla enemmän kuin turvemaiden kasvupaikoilla. Kaikki koivut huomioon ottaen vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia oli tässäkin B-aineistossa vain 120-390 kpl/ha eli 20-65 % ja C-aineistossa 186-500 kpl/ha eli 31-83 %. Kasvupaikkaluokkien suhteet olivat tässä samat kuin vain kuitupuun mittaisia koivuja tarkasteltaessa.

Tukkipuun laatuisia koivuja oli sekä B- että C-aineistoissa kaikilla kuivahkojen kankaiden koealoilla, neljällä viidestä ruohoisten turvemaiden ja kolmella neljästä mustikkaisten-suursaraisten turvemaiden mutta vain joka toisella tuoreiden kankaiden ja noin joka neljännellä puolukkaisten-piensaraisten turvemaiden koealoista (kuvat 104a-b). Laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun mittaisia koivuja oli kaikilla koealoilla, poikkeuksina ruohoiset turvemaat, joilla niitä oli vain noin kahdella kolmesta koealasta, ja C-aineistossa lisäksi tuoreet kankaat, joilla niitä oli kolmella neljästä koealasta. Yhdelläkään koealalla niitä ei kuitenkaan ollut täyttä 600 kappaletta hehtaarilla. Kaikki koivut huomioon ottaen vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia koivuja oli kaikilla koealoilla, poikkeuksena ruohoiset turvemaat, joilla niitä oli yhdeksällä kymmenestä koealasta. Niitä oli täydet 600 kpl/ha vain C-aineistossa tuoreilla kankailla joka toisella ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla alle joka kymmenennellä koealalla.

Uudistuskypsissä metsiköissä oli tukkipuun kokoisia koivuja B-aineistossa 59-356 kpl/ha ja C-aineistossa 53-388 kpl/ha ja tukkipuun laatuisia vastaavasti 35-338 kpl/ha ja 35-375 kpl/ha. Tällaisia koivuja oli selvästi eniten tuoreilla kankailla ja vähiten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla, samalla viljavuustasolla turvemailla selvästi vähemmän kuin kivennäismailla ja sekä turve- että kivennäismailla selvästi sitä enemmän mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso. Tukkipuun kokoisista koivuista oli tukkipuun laatuisia turvemailla B-aineistossa 41-59 % ja C-aineistossa 46-66 %, eniten mustikkaisilla-suursaraisilla ja vähiten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla, ja kuivahkoilla kankailla vastaavasti 57 ja 61 % - eli kaikilla näillä kasvupaikoilla selvästi vähemmän kuin tuoreilla kankailla, 95 ja 97 %. Hylkytukkirunkoja oli siis eniten ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla, B-aineistossa 109 ja 105 kpl/ha ja C-aineistossa 110 ja 96 kpl/ha, kuivahkoilla kankailla 70 ja 63 kpl/ha ja vähiten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla, 24 ja 18 kpl/ha ja 18 ja 13 kpl/ha. Sellaisia koivuja, joista olisi saatu virheetön tyvitukki oli tuoreilla kankailla B-aineistossa 131 kpl/ha ja C-aineistossa 156 kpl/ha eli moninkertaisesti ruohoisiin turvemaihin verrattuna, joilla niitä oli vastaavasti 31 ja 36 kpl/ha, ja varsinkin mustikkaisiin-suursaraisiin ja puolukkaisiin-piensaraisiin turvemaihin ja kuivahkoihin kankaisiin verrattuna, joilla niitä oli vain 3-7 kpl/ha.

Laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun mittaisia koivuja oli B-aineistossa 119-188 kpl/ha, eniten puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla ja vähiten tuoreilla kankailla, ja C-aineistossa 113-255 kpl/ha, eniten ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla ja vähiten tuoreilla kankailla. Tällaisten koivujen osuus kaikista kuitupuun mittaisista oli B-aineistossa 31-49 %. Osuus oli suurin tuoreilla kankailla, pienin mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla, kaikilla kivennäismaiden kasvupaikoilla suurempi kuin turvemaiden kasvupaikoilla ja sitä suurempi mitä korkeampi oli kasvupaikan

viljavuustaso. Vastaava osuus oli C-aineistossa 45-69 %, suurin ruohoisilla ja pienin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla, turvemailla sitä suurempi mitä korkeampi oli kasvupaikan viljavuustaso ja samalla viljavuustasolla turvemailla pienempi kuin kivennäismailla. Kaikki koivut huomioon ottaen vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia oli tässäkin B-aineistossa vain 202-456 kpl/ha eli 34-76 % ja C-aineistossa 279-488 kpl/ha eli 47-81 %, tuoreilla kankailla B-aineistossa 1,6-kertaisesti ja C-aineistossa 1,3-kertaisesti ruohoisiin turvemaihin ja kuivahkoihin kankaisiin ja vastaavasti 2,3-kertaisesti ja 1,7-kertaisesti mustikkaisiin-suursaraisiin ja puolukkaisiin-piensaraisiin turvemaihin verrattuna.

Tukkipuun laatuisia koivuja oli sekä B- että C-aineistoissa kaikilla tuoreiden kankaiden koealoilla, neljällä viidestä ruohoisten turvemaiden, kolmella neljästä kuivahkojen kankaiden, kolmella viidestä ruohoisten turvemaiden mutta vain alle joka kolmannella puolukkaisten-piensaraisten turvemaiden koealoista, mutta niitä ei ollut yhdelläkään koealalla täyttä 600 kappaletta hehtaarilla (kuvat 104a-b). Laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun mittaisia koivuja oli lisäksi B-aineistossa neljällä viidestä tuoreiden kankaiden ja mustikkaisten-suursaraisten turvemaiden ja noin yhdeksällä kymmenestä muiden kasvupaikkaluokkien koealoista ja C-aineistossa kaikilla kuivahkojen kankaiden ja puolukkaisten-piensaraisten turvemaiden koealoilla, yli yhdeksällä kymmestä ruohoisten ja mustikkaisten-suursaraisten turvemaiden koealoista ja kolmella neljästä tuoreiden kankaiden koealoista. Kaikki koivut huomioon ottaen vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia koivuja oli B-aineistossa kaikilla tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden koealoilla ja noin yhdeksällä kymmenestä turvemaiden kasvupaikkojen koealoista ja C-aineistossa kaikilla koealoilla, poikkeuksena ruohoiset turvemaat, joilla niilläkin niitä oli 95 prosentilla koealoista. Vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia koivuja oli täydet 600 kpl/ha vain joka kolmannella tuoreden kankaiden koealalla, C-aineistossa lisäksi 5 prosentilla ruohoisten turvemaiden koealoista.

Kovarianssianalyysissä, jossa ainespuiden runkoluku oli kovarianttina, sekä kasvupaikka- ja kehitysluokka että runkoluku vaikuttivat merkitsevästi hieskoivuvaltaisen koealan tukkipuun laatuisten koivujen lukumäärän neliöjuureen sekä B-aineistossa (df=157, F=7,85, 29,82 ja 11,48, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0009) että C-aineistossa (F=8,80, 32,19 ja 15,35, p=0,0001). Tukeyn testin mukaan tukkipuun laatuisia koivuja oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin mustikkaisilla-suursaraisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla, joilla tukkipuun laatuisia olikin vastaavasti merkitsevästi vähemmän kuin millään muulla kasvupaikalla.

Hylkytukkirunkojen lukumäärän neliöjuuri riippui merkitsevästi kasvupaikka- ja kehitysluokasta ja suuntaa antavasti runkoluvusta sekä A-aineistossa (F=8,19, 20,24 ja 2,33, p=0,0001, 0,0001 ja 0,1287) että B-aineistossa (F=9,04, 7,27 ja 2,37, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0967). Hylkytukkirunkoja oli ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla merkitsevästi enemmän kuin tuoreilla kankailla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla.

Sellaisten puiden lukumäärän neliöjuuri, joista saatiin virheetön tyvitukki, riippui merkitsevästi kasvupaikka- ja kehitysluokasta ja suuntaa antavasti runkoluvusta sekä B-aineistossa (F=6,20, 10,47 ja 2,21, p=0,0001, 0,0001 ja 0,1393) että C-aineistossa (F=6,33, 10,10 ja 2,97, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0867). Näitä puita oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin muilla kasvupaikoilla ruohoisia turvemaita lukuunottamatta.

Tukkipuuksi tai tukkipuun kasvatukseen kelvollisten puiden kokonaislukumäärän neliöjuuri riippui B-aineistossa merkitsevästi kasvupaikkaluokasta ja runkoluvusta (F=2,45 ja 3,57, p=0,0497 ja 0,0363; vrt. kehitysluokka: F=1,70, p=0,1946) ja C-aineistossa kasvupaikkaluokasta (F=3,77, p=0,0062; vrt. kehitysluokka: F=0,85, p=0,4308, runkoluku: F=0,26, p=0,6109), mutta kaikki mahdolliset yhdysvaikutukset olivat myös merkitseviä (F=2,14-3,57 ja 3,03-4,53, p=0,0001-0,0363 ja 0,0001-0,0200). Tällaisia puita oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin turvemaiden kasvupaikoilla.

3.2.1.3.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Taulukoissa 86a-b on esitetty turve- ja kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan käyttöarvolaadun perusteella puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (B-aineisto) ja vastaavasti 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (C-aineisto) koivua kultakin koealalta. Taulukossa 87 on esitetty vastaavalla tavalla ryhmitellen viiden metrin tyviosan käyttöarvolaadun perusteella tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden koivujen, tukkipuun vähimmäismittoja pienempien mutta vähimmäislaatuvaatimukset huomioon ottaen tukkipuuksi kehittymisedellytykset omanneiden koivujen sekä näiden ryhmien yhteiset lukumäärät hehtaarilla. Runkoluvut vastaavat kaikissa tapauksissa puuston tiheyttä 600 kpl/ha (luvut 2.2.1 ja 2.2.3).

Harvennusmetsiköissä oli tukkipuun kokoisia koivuja vain hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla, 8 ja 29 kpl/ha, ja tukkipuun laatuisia vastaavasti ensinmainituilla 4 kpl/ha eli 50 % tukkipuun kokoisista ja jälkimmäisillä B-aineistossa 13 kpl/ha ja C-aineistossa 17 kpl/ha eli 45 ja 59 % tukkipuun kokoisista. Tukkipuun kokoisista koivuista ei ollut yksikään sellainen, josta olisi saatu virheetön tyvitukki. Laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun mittaisia koivuja oli hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa vain 144 ja 138 kpl/ha eli 24 % ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 238 kpl/ha eli 40 % ja C-aineistossa hiesvaltaisilla turvemailla 221 kpl/ha eli 37 %, hiesvaltaisilla kivennäismailla 183 kpl/ha eli 32 % ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 263 kpl/ha eli 44 %. Kaikki koivut huomioon ottaen vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia oli hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa vain 148 ja 150 kpl/ha eli 25 % ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 238 kpl/ha eli 40 % ja C-aineistossa hiesvaltaisilla turvemailla 225 kpl/ha eli 38 %, hiesvaltaisilla kivennäismailla 200 kpl/ha eli 33 % ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 263 kpl/ha eli 44 %. Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon pieni rauduskoivuvaltaisten koealojen aineisto, 4 kpl.

Tukkipuun laatuisia koivuja oli sekä B- että C-aineistoissa ylipäätään vain joka viidennellä hiesvaltaisten kivennäismaiden, korkeintaan joka kymmenennellä hiesvaltaisten turvemaiden ja ei yhdelläkään raudusvaltaisten kivennäismaiden koealalla (kuvat 105a-b). Laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun mittaisia ja kaikki koivut huomioon ottaen vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia koivuja oli B-aineistossa kaikilla raudusvaltaisten kivennäismaiden koealoilla ja noin neljällä viidestä hiesvaltaisten turve- ja kivennäismaiden koealoista mutta C-aineistossa toki kaikilla hies- ja raudusvaltaisten kivennäismaiden koealoilla ja yli yhdeksällä kymmenestä hiesvaltaisten turvemaiden koealoista. Niitä oli kolmella neljästä raudusvaltaisten kivennäismaiden ja C-aineistossa lisäksi lähes joka kymmenennellä hiesvaltaisten turvemaiden koealoista 600 kpl/ha.

Varttuneissa kasvatusmetsiköissä oli tukkipuun kokoisia koivuja hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 102 ja 78 kpl/ha ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 225 kpl/ha ja tukkipuun laatuisia vastaavasti ensinmainituilla 59 ja 72 kpl/ha eli 58 ja 92 % ja jälkimmäisillä 200 kpl/ha eli 89 % tukkipuun kokoisista koivuista. Hylkytukkirunkoja oli siis hiesvaltaisilla turvemailla 43 kpl/ha mutta hies- ja raudusvaltaisilla kivennäismailla vain 6 ja 25 kpl/ha. Sellaisia koivuja, joista olisi saatu virheetön tyvitukki, oli vain hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla ja silloinkin ensinmainituilla vain 5 kpl/ha ja jälkimmäisillä 6 ja 11 kpl/ha. Laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun mittaisia koivuja oli hiesvaltaisilla

Taulukko 86a. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan käyttöarvolaadun mukaan turve- ja kivennäismailla puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

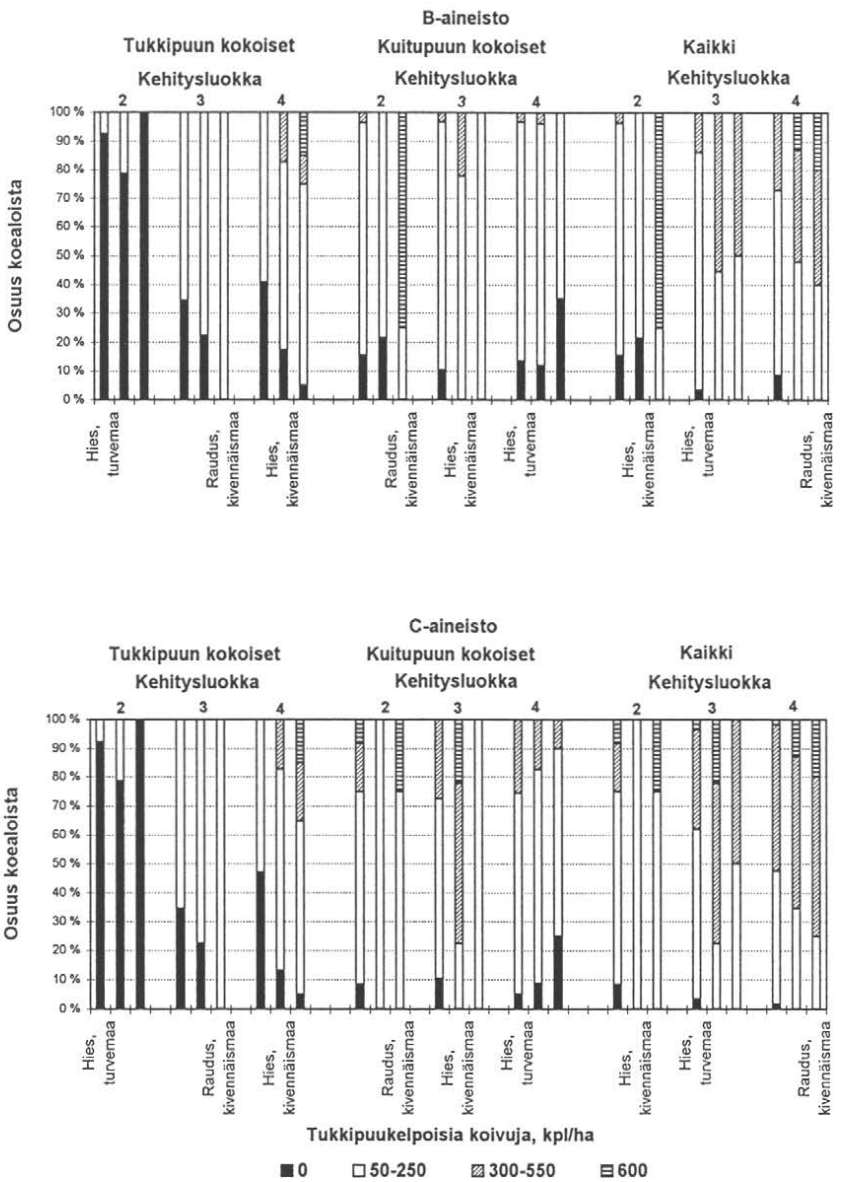
Viiden metrin tyviosan käyttö-arvolaatuluokka	Tunnus-luku	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä								
		Hieskoivu, turvemaa			Hieskoivu, kivennäismaa			Rauduskoivu, kivennäismaa		
		Puuston kehitysluokka								
		2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha								
Tukkipuut,	$\bar{x}$	0	5	14	0	6	50	0	0	100
I-laatu	s	0	16	29	0	17	87	0	...	115
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	0	50	150	0	50	300	0	0	400
Tukkipuut,	$\bar{x}$	4	50	54	13	56	91	0	50	120
II-III-laatu	s	14	58	73	23	39	67	0	...	85
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	50	200	300	50	100	250	0	100	250
Tukkipuut,	$\bar{x}$	0	3	10	0	11	37	0	150	78
tyvettävät	s	0	13	32	0	33	50	0	...	79
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	0	50	150	0	100	150	0	300	250
Tukkipuut,	$\bar{x}$	4	43	83	17	6	52	0	25	63
hylkylaatu	s	14	44	82	39	17	73	0	...	72
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	50	150	400	100	50	250	0	50	250
Tukkipuut,	$\bar{x}$	8	102	161	29	78	230	0	225	360
yhteensä	s	23	74	127	40	57	139	0	...	151
	min	0	0	0	0	0	50	0	200	0
	max	100	250	450	100	150	500	0	250	600
Kuitupuut,	$\bar{x}$	23	10	27	25	50	26	0	0	8
I-laatu	s	51	25	43	40	43	42	0	...	18
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	200	100	200	100	100	100	0	0	50
Kuitupuut,	$\bar{x}$	121	119	129	112	239	137	238	150	80
II-III-laatu	s	95	87	90	80	60	94	243	...	86
	min	0	0	0	0	150	0	100	100	0
	max	300	350	450	300	300	300	600	300	300
Kuitupuut,	$\bar{x}$	448	369	283	433	233	207	363	225	153
hylkylaatu	s	109	123	137	78	109	132	243	...	115
	min	150	100	0	350	50	0	0	200	0
	max	600	550	600	600	400	450	500	250	350
Kuitupuut,	$\bar{x}$	592	498	439	571	522	370	600	375	240
Yhteensä	s	23	74	127	40	57	139	0	...	151
	min	500	350	150	500	450	100	0	350	0
	max	600	600	600	600	600	550	600	400	600

Taulukko 86b. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen koivujen lukumäärät hehtaarilla viiden metrin tyviosan käyttöarvolaadun mukaan turve- ja kivennäismailla puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Viiden metrin tyviosan käyttöarvolaatuluokka	Tunnusluku	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä: Hieskoivu, turvemaa			Hieskoivu, kivennäismaa			Rauduskoivu, kivennäismaa		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha								
Tukkipuut, I-laatu	$\bar{x}$	0	5	15	0	11	59	0	0	100
	s	0	16	35	0	33	102	0	...	106
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	0	50	200	0	100	300	0	0	300
Tukkipuut, II-III-laatu	$\bar{x}$	4	50	56	17	56	96	0	50	133
	s	14	58	75	33	39	66	0	...	89
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	50	200	300	100	100	250	0	100	300
Tukkipuut, tyvettävät	$\bar{x}$	0	3	11	0	6	39	0	150	78
	s	0	13	31	0	17	54	0	..	72
	min	0	0	0	0	0	0	0	100	0
	max	0	50	150	0	50	150	0	200	200
Tukkipuut, hylkylaatu	$\bar{x}$	4	43	78	17	6	46	0	25	60
	s	14	44	79	39	17	64	0	...	66
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	50	150	400	100	50	200	0	50	200
Tukkipuut, yhteensä	$\bar{x}$	7	102	160	33	78	239	0	225	370
	s	23	74	129	44	57	148	0	....	151
	min	0	0	0	0	0	50	0	200	0
	max	100	250	450	100	150	500	0	250	600
Kuitupuut, I-laatu	$\bar{x}$	44	38	41	25	83	33	0	0	8
	s	73	51	64	40	66	47	0	0	18
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	max	200	200	350	100	200	150	0	0	50
Kuitupuut, II-III-laatu	$\bar{x}$	177	188	197	158	306	172	263	200	88
	s	119	142	123	73	118	129	225	...	89
	min	0	0	0	50	150	0	150	100	0
	max	450	450	550	250	550	450	600	300	350
Kuitupuut, hylkylaatu	$\bar{x}$	371	272	202	383	133	157	338	175	135
	s	161	194	167	69	127	130	225	...	105
	min	0	0	0	300	0	0	0	100	0
	max	600	550	550	500	350	450	450	250	300
Kuitupuut, yhteensä	$\bar{x}$	592	498	440	567	522	361	600	375	230
	s	23	74	129	44	57	148	0	...	151
	min	500	350	150	500	450	100	0	350	0
	max	600	600	600	600	600	550	600	400	600

Taulukko 87. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen tukkipuun kasvatukseen viiden metrin tyviosan laadun perusteella kelvollisten tukki- ja kuitupuun kokoisten koivujen lukumäärät hehtaarilla kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain. B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta, C =12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Kokoluokka	Tunnus-luku	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä: Hieskoivu, turvemaa			Hieskoivu, kivennäismaa			Rauduskoivu, kivennäismaa		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Koivuja, kpl/ha								
		B-aineisto								
Tukkipuun kokoiset	$\bar{x}$	4	59	78	13	72	178	0	200	298
	s	14	58	89	23	57	145	0	...	159
	min	0	0	0	0	0	0	0	200	0
	max	50	200	300	50	150	500	0	200	600
Kuitupuun kokoiset	$\bar{x}$	144	129	156	138	289	163	238	150	88
	s	113	96	105	93	89	105	243	...	86
	min	0	0	0	0	150	0	100	100	0
	max	450	350	450	250	400	400	600	200	300
Kaikki	$\bar{x}$	148	188	234	150	361	341	238	350	385
	s	110	121	132	100	108	144	243	...	138
	min	0	0	0	0	200	100	100	300	200
	max	450	450	450	250	550	600	600	400	600
		C-aineisto								
Tukkipuun kokoiset	$\bar{x}$	4	9	82	17	72	193	0	200	310
	s	14	58	94	33	57	158	0	...	160
	min	0	0	0	0	0	0	0	200	0
	max	50	200	300	100	150	500	0	200	600
Kuitupuun kokoiset	$\bar{x}$	221	226	283	183	389	204	263	200	95
	s	167	163	130	89	154	145	225	...	89
	min	0	0	0	50	150	0	150	100	0
	max	600	500	550	300	600	500	600	300	350
Kaikki	$\bar{x}$	225	284	320	200	461	398	263	400	405
	s	163	190	154	92	129	133	225	...	130
	min	0	0	0	50	250	100	150	300	200
	max	600	600	600	300	600	600	600	500	600



Kuva 105a-b. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen jakaumat turve- ja kivennäismailla kehitysluokittain vaneripuu- ja vaneripuukasvatuskelpoisten tukki- ja kuitupuun kokoisten ja kaikkien koivujen hehtaarikohtaisen lukumäärän mukaan B- ja C-aineistoissa.

turvemailla ja raudusvaltaisilla kivennäismailla B-aineistossa vain 129 ja 50 kpl/ha eli 26 ja 13 % ja C-aineistossa 226 ja 200 kpl/ha eli 45 ja 53 % mutta hiesvaltaisilla kivennäismailla B-aineistossa 289 kpl/ha eli 55 % ja C-aineistossa 389 kpl/ha eli 75 %. Kaikki koivut huomioon ottaen vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia oli hiesvaltaisilla turvemailla B-aineistossa vain 188 kpl/ha eli 31 % ja C-aineistossa 284 kpl/ha eli 47 % mutta hies- ja raudusvaltaisilla kivennäismailla B-aineistossa 361 ja 350 kpl/ha eli 60 ja 58 % ja C-aineistossa 461 ja 400 kpl/ha eli 77 ja 67 %. Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon pieni rauduskoivuvaltaisten koealojen aineisto, 2 kpl.

Tukkipuun laatuisia koivuja oli sekä B-että C-aineistoissa kaikilla raudusvaltaisten ja neljällä viidestä hiesvaltaisten kivennäismaiden koealoista ja kahdella kolmesta hiesvaltaisten turvemaiden koealoista (kuvat 105a-b). Laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun mittaisia koivuja oli vastaavasti kaikilla raudus- ja hiesvaltaisten kivennäismaiden ja yhdeksällä kymmenestä hiesvaltaisten turvemaiden koealoista; C-aineistossa niitä oli joka viidennellä hiesvaltaisten kivennäismaiden koealoista täydet 600 kpl/ha. Kaikki koivut huomioon ottaen vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia koivuja oli kaikilla raudus- ja hiesvaltaisten kivennäismaiden ja 97 prosentilla hiesvaltaisten turvemaiden koealoista; C-aineistossa niitä oli joka viidennellä hiesvaltaisten kivennäismaiden ja yhdellä hiesvaltaisten turvemaiden koealalla täydet 600 kpl/ha.

Uudistuskypsissä metsiköissä oli tukkipuun kokoisia koivuja hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla ja raudusvaltaisilla kivennäismailla B-aineistossa 161, 230 ja 360 kpl/ha ja C-aineistossa vastaavasti 160, 239 ja 370 kpl/ha. Tukkipuun laatuisia koivuja oli hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla ja raudusvaltaisilla kivennäismailla B-aineistossa 78, 178 ja 298 kpl/ha eli 48, 77 ja 83 % tukkipuun kokoisista ja C-aineistossa vastaavasti 82, 193 ja 310 kpl/ha eli 51, 81 ja 84 % tukkipuun kokoisista. Hylkytukkirunkoja oli siis hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla ja raudusvaltaisilla kivennäismailla B-aineistossa 83, 52 ja 62 kpl/ha ja C-aineistossa 78, 46 ja 60 kpl/ha. Sellaisia koivuja, joista olisi saatu virheetön tyvitukki, oli hiesvaltaisilla turvemailla vain 15 kpl/ha mutta raudusvaltaisilla kivennäismailla 100 kpl/ha ja myös hiesvaltaisilla kivennäismailla B-aineistossa 49 kpl/ha ja C-aineistossa 59 kpl/ha.

Laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun mittaisia koivuja oli hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla B-aineistossa 156 ja 163 kpl/ha eli 36 ja 44 % ja C-aineistossa 283 ja 204 kpl/ha eli 64 ja 57 % ja raudusvaltaisilla kivennäismailla vastaavasti 88 ja 95 kpl/ha eli 37 ja 41 %. Kaikki koivut huomioon ottaen vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia oli hiesvaltaisilla turvemailla B-aineistossa vain 234 kpl/ha eli 39 % ja C-aineistossa 320 kpl/ha eli 53 % mutta hies- ja raudusvaltaisilla kivennäismailla B-aineistossa 341 ja 385 kpl/ha eli 57 ja 64 % ja C-aineistossa 398 ja 405 kpl/ha eli 66 ja 68 %.

Tukkipuun laatuisia koivuja oli sekä B-että C-aineistoissa 95 prosentilla raudusvaltaisten kivennäismaiden koealoista ja B-aineistossa 83 prosentilla ja C-aineistossa 87 prosentilla hiesvaltaisten kivennäismaiden koealoista mutta vastaavasti vain 59 ja 53 prosentilla hiesvaltaisten turvemaiden koealoista (kuvat 105a-b). Tukkipuun laatuisia koivuja oli täydet 600 kpl/ha vain 15 prosentilla raudusvaltaisten kivennäismaiden koealoista. Laadultaan vaneripuun kasvatukseen kelvollisia kuitupuun mittaisia koivuja oli lisäksi B-aineistossa 65 prosentilla raudusvaltaisten kivennäismaiden ja 86 ja 88 prosentilla hiesvaltaisten turve- ja kivennäismaiden koealoista ja C-aineistossa 75 prosentilla raudusvaltaisten kivennäismaiden ja 95 ja 91 prosentilla hiesvaltaisten turve- ja kivennäismaiden koealoista. Kaikki koivut

huomioon ottaen vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisia koivuja oli B- ja C-aineistoissa kaikilla raudus- ja hiesvaltaisten kivennäismaiden ja vastaavasti 91- ja 98-prosenttisesti kaikilla hiesvaltaisten turvemaiden koealoilla. Niitä oli sekä B- että C-aineistoissa kuitenkin vain 20 prosentilla raudusvaltaisten kivennäismaiden ja 13 prosentilla hiesvaltaisten kivennäismaiden koealoista täydet 600 kpl/ha.

Kovarianssianalyysissä, jossa ainespuiden runkoluku oli kovarianttina, sekä valtakoivulajin ja kasvupaikkaryhmän määrittelemä vertailuryhmä, kehitysluokka että runkoluku vaikuttivat merkitsevästi koealan tukkipuun laatuisten koivujen lukumäärän neliöjuureen sekä B-aineistossa (df=183, F=30,32, 35,77 ja 7,66, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0063) että C-aineistossa (F=27,60, 37,17 ja 10,41, p=0,0015). Tukeyn testin mukaan tukkipuun laatuisia koivuja oli raudusvaltaisilla kivennäismailla merkitsevästi enemmän hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla ja hiesvaltaisilla kivennäismailla enemmän kuin turvemailla.

Hylkytukkirunkojen lukumäärän neliöjuuri riippui B-aineistossa vertailuryhmästä ja kehitysluokasta merkitsevästi ja runkoluvusta suuntaa antavasti (F=3,41, 22,13 ja 2,19 p=0,0352, 0,0001 ja 0,1156) ja C-aineistossa kaikista tutkituista muuttujista merkitsevästi (F=3,78, 21,64 ja 4,77, p=0,0247, 0,0001 ja 0,0303). Hylkytukkirunkoja oli hiesvaltaisilla turvemailla merkitsevästi enemmän kuin kivennäismailla, kun taas raudusvaltaiset kivennäismaat eivät cronneet muista vertailuryhmistä.

Sellaisten puiden lukumäärän neliöjuuri, joista saatiin virheetön tyvitukki, riippui merkitsevästi vertailuryhmästä ja kehitysluokasta sekä B-aineistossa (F=16,78 ja 10,50, p=0,0001; vrt. runkoluku: F=1,32, p=0,2516) että C-aineistossa (F=11,90 ja 10,16, p=0,0001; vrt. runkoluku 1,96, p=0,1637). Näitä puita oli raudusvaltaisilla kivennäismailla merkitsevästi enemmän kuin hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla, joilla niitä oli puolestaan yhtä paljon.

Tukkipuuksi tai tukkipuun kasvatukseen kelvollisten puiden kokonaislukumäärän neliöjuuri riippui merkitsevästi vertailuryhmästä ja kehitysluokasta sekä B-aineistossa (F=14,27 ja 12,28, p=0,0001), jolloin myös runkoluvun vaikutus oli suuntaa antava (F=3,68, p=0,0568), että C-aineistossa (F=6,05 ja 10,65, p=0,0029 ja 0,0001; vrt. runkoluku: F=0,33, p=0,5678), jolloin kehitysluokan ja runkoluvun välillä oli yhdysvaikutus (F=3,05, p=0,0498). Tällaisia puita oli raudusvaltaisilla kivennäismailla merkitsevästi enemmän kuin hiesvaltaisilla turvemailla, mutta kivennäismailla niitä oli kummankin koivulajin vallitsemilla koealoilla yhtä paljon.

3.2.2 Puutavaralajikertymä

3.2.2.1 Hieskoivu

Taulukoissa 88a-b on esitetty hieskoivuvaltaisten koealojen koivujen tukin ja kaiken puutavaran tilavuudet hehtaarilla kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (B-aineisto) ja vastaavasti 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (C-aineisto) koivua kultakin koealalta. Runkoluvut vastaavat puuston tiheyttä 600 kpl/ha (luvut 2.2.1 ja 2.2.3). Puuston kehitysluokka määräytyy välittömästi puuston koon mutta välillisesti myös kokoon ratkaisevasti ja eri kasvupaikoilla vaihtelevalla intensiteetillä vaikuttavan iän perusteella. Täten nämä tekijät on hyödyllistä ottaa huomioon kasvupaikkaluokkien kehitysluokittaisessa vertailussa.

Koivujen koealoittaiset pohjapinta-alalla painotetut keski-iät olivat sekä B- että C-aineistoissa harvennusmetsiköissä 37-47 a, varttuneissa kasvatusmetsiköissä 48-60 a ja uudistuskypsissä metsiköissä 67-95 a. Harvennusmetsiköissä puustot olivat turvemaiden kasvupaikoilla keskimäärin hieman kivennäismaiden kasvupaikkoja vanhempia, mutta kasvupaikkaluokan vaikutus ei ollut yksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitsevä (df=37, F=0,80 ja 0,82, p=0,5345 ja 0,5195). Varttuneissa kasvatusmetsiköissä ja uudistuskypsissä metsiköissä puustot olivat tuoreilla kankailla keskimäärin vanhempia kuin muilla kasvupaikoilla, mutta ero oli yksisuuntaisen varianssianalyysin ja Tukeyn testin mukaan merkitsevä vain jälkimmäisessä kehitysluokassa (varttuneet kasvatusmetsiköt: df=37, F=1,73 ja 1,51, p=0,1679 ja 0,2207; uudistuskypsät metsiköt: df=77, F=11,45 ja 12,41, p=0,0001).

Taulukko 88a. Hieskoivuvaltaisten koealojen puutavaralajikertymät ja -rakenteet kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain suhteessa koivujen pohjapinta-alla painotettuun keskimääräiseen ikään ja rinnankorkeusläpimittaan ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Suure	Tunnus-luku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Koivujen keski-ikä, a	$\bar{x}$	43	53	69	47	52	68	43	48	72	41	60	95	37	52	67
	s	9	6	9	14	6	8	9	8	9	12	13	12	10	5	16
	min	25	44	50	27	43	53	26	36	55	24	40	76	26	47	38
	max	50	63	89	67	59	87	55	59	90	54	68	112	48	57	92
Koivujen keskimääräinen rinnankorkeusläpi-mitta, cm	$\bar{x}$	14,5	16,3	18,8	12,1	17,3	17,8	13,6	15,1	15,0	13,7	15,7	22,1	12,9	16,1	17,0
	s	2,2	1,3	1,5	1,1	2,1	1,8	1,5	2,0	1,4	1,8	1,1	2,3	0,5	2,1	2,0
	min	12,7	14,1	16,0	10,3	13,3	14,4	11,4	13,1	12,7	11,3	14,4	19,7	12,2	13,2	13,8
	max	18,1	18,2	21,9	13,4	19,5	21,5	16,0	19,1	17,6	16,5	16,8	25,8	13,4	18,4	21,8
Tukkia vähimmäis-mittavaatimuksin, m^3	$\bar{x}$	5	13	46	0	23	41	1	11	14	8	12	179	5	22	39
	s	9	6	24	0	17	29	4	17	25	10	14	53	6	12	29
	min	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	116	0	9	6
	max	28	22	110	0	52	101	12	44	96	21	27	255	13	40	116
Tukkia vähimmäis-mitta- ja laatu-vaatimuksin, m^3	$\bar{x}$	2	7	26	0	16	15	0	5	9	3	8	141	2	16	22
	s	3	6	21	0	13	21	0	8	20	6	10	43	3	11	21
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	6	0
	max	8	15	75	0	39	78	0	16	74	15	18	228	8	33	74
Tukkia vähimmäis-mittavaatimuksin %	$\bar{x}$	5,2	14,0	31,8	0	17,8	29,7	1,8	9,9	13,0	9,2	10,4	71,1	8,6	22,7	29,7
	s	7,7	6,8	11,3	0	11,6	16,3	5,0	13,2	18,3	11,7	12,1	7,8	11,8	8,8	15,0
	min	0	0	14,5	0	0	0	0	0	0	0	0	59,7	0	12,7	6,9
	max	22,7	24,1	57,3	0	34,4	54,8	14,2	31,1	65,9	24,0	21,9	80,8	22,0	33,5	58,9

Taulukko 88a (jatkoa).

Suure	Tunnus-luku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Tukkia vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksin, %	$\bar{x}$	1,4	7,2	17,8	0	12,2	10,5	0	4,4	8,1	3,8	7,6	57,1	2,6	15,1	16,4
	s	2,8	5,8	12,6	0	9,5	13,0	0	8,0	15,3	6,8	9,1	11,2	5,9	7,2	13,1
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,8	0	10,2	0
	max	8,3	15,2	39,0	0	27,2	44,8	0	19,8	51,2	17,1	17,9	71,4	13,1	27,6	37,7
Yhteensä, m^3	$\bar{x}$	71	96	138	42	117	126	59	77	82	68	101	248	50	98	120
	s	33	13	26	12	27	31	18	31	24	23	17	52	5	29	31
	min	40	77	88	27	67	73	34	49	43	41	87	191	44	63	69
	max	124	122	191	58	151	193	84	142	145	100	124	319	58	130	197

Taulukko 88b. Hieskoivuvaltaisten koealojen puutavaralajikertymät ja -rakenteet kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain suhteessa koivujen pohjapinta-alalla painotettuun keskimääräiseen ikään ja rinnankorkeusläpimittaan ottaen huomioon 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Suure	Tunnus-luku	Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Koivujen keski-ikä, a	$\bar{x}$	42	50	68	47	52	68	42	48	72	40	60	95	37	52	67
	s	9	7	9	14	5	8	8	8	9	11	13	12	10	5	16
	min	23	36	50	27	43	53	26	36	55	24	40	76	26	47	38
	max	50	63	87	67	59	86	50	59	88	53	67	112	48	57	92

Taulukko 88b (jatkoa).

Suure	Tunnus-luku	Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Kasvupaikkaluokka Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka														
		2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Koivujen keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta, cm	$\bar{x}$	14,4	15,5	18,3	12,1	16,8	17,6	13,1	15,1	15,0	13,6	14,9	22,1	12,9	16,1	16,7
	s	2,2	1,5	1,5	1,1	1,8	1,9	1,3	2,0	1,4	1,8	1,6	2,3	0,5	2,0	2,2
	min	11,9	13,0	16,0	10,3	13,3	13,6	11,4	13,1	12,7	11,2	13,1	19,7	12,2	13,2	13,8
	max	18,1	17,4	21,9	13,4	19,0	21,4	14,9	19,0	17,6	16,4	16,2	25,8	13,4	18,4	21,8
Tukkia vähimmäismittavaatimuksin, m^3	$\bar{x}$	5	13	46	0	23	41	1	10	14	8	12	179	5	22	39
	s	9	6	24	0	17	29	4	17	25	10	14	53	6	12	29
	min	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	116	0	9	6
	max	28	22	110	0	52	101	11	44	96	21	27	255	13	40	116
Tukkia vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksin, m^3	$\bar{x}$	2	7	26	0	16	15	0	5	9	3	8	141	2	16	22
	s	3	6	21	0	13	21	0	8	20	6	10	43	4	1	21
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	6	0
	max	8	15	75	0	39	78	0	16	74	15	17	228	7	33	74
Tukkia vähimmäismittavaatimuksin, %	$\bar{x}$	5,3	15,4	33,6	0	18,2	30,4	1,8	10,0	13,0	9,2	10,8	71,1	8,6	22,7	30,2
	s	7,8	7,3	12,1	0	12,2	16,4	5,0	13,3	18,4	11,7	12,5	7,8	11,8	8,8	14,5
	min	0	0	14,6	0	0	0	0	0	0	0	0	59,7	0	12,7	6,9
	max	22,7	24,1	56,8	0	35,7	54,8	14,2	31,3	65,9	24,0	23,2	80,8	22,0	33,5	58,9
Tukkia vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksin, %	$\bar{x}$	1,4	8,0	19,0	0	12,9	10,6	0	4,4	8,1	3,8	7,8	57,1	2,6	15,1	16,5
	s	2,8	6,2	13,8	0	10,2	13,0	0	8,0	15,4	6,8	9,2	11,2	5,8	7,2	13,1
	min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,8	0	10,2	0
	max	6,4	15,2	43,4	0	30,4	44,8	0	19,8	51,2	17,1	17,9	71,4	13,1	27,6	37,7
Yhteensä, m^3	$\bar{x}$	70	89	131	42	112	123	55	76	82	68	90	248	50	98	117
	s	33	15	27	12	24	32	16	31	24	23	22	52	5	29	33
	min	38	62	88	27	67	65	34	49	0	41	70	191	4	63	69
	max	124	106	193	58	146	190	83	140	145	98	117	319	58	130	197

Koivujen koealoittaiset pohjapinta-alalla painotetut keskiläpimitat olivat eri kasvupaikkaluokissa B-aineistossa harvennusmetsiköissä 12,1-14,5 cm, varttuneissa kasvatusmetsiköissä 15,1-17,3 cm ja uudistuskypsissä metsiköissä 15,0-22,1 cm ja C-aineistossa samat, poikkeuksena varttuneiden kasvatusmetsiköiden hieman B-aineistoa pienemmät läpimitat, 14,9-16,8 cm. Harvennusmetsiköissä läpimitat olivat suurimmat ruohoisilla ja pienimmät mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla; näiden kasvupaikkaluokkien ero oli myös merkitsevä B-aineistossa (F=2,87, p=0,0380) ja suuntaa antava C-aineistossa (F=2,58, p=0,0555). Varttuneissa kasvatusmetsiköissä läpimitat olivat suurimmat mustikkaisilla-suursaraisilla ja pienimmät puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla, mutta kasvupaikkaluokan vaikutus ei ollut merkitsevä (F=1,72 ja 1,64, p=0,1700 ja 0,1865). Uudistuskypsissä metsiköissä läpimitat olivat selvästi suurimmat tuoreilla kankailla ja pienimmät puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Kasvupaikkaluokan vaikutus oli myös merkitsevä (F=25,83 ja 22,98, p=0,0001) kuten myös erot verrattaessa tuoreita kankaita muihin kasvupaikkoihin, ruohoisia turvemaita puolukkaisiin-piensaraisiin ja kuivahkoihin kankaisiin sekä mustikkaisia-suursaraisia turvemaita ja kuivahkoja kankaita puolukkaisiin-piensaraisiin turvemaihin.

Keski-ikä oli luonnollisesti kaikilla kasvupaikoilla sekä B-että C-aineistoissa merkitsevästi sitä korkeampi mitä varttuneempi oli kehitysluokka (df=18-39, F=10,14-38,94 ja 9,24-41,64, p=0,0001). Varttuneiden kasvatusmetsiköiden ja harvennusmetsiköiden ero oli kuitenkin merkitsevä vain ruohoisilla turvemailla. Myös keskiläpimitta oli sitä suurempi mitä varttuneempi oli kehitysluokka, B-aineistossa puolukkaisia-piensaraisilla turvemailla suuntaa antavasti mutta muilla kasvupaikoilla merkitsevästi (F=2,56 vs. 9,13-37,69, p=0,0944 vs. 0,0001-0,0013) ja C-aineistossa kaikilla kasvupaikoilla merkitsevästi (F=4,81-37,45, p=0,0001-0,0158). Ero ei ollut kuitenkaan merkitsevä varttuneiden kasvatusmetsiköiden ja harvennusmetsiköiden välillä viljavimmilla kasvupaikoilla, ruohoisilla turvemailla ja tuoreilla kankailla, ja uudistuskypsien metsiköiden ja varttuneiden kasvatusmetsiköiden välillä muilla kasvupaikoilla.

Harvennusmetsiköissä oli puutavaraa kasvupaikkaluokasta riippuen B-aineistossa 42-71 m^3/ha ja C-aineistossa 0-4 m^3/ha vähemmän. Puutavaraa oli sekä turve- että kivennäismailla luonnollisesti sitä enemmän mitä viljavampi oli kasvupaikka ja samalla viljavuustasolla turvemailla enemmän kuin kivennäismailla. Suhteellisen vähäpuustoiset mustikkaiset-suursaraiset turvemaat, joilla myös puuston keskiläpimitta oli pieni, poikkesivat yleissäännöstä. Tukkia oli sekä B- että C-aineistoissa vain ruohoisilla turvemailla ja tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla 2-3 m^3/ha (1-4 %) mutta pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen 1-8 m^3/ha (2-9 %) mustikkaisia-suursaraisia turvemaita lukuunottamatta kaikilla kasvupaikoilla.

Varttuneissa kasvatusmetsiköissä oli puutavaraa kasvupaikkaluokasta riippuen B-aineistossa 77-101 m^3/ha ja C-aineistossa 0-11 m^3/ha vähemmän. Kasvupaikan viljavuustason vaikutukset olivat samansuuntaiset kuin harvennusmetsiköissä, mutta samalla viljavuustasolla puutavaraa oli kivennäismailla enemmän kuin turvemailla. Mustikkaiset-suursaraiset turvemaat poikkesivat tässä tarkastelussa yleissäännöstä runsaspuustoisuudellaan, jolloin myös puuston keskiläpimitta oli suhteellisen suuri. Tukkia oli sekä B-että C-aineistoissa vain 5-16 m^3/ha (4-15 %) mutta pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen 4-7 m^3/ha (3-8 %-yksikköä) enemmän. Tukkia oli kummallakin tavalla määriteltynä mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla enemmän kuin muilla kasvupaikoilla, joten kasvupaikan viljavuustason vaikutukset olivat oletusten vastaisia ja

pääosin erisuuntaisia kuin kaiken puutavaran kertymässä mutta kuitenkin yhdenmukaisia keskiläpimittojen erojen kanssa.

Kasvupaikkaluokkien erot olivat suurimmat ja selvimmät uudistuskypsissä metsiköissä. Niissä oli puutavaraa B-aineistossa tuoreilla kankailla 248 m^3/ha mutta puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla vain 82 m^3/ha ja muilla kasvupaikoilla 120-138 m^3/ha ja C-aineistossa ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla 3-7 m^3/ha vähemmän. Puutavaraa oli sekä turve- että kivennäismailla säännöllisesti sitä enemmän mitä viljavampi oli kasvupaikka ja samalla viljavuustasolla kivennäismailla huomattavasti enemmän kuin turvemailla. Tukkia oli tuoreilla kankailla 141 m^3/ha (57 %) mutta puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla vain 9 m^3/ha (8 %) ja muilla kasvupaikoilla 15-26 m^3/ha (11-19 %). Pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen tukkia oli tuoreilla kankailla 38 m^3/ha, puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla 5 m^3/ha ja muilla kasvupaikoilla 17-26 m^3/ha enemmän, kun vastaava suhteellinen ero oli mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla 19 %-yksikköä, puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla 5 %-yksikköä ja muilla kasvupaikoilla 13-14 %-yksikköä.

Kovarianssianalyysissä, jossa ainespuiden runkoluku oli kovarianttina, kasvupaikka- ja kehitysluokka vaikuttivat merkitsevästi hieskoivuvaltaisen koealan koivupuutavaran tilavuuteen sekä B-aineistossa (df=157, F=14,50 ja 63,03, p=0,0001) että C-aineistossa (F=13,90 ja 61,25, p=0,0001). Myös runkoluku vaikutti molemmissa aineistoissa (F=4,03 ja 9,65, p=0,0465 ja 0,0023). Tukeyn testin mukaan koivupuutavaraa oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla vastaavasti vähemmän kuin muilla kasvupaikoilla.

Myös tukin tilavuus riippui sekä B- että C-aineistoissa merkitsevästi kasvupaikka- ja kehitysluokasta (F=15,97 ja 23,12, p=0,0001) ja myös runkoluvusta (F=11,27, p=0,0010). Tulokset olivat samansuuntaiset pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen sekä B-aineistossa (F=15,12, 37,11 ja 10,50, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0015) että C-aineistossa (F=15,15, 37,25 ja 10,59, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0014). Tukkia oli kummallakin tavalla määriteltynä tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin muilla kasvupaikoilla.

Myös tukkiosuus riippui merkitsevästi kasvupaikka- ja kehitysluokasta sekä B-aineistossa (F=10,60 ja 27,63, p=0,0001) että C-aineistossa (F=9,96 ja 27,14, p=0,0001) ja myös runkoluvusta (F=16,13 ja 13,12, p=0,0001). Tulokset olivat samansuuntaiset pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen sekä B-aineistossa (F=10,94, 54,72 ja 14,30, p=0,0001) että C-aineistossa (F=10,72, 55,10 ja 10,44, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0015). Tukkiosuus oli tuoreilla kankailla merkitsevästi suurempi kuin muilla kasvupaikoilla ja pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen vastaavasti tuoreilla kankailla suurempi kuin kaikilla turvemaiden kasvupaikoilla ja vastaavasti puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla pienempi kuin kaikilla muilla kasvupaikoilla.

3.2.2.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Taulukoissa 89a-b on esitetty turve- ja kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen koivujen tukin ja kaiken puutavaran tilavuudet hehtaarilla puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (B-aineisto) ja vastaavasti 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (C-aineisto) koivua kultakin koealalta. Runkoluvut vastaavat puuston tiheyttä 600 kpl/ha (luvut 2.2.1 ja 2.2.3).

Hiesvaltaisten turve- ja kivennäismaiden ja raudusvaltaisten kivennäismaiden koivujen koealoittaiset keski-iät olivat sekä B- että C-aineistoissa harvennusmetsiköissä 44, 39 ja 26 a, varttuneissa kasvatusmetsiköissä 52, 55 ja 48 a ja uudistuskypsissä metsiköissä 70, 77 ja 72 a. Erot olivat yksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan merkitseviä vain harvennusmetsiköissä, joissa puustot olivat Tukeyn testin mukaan hiesvaltaisilla turvemailla vanhempia kuin raudusvaltaisilla kivennäismailla (df=41, F=6,01 ja 5,63, p=0,0053 ja

Taulukko 89a. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen puutavaralajikertymät ja -rakenteet kasvupaikka-luokittain ja puuston kehitysluokittain suhteessa koivujen pohjapinta-alalla painotettuun keskimääräiseen ikään ja rinnankorkeusläpimittaan ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Suure	Tunnus-luku	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä: Hieskoivu, turvemaa			Hieskoivu, kivennäismaa			Rauduskoivu, kivennäismaa		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4
Koivujen keski-ikä, a	$\bar{x}$	44	52	70	39	55	77	26	48	72
	s	11	6	9	11	10	20	5	...	16
	min	25	32	50	24	40	38	20	44	36
	max	67	63	90	54	69	112	30	51	110
Koivujen keskimääräinen rinnankorkeus-läpimitta, cm	$\bar{x}$	13,4	16,4	17,4	13,4	15,9	18,7	11,5	20,2	20,8
	s	1,9	2,0	2,2	1,4	1,6	3,2	1,1	...	3,8
	min	10,3	13,1	12,7	11,3	13,2	13,8	10,5	18,9	11,9
	max	18,1	19,5	21,9	16,5	18,4	25,8	13,0	21,5	31,7
Tukkia vähimmäismitta-vaatimuksin, m^3	$\bar{x}$	2	17	35	7	18	88	0	111	141
	s	6	15	29	9	13	78	0	...	103
	min	0	0	0	0	0	6	0	94	0
	max	28	52	110	21	40	255	0	129	496
Tukkia vähimmäismitta- ja laatuvaati-muksin, m^3	$\bar{x}$	1	10	17	3	12	64	0	67	99
	s	2	11	22	5	10	65	0	..	92
	min	0	0	0	0	0	0	0	64	0
	max	8	39	78	14	33	228	0	71	427
Tukkia vähimmäismitta-vaatimuksin, %	$\bar{x}$	2,4	14,6	25,6	8,9	17,2	44,1	0	56,5	56,6
	s	5,6	10,7	17,2	11,2	11,6	23,8	0	...	20,0
	min	0	0	0	0	0	6,9	0	51,1	0
	max	22,7	34,5	65,9	24,0	33,5	80,8	0	62,0	89,8
Tukkia vähimmäismitta- ja laatuvaati-muksin, %	$\bar{x}$	0,5	8,6	12,4	3,3	11,7	30,6	0	34,6	38,4
	s	1,7	8,4	14,0	6,2	8,5	23,3	0	...	19,0
	min	0	0	0	0	0	0	0	30,7	0
	max	6,4	27,2	51,2	17,1	27,6	71,5	0	38,6	77,3
Yhteensä, m^3	$\bar{x}$	58	100	117	61	99	165	38	196	221
	s	25	29	35	19	23	73	11	...	100
	min	27	49	43	41	63	69	27	183	52
	max	124	151	193	100	130	319	52	209	553

0,0071; vrt. varttuneet kasvatusmetsiköt: df=39, F=1,23 ja 1,56, p=0,3029 ja 0,2239, ja uudistuskypsät metsiköt: df=101, F=2,33 ja 2,35, p=0,1025 ja 0,1004).

Hiesvaltaisten turve- ja kivennäismaiden ja raudusvaltaisten kivennäismaiden koivujen koealoittaiset keskimääräiset rinnankorkeusläpimitat olivat B-aineistossa harvennusmetsiköissä 13,4, 13,4 ja 11,5 cm, varttuneissa kasvatusmetsiköissä 16,4, 15,9 ja 22,2 cm ja uudistuskypsissä metsiköissä 17,4, 18,7 ja 20,8 cm. Harvennusmetsiköissä

Taulukko 89b. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen puutavaralajikertymät ja -rakenteet kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain suhteessa koivujen pohjapinta-alalla painotettuun keskimääräiseen ikään ja rinnankorkeusläpimittaan ottaen huomioon 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kultakin koealalta.

Suure	Tunnus-luku	Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä: Hieskoivu, turvemaa			Hieskoivu, kivennäismaa			Rauduskoivu, kivennäismaa		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4
Koivujen keski-ikä, a	$\bar{x}$	44	50	69	39	55	76	26	48	72
	s	11	6	9	11	9	21	5	..	16
	min	24	36	50	24	40	38	20	44	32
	max	67	63	89	53	67	112	30	51	110
Koivujen keskimääräinen rinnankorkeus-läpimitta, cm	$\bar{x}$	13,2	15,9	17,1	13,3	15,6	18,5	11,5	20,2	20,8
	s	1,8	1,8	2,1	1,4	1,9	3,4	1,1	...	3,8
	min	10,3	13,0	12,7	11,2	13,1	13,8	10,5	18,9	11,9
	max	18,1	19,0	21,8	16,4	18,4	25,8	13,0	21,5	31,7
Tukkia vähmmäismitta-vaatimuksin, m^3	$\bar{x}$	2	17	35	7	18	88	0	111	141
	s	6	15	29	9	13	78	0	...	103
	min	0	0	0	0	0	6	0	94	0
	max	28	52	110	21	40	255	0	129	496
Tukkia vähimmäis-mitta- ja laatu-vaatimuksin, m^3	$\bar{x}$	1	10	17	3	12	64	0	67	99
	s	2	11	22	5	10	65	0	...	92
	min	0	0	0	0	0	0	0	64	0
	max	8	39	78	15	33	228	0	71	427
Tukkia vähimmäismitta-vaatimuksin, %	$\bar{x}$	2,4	15,3	26,5	9,0	17,4	44,4	0	56,5	56,6
	s	5,6	11,2	17,7	11,2	11,7	23,4	0	...	20,0
	min	0	0	0	0	0	6,9	0	51,1	0
	max	22,7	35,7	65,9	24,0	33,5	80,8	0	62,0	89,8
Tukkia vähimmäis-mitta- ja laatu-vaatimuksin, %	$\bar{x}$	0,5	9,2	12,9	3,3	11,8	30,6	0	34,6	38,4
	s	1,7	8,9	14,5	6,2	8,5	23,2	0	...	19,0
	min	0	0	0	0	0	0	0	30,7	0
	max	6,4	30,4	51,2	17,1	27,6	71,4	0	38,6	77,3
Yhteensä, m^3	$\bar{x}$	56	95	114	61	94	162	38	196	221
	s	25	27	35	19	25	75	11	...	100
	min	27	49	43	41	63	69	27	183	52
	max	124	146	193	99	130	319	52	209	553

tarkasteltujen ryhmien erot olivat yksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan vain suuntaa antavia (df=41, F=2,18 ja 1,96, p=0,1263 ja 0,1497). Keskiläpimitta oli raudusvaltaisilla kivennäismailla merkitsevästi suurempi kuin hiesvaltaisilla turve- tai kivennäismailla varttuneissa kasvatusmetsiköissä (df=39, F=4,34 ja 5,45, p=0,0203 ja 0,0084) ja uudistuskypsissä metsiköissä (df=101, F=11,28 ja 13,20, p=0,0001).

Keski-ikä oli luonnollisesti kaikissa tarkastelluissa ryhmissä sekä B-että C-aineistoissa merkitsevästi sitä korkeampi mitä varttuneempi oli kehitysluokka (df=25-113, F=17,08-90,09 ja 17,08-90,61, p=0,0001). Varttuneiden kasvatusmetsiköiden ja harvennusmetsiköiden ero oli kuitenkin merkitsevä vain hiesvaltaisilla turvemailla. Myös keskiläpimitta oli sitä suurempi mitä varttuneempi oli kehitysluokka (F=11,78-32,62 ja 11,78-34,13, p=0,0001). Ero ei ollut kuitenkaan merkitsevä varttuneiden kasvatusmetsiköiden ja harvennusmetsiköiden välillä hiesvaltaisilla kivennäismailla ja uudistuskypsien ja varttuneiden kasvatusmetsiköiden välillä raudusvaltaisilla kivennäismailla eikä B-aineistossa myöskään hiesvaltaisilla turvemailla.

Harvennusmetsiköissä oli puutavaraa B-aineistossa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 58 ja 61 m^3/ha mutta raudusvaltaisilla kivennäismailla vain 38 m^3/ha ja C-aineistossa hiesvaltaisilla turvemailla 2 m^3/ha vähemmän. Tukkia oli sekä B- että C-aineistoissa vain hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla, 1 ja 3 m^3/ha (0,5 ja 3 %), mutta pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen 2 ja 7 m^3/ha (2 ja 9 %).

Varttuneissa kasvatusmetsiköissä oli puutavaraa B-aineistossa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 100 ja 99 m^3/ha mutta raudusvaltaisilla kivennäismailla 196 m^3/ha ja C-aineistossa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 5 m^3/ha vähemmän. Tukkia oli sekä B-että C-aineistoissa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 10 ja 12 m^3/ha (9 ja 12 %) mutta raudusvaltaisilla kivennäismailla 67 m^3/ha (35 %) mutta vain tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen vastaavasti 7 ja 6 m^3/ha (6 %-yksikköä) ja 44 m^3/ha (21 %-yksikköä) enemmän.

Uudistuskypsissä metsiköissä oli puutavaraa B-aineistossa hiesvaltaisilla turvemailla 117 m^3/ha, hiesvaltaisilla kivennäismailla 165 m^3/ha ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 221 m^3/ha ja C-aineistossa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 3 m^3/ha vähemmän. Tukkia oli sekä B-että C-aineistoissa hiesvaltaisilla turvemailla vain 17 m^3/ha (12 %) mutta hiesvaltaisilla kivennäismailla 64 m^3/ha (31 %) ja erityisesti raudusvaltaisilla kivennäismailla 99 m^3/ha (38 %). Pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen tukkia oli vastaavasti hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 18 ja 24 m^3/ha (13 %-yksikköä) raudusvaltaisilla kivennäismailla 43 m^3/ha (18 %-yksikköä) enemmän.

Kovarianssianalyysissä, jossa ainespuiden runkoluku oli kovarianttina, valtakoivulajin ja kasvupaikkaryhmän määrittelemä vertailuryhmä ja kehitysluokka vaikuttivat merkitsevästi koealan koivupuutavaran tilavuuteen sekä B-aineistossa (df=183, F=33,78 ja 40,37, p=0,0001) että C-aineistossa (F=36,98 ja 39,75, p=0,0001). Runkoluvun vaikutus oli B-aineistossa suuntaa antava (F=3,15, p=0,0775) ja C-aineistossa merkitsevä (F=6,49, p=0,0117).

Myös tukin tilavuus riippui sekä B- että C-aineistoissa vertailuryhmästä ja kehitysluokasta (F=31,78 ja 13,25, p=0,0001) ja myös runkoluvun vaikutus oli merkitsevä (F=8,29, p=0,0045). Tulokset olivat samansuuntaiset pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen sekä B-aineistossa (F=40,36, 22,18 ja 8,28, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0045) että C-aineistossa (F=40,44, 22,23 ja 8,32, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0044).

Myös tukkiosuus riippui vertailuryhmästä ja kehitysluokasta B-aineistossa (F=34,02 ja 27,83, p=0,0001) ja C-aineistossa (F=31,28 ja 27,55, p=0,0001) ja myös runkoluvun vaikutus oli merkitsevä kummassakin aineistossa (F=13,54 ja 11,01, p=0,0003 ja 0,0011). Tulokset olivat samansuuntaiset pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen sekä B-aineistossa (F=40,34, 53,35 ja 11,40, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0009) että C-aineistossa (F=37,32, 53,68 ja 8,25, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0046).

Tukeyn testien mukaan raudusvaltaisilla kivennäismailla oli kaikin em. tavoin tarkastellen merkitsevästi enemmän sekä koivupuutavaraa että tukkia ja tukkiosuus oli merkitsevästi suurempi kuin hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla ja hiesvaltaisten kivennäismaiden ja turvemaiden suhteet olivat samansuuntaiset..

3.2.3 Kantoraha-arvo

3.2.3.1 Hieskoivu

Taulukossa 90 on esitetty hieskoivuvaltaisten koealojen koivutukin ja kuitupuun sekä kaiken puutavaran kantoraha-arvot hehtaarilla kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (B-aineisto) ja vastaavasti 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (C-aineisto) koivua kultakin koealalta. Runkoluvut vastaavat puuston tiheyttä 600 kpl/ha (luvut 2.2.1 ja 2.2.3).

Harvennusmetsiköiden koivupuutavaran arvo oli Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen kantohinnoilla kasvupaikkaluokasta riippuen B-aineistossa 3280-5680 mk/ha. Sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia se kohosi mustikkaisia-suurasaraisia turvemaita lukuunottamatta 160-560 mk/ha eli 3-9 % ja hinnoiteltaessa kaikki puutavara kuitupuuna vastaavasti aleni mustikkaisia-suursaraisia ja puolukkaisia-piensaraisia turvemaita lukuunottamatta 160-350 mk/ha eli 3-6 %. Puutavaran arvo oli sekä turve- että kivennäismailla luonnollisesti sitä korkeampi mitä viljavampi oli kasvupaikka ja samalla viljavuustasolla turvemailla hieman korkeampi kuin kivennäismailla. Suhteellisen vähäpuustoiset mustikkaiset-suursaraiset turvemaat poikkesivat tästä yleissäännöstä. Tukin mitta- ja laatuvaatimusten soveltaminen vaikutti puutavaran arvoon sitä enemmän mitä korkeampi oli lähtötaso eli eniten tuoreilla kankailla ja ruohoisilla turvemailla. Tukkeja oli vähän vain tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla ja ruohoisilla turvemailla ja niiden arvo oli vain 280-600 mk/ha eli 5-11 % kaiken puutavaran arvosta. Pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia soveltaen tukkien arvo oli kuitenkin em. kasvupaikoilla 590-920 mk/ha ja osuus kaiken puutavaran arvosta 11-14 %-yksikköä korkeampi ja puolukkaisilla-piensaraisillakin turvemailla tukkien arvo oli 270 mk/ha eli 6 % kaiken puutavaran arvosta.

Koivupuutavaran arvo aleni C-aineistossa kuivahkoja kankaita lukuunottamatta pienemmän kuitupuun kertymän vuoksi 10-320 mk/ha eli 0,3-7 % B-aineistoon verrattuna, sitä enemmän mitä kuitupuuvaltaisempi kertymä oli. Kasvupaikkaluokkien suhteet olivat B- ja C-aineistoissa kuitenkin samansuuntaiset. Koko Etelä-Suomen kantohinnoilla koivupuutavaran arvo oli B-aineistossa 35-180 mk/ha eli 1-3 % korkeampi kuin Keski-Pohjanmaan kantohinnoilla. Koska kantohintataso on koko Etelä-Suomessa tukilla hyvin selvästi mutta kuitupuulla vain lievästi korkeampi kuin Keski-Pohjanmaalla (luku 2.2.3), puutavaran arvoerot olivat sitä suuremmat mitä tukkipuuvaltaisempi kertymä oli eli suurin tuoreilla kankailla ja pienin mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla.

Varttuneiden kasvatusmetsiköiden koivupuutavaran arvo oli Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen kantohinnoilla kasvupaikkaluokasta riippuen B-aineistossa 6400-10800 mk/ha. Sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia arvo kohosi 400-800 mk/ha eli 5-10 % ja hinnoiteltaessa kaikki puutavara kuitupuuna vastaavasti aleni 500-1700 mk/ha eli 8-18 %. Kasvupaikan viljavuustason vaikutukset olivat turvemailla samansuuntaiset kuin harvennusmetsiköissä, mutta samalla viljavuustasolla puutavaran arvo oli kivennäismailla korkeampi kuin turvemailla. Suhteellisen runsaspuustoiset mustikkaiset-suursaraiset turvemaat poikkesivat tästä yleissäännöstä. Tukin mitta- ja laatuvaatimusten soveltaminen vaikutti puutavaran arvoon sitä enemmän mitä korkeampi oli lähtötaso eli eniten mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla. Tukkien arvo oli 1300-2900 mk/ha eli 13-31 % kaiken puutavaran arvosta, mutta pelkkiä tukin

Taulukko 90. Hieskoivuvaltaisten koealojen koivupuutavaran kantoraha-arvot kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon kultakin koealalta 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (B-aineisto) tai tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua (C-aineisto). Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen (KP) ja koko Etelä-Suomen metsäkeskusten (ES) alueiden vuosien 1991-95 keskimääräiset kantohinnat.

Puutavaralaji ja tarkastelutapa		Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Kantoraha-arvo, mk/ha														
Tukit vähimmäis-mittavaatimuksin	B-KP	995	2447	8480	0	4308	7468	270	1890	2610	1520	2160	32809	866	4106	7176
	C-KP	996	2447	8480	0	4198	7468	270	1890	2610	1520	2160	32809	866	4106	7176
	B-ES	1205	2963	10267	0	5216	9042	327	2288	3160	1840	2615	45105	1048	4971	8688
	C-ES	1205	2963	10267	0	5083	9042	327	2288	3160	1840	2615	45105	1048	4971	8688
Kuitupuu vähimmäismitta-vaatimuksin	B-KP	5094	6413	7056	3275	7241	6573	4450	5124	5234	4643	6861	5323	3532	5832	6279
	C-KP	4983	5815	6560	3265	6898	6350	4129	5098	5197	4593	6051	5323	3532	5832	6019
	B-ES	5150	6483	7133	3310	7320	6644	4499	5180	5291	4694	6935	5381	3571	5896	6347
	C-ES	5038	5878	6631	3301	6973	6419	4174	5154	5253	4644	6117	5381	3571	5896	6085
Kaikki puutavara vähimmäismitta-vaatimuksin	B-KP	6090	8861	15536	3275	11550	14041	4720	7014	7844	6164	9021	38132	4398	9938	13454
	C-KP	5979	8262	15040	3265	11096	13818	4399	6988	7807	6113	8211	38132	4398	9938	13195
	B-ES	6356	9446	17400	3310	12537	15686	4825	7468	8451	6534	9551	45105	4619	10867	15035
	C-ES	6243	8841	16898	3301	12056	15461	4500	7442	8414	6484	8732	45105	4619	10867	14773
Tukit vähimmäis-mitta- ja laatu-vaatimuksin	B-KP	295	1275	4799	0	2973	2797	0	837	1734	599	1541	25955	277	2881	4070
	C-KP	295	1275	4799	0	2973	2797	0	837	1734	599	1541	25955	277	2881	4070
	B-ES	358	1543	5811	0	3599	3386	0	1013	2100	726	1865	31426	336	3489	4928
	C-ES	358	1543	5811	0	3599	3386	0	1013	2100	726	1865	31426	336	3489	4928
Kuitupuu vähimmäismitta- ja laatu-vaatimuksin	B-KP	5389	6906	8603	3275	7803	8536	4564	5566	5602	5030	7121	8203	3780	6347	7584
	C-KP	5278	6308	8107	3265	7413	8313	4242	5541	5565	4980	6311	8203	3780	6347	7325
	B-ES	5448	6982	8697	3310	7888	8629	4613	5627	5663	5085	7199	8293	3821	6416	7667
	C-ES	5335	6376	8195	3301	7494	8403	4288	5601	5625	5035	6380	8293	3821	6416	7404

Taulukko 90 (jatkoa).

Puutavaralaji ja tarkastelutapa		Kasvupaikkaluokka: Ruohoinen turvemaa			Mustikkainen-suursarainen turvemaa			Puolukkainen-piensarainen turvemaa			Tuore kangas			Kuivahko kangas		
		Puuston kehitysluokka: 2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Kantoraha-arvo, mk/ha														
Kaikki puutavara vähimmäismitta- ja laatu-vaatimuksin	B-KP	5684	8181	13402	3275	10775	11333	4564	6403	7336	5630	8662	34159	4057	9228	11654
	C-KP	5573	7582	12906	3265	10386	11110	4242	6378	7299	5580	7852	34159	4057	9228	11395
	B-ES	5805	8525	14507	3310	11487	12015	4613	6640	7763	5811	9064	39718	4157	9904	12594
	C-ES	5693	7920	14006	3301	11093	11790	4288	6614	7726	5760	8245	39718	4157	9904	12332
Kaikki puutavara kuitupuuta	B-KP	5513	7442	10620	3275	9052	9712	4564	5918	6331	5282	7769	19113	3896	7558	9295
	C-KP	5402	6843	10124	3265	8663	9489	4242	5892	6294	5232	6959	19113	3896	7558	9035
	B-ES	5573	7523	10736	3310	9151	9817	4613	5983	6400	5340	7853	19321	3939	7640	9396
	C-ES	5461	6918	10234	3301	8757	9592	4288	5957	6362	5289	7035	19321	3939	7640	9134

vähimmäismittavaatimuksia soveltaen arvo kohosi kuitenkin 600-1300 mk/ha ja osuus kaiken puutavaran arvosta 6-14 %-yksikköä. Kummallakin tavalla määriteltynä kasvupaikan viljavuus ja kasvupaikkaryhmä vaikuttivat tukeilla arvoon ja arvo-osuuteen samansuuntaisesti kuin kaikella puutavaralla. Pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia soveltaen kasvupaikkaluokkien erot olivat kuitenkin pienemmät kuin ottaen huomioon myös vähimmäislaatuvaatimukset.

Koivupuutavaran arvo aleni C-aineistossa kuivahkoja kankaita lukuunottamatta pienemmän kuitupuun kertymän vuoksi 25-810 mk/ha eli 0,4-13 %-yksikköä B-aineistoon verrattuna, sitä enemmän mitä kuitupuuvaltaisempi kertymä oli. Kasvupaikkaluokkien suhteet olivat B- ja C-aineistoissa kuitenkin samansuuntaiset. Koko Etelä-Suomen kantohinnoilla koivupuutavaran arvo oli B-aineistossa 240-710 mk/ha eli 4-7 % korkeampi kuin Keski-Pohjanmaan kantohinnoilla. Puutavaran arvoerot olivat varttuneissa kasvatusmetsiköissä suuremmat kuin harvennusmetsiköissä ja näitä selvemmin sitä suuremmat mitä tukkipuuvaltaisempi kertymä oli eli suurimmat mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla ja pienimmät puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla.

Uudistuskypsien metsiköiden koivupuutavaran arvo oli Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen kantohinnoilla B-aineistossa tuoreilla kankailla 34200 mk/ha mutta puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla vain 7300 mk/ha ja muilla kasvupaikoilla 11300-13400 mk/ha. Sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia arvo kohosi tuoreilla kankailla näihin lukuihin verrattuna 4000 mk/ha eli 12 %, puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla 500 mk/ha eli 7 % ja muilla kasvupaikoilla 1900-2700 mk/ha eli 14-24 %. Hinnoiteltaessa kaikki puutavara kuitupuuna arvo vastaavasti aleni tuoreilla kankailla 15100 mk/ha eli 46 %, puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla 1500 mk/ha eli 19 % ja muilla kasvupaikoilla 4200-4900 mk/ha eli 31-32 %. Puutavaran arvo oli sekä turve- että kivennäismailla säännönmukaisesti sitä suurempi mitä viljavampi oli kasvupaikka ja samalla viljavuustasolla kivennäismailla huomattavasti suurempi kuin turvemailla. Tukkien arvo oli tuoreilla kankailla 26000 mk/ha eli 76 % kaiken puutavaran arvosta, mutta vastaavat arvot ja osuudet olivat puolukkaisilla-piensaraisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla vain 1700 ja 2800 mk/ha eli 24 % ja ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla 4800 ja 4100 mk/ha eli 35 %. Pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia soveltaen arvo kohosi tuoreilla kankailla 6900 mk/ha, puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla 900 mk/ha ja muilla kasvupaikoilla 3100-4700 mk/ha ja osuus kaiken puutavaran arvosta kohosi vastaavasti 26, 31 ja 76-167 %-yksikköä. Kummallakin tavalla määriteltynä kasvupaikan viljavuus ja kasvupaikkaryhmä vaikuttivat tukeilla arvoon ja arvo-osuuteen samansuuntaisesti kuin kaikella puutavaralla.

Koivupuutavaran arvo aleni C-aineistossa pienemmän kuitupuun kertymän vuoksi tuoreita kankaita lukuunottamatta 40-500 mk/ha eli 0,5-4 %-yksikköä B-aineistoon verrattuna, sitä enemmän mitä kuitupuuvaltaisempi kertymä oli. Kasvupaikkaluokkien suhteet olivat B- ja C-aineistoissa kuitenkin samansuuntaiset mutta absoluuttiset erot turvemailla C-aineistossa hieman B-aineistoa suuremmat. Koko Etelä-Suomen kantohinnoilla laskettuna koivupuutavaran arvo oli B-aineistossa tuoreilla kankailla 5600 mk/ha eli 16 %, mustikkaisilla-suursaraisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla 700 ja 400 mk/ha eli 6 % ja ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla 1100 ja 900 mk/ha eli 8 % korkeampi kuin Keski-Pohjanmaan kantohinnoilla laskettuna. Puutavaran arvoerot olivat siis uudistuskypsissä metsiköissä huomattavasti suuremmat kuin muissa kehitysluokissa ja myös näitä selvemmin sitä suuremmat mitä tukkipuuvaltaisempi kertymä oli.

Kovarianssianalyysissä, jossa ainespuiden runkoluku oli kovarianttina, kasvupaikka- ja kehitysluokka vaikuttivat Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen kantohinnoilla laskettuna merkitsevästi hieskoivuvaltaisen koealan koivupuutavaran arvoon sekä B-aineistossa (df=157, F=16,16 ja 63,03, p=0,0001) että C-aineistossa (F=16,06 ja 44,26, p=0,0001). Myös runkoluku vaikutti molemmissa aineistoissa (F=8,16 ja 11,77, p=0,0049 ja 0,0008). Tukeyn testin mukaan puutavaran arvo oli tuoreilla kankailla merkitsevästi korkeampi kuin muilla kasvupaikoilla ja lisäksi ruohoisilla turvemailla korkeampi kuin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia tutkitut tekijät vaikuttivat samansuuntaisesti kuin edellä sekä B-aineistossa (F=15,25, 49,61 ja 7,67, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0063) että C-aineistossa (15,10, 49,04 ja 10,71, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0003). Näin oli myös hinnoiteltaessa kaikki puutavara kuitupuuna sekä B-aineistossa (F=14,50, 63,03 ja 4,03, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0465) että C-aineistossa (13,90, 61,25 ja 9,65, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0023). Kasvupaikkaluokkien merkitsevät erot olivat molemmissa tapauksissa samat kuin edellä lisättynä mustikkaisten-suursarsaisten puolukkaisia-piensaraisia turvemaita korkeammalla puutavaran arvolla.

Tukkien arvo riippui merkitsevästi kasvupaikka- ja kehitysluokasta sekä B-että C-aineistoissa (df=157, F=15,97 ja 23,12, p=0,0001) ja myös runkoluku vaikutti (F=11,27 ja 11,77, p=0,0010 ja 0,0008). Sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia tutkitut tekijät vaikuttivat samansuuntaisesti kuin edellä sekä B-aineistossa (F=15,12, 37,11 ja 10,50, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0015) että C-aineistossa (15,15, 37,25 ja 10,59, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0014). Tukkien arvo oli kummallakin tavalla määriteltynä tuoreilla kankailla merkitsevästi korkeampi kuin muilla kasvupaikoilla. Tukkien arvon osuus kaiken puutavaran arvosta riippui merkitsevästi kasvupaikka- ja kehitysluokasta ja runkoluvusta sekä B-aineistossa (F=8,49, 29,07 ja 16,42, p=0,0001) että C-aineistossa (F=8,13, 28,57 ja 13,57, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0003). Tukkien arvo-osuus oli tuoreilla kankailla merkitsevästi suurempi kuin turvemaiden kasvupaikoilla ja lisäksi kuivahkoilla kankailla ja ruohoisilla turvemailla suurempi kuin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia tutkitut tekijät vaikuttivat samansuuntaisesti kuin edellä sekä B-aineistossa (F=10,08, 58,51 ja 11,96, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0007) että C-aineistossa (10,19, 58,77 ja 8,63, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0038). Tällöin tukkien arvo-osuus oli puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla merkitsevästi pienempi kuin kaikilla muilla kasvupaikoilla.

Kovarianssianalyysien tulokset olivat koko Etelä-Suomen kantohinnoilla tukkien arvon ja myös kaiken puutavaran kuitupuuna hinnoitteluarvon osalta luonnollisesti täsmälleen samat kuin Keski-Pohjanmaan kantohinnoilla. Tutkittujen tekijöiden vaikutuksen ja kasvupaikkaluokkien erojen merkitsevyydet olivat tällöin samat myös kaiken koivupuutavaran osalta, joskin tunnuslukujen arvoissa oli pieniä eroja.

3.2.3.2 Hieskoivun vertailu rauduskoivuun

Taulukossa 91 on esitetty turve- ja kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuvaltaisten koealojen koivutukin ja kuitupuun sekä kaiken puutavaran kantoraha-arvot hehtaarilla kasvupaikkaluokittain ja puuston kehitysluokittain ottaen huomioon 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (B-aineisto) ja vastaavasti 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (C-aineisto) koivua kultakin koealalta. Runkoluvut vastaavat puuston tiheyttä 600 kpl/ha (luvut 2.2.1 ja 2.2.3).

Harvennusmetsiköissä koivupuutavaran arvo oli Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen kantohinnoilla B-aineistossa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 4500 ja 5000 mk/ha mutta raudusvaltaisilla kivennäismailla vain 2900 mk/ha. Arvo kohosi hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 190 ja 450 mk/ha eli 4 ja 8 % sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia ja vastaavasti aleni 60 ja 280 mk/ha eli 1 ja 5 % hinnoiteltaessa kaikki puutavara kuitupuuna. Tukin mitta- ja laatuvaatimusten soveltaminen vaikutti puutavaran arvoon vain näissä ryhmissä, koska vain niissä oli tukkia, vastaavalta arvoltaan 100 ja 470 mk/ha ja arvo-osuudeltaan 2 ja 9 %. Pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia sovellettaessa tukkien arvo kasvoi tasolle 430 ja 780 mk/ha eli kolminkertaistui hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla.

Koivupuutavaran arvo aleni C-aineistossa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla pienemmän kuitupuun kertymän vuoksi 140 ja 30 mk/ha eli 3 ja 0,6 %, mutta raudusvaltaisilla kivennäismailla arvo pysyi samana B-aineistoon verrattuna. Aineisto ei vaikuttanut tarkasteltujen ryhmien suhteisiin. Koko Etelä-Suomen kantohinnoilla koivupuutavaran arvo oli B-aineistossa hiesvaltaisilla kivennäismailla 150 mk/ha eli 3 % ja hiesvaltaisilla

Taulukko 91. Hies- ja rauduskoivuvaltaisten turve- ja kivennäismaiden koealojen koivupuutavaran kantoraha-arvot puuston kehitysluokittain ottaen huomioon kultakin koealalta 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta (B-aineisto) tai tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta ja rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua (C-aineisto). Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen (KP) ja koko Etelä-Suomen metsäkeskusten (ES) alueiden vuosien 1991-95 keskimääräiset kantohinnat.

Puutavaralaji ja tarkastelutapa		Koivulaji ja kasvupaikkaryhmä								
		Hieskoivu, turvemaa			Hieskoivu, kivennäismaa			Rauduskoivu, kivennäismaa		
		Puuston kehitysluokka								
		2	3	4	2	3	4	2	3	4
		Kantoraha-arvo, mk/ha								
Tukit vähimmäis-	B-KP	428	3083	6428	1247	3241	16092	0	20473	25867
mittavaatimuksin	C-KP	428	3037	6428	1247	3241	16092	0	20473	25867
	B-ES	518	3733	7783	1510	3924	19483	0	24788	31318
	C-ES	518	3678	7783	1510	3924	19483	0	24788	31318
Kuitupuu	B-KP	4266	6445	6359	4181	6289	5946	2901	6525	6204
vähimmäis-	C-KP	4126	6090	6092	4151	5929	5777	2901	6525	6204
mittavaatimuksin	B-ES	4313	6515	6428	4226	6358	6011	2933	6596	6272
	C-ES	4171	6156	6159	4197	5994	5840	2933	6596	6272
Kaikki puutavara	B-KP	4694	9528	12787	5428	9530	22038	2901	26999	32071
vähimmäismitta-	C-KP	4553	9127	12521	5399	9170	21869	2901	26999	32071
vaatimuksin	B-ES	4831	10248	14211	5736	10281	25494	2933	31385	37590
	C-ES	4688	9834	13942	5707	9918	25333	2933	31385	37590
Tukit vähimmäis-	B-KP	103	1872	3203	465	2285	11682	0	12381	18252
mitta- ja laatu-	C-KP	102	1872	3203	465	2285	11682	0	12831	18252
vaatimuksin	B-ES	124	2266	3879	563	2767	14144	0	14990	22099
	C-ES	124	2266	3879	563	2767	14144	0	14990	22099
Kuitupuu	B-KP	4403	6954	7714	4509	6691	7800	2901	9927	9405
vähimmäis-	C-KP	4262	6580	7448	4480	6331	7630	2901	9927	9405
mitta- ja laatu-	B-ES	4451	7030	7798	4558	6764	7884	2933	10035	9507
vaatimuksin	C-ES	4309	6652	7529	4529	6400	7713	2933	10035	9507
Kaikki puutavara	B-KP	4505	8826	10918	4975	8976	19482	2901	22038	27657
vähimmäismitta-	C-KP	4365	8452	10651	4945	8617	19313	2901	22038	27657
ja- laatu	B-ES	4575	9295	11677	5122	9531	22029	2933	25025	31606
vaatimuksin	C-ES	4433	8918	11407	5092	9167	21858	2933	25025	31606
Kaikki puutavara	B-KP	4446	7741	9061	4705	7651	12710	2901	15131	17077
kuitupuuta	C-KP	4305	7367	8794	4676	7292	12541	2901	15131	17077
	B-ES	4494	7825	9159	4756	7735	12848	2933	15295	17262
	C-ES	4352	7447	8890	4727	7371	12677	2933	15295	17262

turvemailla ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 60 ja 30 mk/ha eli yhden prosentin korkeampi kuin Keski-Pohjanmaan kantohinnoilla.

Varttuneissa kasvatusmetsiköissä koivupuutavaran arvo oli Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen kantohinnoilla B-aineistossa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 8800 ja 9000 mk/ha mutta raudusvaltaisilla kivennäismailla 22000 mk/ha. Arvo oli kohosi hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 700 ja 550 mk/ha eli 8 ja 6 % ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 5000 mk/ha eli 23 % sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia ja vastaavasti aleni 1100, 1300 ja 6900 mk/ha eli 12, 14 ja 31 % hinnoiteltaessa kaikki puutavara kuitupuuna. Tukkien arvo oli hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 1900 ja 2300 mk/ha ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 12400 mk/ha ja arvo-osuus vastaavissa ryhmissä 21, 26 ja 56 %. Pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia sovellettaessa tukkien arvo kasvoi hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 1200 ja 1000 mk/ha eli 65 ja 42 % ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 8100 mk/ha eli 65 %.

Koivupuutavaran arvo aleni C-aineistossa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla pienemmän kuitupuun kertymän vuoksi 400 mk/ha eli 4 %, mutta arvo pysyi raudusvaltaisilla kivennäismailla samana B-aineistoon verrattuna. Aineisto ei vaikuttanut tarkasteltujen ryhmien suhteisiin. Koko Etelä-Suomen kantohinnoilla koivupuutavaran arvo oli B-aineistossa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 500 ja 600 mk/ha eli 5 ja 6 % ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 3000 mk/ha eli 14 % korkeampi kuin Keski-Pohjanmaan kantohinnoilla.

Uudistuskypsissä metsiköissä koivupuutavaran arvo oli Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen kantohinnoilla B-aineistossa hiesvaltaisilla turvemailla 11000 mk/ha, hiesvaltaisilla kivennäismailla 19000 mk/ha ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 28000 mk/ha. Arvo kohosi vastaavasti 1900, 2600 ja 4400 mk/ha eli 17, 13 ja 16 % sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia ja aleni 1900, 6800 ja 10600 mk/ha eli 17, 35 ja 38 % hinnoiteltaessa kaikki puutavara kuitupuuna. Tukkien arvo oli hiesvaltaisilla turvemailla 3200 mk/ha mutta hiesvaltaisilla kivennäismailla 11700 mk/ha ja erityisesti raudusvaltaisilla kivennäismailla 18300 mk/ha ja arvo-osuus vastaavissa ryhmissä 29, 60 ja 66 %. Pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia sovellettaessa tukkien arvo kasvoi hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla 3200 ja 4400 mk/ha eli 101 ja 38 % ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 7600 mk/ha eli 42 %.

Koivupuutavaran arvo aleni C-aineistossa hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla pienemmän kuitupuun kertymän vuoksi 270 ja 170 mk/ha eli 2 ja 1 % mutta pysyi raudusvaltaisilla kivennäismailla samana B-aineistoon verrattuna. Aineisto ei vaikuttanut tarkasteltujen ryhmien suhteisiin. Koko Etelä-Suomen kantohinnoilla laskettuna koivupuutavaran arvo oli B-aineistossa hiesvaltaisilla turvemailla 800 mk/ha eli 7 % ja hies- ja raudusvaltaisilla kivennäismailla 2500 ja 3900 mk/ha eli 13 ja 14 % korkeampi kuin Keski-Pohjanmaan kantohinnoilla laskettuna.

Kovarianssianalyysissä, jossa ainespuiden runkoluku oli kovarianttina, valtakoivulajin ja kasvupaikkaryhmän määrittelemä vertailuryhmä ja kehitysluokka vaikuttivat Keski-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen kantohinnoilla laskettuna merkitsevästi kocalan koivupuutavaran arvoon sekä B-aineistossa (df=183, F=34,75 ja 25,70, p=0,0001) että C-aineistossa (F=36,98 ja 39,75, p=0,0001). Myös runkoluvun vaikutus oli merkitsevä molemmissa aineistoissa (F=5,91 ja 7,90, p=0,0161 ja 0,0055). Sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia tutkitut tekijät vaikuttivat samansuuntaisesti kuin edellä sekä B-aineistossa (F=38,37, 29,85 ja 5,91, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0161) että C-aineistossa (39,88, 29,66 ja 7,69, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0061). Hinnoiteltaessa kaikki puutavara kuitupuuna vertailuryhmä ja kehitysluokka vaikuttivat edelleen merkitsevästi sekä B-aineistossa (F=33,78 ja 40,37, p=0,0001) että C-aineistossa (36,98, 39,75, p=0,0001), mutta runkoluvun vaikutus oli B-aineistossa suuntaa antava (F=3,15, p=0,0775) ja C-aineistossa merkitsevä (F=6,49, p=0,0117).

Tukkien arvo riippui merkitsevästi vertailuryhmästä ja kehitysluokasta sekä B- että C-aineistoissa (F=31,78 ja 13,25, p=0,0001) ja myös runkoluvusta (F=8,29, p=0,0045). Sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia tutkitut tekijät vaikuttivat samansuuntaisesti kuin edellä sekä B-aineistossa (F=40,36, 22,18 ja 8,28, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0045) että C-aineistossa (40,44, 22,23 ja 8,32, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0044). Tukkien arvon osuus kaiken puutavaran arvosta riippui merkitsevästi vertailuryhmästä, kehitysluokasta ja runkoluvusta sekä B-aineistossa (F=32,28, 33,67 ja 13,19, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0004) että C-aineistossa (F=29,63, 33,17 ja 10,70, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0013). Sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia tutkitut tekijät vaikuttivat samansuuntaisesti kuin edellä sekä B-aineistossa (F=28,69, 62,61 ja 8,14, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0048) että C-aineistossa (26,53, 62,67 ja 5,56, p=0,0001, 0,0001 ja 0,0195).

Kovarianssianalyysien tulokset olivat tässäkin koko Etelä-Suomen kantohinnoilla tukkien arvon ja myös kaiken puutavaran kuitupuuna hinnoitteluarvon osalta luonnollisesti täsmälleen samat kuin Keski-Pohjanmaan kantohinnoilla. Tutkittujen tekijöiden vaikutuksen ja kasvupaikkaluokkien erojen merkitsevyydet olivat tällöin samat myös kaiken koivupuutavaran osalta, joskin tunnuslukujen arvoissa oli pieniä eroja.

Tukeyn testien mukaan sekä koivupuutavaran että tukkien arvo oli korkeampi ja tukkien arvo-osuus suurempi kaikissa tarkasteluissa raudusvaltaisilla kivennäismailla hiesvaltaisiin turve- ja kivennäismaihin verrattuna ja hiesvaltaisilla kivennäismailla turvemaihin verrattuna.

4 Tulosten tarkastelu

4.1 Tulosten luotettavuus ja yleistettävyys

4.1.1 Koeala-aineiston koko

Tutkimuksen koeala-aineisto oli sekä kokonaisuutena että eri ikä- ja kehitysluokissa riittävän laaja hieskoivun ulkoisen laadun ja sen vaihtelun tarkasteluun empiirisen aineiston keruun kohteena olleella alueella, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla (taulukko 7). Koealojen lukumäärällinen tavoite saavutettiin tai ylitettiin kymmenessä kasvupaikka- ja kehitysluokan mukaisessa ositteessa ja alitettiin viidessä ositteessa. Erityisesti päähuomion kohteena olleiden uudistuskypsien metsiköiden koeala-aineisto oli suuri. Aineisto kattoi myös kaikki alueelle tyypilliset hieskoivun kasvupaikat. Puutteena oli koivun kasvatuksen kannalta otollisimpien lehtomaisten kankaiden puuttuminen, koska niitä ei löydetty riittävästi kohtuullisin ponnisteluin ja kustannuksin.

Aineiston maantieteellisellä rajoittuneisuudella ja parhaimpien kasvupaikkojen puuttumisella on merkitystä tulosten soveltamisessa muualla Suomessa, erityisesti vanerikoivun pääkasvatusalueilla itäisessä ja keskisessä Suomessa. Kirjallisuustietojen mukaan (Lehonkoski 1949, Heiskanen 1957, Koivisto 1966, 1968, Raulo 1981, Kohmo 1984, Ekström 1987) hieskoivun laatu vaihtelisi kuitenkin alueittain rauduskoivua vähemmän. Lisäksi luvussa 4.2.3 esitetyt vertailut osoittivat erityisesti hieskoivujen kuten pääosin myös rauduskoivujen vastanneen Pohjanmaalla varsin hyvin Suomen koko eteläosan keskimääräisiä hies- ja rauduskoivuja ainakin järeyden ja osin myös oksikkuuden suhteen, jotka ovat vanerikoivun oleellisimpia laatutekijöitä. Lahoisuus ja poikkeamat rungon suoruudesta näyttivät sitä vastoin olevan Pohjanmaalla yleisempiä vikoja kuin eteläisessä Suomessa.

Hies- ja rauduskoivikoiden vertailun kannalta rauduskoivuvaltaisten koealojen aineisto oli suppea harvennusmetsiköissä ja varttuneissa kasvatusmetsiköissä. Kivennäismaiden uudistuskypsissä metsiköissä se oli sen sijaan vertailukelpoinen kooltaan hieskoivuvaltaisten koealojen kanssa. Lehtomaisten kankaiden puuttuminen aineistosta vaikuttaa olennaisesti rauduskoivikoiden laadun vaihtelun arviointiin. Tämä ei kuitenkaan ollut tämän tutkimuksen tavoitteena, vaan pyrkimyksenä oli vertailla koivulajeja viljavuudeltaan samanarvoisilla kasvupaikoilla. Kivennäismailla raudusvaltaiset metsiköt painottuivat tuoreille kankaille ja hiesvaltaiset metsiköt kuivahkoille kankaille. Kirjoittajan näkemyksen mukaan kuivahkot kankaat olivat tässä tutkimuksessa viljavuudeltaan ko. kasvupaikkaluokan paremmasta päästä, mikä parantaa mahdollisuuksia vertailla kivennäismaiden hies- ja rauduskoivikoita kokonaisuutena. Yleistettävät johtopäätökset hies- ja rauduskoivun laadullisista suhteista edellyttävät kuitenkin vertailuja muidenkin tutkimusten perusteella tämän tutkimuksen rauduskoivuaineiston rajoittuneisuuden vuoksi.

Koeala-aineiston jakauma oli valtakoivulajin suhteen sekä turve- että kivennäismailla yhdenmukainen 8. VMI:n tutkimusalueen koivikoista antamaan verrattuna (taulukko 7). Aineiston keruun tavoitteiden seurauksena koealat painottuivat kuitenkin vanhoihin ja järeisiin koivikoihin, kun enemmistö varsinkin hieskoivikoista on nykyisin nuoria harvennusmetsiköitä.

Tämän tutkimuksen koeala-aineiston kokoa on mielekästä arvostella lähinnä Heiskasen (1957) tähän asti laajimpaan ja kattavimpaan hies- ja rauduskoivun laatua koskevaan tutkimukseen verrattuna, joka on myös tämän tutkimuksen tulosten ensisijainen vertailukohta. Heiskasen Suomen etelä- ja itäosista keräämä aineisto, joka käsitti yhden koealan kustakin 171 metsiköstä, oli kokonaisuutena yhtä suuri mutta painottui selvästi vähemmän turvemaille (36 %) ja enemmän kivennäismailla (64 %) kuin tämän tutkimuksen aineisto. Lisäksi Heiskasen aineisto painottui kivennäismailla tätä tutkimusta viljavammille kasvupaikoille (lehtomaiset kankaat 32 %, tuoreet kankaat 68 %), joten kivennäismailla tuloksia on mielekästä vertailla lähinnä tuoreilla kankailla.

Koivua sisältävien Etelä-Suomen kivennäismaiden sekametsiköiden kasvu- ja tuotostutkimukset, joissa laatueroista on esitetty epäsuoria tuloksia tukkivähennyksen avulla, ovat perustuneet jonkin verran tätä tutkimusta pienempiin aineistoihin. Esim. Mielikäisellä oli mänty-koivusekametsiköiden tutkimuksessa (1980) 117 metsikköä, joista 90 kpl mänty-rauduskoivu- ja 27 kpl mänty-hieskoivusekametsiköitä, ja kuusi-koivusekametsiköiden tutkimuksessa (1985) 65 koealaa. Pohjanmaan suokoivikoiden kasvu- ja tuotostutkimukset, joissa on otettu kantaa vanerikoivun tuotokseen, ovat perustuneet laadun vaihtelu huomioon ottaen suhteellisin pieniin ja vain nuoria ja keski-ikäisiä metsiköitä käsittäneisiin aineistoihin, mm. Niemistöllä (1991) kahdeksaan kestokokeeseen viljavilla turvemailla ja Saramäellä (1977) 40 turvemaiden ja 11 kivennäismaiden hieskoivikkoon ja 11 kivennäismaiden rauduskoivikkoon.

4.1.2 Koeala-aineiston laatu ja laadullinen edustavuus

Eri tutkimuksissa käytetyt koealojen otantamenetelmät vaikuttavat mahdollisuuksiin vertailla tuloksia. Tässä tutkimuksessa sovellettiin ositettua satunnaisotantaa, jossa osite määriteltiin kasvupaikkaluokan ja puuston kehitysluokan perusteella. Menetelmän vaatimukset täyttyivät osapuilleen, koska metsiköt valikoituivat aineistoon pääosin satunnaisesti ja koealat sijoitettiin metsiköihin ei-systemaattisin, joskin subjektiivisin perustein. Koealojen puuston rakenne saattoi vaihdella huomattavasti yhden metsikön sisällä. Täten yhden metsikön koealat eivät olleet toistoja vaan pikemminkin erillisiä, erilaisia metsiköitä edustavia koealoja.

Erityisesti vesasyntyiset hieskoivut kasvavat metsiköissä usein omina ryhminään (Ferm 1983, 1990, Hynönen ja Saksa 1991). Tämä johti myös tässä tutkimuksessa koealojen sijoitteluun metsiköiden koivuvaltaisimpiin ja täten ei välttämättä edustavimpiin kohtiin. Toisaalta sekametsiköiden piirteet olivat tällöin mahdollisimman pienet. Aineiston keruussa käytetty koivuvaltaisuuden kriteeri, kahden kolmasosan vähimmäispohjapinta-alaosuus relaskooppikoealalla, johti silti siihen, että aineistossa oli puhtaiden koivikoiden lisäksi koivuvaltaisia sekametsiköitä vaihtelevassa määrin riippuen siitä, mille sivupuulajin osuuden tasolle sekametsikön raja halutaan asettaa (esim. Seppälä 1970, Walfridsson 1976, Mielikäinen 1980, 1985, Andersson 1982, Agestam 1985, Hägg 1988). Toisaalta relaskooppikoealalle tuli järeitä puita myös pystykoepuut ympyräkoealan ulkopuolelta, joka oli täten mahdollisesti koivuvaltaisempi kuin relaskooppikoeala, olettaen sijoittelu paikallisesti koivuvaltaisimpaan kohtaan.

Koealoja valittaessa noudatettiin mahdollisuuksien mukaan Heiskasen (1957) koealojen vähimmäisvaatimuksia (luku 2.1.1). Tavoitteena ollut koealojen puustojen vähintään tyydyttävä metsänhoidollinen tila saavutettiin suhteellisen hyvin. Määrämittahakkuista ei

ollut selviä merkkejä, kuten suuria, vanhoja kantoja tai heikkokuntoisia latvuksia harvapuustoisilla koealoilla. Maanomistajilla ei ollut myöskään tietoja tällaisista hakkuista. Lähinnä ruohoisten turvemaiden ja jossain määrin myös mustikkaisten-suursaraisten turvemaiden ja kuivahkojen kankaiden vanhoissa kehitysluokissa oli metsänhoidollisia puutteita korkean runkoluvun ja alhaisen keskiläpimitan perusteella. Valtapituuden ja pohjapinta-alan perusteella metsänhoidollinen taso ja latvuksen elinvoimaisuus olivat kuitenkin säilyneet keskimäärin hyvin. Yhdelläkään koealalla ei myöskään havaittu valtapuiden latvuksen selvää supistumista tai puuston luontaista itseharvenemista. - Koealojen vähintään tyydyttävästä metsänhoidollisesta tilasta huolimatta hyvällä metsänhoidolla voidaan epäilemättä päästä tässä tutkimuksessa saatuja parempiin tuloksiin koivun ja koivikoiden määrällisessä ja laadullisessa tuotoksessa.

Puuston ikä ja metsänhoidollinen tila eivät olleet vertailtavissa ositteissa aina samalla tasolla, vaikka tämä olisi ollut tärkeää koealatason tulosten vertailukelpoisuuden kannalta. Saman kehitysluokan koealojen koivuvaltapuiden iän keskiarvot poikkesivat kylläkin vain vähän toisistaan kasvupaikkaluokkien välillä. Merkittävä poikkeus olivat kivennäismaiden uudistuskypsät metsiköt, joiden hiesvaltaisilla koealoilla koivut olivat selvästi vanhempia, jopa yli-ikäisiä, raudusvaltaisiin koealoihin verrattuna. Koivujen ikä vaihteli täällä huomattavasti koealojen sisällä, joiden puustoja ei voida täten pitää täysin tasaikäisrakenteisina. Hiesvaltaiset koealat olivat myös runkoluvun perusteella tiheämpiä kuin raudusvaltaiset koealat. Kaikki nämä tekijät vaikeuttivat koealatason vertailua näiden ositteiden välillä.

Lannoitus kerran tai useammin ojituksen jälkeen on ollut vakiotoimenpide turvemaiden metsiköiden kasvatuksessa kaikissa metsänomistajaryhmissä 1930-luvulta lähtien (Lukkala 1931, Heikurainen 1980, ks. myös Seppälä 1970, Seppälä ja Keltikangas 1978, Paavilainen ja Tiihonen 1988). Lannoitus vaikuttaa puuntuotantomielessä ennen kaikkea kasvuun ja tätä kautta mahdollisesti myös laatuun. Läpimitan kasvun nopeutuminen ja sen painopisteen siirtyminen rungossa ylöspäin voivat vaikuttaa ulkoiseen laatuun lisäämällä järeyttä, pienentämällä kapenemista sekä nopeuttamalla karsiutuneiden oksien kyljestymistä ja korojen ja muiden pintavikojen umpeutumista (esim. Vuokila 1980). Myös oksien läpimitan kasvun nopeutuminen on mahdollista, mikä hidastaa niiden karsiutumista. Lannoituksen vaikutukset ovat koivulla pääpuulajeistamme kuitenkin selvästi pienimmät (Viro 1974, Rosvall 1980, Raulo 1981). Erityisesti turvemaiden hieskoivu reagoi lannoitukseen yleensä heikosti (Oikarinen ja Pyykkönen 1981, Moilanen 1985). Täten voidaan olettaa, että tässä tutkimuksessa turvemaiden koivikoiden lannoitusten vaikutukset mielenkiinnon kohteina olleisiin laadullisiin ominaisuuksiin olivat vähäiset.

Aineistossa oli mukana sekä 1930- että 1960-luvuilla ojitettujen turvemaiden koivikoita. Täten ainakin kaikki valtapuustoltaan vähintään 40-vuotiaat koivikot eli vanhimmat harvennuskoivikot ja kaikki varttuneet kasvatuskoivikot ja uudistuskypsät koivikot olivat syntyneet ennen ojitusta. Runkotasolla tällaisia olivat vastaavasti ainakin kaikki yli 30-vuotiaat koivut. Täten tutkimuksen tulokset koskevat lähes yksinomaan ennen ojitusta syntyneiden koivikoiden ja koivujen ominaisuuksia. Tuloksia ei siis voida soveltaa sellaisenaan ojitetuille turvemaille päätehakkuun jälkeen tai ojittamattomalle turvemaalle ojtuksen jälkeen syntyvän uuden koivusukupolven ominaisuuksien tai käyttökelpoisuuden arviointiin, ehkä nuorimpien harvennuskoivikoiden ja -koivujen tuloksia lukuunottamatta.

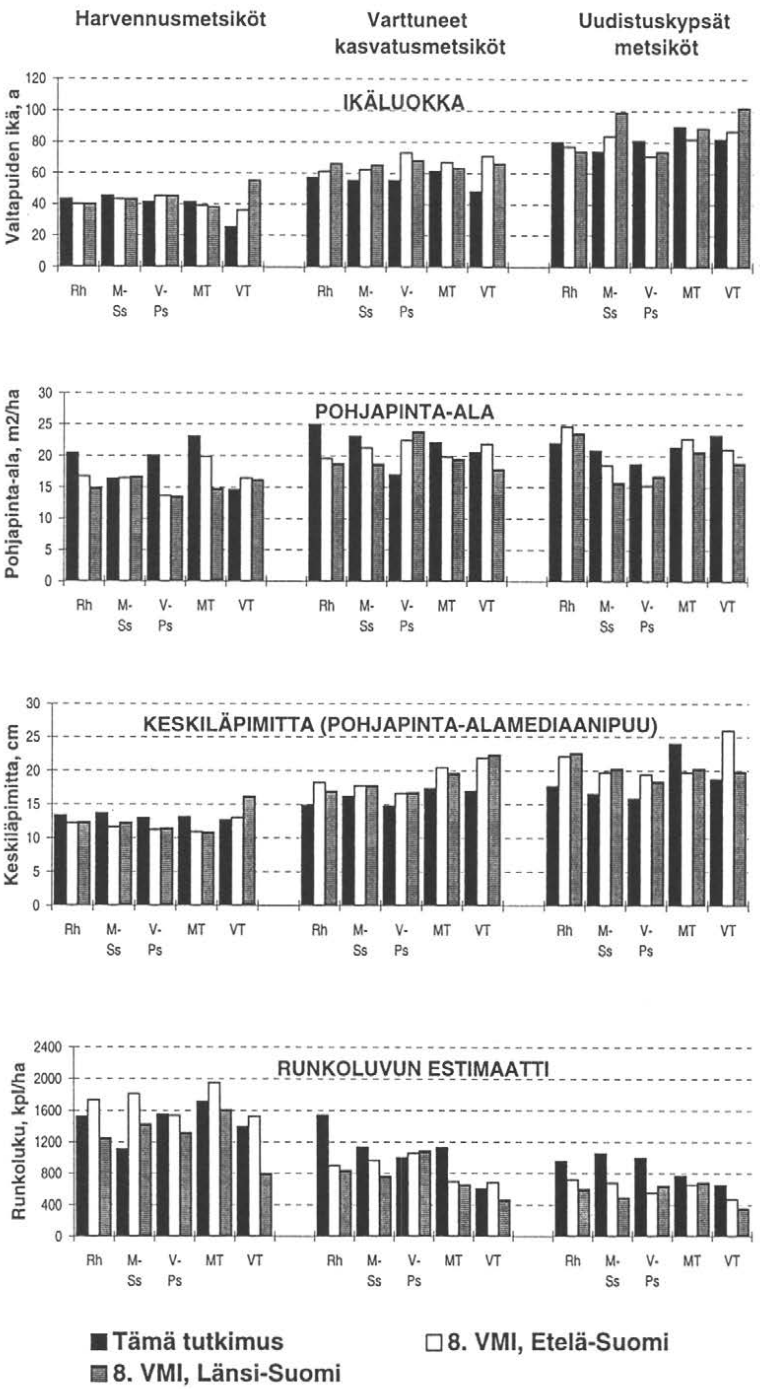
Heiskasella (1957) oli ensimmäisenä vaatimuksena, "että metsiköt olisivat hoidettuja tai ainakin useampaan kertaan metsänhoidolliset vähimmäisvaatimukset täyttävillä hakkuilla käsiteltyjä". Vaatimus oli täyttynyt nuorissa metsiköissä, mutta vanhoista ikäluokista oli ollut "vaikeaa löytää todella taimistovaiheesta alkaen hoidettuja koivikoita". Vanhoistakin metsiköistä oli kuitenkin hylätty "kaikki sellaiset, joiden käsittelyssä näytti käytetyn määrämittahakkuita tai harsintaa, siis metsiköt, joissa alkuperäinen vallitseva puusto ei enää näyttänyt olevan metsikköä muodostamassa". Toisena vaatimuksena "pyrittiin, mikäli mahdollista, puhtaisiin koivikoihin tai selvästi koivuvaltaisiin metsiköihin". Ojitetuilta soilta oli kuitenkin pitänyt ottaa koepuita myös sekametsiköistä, joissa männyn osuus oli lähes yhtä suuri kuin koivun. Periaatteessa sopivimmissa, hoidetuissa koivikoissa oli ollut vaikeutena valtapuiden ja osin myös vallittujen puiden pystykarsinta 1930-luvulla (ks. myös Heiskanen 1958). Tämä vaikutti luonnollisesti ainakin 40-60-vuotiaiden puiden oksikkuutta koskeneisiin tuloksiin, olettaen puiden olleen karsittaessa 20-40-vuotiaita.

Kokonaisuutena Heiskasen "näytealat" edustivat hänen mukaansa melko hyvin silloisia hakkuilla säännöllisesti käsiteltyjä koivikoita eteläisessä Suomessa. Kuitenkin koivun laadussa piti olla mahdollista päästä varsinkin kivennäismailla paljonkin esitettyjä parempiin tuloksiin "erittäin intensiivisin ja tarkoituksenmukaisin hoitotoimenpitein". Tätä päätelmää esitettäessä ei eroteltu hies- ja rauduskoivua. Ojitettujen soiden "näytealat" olivat olleet suurimmaksi osaksi intensiivisesti hoidettuja, mutta hoito ei ollut yleensä tähdännyt vanerikoivujen kasvattamiseen. Tämän tutkimuksen tavoin kaikki vanhat suokoivikot olivat syntyneet ennen ojitusta, mutta useat nuorista koivikoista olivat syntyneet ojituksen jälkeen.

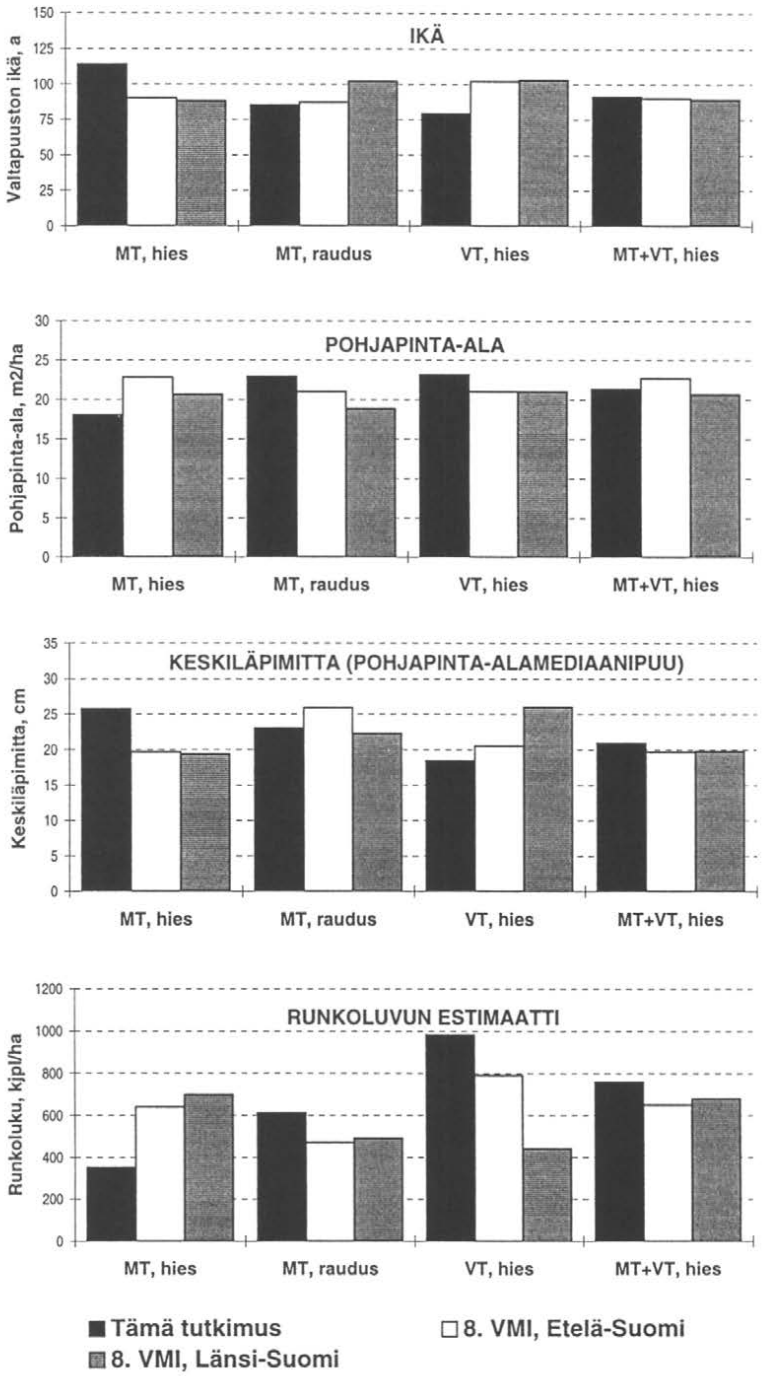
Kuvassa 106 on tarkasteltu tämän tutkimuksen koeala-aineiston edustavuutta metsänhoidollisen tilan perusteella vertailemalla eräitä puustotunnuksia kasvupaikka- ja kehitysluokittain 8. VMI:n koko Etelä-Suomen ja tämän tutkimuksen aluetta lähinnä vastaavan Länsi-Suomen (=Satakunnan, Etelä-Pohjanmaan, Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan metsäkeskusten alueet) koivuvaltaisiin koealoihin, joilla koivun osuus oli vähintään 70 % (Ahola 1994). VMI:n aineistossa oli runsaasti koealoja vain harvennusmetsiköistä; tässä tutkimuksessa uudistuskypsien metsiköiden koeala-aineisto oli suurempi kuin lähimpänä vertailukohtana pidettävässä Länsi-Suomen metsien inventoinnissa (taulukko 7).

Iältään koivupuusto oli tämän tutkimuksen harvennusmetsiköiden koealoilla samaa luokkaa kuin VMI:ssä, suhteellisen nuoripuustoisia raudusvaltaisia koealoja lukuunottamatta, mutta varsinkin varttuneiden kasvatusmetsiköiden ja useiden uudistuskypsien metsiköiden eri kasvupaikkaluokkien koealoilla selvästi nuorempaa. Hieskoivun vaneripuuna kasvatusta ajatellen tärkeimmissä kasvupaikkaluokissa, ruohoisilla turvemailla sekä tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla, hiesvaltaisten uudistuskypsien metsiköiden koealojen puusto oli tässä tutkimuksessa kuitenkin lievästi vanhempaa kuin VMI:ssä. Kehitysluokittain tarkastellen Länsi-Suomen koivupuusto on VMI:n mukaan pääosin vanhempaa kuin koko Etelä-Suomen koivupuusto. Täten tämän tutkimuksen koealojen puustojen iät poikkesivat Länsi-Suomen VMI:n aineistosta enemmän kuin koko Etelä-Suomen VMI:n aineistosta.

Koealojen keskimääräisten pohjapinta-alojen perusteella koivupuusto oli tässä tutkimuksessa, varsinkin ikäerot huomioonottaen, järeämpää kuin VMI:ssä ruohoisten turvemaiden uudistuskypsien metsiköiden koealoja lukuunottamatta. Pohjapinta-alamediaanipuun keskiläpimitta oli tämän tutkimuksen koealoilla kuitenkin, harvennusmetsiköiden ja hiesvaltaisten kankaiden uudistuskypsiä koealoja lukuunottamatta, selvästi pienempi kuin



Kuva 106. Tämän tutkimuksen koealojen valtapuiden ikä sekä puuston pohjapinta-ala, pohjapinta-alamedaanipuun keskiläpimitta ja estimoitu runkoluku kehitys- ja kasvupaikkaluokan ja vallitsevan koivulajin mukaan. Vertalukohtana on 8. VMI:n koko Etelä-Suomen ja Länsi-Suomen (=Satakunnan, Etelä-Pohjanmaan, Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan metsäkeskusten alueet) koivuvaltaisten koealojen aineisto (koivun osuus vähintään 70 %). Hieskoivu on vallitseva koivulaji turvemaiden kasvupaikoilla.

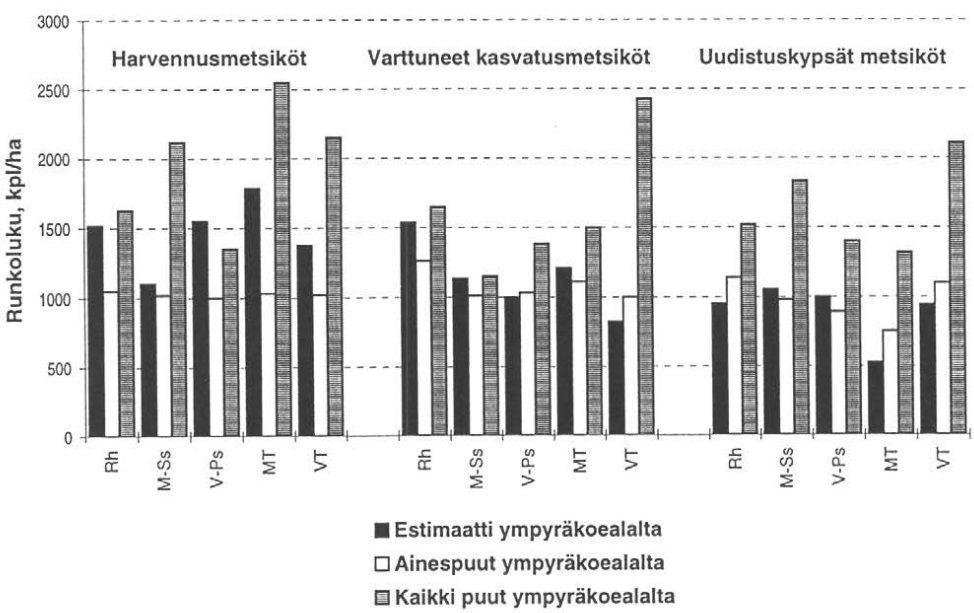


Kuva 107. Tämän tutkimuksen kivennäismaiden uudistuskypsien metsiköiden koealojen valtapuiden ikä sekä puuston pohjapinta-ala, pohjapinta-alamedaanipuun keskiläpimitta ja estimoitu runkoluku kehitysluokka- kasvupaikkaluokan ja vallitsevan koivulajin mukaan. Vertalukohtana on 8. VMI:n koko Etelä-Suomen ja Länsi-Suomen (=Satakunnan, Etelä-Pohjanmaan, Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan metsäkeskusten alueet) koivuvaltaisten koealojen aineisto (koivun osuus vähintään 70 %).

VMI:ssä. Tähän pohjapinta-alatulosten kanssa osaksi ristiriitaiseen tulokseen vaikutti koealojen harkinnanvarainen rajaus mahdollisesti metsikön keskimääräistä tiheämpiin ja järeämpiin kohtiin. VMI:ssä ei koealan sijoittelussa kiinnitetä huomiota sen puustoon suhteessa metsikön keskimääräiseen puustoon tai reunavaikutukseen.

Koealojen valtapuustot olivat tässä tutkimuksessa siis verraten järeitä mutta puustot kokonaisuutena kuitenkin tiheitä. Johtopäätöstä tukivat koealan pohjapinta-alan ja pohjapinta-alamediaanipuun poikkileikkauspinta-alan suhteena lasketun runkoluvun estimaatin eroista tehdyt havainnot. Esitetyllä tavalla estimoidut runkoluvut olivat alhaisia kivennäismaiden varttuneiden kasvatusmetsiköiden ja kaikkien kasvupaikkojen uudistuskypsien metsiköiden VMI-koealoilla. Tämä on osoitus koealojen rajauksen vaikutuksesta ja/tai koivuvaltaisten metsiköiden yleisesti hyvästä metsänhoidollisesta tilasta. Jälkimmäinen vaihtoehto on epätodennäköinen.

Kuvassa 107 on tehty kuvan 106 mukainen vertailu kivennäismaiden uudistuskypsien metsiköiden koealojen osalta. Hiesvaltaisilla tuoreilla kankailla puuston ikä oli tämän tutkimuksen aineistossa selvästi korkeampi, pohjapinta-ala alhaisempi, keskiläpimitta korkeampi ja runkoluvun estimaatti pienempi kuin VMI:n aineistossa. Suhteet olivat päinvastaiset raudusvaltaisilla tuoreilla kankailla ja hiesvaltaisilla kuivahkoilla kankailla. Yhdistetty tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden aineisto vastasi suhteellisen hyvin VMI-koealojen mukaista koivupuustoa.



Kuva 108. Tämän tutkimuksen relaskooppikoealoilta estimoidut ja ympyräkoealojen todellisia ainespuiden ja kaikkien puiden runkoluvut kasvupaikka- ja kehitysluokittain.

Edellä esitetyt runkolukutulokset ovat estimointitavan vuoksi jossain määrin epävarmat. Tulokset riippuvat puuston runkolukusarjasta ja ovat tästä syystä karkeita ja mahdollisesti jopa harhaisia. Kuvassa 108 on vertailtu relaskooppikoealalta estimoituja ja ympyräkoealojen todellisia runkolukuja kasvupaikka- ja kehitysluokittain. Ympyräkoealalta luettujen ainespuiden runkoluku oli relaskooppikoealalta estimoitua pienempi niissä kasvupaikka- ja kehitysluokan mukaisissa ositteissa, joissa runkoluku oli suurin, ja vastaavasti suurempi niissä ositteissa, joissa runkoluku oli pienin. Tämä vahvisti käsitystä koealojen rajaamisesta metsiköiden keskimääräistä tiheämpiin ja mahdollisesti järeäpuustoisimpiin kohtiin, varsinkin kivennäismailla ja uudistuskypsissä metsiköissä.

Koska koealoilla oli kasvupaikka- ja kehitysluokasta riippumatta runsaasti ainespuuta pienempiä pienpuita, kaikkien ympyräkoealalta luettujen puiden runkoluku oli kaikissa ositteissa relaskooppikoealalta estimoitua selvästi suurempi. Pienpuut olivat varttuneissa kasvatusmetsiköissä ja uudistuskypsissä metsiköissä alikasvospuita, jotka eivät ilmeisesti olleet vaikuttaneet valtapuuston järeytymiseen. Pienpuut kuuluivat myös harvennusmetsiköissä selvästi vallittuihin latvuskerroksiin.

4.1.3 Koepuuaineiston koko ja laatu

Hieskoivun pystykoepuuaineisto oli riittävän laaja yleistettäviä johtopäätöksiä varten kaikissa ikäluokissa sekä kokonaisuutena että kasvupaikkaluokittain tarkastellen (taulukko 9). Rauduskoivuaineisto oli sen sijaan pieni jopa varsinaisilla kasvupaikoillaan kivennäismailla, joilla se oli pienempi kuin hieskoivuaineisto. Yleistettävät johtopäätökset olivat rauduskoivulla mahdollisia vain vanhoissa ikäluokissa. Täten myöskin hies- ja rauduskoivun vertailu tuottaa tämän aineiston perusteella yleistettäviä tuloksia vain näissä ikäluokissa.

Osa rauduskoivuista oli myös turvemailta, vaikka kirjallisuudessa on usein esitetty, että raudus ei juurikaan kasva soilla (luku 1.3.2). Tässäkin aineistossa rauduskoivuja oli tosin vain ohutturpeisilla soilla. Turvemaiden rauduskoivuaineisto oli joka tapauksessa riittämätön yleistettäviä johtopäätöksiä varten. Aineiston pienuus näkyi useissa tapauksissa sekavina tuloksina vertailtaessa eri-ikäisiä puita tai turvemaiden rauduskoivuja ikäluokittain muiden ryhmien puihin.

Heiskasen (1957) pystykoepuuaineisto oli hieskoivun osalta pienempi mutta rauduskoivun osalta moninkertaisesti suurempi kuin tämän tutkimuksen aineisto. Se käsitti 3718 puuta, joista 1754 oli määritetty hieskoivuiksi ja 1964 rauduskoivuiksi. Hieskoivuista oli 76 % soilta ja 24 % kivennäismailta, rauduskoivuista oli 8 % soilta ja 94 % kivennäismailta. Heiskanen piti ainakin kivennäismaiden rauduskoivujen ja soiden hieskoivujen aineistojaan ehdottoman riittävinä ja useimpia soiden rauduskoivujen ja kivennäismaiden hieskoivujen aineistojaan mahdollisesti riittävinä puun laatua koskevien tulosten yleistettävyyden kannalta.

Kaatokoepuuaineisto oli suhteellisen suuri yleistettäviä johtopäätöksiä varten samoin rajoituksin kuin pystykoepuuaineisto. Rauduskoivun kaatokoepuuaineisto oli kuitenkin suhteessa hieskoivuun jopa laajempi ja edustavampi kuin pystykoepuuaineisto. Tämä johtui otantamenetelmästä, jossa sekä hies- että rauduskoivuja sisältäneeltä koealalta tuli ottaa ainakin yksi kummankin koivulajin kaatokoepuu. Turve- ja kivennäismaiden koivujen suhteet olivat samat pysty- ja kaatokoepuuaineistoissa. Kaatokoepuuaineisto oli sinänsä suuri

aiempiin tutkimuksiin verrattuna. Se oli mm. 2,5-kertainen Heiskasen (1957) vastaavaan aineistoon verrattuna, joka käsitti 324 koivua, joista 41 % soilta ja 59 % kivennäismailta.

Eri tutkimuksissa käytetyt koepuiden otantamenetelmät vaikuttavat mahdollisuuksiin vertailla tuloksia. Tässä tutkimuksessa käytetty menetelmä, jossa pystykoepuiksi valittiin vakioalaisen koealan kaikki kuitupuun kokovaatimukset täyttäneet puut totaaliotannalla (luku 2.2.1), poikkesi monista aiemmista puiden ulkoisen laadun tutkimuksista. Niissä on yleensä tutkittu vakiomäärä metsikön edustavaan kohtaan asetetun peruspisteen lähintä puuta (esim. Heiskanen 1957, Uusvaara 1985). Tämän tutkimuksen menetelmän etuna oli aineiston saanti samanaikaisesti sekä runkojen että myös koealojen puustojen pinta-alakohtaisia tutkimuksia varten. Tosin puuston tiheys vaikutti yhdeltä koealalta tutkittujen puiden lukumäärään, mikä oli osasyynä tarpeeseen muokata aineistoa tulosten laskentaa ja analyysejä varten eri koealojen koivujen ja koealojen koivupuustojen vertailukelpoisuuden parantamiseksi (luvut 2.2.3 ja 4.1.5).

Koealan pinta-ala oli käytännöllisistä syistä vain 0,02 ha. Vanhoissa ja harvapuustoisissa metsiköissä tämä johti pieneen koepuiden lukumäärään yhdellä koealalla (taulukko 10). Lisäksi puiden tilajärjestys ja keskinäinen kilpailuasema saattoivat jossain määrin poiketa metsikön keskimääräisistä. - Puun laatututkimuksissa voidaan ja on kustannussyistä järkevää tyytyä huomattavasti pienempiin koealoihin kuin puutuotanto-opillisissa tutkimuksissa. Nyyssösen (1954) mukaan kasvu- ja tuotostaulukoita varten mitattavien metsikkökoealojen tulisi käsittää 100-300 puuta. Esim. Mielikäisen (1980) mänty-koivu-sekametsätutkimuksessa koealan optimikoko oli 0,10-0,25 ha.

Valittaessa vakiomäärä koepuita metsikön tietyn kohdan läheisyydestä metsikön pinta-alakohtaisia tutkimuksia varten ei saada aineistoa mittaamatta erikseen pinta-alaa, miltä koepuut ovat peräisin. Puuston tiheys ei tällöin vaikuta koepuiden lukumäärään, mutta sen vaikutuksia ei myöskään voida ottaa huomioon ilman erillisiä mittauksia. Näin oli Heiskanen (1957) työssä, joka on tämän tutkimuksen tulosten ensisijainen vertailukohta. Siinä "etsittiin metsiköstä edustavin ja yhtenäisin kohta, jolta sitten mitattiin ja muilla tavoin tutkittiin n. 20-25 ensimmäiseksi eteen sattunutta puuta". Tekijän mukaan menetelmä sopi varsin hyvin runkotason ulkoisen laadun tutkimuksiin, kun kysymys ei ollut puuston rakenteen, kehityksen tai tuottomahdollisuuksien selvittämisestä. Etuina tekijä mainitsee halpuuden, nopeuden ja mahdollisuuden ottaa "näytealoja" pienialaisistakin yhtenäisistä koivuryhmistä. Täten Heiskasen tulokset eivät välttämättä vastanneet todellisia metsikköoloja.

Tässä tutkimuksessa kaatokoepuut valittiin koealalta ositetulla satunnaisotannalla (luku 2.2.2). Osite määriteltiin rinnankorkeusläpimitan perusteella jakamalla vähintään kuitupuun kokoisten pystykoepuiden läpimittajakauma frekvensseiltään yhtä suuriin luokkiin, joista kustakin valittiin yksi koepuu satunnaisotannalla. Satunnaisuuden vastaista oli tarve ottaa huomioon koivulaji ja tukkipuun kokoisten puiden saanti aineistoon. Näiden tekijöiden aiheuttama tilastotieteellinen haitta on kuitenkin vähäinen. Kaatokoepuiden otanta oli tässä tutkimuksessa joka tapauksessa varsin objektiivista, varsinkin Heiskaseen (1957) verrattuna. Siinä "pyrittiin ottamaan yleensä edes pari tai tavallisimmin viisi kaadettavaa näytepuuta näytealalta, mikäli se suinkin oli mahdollista" ja yhdeltä "näytealalta" kaadettiin enimmillään 12 puuta mutta kaikilla aloilla ei lainkaan.

4.1.4 Mittausten ja arviointien luotettavuus ja toistettavuus

Aineiston keruussa jouduttiin käyttämään silmävaraista arviointia lukuisien suureiden määrityksessä. Tähän menettelyyn liittyy subjektiivisena mahdollisuus arviointiasteikon vaihteluun arvioijan ja arviointiolosuhteiden mukaan. Tässä tutkimuksessa aineisto kerättiin neljässä eri kenttätyöryhmässä, joiden johtajat kirjoittaja aineiston keruuta aloitettaessa koulutti mittauksiin ja arviointeihin em. vaaratekijän pienentämiseksi.

Metsiköiden edustavien kohtien arvioinnissa koealojen sijoittelua varten oli ilmeisesti subjektiivisuutta (luku 4.1.2). Henkilöstä johtuvaa vaihtelua ei kuitenkaan ollut, koska kirjoittaja valitsi ja merkitsi kaikki koealat. Subjektiivisuuden voidaan epäillä vaikuttaneen koealan kasvupaikkaluokan määrityksessä lähellä luokkarajoja olleilla koealoilla, kirjoittajan näkemyksen mukaan lähinnä puolukkaisten-piensaraisten ja mustikkaisten-suursaraisten turvemaiden välillä (ks. myös Huikari 1952). Käytettyjen luokkien pieni lukumäärä pienensi mahdollisuutta virhemäärityksiin. Metsäntutkimuslaitoksen entisen suontutkimusosaston tutkijat olivat määrittäneet kaikkien Metsäntutkimuslaitoksen mailla olleiden koealojen ja muiden organisaatioiden mailla olleiden kestokoealojen kasvupaikkaluokat ennen tämän tutkimuksen aineiston keruuta, joten näiltä osin määrityksiä voidaan pitää erityisen luotettavina.

Tässä tutkimuksessa tyydyttiin kasvupaikkojen luokitteluun pintakasvillisuuden perusteella tutkimuksen ensisijaisesti muiden kuin puuntuotanto-opillisten tavoitteiden vuoksi. Vaihtoehtona ollut pituusbonitointi, jossa puusto itsessään, yleensä sen ikä ja pituus, kuvaa kasvupaikan puuntuotantokykyä (esim. Vuokila 1980), eliminoi pitkälti kasvupaikkaluokan määrityksen subjektiivisuuden. Pituusboniteetin katsotaan antavan hyvän kuvan kasvupaikan puuntuotantokyvystä ko. puulajin hallussa. Jos pituustunnuksena käytetään valtapituutta, menetelmä ei ole herkkä puuston käsittelylle esim. rauduskoivikossa (Fries 1964). Suomessa on tehty pituusbonitointikäyrästöt turvemaiden hieskoivikoille (Saramäki 1977), viljelyrauduskoivikoille (Oikarinen 1983) ja julkaistu erikseen luontaisesti syntyneille koivikoille (Gustavsen ja Mielikäinen 1984). Nämä kaikki on tehty pienten ja alueellisesti rajoittuneiden aineistojen perusteella. Saramäki (1977) perusteli pituusbonitoinnin käyttöä sillä, että silmävaraisesti luokiteltujen turvekangastyyppien sisäinen hajonta näytti niin suurelta, että koealojen puuntuotannolliset erot peittyivät suureksi osaksi siihen.

Koealatasolla arvioitiin lisäksi subjektiivisesti puuston kehitysluokka, joka kuitenkin riippui mitattavista tunnuksista (puuston ikä, keskiläpimitta, tukkipuuosuus; Metsäntutkimuslaitos, metsien käytön ... 1992). Luvuissa 3.2.2.1 ja 3.2.2.2 todetut koivujen iän ja koon suuret hajonnat saman kasvupaikka- ja kehitysluokan koealojen välillä viittasivat kehitysluokkien rajojen karkeuteen. Toisaalta kehitysluokkien käyttöä voidaan perustella iän tai läpimitan kyvyttömyydellä kuvata yksinään puuston kehitysastetta (esim. Vuokila 1980). Lisäksi kehitysluokka on yleisesti vakiintunut tapa kuvata metsikön puustoa metsänkasvatuksessa tehtäviä päätöksiä varten.

Turpeen paksuuden sekä puuston tiheys- ja läpimittatunnusten mittauksessa ei ollut oletettavissa systemaattista virhettä ja satunnaisvirheet saattoivat olla vain pieniä, joskaan mittauksia ei voitu kontrolloida. Koealan keskimääräisen turpeen paksuuden määritys oli tarkkaa 5 cm:n lukematarkkuuden ja viiden havaintopisteen ansiosta, joskaan yli 140 cm:n paksuuksia ei voitu mitata käytetyn suokairan pienen ulottuman vuoksi. Puuston tiheyden

mittauksessa saattoi syntyä pientä virhettä runkoluvun osalta koealan ulkorajojen asettamisessa ja pohjapinta-alan osalta relaskoopin tähtäyskorkeudessa.

Tutkimuksen tavoitteiden kannalta keskeistä oli koivulajin määrittäminen oikein. Tämä oli tärkein syy aineiston keruun rajoittamiseen niihin kuukausiin, jolloin koivut olivat täydessä lehdessä, ja eräs tärkeimmistä aiheista kenttäryhmien johtajien koulutuksessa. Huomio tunnistamisessa kiinnitettiin lehtiin, kasvaimiin, tyvikuoreen ja hedelmänorkkoihin (kuva 12). Epävarmat tapaukset määritettiin hieskoivuiksi. Näitä lienee kuitenkin ollut vähän; tähän viittasivat mm. verraten runsaat määritykset rauduskoivuiksi turvemailla. Koivulajin määrityksen vaikeuteen ovat kiinnittäneet huomiota mm. kokeneet koivututkijat Kujala (1946), Sarvas (1949) ja Heiskanen (1957).

Myös koivujen syntytavan silmävarainen määritys oli jossain määrin epävarmaa vanhoilla ja suurilla puilla, joilla vesasyntyisten puiden tyypilliset piirteet eivät välttämättä olleet enää havaittavissa. Vesasyntyisten koivujen määrittäminen virheellisesti siemensyntyisiksi olikin todennäköisempää kuin päinvastainen virhe. Siemen- ja vesasyntyisiä koivuja vertailtaessa jouduttiin joka tapauksessa olemaan varovaisia vanhoissa ikäluokissa. Koivun syntytavan määrityksen vaikeuteen ovat kiinnittäneet huomiota mm. Heikinheimo (1917), Mikola (1942), Etholén (1947), Sarvas (1949), Leikola ja Mustanoja (1961), Björkdahl (1983) ja Ferm (1990).

Latvuskerrosluokan sekä pelkästään viiden metrin tyviosan perusteella tehdyn runkolajin, runkoluokan ja runkomuotovikojen määritys arvioitiin subjektiivisuudestaan huolimatta varsin tarkaksi. Henkilöstä johtuvien systemaattisten virheiden mahdollisuus oli olemassa, mutta niitä ei kontrolloitu arviointien jälkeen. Pystykoepuiden pintavikaisuuden määritys oli tarkkaa, sillä oikein luokiteltujen koivujen osuus oli yli 99 % kaatokoepuista tehdyn tarkastuksen perusteella (luku 3.1.4.1.1).

Puuaineen lahoisuuden määritys pystykoepuista ns. ulkolahon perusteella oli epävarmaa, sillä lahon esiintyminen viiden metrin tyviosassa arvioitiin kaatokoepuuaineistosta tehtyjen tarkastusten perusteella oikein vain 62 prosentissa hieskoivuista ja 45 prosentissa rauduskoivuista (luku 3.1.4.1.2). Lahottomat koivut tunnistettiin oikein 75 prosenttisesti, mutta virheellisesti lahoisiksi arvioitujen koivujen osuus oli siis 25 %, vaikka arvioinneissa pyrittiin noudattamaan huolellisuutta. Täten lahoisuuden yleisyyttä aliarvioitiin systemaattisesti ja selvästi ja lisäksi hieskoivun lahoisuutta yliarvioitiin systemaattisesti rauduskoivuun verrattuna. Myös kasvupaikkaluokka, syntytapa ja turpeen paksuusluokka vaikuttivat lahoisuuden tunnistamisen tarkkuuteen. Tulosten perusteella pystykoepuumittausten perusteella tehtäviin päätelmiin puuaineen lahoisuudesta ja myös lahovikojen syistä on suhtauduttava varovaisuudella. Sama koskee ulkolahon perusteella tehtyjä vähennyksiä tukkipuun määrässä (tyveykset, leikot, väli- ja latvavähennykset).

Myös Heiskanen (1957) vertaili puuaineesta lahoisten koivujen osuutta ulkoisesti lahoisten osuuteen kaatokoepuina tutkitun otoksen perusteella. Tunnistettujen lahojen osuus oli tällöin jopa pienempi kuin tässä tutkimuksessa. Pystykoepuiden perusteella tunnistettiin lahoisiksi vain 10-50 % siitä mitä kaatokoepuiden perusteella. Turvemailla tunnistettiin lahoista pienempi osuus kuin kivennäismailla. Tunnistettujen lahojen osuus kasvoi kivennäismailla mutta pysyi turvemailla osapuilleen vakiotasolla ikäluokan kasvaessa:

Ikäluokka,a	Kivennäismaat		Turvemaat	
	Ulkoisesti lahoiset	Sisälahoiset	Ulkoisesti lahoiset	Sisälahoiset
	Osuus koivuista, %			
21-44	1-9	46	1-4	70
41-60	5-14	74	6-7	65
61-80	10-20	84	0-11	92
81+	10-26	40	0-14	93

Koivun puuaineen lahon tunnistamisen vaikeuteen ulkoisten merkkien perusteella ovat kiinnittäneet huomiota myös mm. Kujala (1946), Kahiluoto ja Talvenheimo (1947) ja Ferm (1990).

Kaatokoepuiden pituudet mitattiin sekä korkeusmittarilla pystyssä että mittanauhalla kaadettuna, joten niistä voitiin tarkistaa pystykoepuista korkeusmittarilla mitatun pituuden tarkkuus. Mittausvirhe oli keskimäärin +0,04 m (s=0,22 m), joten systemaattista virhettä ei ollut, varsinkaan korkeusmittarin 0,5 m:n lukematarkkuus huomioon ottaen. Virheen itseisarvo oli keskimäärin 0,21 m (s=0,27 m), joten myös satunnaisvirheet olivat keskimäärin pieniä. Virhe ei myöskään riippunut puun pituudesta (r=+0,0252, p=0,3942). Korkeusmittarin lukematarkkuus ja satunnaiset häiriötekijät saattoivat aiheuttaa yksittäistapauksissa arviolta jopa kahden metrin virheitä. Toisaalta pystykoepuun pituuden mittauksen lähtöpiste, ns. alimman kaatoa haittaavan juurenniskan korkeus, saattoi poiketa kaatoleikkauksen todellisesta korkeudesta, arviolta kuitenkin korkeintaan 0,3 m.

Oksikkuusrajojen mittauksessa saattoi syntyä joko satunnaista tai systemaattista virhettä juurenniskan korkeuden virheellisen määrityksen vuoksi, joka oli pituuden mittauksen tavoin arviolta korkeintaan 0,3 m. Lisäksi satunnaisvirhettä saattoi syntyä oksakyhmyjen tai oksien laadun virheellisen arvioinnin tai erityyppisten oksien havaitsematta jäämisen ja korkeusmittaria käytettäessä lisäksi lukematarkkuuden ja satunnaisten häiriötekijöiden vuoksi. Korkeusmittaria jouduttiin käyttämään vain lähinnä terveoksa- ja latvusrajojen mittauksessa, koska oksakyhmy- ja kuivaoksarajat olivat yleensä suhteellisen alhaalla.

Johtopäätösten kannalta suurin heikkous pystykoepuiden oksikkuusrajojen mittauksessa oli elävän latvuksen alueen yksittäisten kuivien ja lahojen oksien havaitseminen. Asialla on huomattava merkitys tulosten soveltamisen kannalta, koska kuivat ja lahot oksat ovat tässä rungon osassa poikkeuksetta suuria ja tästäkin syystä pienentävät muuten jalostusarvoltaan arvokkaan terveoksaisen latvatukkiosan todellista kokoa arvioidusta. Aihetta on käsitelty yksityiskohtaisesti tulosten yhteydessä (luvut 3.1.2.1.1 ja 3.1.2.1.2).

Lenkouden mittauksessa saattoi syntyä pientä satunnaisvirhettä mittauksen lähtöpisteenä käytetyn juurenniskan korkeuden virheellisen määrityksen sekä suurimman sivuviivapoikkeaman suunnan arvioinnin vuoksi. Mittaustarkkuus oli 5 mm, mikä pienensi virheellisen lukeman kirjaamisen mahdollisuutta. Läpimittojen mittauksessa saattoi syntyä satunnaista ja/tai henkilöstä johtuvaa systemaattista virhettä vaihtelevan mittauskorkeuden vuoksi. Virhemahdollisuus oli juurenniskasta mitatun tyviläpimitan osalta suuremman paikallisen kapenemisen vuoksi selvästi suurempi kuin rinnankorkeusläpimitan osalta.

Kaatokopuumittauksissa virhemahdollisuudet olivat sekä mittauksissa että arvioinneissa olennaisesti pienemmät kuin pystykoepuumittauksissa. Tärkein virhelähde oli rungon subjektiivinen apteeraus eri puutavaralajien pölkyiksi. Apteerauksen oikeellisuus ei

vaikuttanut runkotasolla koko runkoa, koko käyttöosaa tai viiden metrin tyvitukkiosaa koskeneisiin tuloksiin. Se vaikutti kuitenkin olennaisesti vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella määritetyn tukkiosan kokonaispituuteen, tilavuuteen ja osuuteen rungon tilavuudesta sekä tyveysten, latvavähennysten ja hylkytukkirunkojen osuuksiin. Se saattoi vaikuttaa jossain määrin myös tuloksiin epäpyöreydestä ja puuaineen lahoisuudesta, koska nämä määritettiin katkaisuleikkauskohtien perusteella.

Apteerauksen oikeellisuus vaikutti keskeisesti sorvipölkkyjä koskeneisiin tuloksiin, koska sorvipölkkyjä tehtiin vain tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneistä rungon osista. Koelatasolla apteerauksen oikeellisuus vaikutti olennaisesti tukin ja kuitupuun kertymä- ja kantaraha-arvosuhteisiin ja kokonaiskantoraha-arvoon, kun laskelmat tehtiin tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten perusteella. Kirjoittajan arvion mukaan tukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksia noudatettiin aineiston keruussa hyvin tarkasti, epäilemättä tarkemmin kuin käytännön hakkuutyömailla. Täten tulokset eivät tältä osin ainakaan yliarvioineet vaneripuun määriä aineistossa ja täten vanerikoivun kasvatus- tai hankintamahdollisuuksia tutkimusalueella.

Oksien paksuutta koskevien tulosten osalta vertailua Heiskaseen (1957) vaikeuttaa erilainen mittausmenetelmä. Kun tässä tutkimuksessa mitattin oksien läpimitat kaatokoepuista objektiivisesti yhden millimetrin tarkkudella, niin Heiskanen määritti vain rungon käyttöosan paksuimman oksan läpimitan silmävaraisesti 1/4 tuuman tarkkuudella alenevaa luokitusta käyttäen. Heiskanen raportoi aliarvioineensa paksuimman oksan läpimitan systemaattisesti keskimäärin 0,06'' eli 5,3 % todellista pienemmäksi mutta pitävänsä tarkkuutta silti tyydyttävänä ($r=0,935\pm0,0007$). Koska mittaukset tehtiin tuumissa alenevalla luokituksella, virhe oli millimetreinä ja tällöin myös suhteellisesti Heiskasen itsensä arvioimaa suurempi (1''=2,54 cm). - Mainittakoon tässä yhteydessä myös Heiskasen esittämä mahdollisuus koivun keskimääräisen oksien koon määrittämiseksi metrin pituisesta kappaleesta luettujen kuolleiden ja elävien oksien suurimpien läpimittojen keskiarvon riippuvuudella rungon paksuimman kuolleen ja elävän oksan läpimitasta. Korrelaatiokerroin oli kuolleilla oksilla $0,419\pm0,029$ ja elävillä oksilla $0,703\pm0,017$.

4.1.5 Laskenta- ja analyysimenetelmien luotettavuus

Koealojen puustojen rakenteen eli tiheyden, ikä- ja läpimittajakaumien ja latvuskerrosluokkajakaumien vaihtelu ositteiden välillä oli keskeinen vertailuja ja johtopäätöksiä vaikeuttanut tekijä. Tätä haittaa pyrittiin vähentämään rajoittamalla koealojen runkoluku vakiotasolle poistamalla kunkin koealan aineistosta tarvittaessa yhtäältä rinnankorkeusläpimitaltaan pienimpiä ja toisaalta tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan heikoimpia puita. Menettely pienensi puuston tiheysvaihtelun vaikutusta tuloksiin useimpien tutkittujen muuttujien osalta ja paransi ositteiden vertailukelpoisuutta. Siitä huolimatta koelojen tiheysvaihtelu vaikeutti jossain määrin koealojen vertailua, sillä tiheys vaikutti merkitsevästi tai suuntaa antavasti useisiin tutkittuihin muuttujiin myös runkoluvultaan rajoitetuissa aineistoissa. Tämä johtui siitä, että tiheissä koivikoissa myös isoimpien puiden läpimitan kasvun edellytykset ovat huonommat ja kasvunopeuteen sidoksissa olevien laatutunnusten kehittyminen erilaista kuin harvapuustoisissa koivikoissa (Raulo 1981, Niemistö 1991). Hieskoivulla puuston tiheys vaikuttaa rauduskoivua vähemmän kasvunopeuteen ja siihen yhteydessä oleviin ominaisuuksiin, myös oksien kuolemiseen ja karsiutumiseen (mm. Raulo 1977, 1979, Niemistö 1991, 1995). Rajoitusmenenettelystä

huolimatta koivujen läpimitat olivat siis tiheitä koealoja käsittäneissä vertailuryhmissä ilmeisesti tavallista pienempiä ja harvoja koealoja käsittäneissä vertailuryhmissä vastaavasti tavallista suurempia (taulukko 8).

Toisaalta tutkimusajankohdan runkoluku tai pohjapinta-ala ei ollut harhaton puuston tiheyden mittari, koska puuston tiheyttä ei voitu sitoa harvennushakkuisiin ja/tai metsikön ikävaiheeseen. Tämä selittää osin puuston tiheyden yleisesti ottaen heikot vaikutukset useimpiin tutkittuihin omimaisuuksiin myös kaikkien pystykoepuiden aineistossa. Toinen syy tiheyden ja monen muun muuttujan heikkoihin vaikutuksiin oli otantamenetelmä: tämän tutkimuksen kaltaisissa satunnaisotantaan ja kertakoealamittauksiin perustuvissa selvityksissä ei voida olettaa päästävän yhtä merkitseviin riippuvuussuhteisiin kuin järjestetyissä kestokokeissa (vrt. esim. Raulo 1977, 1979, Niemistö 1991, 1995).

Rajoitusmenettelyssä käytetty vakiorunkoluku tähtäsi pelkästään ositteiden vertailukelpoisuuden parantamiseen. Tosiasiassahan metsikössä voidaan ja on myös yleisesti ottaen kannattavaa kasvattaa sitä suurempi lukumäärä puita kiertoajan loppuun mitä viljavampi on kasvupaikka. Periaatteessa tässä tutkimuksessa käytettyjen aineistojen tulokset voidaan kuitenkin ymmärtää soveltamistavaltaan seuraavasti:

A-aineisto:	Tuloksia, jotka kuvaavat olemassa olevaa koivupuustoa kiinnittämättä huomiota eri ositteiden koivikoiden mahdollisiin eroihin puuston käsittelyssä.
B-aineisto:	Tuloksia, joiden voidaan olettaa vastaavan eri ositteiden koivikoiden käsittelyä jäävän puuston runkoluvun osalta samanlaisin kaavamaisin alaharvennuksin. Puiden tilajärjestykseen ei kiinnitetä huomiota. Huomio on päätehakkuuvaiheeseen kasvatettavissa koivuissa (600 kpl/ha).
C-aineisto:	Tuloksia, joiden voidaan olettaa vastaavan eri ositteiden koivikoiden käsittelyä jäävän puuston runkoluvun osalta samantyyppisin laatuharvennuksin. Puiden tilajärjestykseen ei kiinnitetä huomiota. Huomio on päätehakkuuvaiheeseen kasvatettavissa koivuissa (600 kpl/ha).

Edellytyksenä B- ja C-aineistojen tulosten esitetyille soveltamistavoille on kuitenkin, että ensinmainitussa tapauksessa koealojen suurimmat ja jälkimmäisessä tapauksessa koealojen laadukkaimmat koivut ovat todella olleet jäljellä tutkimushetkellä. Näin voidaan olettaa sillä perusteella, että koealoilla ei ollut merkkejä eikä maanomistajilla tietoja määrämittahakkuista. Edellytyksen täyttyminen oli suhteellisen varmaa ainakin niillä koealoilla, joilla vähintään kuitupuun kokoisten puiden runkoluku oli kaikki puulajit huomioon ottaen korkea ja joita ei oltu täten ilmeisesti harvennettu vajaapuustoisiksi. Kaikista 184 koealasta vain kolmellatoista eli 7 prosentilla runkoluku oli pienempi kuin 600 kpl/ha, joissa tapauksissa em. edellytyksen täyttymistä voidaan epäillä. Toisaalta on myös mahdollista, että ko. puusukupolvi on kasvanut näillä koealoilla koko ajan väljässä asennossa, jolloin järeyskehitys olisi itse asiassa ollut todennäköisesti tavallista nopeampaa ja rajoitusmenettelyn jälkeen aineistoon jääneet puut tavallista järeämpiä.

Koivujen iän määritys oli ehdottoman tarkkaa vain kaatokoepuilla, joilla se laskettiin kannosta. Muiden koivujen iän inter- ja varsinkin ekstrapoloinnissa rinnankorkeusläpimitan perusteella oli virhemahdollisuuksia erityisesti niillä koealoilla, joilla oli sekä hies- että rauduskoivuja ja/tai koivut olivat vanhoja. Tätä haittaa voitiin kuitenkin jossain määrin pienentää laskemalla ja analysoimalla tulokset ensisijaisesti ikäluokittain. Jatkuvien muuttujien osalta käytettiin yleensä 10 vuoden ja luokkamuuttujien jakaumien osalta 20 vuoden ikäluokkia. Puun lukeminen virheellisesti oikean luokan naapuriluokkaan oli vielä mahdollista ensinmainitussa mutta epätodennäköistä jälkimmäisessä menettelyssä. Ensinmainitussa menettelyssä kaikki yli 90-vuotiaat luettiin yhteen luokkaan. Tämä pienensi

entisestään mahdollisuutta luokitella väärin vanhoja puita, joilla virheet iän määrityksessä olivat todennäköisimpiä. Toisaalta suuret ikävaihtelut vertailtavien ositteiden välillä olivat mahdollisia vanhimmassa luokassa.

Runkojen, rungon osien ja puutavaralajien tilavuuksien ja tilavuusosuuksien sekä sorvipölkkyjen keskusläpimittojen tarkkuus riippui splini-funktiolla rungoittain laskettujen runkokäyrien tarkkuudesta tässä aineistossa. Laskentatarkkuus vaikutti välittömästi myös hehtaarikohtaisten hakkuukertymien ja puutavaralajien kantoraha-arvojen tarkkuuteen. Splini-funktion tarkkuutta ei kontrolloitu. Systemaattiset virheet olivat periaatteessa mahdollisia, koska koivun runkokäyrä- ja tilavuusyhtälöiden laadinnassa käytetystä aineistosta vain pieni osuus on peräisin tämän tutkimuksen alueelta ja tilavuusyhtälöiden luotettavuudessa on runkomuodon vaihtelun vuoksi jonkinasteisia eroja ilmastovyöhykkeiden välillä (Laasasenaho 1982). Tässä tutkimuksessa käytetyissä kolmen tunnuksen yhtälöissä poikkeamat ilmastovyöhykkeiden välillä ovat kuitenkin pienet ja raudus- ja hieskoivun välillä ei ole selviä eroja (Laasasenaho 1982).

Splini-funktion käyttö rungon eri korkeuksien tasoitettujen läpimittojen sekä rungon ja puutavaralajien tilavuuden määritykseen on ollut 1980-luvun alusta lähtien rutiininomaista erilaisissa tutkimustehtävissä, mm. puutavarapölkkyjen tarkan tilavuuden määrityksessä puutavaran mittaustutkimuksissa (esim. Rikkonen 1987). Täten funktion tarkkuus voidaan olettaa riittäväksi myös tämän tutkimuksen tarkoituksiin. Funktiossa käytetyt yläläpimitat estimoitiin koealoittain inter- tai ekstrapoloimalla rinnankorkeusläpimitan suhteen niiden koivujen osalta, joita ei oltu mitattu kaatokoepuina. Virhemahdollisuus oli pieni kapenemisen ja rinnankorkeusläpimitan vahvan riippuvuuden ansiosta (luvut 3.1.3.1.1 ja 3.1.2.1.2).

Koivujen puutavaralajirakenteen ja runkolajijakauman vertailussa tämän ja Heiskasen tutkimuksen välillä on otettava huomioon erilaiset vaneripuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset. Heiskanen käytti vaneripuun vähimmäismittoina silloista yksittäisen sorvipölkyn pituutta, joka oli 6 jalkaa eli1,83 cm, ja läpimittaa latvasta kuoren päältä, joka oli 6 tuumaa eli 15,24 cm. Tämä vaatimus oli sinänsä paljon lievempi kuin mitä oli pääteltävissä silloisen pienimmän mahdollisen vanerikoivun läpimittavaatimuksista, 7 tuumaa eli 17,8 cm 18 jalan eli 5,5 m:n korkeudella tai 8 tuumaa eli 20,3 cm 12 jalan eli 3,66 m:n korkeudella, mutta Heiskasen mukaan teoreettisesti perusteltavissa.

Vähimmäislaatuvaatimukset ovat lieventyneet tutkimusten välisenä aikana elävien oksien läpimitan (2 tuumaa eli 5,08 cm vs. 7 cm) ja lukumäärän (7 kpl 1,83 m:n pituudella vs. ei rajoitusta) suhteen mutta vastaavasti tiukentuneet kuivien ja lahojen oksien läpimitan (1 1/2 ja 1'' = 3,81 ja 2,54 cm cm vs. 2,5 cm) ja lukumäärän suhteen (2 kpl 1,83 m:n pituudella vs. 1/5 läpimitan senttiluvusta 1,5 m:n matkalla). Vaatimukset ovat tiukentuneet jossain määrin myös lenkouden (20 % pienimmästä läpimitasta 1,83 m:n pituudella vs. 12 % pienimmästä läpimitasta 1,5 m:n pituudella) ja tuoheamien pituuden (3 jalkaa eli 90 cm vs. 30 cm) suhteen.

Tutkimuksessa käytettiin tulosten analysointiin ja testaukseen perinteisiä tilastotieteellisiä menetelmiä, joiden käytön edellytykset ja rajoitukset tunnetaan hyvin (esim. Ranta ym. 1989). Askeltavaa regressionanalyysiä käytettiin kunkin mielenkiinnon kohteena olleen jatkuvan muuttujan vaihtelusta selitettävissä olleen osuuden määritykseen sekä muuttujaan keskeisesti vaikuttavien ja valittujen ryhmien välisissä vertailuissa huomioon otettavien tekijöiden selvittämiseen. Menetelmä paljastaa hyvin tärkeimmät selittävät muuttujat mutta saattaa myös kätkeä vähemmän tärkeitä mutta kuitenkin selittäviä muuttujia yhdysvaikutusten voimassa

ollessa. Kokonaisselitysasteet olivat poikkeuksetta alhaisia selittävien muuttujien kattavuus huomioon ottaen. Täten ennustemallien laadinta mielenkiinnon kohteena olleille ominaisuuksille ei ollut perusteltua tämän aineiston perusteella. Tämä ei ollut myöskään tutkimuksen tavoite. Sinänsä alhaiset kokonaisselitysasteet ja yksittäisten muuttujien väliset heikot riippuvuudet eivät ole yllättäviä tämän tyyppisissä satunnaisotantaan ja kertakokeisiin perustuvissa puun laatututkimuksissa.

Varianssi- ja kovarianssianalyysit olivat pääanalyysimenetelmät mielenkiinnon kohteena olleiden ryhmien välisissä vertailuissa jatkuvien muuttujien osalta ja logistinen regressioanalyysi luokkamuuttujien osalta. Selittävät muuttujat tutkittaessa runkotason ominaisuuksien eroja vertailuryhmien välillä olivat tiukasti joko runko- tai koealatason muuttujia, joilla pyrittiin hallitsemaan kummankin tason tekijöiden vaikutukset erikseen. Tulosten tulkinnassa huomioon otettavia yhdysvaikutuksia ei voitu aina välttää. Näin oli varsinkin selitettäessä mielenkiinnon kohteena ollutta ominaisuutta hieskoivulla pelkästään kasvupaikka- ja ikäluokalla ja hies- ja rauduskoivulla kasvupaikkaryhmällä ja ikäluokalla. Yhdysvaikutukset vähenivät olennaisesti, kun malleihin sisällytettiin latvuskerrosluokka ja koealan vähintään kuitupuun kokoisen puuston runkoluku. Vastaavaa tapahtui yleensä analysoitaessa mielenkiinnon kohteena olleen ominaisuuden riippuvuutta hieskoivulla syntytavasta tai koealan turpeen paksuusluokasta.

Varsinaiset tulokset laskettiin tutkimuksen tavoitteiden mukaisesti ikäluokittain sekä hieskoivun kasvupaikan ja syntytavan että koivulajin ja kasvupaikkaryhmän vaikutuksia selvitettäessä. Jatkuvien muuttujien osalta laskettiin erikseen latvuskerrosluokkien suhteet tai latvuskerrosluokittaiset tulokset, kun se oli aineistojen koon puolesta mahdollista. Kovarianssianalyysien mukaan myös puuston tiheyden huomioon ottaminen runkoluvun kautta olisi ollut perusteltua joissakin tapauksissa erityisesti A-aineistossa. Tehdyissä koelaskelmissa, joissa mielenkiinnon kohteena olleiden ominaisuuksien arvot tasoitettiin sekä ikään että runkolukuun perustuvilla lineaarisilla regressiomalleilla, saatiinkin pelkkään ikätasoitukseen verrattuna suurempia ja enemmän oletusten mukaisia eroja vertailuryhmien välille. Tiheyden vakiointi oli kuitenkin epärealistista hieskoivua tutkittaessa, koska viljavilla kasvupaikoilla hieskoivua voidaan kasvattaa ja myös kasvatetaan tiheämpänä kuin karuilla kasvupaikoilla puuntuotantopotentiaalin täysimääräiseksi hyödyntämiseksi. Lisäksi ikäluokittaisia optimitiheyksiä on vaikea määritellä nykytietämyksellä, koska ne riippuvat mm. eri puutavaralajien tuotantotavoitteista sekä harvennushakkuiden ajoituksesta ja voimakkuudesta. Hies- ja rauduskoivua vertailtaessa tiheyden vakioinnnin epärealistisuus oli vielä ilmeisempää ja perusteet epävarmemmat kuin hieskoivua koskeneissa vertailuissa.

Myös siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen ominaisuuksia vertailtaessa tehtiin kovarianssianalyysit syntytavan ja iän vaikutuksista sekä latvuskerrosluokan ja runkoluvun vaikutukset sivuuttaen ja ne huomioon ottaen. Ensinmainittu menettely johti johtopäätöksiin, jotka perustuivat tämän tutkimuksen aineiston latvuskerrosluokkajakaumiin ja koealojen runkolukuihin. Jälkimmäinen menettely johti johtopäätöksiin, jotka perustuivat siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen kasvamiseen samoissa latvuskerroksissa ja runkoluvun perusteella yhtä tiheissä metsiköissä.

Menettelytavat eroavat periaatteellisesti suhtautumisessa latvuskerrosluokan vaikutukseen siinä suhteessa, voidaanko ajatella olevan luontaisesti syntyneitä hieskoivikoita, jotka olisivat täysin siemen- tai vesasyntyisiä, ja voivatko siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen latvuskerrosluokkajakaumat olla samanlaiset niiden esiintyessä samassa metsikössä. Mikolan

(1942), Lukkalan (1946), Fermin (1990) ja myös tämän tutkimuksen havainnot viittaavat sekä siemen- että vesasyntyisiä hieskoivuja käsittäneiden metsiköiden enemmistöön sekä turve- että kivennäismailla ja siemensyntyisten hieskoivujen kasvamiseen ainakin keski-ikäisissä ja vanhoissa metsiköissä keskimäärin vesasyntyisiä ylemmissä latvuskerroksissa. Taimikonhoidolla ja hakkuilla voidaan ainakin periaatteessa vaikuttaa tähän asiaan. Latvuskerroksen vaikutuksen sivuuttaminen on perusteltua ajatellen tulosten soveltamista nykyisiin ja nykyisillä metsänkasvatusmenenetelmillä saataviin siemen- ja vesasyntyisiin hieskoivuihin. Latvuskerroksen vaikutuksen huomioon ottaminen on sen sijaan perusteltua, mikäli siemen- ja vesasyntyisen hieskoivun kasvatustavat muuttuvat nykyisestä esim. tavoiteltujen puutavaralajien monipuolistumisen vuoksi (vanerikoivu, sahatukit).

Menettelytavat eroavat puolestaan suhtautumisessa puuston tiheyden vaikutukseen periaatteellisesti siinä suhteessa, voidaanko ajatella luontaisten siemen- ja vesasyntyisten hieskoivujen kasvavan samassa puuston tiheydessä. Mikolan (1942) ja Fermin ym. (1985) mukaan valtaosin vesasyntyisiä hieskoivuja kasvavat metsiköt syntyvät keskimäärin tiheämpinä mutta puut ovat niissä selvemmin ryhmissä kuin valtaosin siemensyntyisiä hieskoivuja kasvavissa metsiköissä.

4.2 Runkotason tulokset ja niiden vertailu muihin tutkimuksiin

4.2.1 Hieskoivu yleensä

Hieskoivun laatua sinänsä ja varsinkin laadun vaihtelua on tutkittu vain vähän ja vaneripuuna käyttöä ajatellen vain rauduskoivuun vertaillen. Täten tämän tutkimuksen tuloksia vertaillaan aiempiin tutkimuksiin hies- ja rauduskoivun suhteita käsittelevässä luvussa (4.2.4). Hieskoivua koskeneita tuloksia on tarkasteltu tässä tutkimuksessa seikkaperäisesti aineiston sisäiseen rakenteeseen ja siinä vaikuttaviin tekijöihin liittyen tulosten esittelyn yhteydessä.

Liitteissä 3.1-3.3 on yhteenvedot neljän tulosten analysoinnissa käytetyn päätekijän, kasvupaikkaluokan, iän, latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutuksista tutkittuihin vaneripuun laatutekijöihin pysty- ja kaatokoepuututkimuksissa. Runkolukua käsiteltiin tutkimuksessa ensisijaisesti tulosten vertailuun vaikuttavana kovarianttina ja sen vaikutus liittyy tämän aineiston ominaispiirteisiin (luku 4.1.5). Täten runkoluvun vaikutuksista ei ole syytä tehdä varsinaisia johtopäätöksiä esim. puuston taimikko- tai harvennusmetsikkövaiheen tiheyden vaikutuksesta vanerikoivun laatuun.

Ikä ja kasvupaikkaluokka vaikuttivat hypoteesien mukaisesti useimpiin hieskoivun vaneripuuna käytössä olennaisiin laatutekijöihin. Pystykoepuumittauksissa varsinkin kasvupaikan mutta myös iän vaikutukset olivat koealan runkoluvun mukaan rajoitetuissa aineistoissa useammin tai enemmän merkitseviä kuin koko aineistossa, mikä osoitti tältä osin rajoitusmenettelyn hyödyllisyyden. Tosin eri aineistojen tulosten tasoerot olivat huomattavia vain nuorissa ja eräiltä osin keski-ikäisissä luokissa, koska rajoitus poisti aineistoista lähinnä nuoria koivuja. Myös runkoluvun vaikutukset olivat rajoitetuissa aineistoissa useimmiten merkitsevämpiä mutta sen tavoin lähinnä kovarianttina käytetyn latvuskerrosluokan vaikutukset vähemmän merkitseviä kuin koko aineistossa.

Iän kasvaessa hieskoivun ominaisuudet vaneripuuna paranivat merkitsevästi tai suuntaa antavasti sekä rungon dimensioiden, tukkipuun määrän ja tilavuusosuuden, tukkipuun

vähimmäiskoon ja -laadun saavuttamisen, vaneripuuksi tai vaneripuukasvatukseen kelpoisuuden, oksattoman tyviosan tavoittelun, kuollutoksaisen tyviosan välttämisen sekä useimmiten muidenkin yksittäisten oksikkuustekijöiden ja useimpien runkomuototekijöiden suhteen. Puun ikääntymisen vaikutukset olivat kielteisiä hylkytukkiosan koon ja tilavuusosuuden suurenemisen, terveoksaisen tyviosan harvinaistumisen, terveoksa- ja latvusrajan kohoamisen, koko käyttöosan kuivien, lahojen ja terveiden oksien ja tyviosan lahojen oksien paksuuden suurenemisen, rungon kapenemisen ja tyven epäpyöreyden voimistumisen sekä ulkoisen pinta- ja lahovikaisuuden ja puuaineen tyvilahoisuuden yleistymisen suhteen. Ikä ei vaikuttanut rungon pysty- ja vesaoksaisuuteen, käyttöosan useimpien oksalajien lukumäärään ja kuolleiden oksien paksuuteen, rungon suurimpana sivuviivapoikkeamana määriteltyyn lenkouteen, lenkojen runkojen osuuteen, epäpyöreyteen ja puuaineen lahoisuuteen muualla kuin tyvessä eikä myöskään tukkipuuna hylättävien, tyvettävien tai latvasta vähennettävien ja tyviosaltaan virheettömien runkojen osuuteen.

Metsikön kiertoaikana vaihtelevin ajoituksin tehtävät harvennushakkuut vaikuttavat olennaisesti yksittäisten runkojen keskimääräiseen laatuun ja laatujakaumaan. Tämän vuoksi iän vaikutukset olivat tässä tutkimuksessa osaksi todellisia ja osaksi hakkuista johtuneita. Useimmat iän havaituista vaikutuksista olivat hypoteesien mukaisia ja täten ilmeisen todellisia. Hakkuiden voidaan olettaa vaikuttaneen suorien, mutkaisten ja vaneripuuksi tai vaneripuun kasvatukseen kelvollisten hieskoivujen osuuksiin ja mahdollisesti aiheuttaneen hypoteesin vastaisen vaikutuksen lahojen oksien runsauteen.

Kasvupaikkaluokkien suhteita ja niihin vaikuttavia tekijöitä on käsitelty yksityiskohtaisesti tulosten esittelyn yhteydessä. Tässä riittänee toteamus, että rungon ja tyvitukkiosan dimensioihin, tukkipuun määrään ja tilavuusosuuteen, hylkytykkirunkojen runsauteen, oksikkuuteen, muotoon ja ulkoiseen lahoisuuteen liittyvät laadulliset ominaisuudet olivat hieskoivulla ikäluokittain lähes aina parhaat tuoreilla kankailla ja heikoimmat puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Poikkeuksina olivat eräät oksikkuusrajat, jotka olivat turvemaiden kasvupaikoilla nuorissa ikäluokissa säännöllisesti ylempänä mutta keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa alempana kuin kivennäismaiden kasvupaikoilla. Ruohoiset turvemaat olivat useissa ikäluokissa korkean kuivaoksarajan ja vähäisen vesaoksien esiintymisen suhteen ja puolukkaiset-piensaraiset turvemaat vastaavasti matalan terveoksa- ja latvusrajan ja tyviosan yleisen terveoksaisuuden suhteen hieskoivun parhaita kasvupaikkoja. Myös tukkirunkojen tyveämisen ja latvavähennysten tarve oli turvemaiden kasvupaikoilla vähäisempää kuin kivennäismaiden kasvupaikoilla.

Turvemaiden kasvupaikoista em. ominaisuudet olivat yleensä parhaat ruohoisilla turvemailla. Nämä oli kuitenkin hieskoivun laadun kannalta heikoimpia kasvupaikkoja tyviosan keskimääräistä harvinaisemman oksattomuuden ja terveoksaisuuden, harvinaisemman suoruuden ja yleisemmän mutkaisuuden, runsaamman tukkirunkojen tyveämisen, pienemmän rungon epäpyöreyden sekä harvinaisemman rungon ja puuaineen lahoisuuden suhteen.

Kysymys ennen ja jälkeen ojituksen syntyneiden koivujen laadullisista eroista koskee nimenomaan turvemaiden hieskoivuja (luku 4.1.2). Ennen ojitusta syntyneiden koivujen pituus- ja varsinkin paksuuskasvu on olettavasti hidasta, joten oksia on tiheässä rungon korkeuden suunnassa ja karsiutuneet oksat kyljestyvät ja korot ja muut pintaviat umpeutuvat tavallista hitaammin (Lukkala 1931, Heikurainen 1980). Ohuutensa ansiosta oksat todennäköisesti karsiutuvat kuitenkin tavallista nopeammin edellyttäen että koivikko ei ole erityisen tiheä. Hyvin tiheässä koivikossa kuolleiden oksien karsiutuminen on yleensä

hitaampaa kuin harvassa koivikossa, jos oksien läpimitta on sama (Raulo 1977, 1979, Cameron ym. 1995, Niemistö 1995, Niemistö ym. 1996). Pohjaveden pinnan laskiessa ja koivujen paksuuskasvun nopeutuessa oksien kyljestyminen nopeutuu (Lukkala 1931 Heikurainen 1980). Puu saattaa tällöin olla ulkoisesti oksaton tai vähäoksainen, vaikka itse puuaineessa olisikin paljon kuivia ja lahoja oksia, jotka kuitenkin ovat todennäköisesti pieniä.

Ojituksen jälkeen syntyneiden koivujen kasvurytmi vastaaa oletettavasti kivennäismaita, mikäli maapohjan ravinnetasapaino on kunnossa. Täten myös oksikkuuden voidaan olettaa kehittyvän samojen sääntöjen mukaisesti kuten kivennäismailla, jos puuston tiheys ja läpimitan kasvu on sama. Hieskoivun on kylläkin esitetty kasvavan turvemailla paksuutta nopeammin kuin vastaavan viljavuustason kivennäismailla, ainakin nuorena (Saramäki 1977, Ferm 1983, 1988, Niemistö 1991).

Edellä esitetystä seuraisi, että ojituksen jälkeen syntyneillä koivuilla läpimitta on samassa iässä mitä ilmeisimmin suurempi mutta ulkoisesti oksaton tyviosa kenties lyhyempi ja kuivaoksainen osa pitempi ja ainakin tyviosan kuolleet oksat paksumpia kuin ennen ojitusta syntyneillä. Koivun sisäosassa olisi ensinmainituilla kuitenkin nopeamman nuoruusvaiheen pituuskasvun vuoksi harvemmassa ja, olettaen yhteen oksakiehkuraan syntyvien oksien lukumäärä vakioksi, vähemmän kuivia oksia kuin jälkimmäisillä. Samassa läpimitassa taas ojituksen jälkeen syntyneet koivut olisivat nuorempia kuin ennen ojitusta syntyneet, mutta ulkoista oksikkuutta koskevat erot olisivat edellä kuvatun suuntaisia mutta kenties suurempia.

Lähivuosikymmeninä uudistuskypsyyden ja täten mahdollisen vaneripuusadon korjuuvaiheen saavuttavat turvemaiden koivupuustot ovat lähinnä ennen ojitusta syntyneitä, olettaen 70-80 vuoden kiertoaika (Niemistö 1992), koska valtaosa suometsistä on ojitettu 1960- ja 1970-luvuilla (Paavilainen ja Tiihonen 1988). Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan tältä osin soveltaa hyvin myös ojitetuilta turvemailta markkinoille lähivuosikymmeninä tulevan vanerikoivun ominaisuuksia ja käyttökelpoisuutta tarkasteltaessa.

4.2.2 Syntytavan vaikutukset hieskoivulla

Hieskoivun vesomiskykyä on pidetty josku heikkona (Mikola 1942), joskus rauduskoivua parempana (Sarvas 1948). Se näyttäisi silti tekevän varsinkin turvemailla runsaasti tyvisilmuja kantovesomista varten (Kauppi ym. 1987, Ferm 1990); juurivesoja on sen sijaan havaittu hyvin harvoin (Röykkä ja Itkonen 1947). Hieskoivun vesomisen hyödyntäminen ja täten myös tietotarpeet vesasyntyisten hieskoivujen laadusta keskittyvät turvemaille.

Liitteissä 3.4-3.6 on yhteenvedot hieskoivun syntytavan ja ikäluokan vaikutuksista tutkittuihin vaneripuun laatutekijöihin turve- ja kivennäismailla, kun latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset joko sivuutettiin tai otettiin huomioon. Syntytapa vaikutti vaneripuuna käytössä olennaisiin ominaisuuksiin latvuskerrosluokan ja runkoluvun vaikutukset sivuuttaen selvästi useammin kuin niiden vaikutukset huomioon ottaen. Poikkeuksena olivat erilaiset oksikkuustunnukset, jotka ovat tunnetusti vahvassa yhteydessä metsänkäsittelyyn ja täten puuston tiheyteen (esim. Vuokila 1980, Niemistö 1991, 1995, Cameron ym. 1995).

Siemensyntyisten hieskoivujen useimmat ominaisuudet olivat, ikä huomioon ottaen, hypoteesien mukaisesti yleensä vesasyntyisiä edullisemmat, joskaan syntytavan vaikutukset

eivät olleet niin suuria kuin Mikolan (1942) ja Lukkalan (1946) kirjoitusten perusteella olisi voitu olettaa. Tämä koski sekä turve- että kivennäismailla rungon dimensioita, tyviosan suoruutta ja yleistä virheettömyyttä, käyttöosan keskimääräistä epäpyöreyttä, tukkipuun hylkäämisen tarvetta ja kaikki rungot analysoiden tukkiosan määrää ja tilavuusosuutta. Vesasyntyiset hieskoivut olivat vastaavasti siemensyntyisiä laadukkaampia vähäisemmän tukkipuiden latvavähennysten tarpeen suhteen, mihin vaikutti jo sinänsä harvojen vesasyntyisten tukkipuiden pienuus.

Turvemailla siemensyntyiset hieskoivut olivat vesasyntyisiä laadukkaampia myös yleisemmän tukkipuun vähimmäiskoon ja -laadun ja vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisuuden, yleisemmmän oksattoman ja harvinaisemman kuollutoksaisen tyviosan, pienemmän tyviosan lenkouden ja harvinaisemman lengon tyviosan, harvinaisemman käyttöosan puuaineen lahoisuuden ja pienemmän tyvipölkyn latvan epäpyöreyden sekä vähäisemmän tukkipuiden tyveämisen tarpeen suhteen. Vesasyntyiset hieskoivut olivat kuitenkin siemensyntyisiä laadukkaampia kaikkien puiden pienemmän keskimääräisen hylkytukkiosan koon ja hylkytukkiosuuden, korkeamman kuivaoksarajan eli pitemmän oksattoman tyviosan, pienemmän käyttöosan terveiden oksien lukumäärän ja paksuuden ja tyvitukkiosan kuolleiden oksien paksuuden sekä myös harvinaisemman puuaineen tyvilahoisuuden suhteen.

Kivennäismailla siemensyntyiset hieskoivut olivat vastaavasti vesasyntyisiä laadukkaampia harvinaisemman mutkaisen ja pintavikaisen tyviosan sekä pienemmän terveiden oksien lukumäärän ja paksuuden suhteen. Vesasyntyiset hieskoivut olivat vastaavasti siemensyntyisiä laadukkaampia matalamman terveoksa- ja latvusrajan, pienemmän käyttö- ja tyvitukkiosan oksakyhmyjen, lahojen ja kuolleiden oksien lukumäärän, pienemmän käyttöosan kaikkien oksien lukumäärän ja kuivien, lahojen ja kuolleiden oksien paksuuden, harvinaisemman pystyoksaisuuden ja tyviosan ulkoisen ja käyttöosan puuaineen lahoisuuden sekä vähäisemmän tukkipuiden tyveämisen tarpeen suhteen.

Latvuskerrosluokan ja runkoluvun vaikutukset huomioon ottaen siemensyntyiset hieskoivut eivät olleet minkään tutkitun ominaisuuden suhteen vesasyntyisiä laadukkaampia turve- ja kivennäismaiden yhteisessä aineistossa. Turvemailla siemensyntyiset hieskoivut olivat vesasyntyisiä laadukkaampia suuremman kaikkien puiden keskimääräisen tukkiosuuden ja pienemmän tukkipuiden hylkytukkiosuuden, pienemmän tyviosan lenkouden ja tyven epäpyöreyden, korkeamman kuivaoksarajan ja matalamman terveoksarajan sekä pienemmän käyttö- ja tyvitukkiosan oksakyhmyjen ja kuolleiden oksien ja tyvitukkiosan kaikkien oksien lukumäärän suhteen. Vesasyntyiset hieskoivut olivat vastaavasti siemensyntyisiä laadukkaampia suuremman tukkipuiden tukkiosan koon ja tukkiosuuden sekä pienemmän käyttöosan kaikkien oksien lukumäärän suhteen. Kivennäismailla siemensyntyiset hieskoivut olivat vesasyntyisiä laadukkaampia vain suuremman tukkiosan todellisen tilavuuden ja todellisen tukkiosuuden, pienemmän kapenemisen sekä pienemmän tyvitukkiosan terveiden oksien lukumäärän ja paksuuden suhteen. Vesasyntyiset hieskoivut olivat vastaavasti siemensyntyisiä laadukkaampia matalamman terveoksa- ja latvusrajan, pienemmän käyttöosan lahojen ja kuolleiden oksien lukumäärän ja kuolleiden oksien paksuuden sekä pienemmän tyvitukkiosan lahojen oksien lukumäärän suhteen.

Vesasyntyisten hieskoivujen alkukehitys on nopeaa, mutta kiertoajan kuluessa niiden järeyskehitys taantuu siemensyntyisiä enemmän (Heikinheimo 1915, Mikola 1942, Yli-Vakkuri 1958, Leikola ja Mustanoja 1961, Etholén 1974, Wahlström 1976, Björklund ja

Ferm 1982, Björkdahl 1983, Ferm ym. 1985). Tämä ilmeni selvästi myös tässä tutkimuksessa siemen- ja vesasyntyisten puiden läpimittaerojen pienuutena nuorimmissa ikäluokissa ja erojen kasvamisena iän myötä. Fermin (1990) mukaan vesasyntyisyys ei sinänsä takaa tietyntasoista järeyskehitystä edes nuoruusajalla, vaan metsiköiden välillä on suuria eroja, ja valtavesojen paksuuskasvu on usein selvästi muiden latvuskerrosten vesoja nopeampaa.

Sarvaksen (1948) mukaan vesakoivut ovat tavallisesti oksikkaita ja tyvestään pahasti vääriä. Tähän verrattuna tämän tutkimuksen tulokset olivat oksikkuuden osalta huomattavasti myönteisempiä mutta suoruuden osalta pitkälti yhtä kielteisiä. Myös Heiskanen (1957) kiinnitti huomiota pienten hieskoivujen rauduskoivuja pitempään oksattomaan tyviosaan soilla, ja esitti Mikolan (1942) ja Lukkalan (1946) tavoin sen johtuvan vesasyntyisyydestä. Tämän tutkimuksen tulokset olivat yhdenmukaisia tämän päätelmän kanssa.

Huomio kiinnittyi tapauksiin, joissa vesasyntyisyyteen liittyi siemensyntyisyyttä vähäisempi lahoisuus sekä lahojen oksien esiintyminen ja paksuus. Ulkoisen lahoisuuden osalta voidaan tehdä vain varovaisia päätelmiä puutteellisen arviointitarkkuuden vuoksi (luvut 3.1.4.1.2 ja 4.1.4). Tulokset puuaineen lahoisuudesta olivat sitä vastoin todellisia, täysin päinvastaisia mm. Heikinheimoon (1917), Mikolaan (1942) ja Sarvakseen (1948) verrattuna.

Vesasyntyisyyden vaikutusta lahoisuuteen on tutkittu aiemmin yksityiskohtaisesti vain nuorilla koivuilla. Ferm (1990) löysi tyvilahoa 54 prosentista 9-23-vuotiaita vesasyntyisiä hieskoivuja viljavuudeltaan eritasoisilta turvemailta; metsiköiden välinen vaihtelu oli 32-71 %. Varsinkin lahon läpimitta mutta myös korkeus olivat melko pienet tässä iässä. Lahoisuus oli yleisintä heikkokuntoisilla, vallituilla ja vanhimmilla vesoilla. Kahiluodon ja Talvenheimon (1947) nuorissa korpikoivikoissa sisäisesti lahojen koivujen osuus oli 47 %. Vastaava osuus oli Heiskasen (1947) ojitetuilla turvemailla, joilla suuri osa koivuista oli tekijän mukaan ilmeisesti vesasyntyisiä, 20-40 a ikäluokassa 70 %, joskin laho sinänsä alensi laatua vain 7,5 prosentissa koivuista.

Fermin (1990) mukaan vesasyntyisyys ei myöskään ole välttämättä pääsyy hieskoivun lahoisuuteen, koska juuresta tai emokannosta lähteneiden tyvilahojen osuus oli vain 24 %, rungosta tai oksasta lähteneiden osuus 29 %, molemmista lähteneiden osuus 3 % ja tunnistamattomien osuus 44 %. Wahlströmin (1976) yli 40-vuotiailla rauduskoivun vesoilla lahotapaukset eivät olleet peräisin emopuun kannoista tai juurista. Ferm (1990) luettelee mahdollisina vesasyntyisten hieskoivujen lahon aiheuttajina mm. eläinten syömäjäljet, kuolleet naapurivesat ja hieskoivulle tyypilliset isot silmuryhmät. Näistä jäisi lähekkäin syntyvien vesojen puuaineen sisälle kuorta, jokaa kohottaisi lahottajasienten infektiolle ja kasvulle välttämätöntä kosteutta.

Tässä tutkimuksessa tyvilahoisten vesasyntyisten hieskoivujen osuus oli alle 40-vuotiaissa kaatokoepuissa huomattavan pieni, turvemailla 18 % ja kivennäismailla 5 %. Vähäinen lahofrekvenssi esim. Fermiin (1990) verrattuna johtui ilmeisesti koivikoiden erilaisesta käsittelystä ja iästä: lahoaltteimmat pienet ja heikkokuntoiset vesat oli ilmeisesti jo poistettu koealoilta taimikko- ja/tai harvennusmetsikkövaiheessa tai ne olivat kuolleet. Kokonaisuutenakaan lahoisuus ei vaikuttanut tässä tutkimuksessa vesasyntyisillä hieskoivuilla juuri suuremmalta ongelmalta kuin siemensyntyisillä. Vesasyntyisten hieskoivujen tyvilahon arvioitiin lähteneen juuristosta turvemailla kahdessa tapauksessa kolmesta ja kivennäismailla kaikissa tapauksissa, eli useammin kuin siemensyntyisillä hieskoivuilla, joilla vastaavat juuristolahon osuudet olivat 54 ja 60 %.

4.2.3 Hies- ja rauduskoivun vertailu

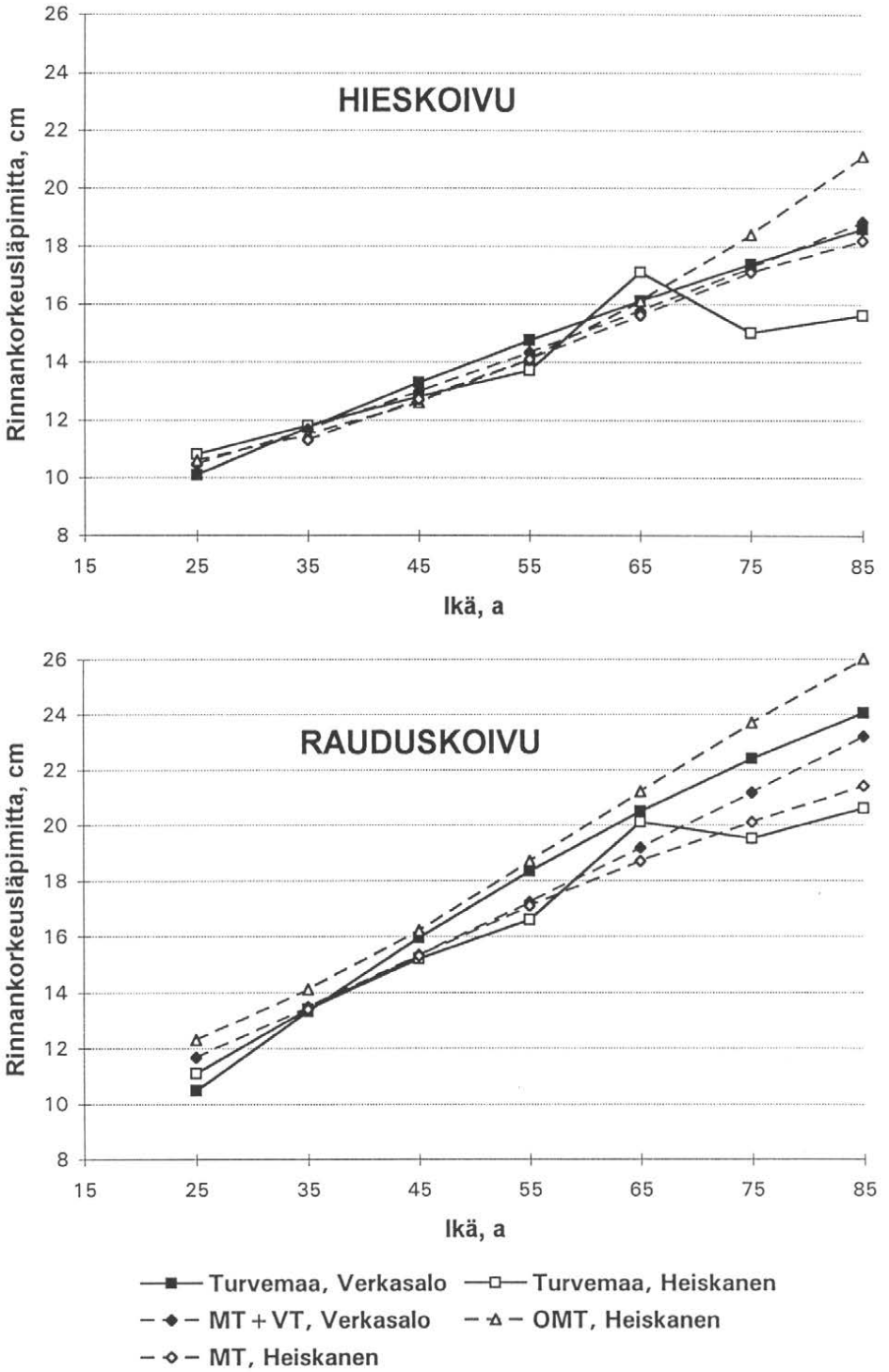
4.2.3.1 Järeys

Liitteissä 3.7- 3.10 on yhteenvedot neljän hies- ja rauduskoivua koskeneiden tulosten analysoinnissa käytetyn päätekijän, koivulajin, iän, latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutuksista tutkittuihin vaneripuun laatutekijöihin pystykoepuu- ja kaatokoepuututkimuksissa turve- ja kivennäismailla. Liitteissä 3.11-3.13 on vastaavat yhteenvedot, joissa iän sijasta tarkastellaan rinnankorkeusläpimitan vaikutuksia ja turve- ja kivennäismailta käsitellään yhtenä kokonaisuutena. Runkolukua käsiteltiin ensisijaisesti hies- ja rauduskoivun vertailuun vaikuttavana kovarianttina ja sen vaikutus liittyy tämän aineiston ominaispiirteisiin (luku 4.1.5). Täten runkoluvun vaikutuksista ei ole tässäkään syytä tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä esim. puuston taimikko- tai harvennusmetsikkövaiheen tiheyden vaikutuksesta vanerikoivun laatuun.

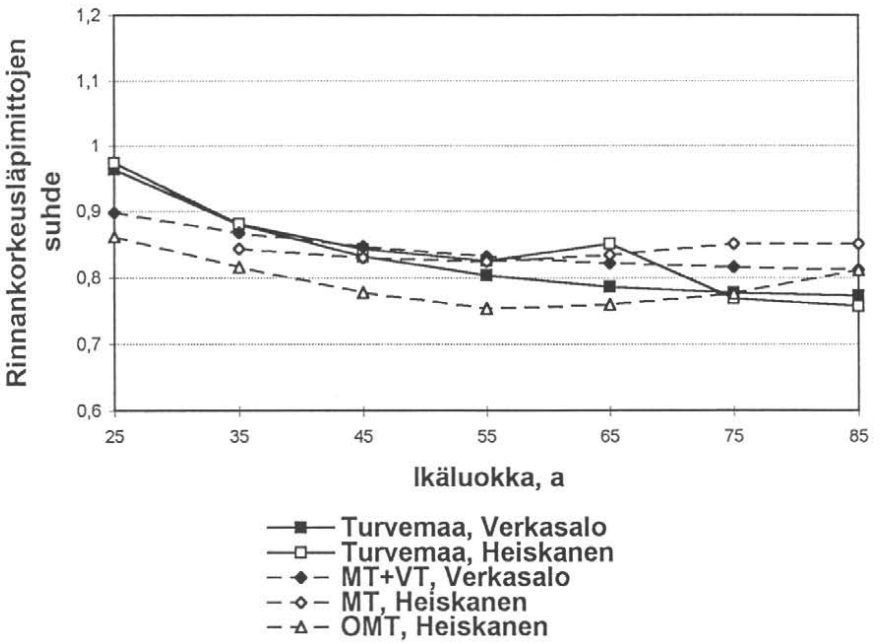
Koivun järeys vaneripuun laatutekijänä sinänsä mutta myös useimpiin muihin laatutekijöihin vaikuttavana ansaitsee huolellisen tarkastelun eri ryhmien välisissä laatuvertailuissa. Koivujen järeys tässä Pohjanmaalla tehdyssä tutkimuksessa vaikuttaa myös oleellisesti ikäluokittaisten tulosten soveltamismahdollisuuksiin muilla alueilla (luku 4.1.1). Hieskoivut olivat tässä tutkimuksessa hypoteesien mukaisesti sekä turve- että kivennäismailla merkitsevästi samanikäisiä rauduskoivuja pienempiä rinnankorkeusläpimitan ja varsinkin tilavuuden suhteen. Täten hieskoivujen tilavuus oli myös samassa rinnankorkeusläpimitassa pienempi kuin rauduskoivujen tilavuus, koska hieskoivut olivat rauduskoivuja lyhyempiä ja täten enemmän kapenevia.

Turvemaiden hieskoivujen tasoitetut läpimitat olivat tässä tutkimuksessa alle 40 a ikäluokissa samalla tasolla mutta näitä vanhemmissa luokissa jopa suurempia kuin Heiskasen (1957) tutkimuksessa Suomen koko eteläosassa eron kasvaessa ikäluokan mukana (kuva 109a). Tulos oli oletusten vastainen ottaen huomioon puuston kasvun kannalta suhteellisen epäedullinen ilmastovyöhyke tässä tutkimuksessa sekä Heiskasen lähinnä Metsäntutkimuslaitoksen kestokokeilta peräisin olleiden suokoivikoiden intensiivinen hoito. Tulos saattaakin johtua siitä, että tämän tutkimuksen suokoivikoiden ojituksesta olisi kulunut pitempi aika ja pohjaveden pinnan laskeminen olisi ehtinyt vaikuttaa tehokkaammin kasvuun kuin Heiskasen tutkimuksessa (mm. Lukkala 1931, Heikurainen 1980). Toisaalta Heiskanen ei raportoi turvemaiden aineistonsa jakaumaa viljavuuden mukaan, joka siis oli mahdollisesti heikompi kuin tässä tutkimuksessa. Joka tapauksessa tämä tutkimus antaa aiempia myönteisemmän kuvan ojitettujen turvemaiden hieskoivujen järeyskehityksestä myös kiertoajan loppupuolella.

Kivennäismailla läpimittaerot olivat pienet vertailtaessa tämän tutkimuksen hieskoivuja tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla Heiskasen tutkimuksen hieskoivuihin tuoreilla kankailla (kuva 109a). Ikäluokittaiset läpimitat olivat kuitenkin tässä tutkimuksessa keskimäärin heikommasta viljavuudesta huolimatta jopa suurempia kuin Heiskasella. Hänen aineistonsa lehtomaisten kankaiden hieskoivut erosivat odotetun selvästi em. ryhmien hieskoivuista yli 70-vuotiaina. Tämä on siis hieskoivullakin vaneripuun mittaisten puiden kasvattamisen kannalta selvästi otollisin kasvupaikka.



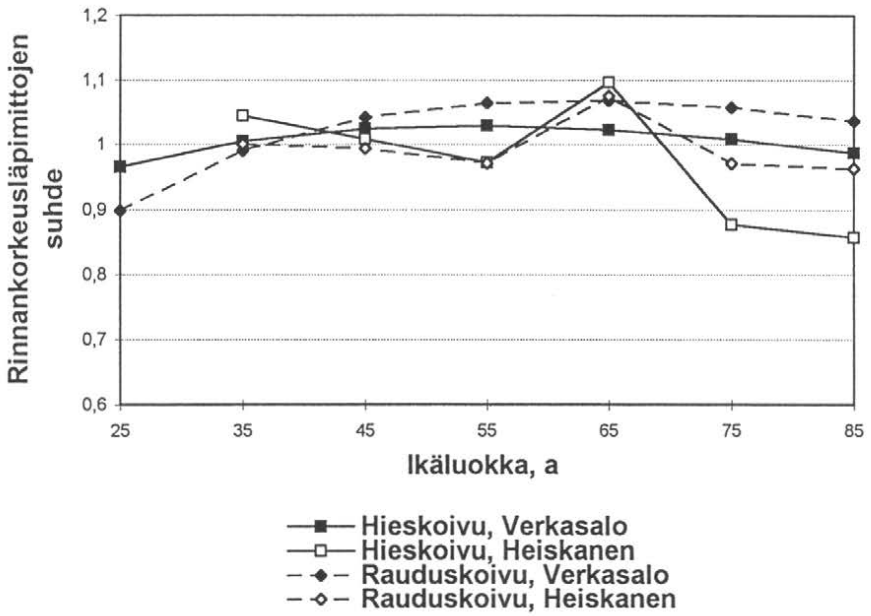
Kuva 109a-b. Hies- ja rauduskoivujen tasoitetut keskimääräiset rinnankorkeusläpimitat kasvupaikka- ja ikäluokittain tässä ja Heiskasen (1957) tutkimuksessa.



Kuva 110. Hies- ja rauduskoivujen rinnankorkeusläpimittojen suhteet kasvupaikka- ja ikäluokittain tässä ja Heiskasen (1957) tutkimuksessa.

Myös turvemaiden rauduskoivujen tasoitetut läpimitat olivat tässä tutkimuksessa 40-vuotiaista puista lähtien suurempia kuin Heiskasen (1957) tutkimuksessa eron kasvaessa ikäluokan mukana (kuva 109b). Tämän tutkimuksen jo sinänsä pieni rauduskoivuaineisto oli peräisin ohutturpeisilta soilta, joilla niiden kasvun edellytykset ovat muita turvemaita paremmat. Kivennäismailla rauduskoivujen suhteet olivat molemmmisa tutkimuksissa samansuuntaiset kuin hieskoivulla, mutta ryhmien väliset erot olivat suuremmat (kuva 109b). Vanhat rauduskoivut olivat tämän tutkimuksen aineistossa varsin suuria läpimitaltaan, toki kaikissa ikäluokissa pienempiä kuin Heiskasen lehtomaisilla kankailla.

Hieskoivujen läpimitat olivat molemmissa tutkimuksissa oletusten mukaisesti rauduskoivuja pienempiä sekä turve- että kivennäismailla (kuva 110). Oletusten mukaista oli myös läpimittaerojen kasvaminen turvemailla molemmissa tutkimuksissa iän kasvaessa mutta edellä kuvatun mukaisesti kuitenkin hidastuvalla nopeudella. Hies- ja rauduskoivujen erot olivat tutkimuksissa suhteellisesti samalla tasolla (5-25 %). Kivennäismailla hies- ja rauduskoivujen erot olivat tässä tutkimuksessa alle 60-vuotiailla puilla hieman suuremmat mutta yli 60-vuotiailla puilla pienemmät kuin Heiskasen tutkimuksessa. Erot riippuivat iästä kivennäismailla selvästi vähemmän kuin turvemailla kasvaen tässä tutkimuksessa esitetyn ikäjakauman alueella 10 prosentista 18 prosenttiin mutta ollen Heiskasen tutkimuksessa lähes vakiotasolla, 15-18 %. Koivulajien läpimittaerot ovat Heiskasen mukaan suurimmat kummallekin koivulajille parhaalla kasvupaikalla, lehtomaisilla kankailla (14-25 %). Koivulajien ero oli tällöin jostain syystä suurin 51- 60 a ikäluokassa, vaikka eron jatkuva suureneminen iän myötä olisi tässäkin luonnollisin ilmiö ottaen huomioon koivulajien biologiset kehityserot.



Kuva 111. Turve- ja kivennäismaiden koivujen rinnankorkeusläpimittojen suhteet koivulajeittain ja ikäluokittain tässä ja Heiskasen (1957) tutkimuksessa.

Turve- ja kivennäismaiden hieskoivujen läpimitat erosivat tässä tutkimuksessa vain 2-3 % (kuva 111). Hieskoivut olivat turvemailla yleensä hieman paksumpia kuin kivennäismailla, mikä oli yhdenmukaista aiempien, tosin vain nuoria ja keski-ikäisiä hieskoivuja koskeneiden tulosten kanssa (Saramäki 1977, Ferm 1983, 1988, Niemistö 1991). Yleissäännöstä poikennut suhde oli odotettu vanhimmassa ikäluokassa mutta oletusten vastainen nuorimmassa ikäluokassa. Heiskasen tutkimuksessa hieskoivujen läpimitat olivat turvemailla yli 50-vuotiailla puilla pienempiä kuin kivennäismailla eron kasvaessa iän myötä. Tulos vaikuttaa luonnolliselta ainakin vanhimmissa ikäluokissa.

Heiskasen (1957) työn lisäksi hies- ja rauduskoivujen järeydestä on julkaistu vain vähän laajoihin aineistoihin perustuvia tietoja yksittäisen rungon tasolla. Otannaltaan epäsäännöllisissä vanhoissa tutkimuksissa (Heikinheimo 1915, Kujala 1946, Appelroth 1946, 1949, Sarvas 1949, 1951) on päädytty tämän tutkimuksen suuntaisiin johtopäätöksiin koivulajien järeyseroista, joskin koivikoiden rakenne on muuttunut oleellisesti noista ajoista.

Niemistön ym. (1996) 30-vuotiaiden istutusrauduskoivujen tutkimuksessa metsikön 600 paksuimman puun keskiläpimitta oli peltomailla keskimäärin 18,7 cm (n=573) ja pääasiassa lehtomaisten kankaiden metsämailla 17,7 cm (n=684). Läpimitta oli metsämailla siis tämän tutkimuksen B-aineiston vastaavan ikäisten rauduskoivujen keskiläpimittaan verrattuna 4 cm eli 35 % ja Heiskasen aineiston rauduskoivujen keskiläpimittaan verrattuna 6 cm eli 60 % korkeampi. Tulos kuvaa hyvin istutuskoivujen ylivertaisuutta luonnonkoivuihin nähden ainakin nuoruusvaiheen kasvussa. Raulon (1977) istutuskokeissa 30-vuotiaiden hies- ja rauduskoivikkojen 400 paksuimman puun kuorettomat keskiläpimitat olivat peltomailla 16,2 ja 19,6 cm ja lehtomaisten kankaiden metsämailla 14,1 ja 16,9 cm. Cameronin ym. (1995) 40-

55-vuotiaiden istutusrauduskoivujen keskiläpimitta oli Iso-Britanniassa, Tanskassa ja Saksassa sijainneissa kestokokeissa 27,0 cm voimakkaan ensiharvennuksen, 19,5 cm lievän ensiharvennuksen ja 22,0 cm harventamatta jättämisen seurauksena.

4.2.3.2 Oksikkuus

Hieskoivulla oksien karsiutumista kuvaava kuivaoksaraja oli samassa iässä epäedullisesti alempana kuin rauduskoivulla sekä turve- että kivennäismailla. Oksakyhmyrajassa, joka varsinaisesti erottaa kuorettomasta vaippapinnasta oksattoman tyviosan, ei kuitenkaan ollut merkitseviä eroja. Oksien kuolemista kuvaavat terveoksa- ja latvusrajat olivat hieskoivulla turvemailla terveoksaisen puun periaatteellisen saatavuuden kannalta epäedullisesti ylempänä mutta kivennäismailla kuitenkin edullisesti alempana kuin rauduskoivulla. Rauduskoivulla oli varsinkin kivennäismailla hieskoivua useammin kuivia oksia latvusrajan yläpuolella. Tämä paransi hieskoivun asemaa suhteessa rauduskoivuun vertailtaessa todellisuudessakin terveoksaisen osan alkamiskorkeutta ja osuutta rungon pituudesta. Läpimitasta riippuen joko tyvitukkina tai tyvitukin aiheena pidettävän viiden metrin tyviosan oksattomuuden, terveoksaisuuden ja kuollutoksaisuuden suhteen hies- ja rauduskoivun välillä ei ollut merkitsevää eroa turve- tai kivennäismailla.

Hies- ja rauduskoivujen kuivaoksarajassa ei ollut kokonaisuutena eroa samassa läpimitassa. Koska kuivaoksaraja kohosi läpimitan kasvaessa ja rauduskoivut olivat samanikäisiä hieskoivuja paksumpia, hies- ja rauduskoivun ikäluokittaiset erot johtuivat itse asiassa ilmeisesti pääosin puiden läpimittaeroista. Samassa läpimitassa oksattoman tyviosan pituutta kuvaava oksakyhmyraja oli hieskoivulla epäedullisesti alempana kuin rauduskoivulla. Koska myös oksakyhmyraja kohosi läpimitan kasvaessa, samanikäisten hies- ja rauduskoivujen oksakyhmyrajojen yhtäsuuruus ei ilmeisesti johtunut läpimittaeroista.

Terveoksa- ja latvusrajat olivat hieskoivulla samassa läpimitassa edullisesti alempana kuin rauduskoivulla. Hieskoivulla oli kuivia oksia latvusrajan yläpuolella myös samassa läpimitassa harvemmin kuin rauduskoivulla, joten tässäkin tarkastelussa hieskoivun asema suhteessa rauduskoivuun vertailtaessa todellisuudessakin terveoksaisen osan alkamiskorkeutta ja osuutta rungon pituudesta oli parempi kuin terveoksa- ja latvusrajojen perusteella voisi päätellä. Myös viiden metrin tyviosa oli hieskoivulla samassa läpimitassa harvemmin oksaton kuin rauduskoivulla, mutta koivulajien välillä ei ollut eroa kuollut- ja terveoksaisuudessa.

Aiemmissa tutkimuksissa ei mainita mitatun oksakyhmyrajaa rungoista. Sen sijaan on mitattu alimman kuivan oksan korkeutta, jota on käytetty myös oksattoman tyviosan määrittelyyn. Menettely johtaa systemaattisiin yliarvioihin oksattoman osan pituudessa, jos pyritään tarkastelemaan puuainetta kuorettomasta vaippapinnasta lähtien eli teoreettiselta muodoltaan optimaalisen eli täydellisen suoran, pyöreän ja kapenemattoman pölkyn sorvausta. Myös Heiskasen (1957) tutkimuksessa käytettiin alimman kuivan oksan korkeutta, joten oksatonta osaa koskeneiden tulosten vertailu on mahdollista vain tältä pohjalta. Vertailussa on muistettava pystykarsittujen puiden osuus Heiskasen tuloksissa keski-ikäisissä ja vanhoissa luokissa (luku 4.1.3).

Sekä hies- että rauduskoivuilla oli tässä tutkimuksessa samassa iässä vähintään yhtä suuresta läpimitasta huolimatta yleensä vähemmän oksatonta tyviosaa puun koko pituudesta kuin

Heiskasen tutkimuksessa. Erot olivat kivennäismailla suurempia kuin turvemailla ja rauduskoivulla suurempia kuin hieskoivulla. Oksatonta tyviosaa oli tässä tutkimuksessa hieskoivulla turvemailla 1-4 %-yksikköä ja kivennäismailla 1-6 %-yksikköä vähemmän kuin Heiskasen tutkimuksessa. Ainoat poikkeukset yleissäännöstä olivat turvemailla alle 40-vuotiaat ja vastaavasti 81-90-vuotiaat hieskoivut, joilla erot olivat saman verran päivastaiset. Em. pääsääntöjen mukaiset erot olivat rauduskoivulla 2-10 % yksikköä turvemailla ja 1-13 %-yksikköä kivennäismailla; päinvastaisia eroja oli alle 30 a luokassa sekä turve- että kivennäismailla, 4 ja 15 %-yksikköä, ja 81-90 a luokassa kivennäismailla, 4 %-yksikköä.

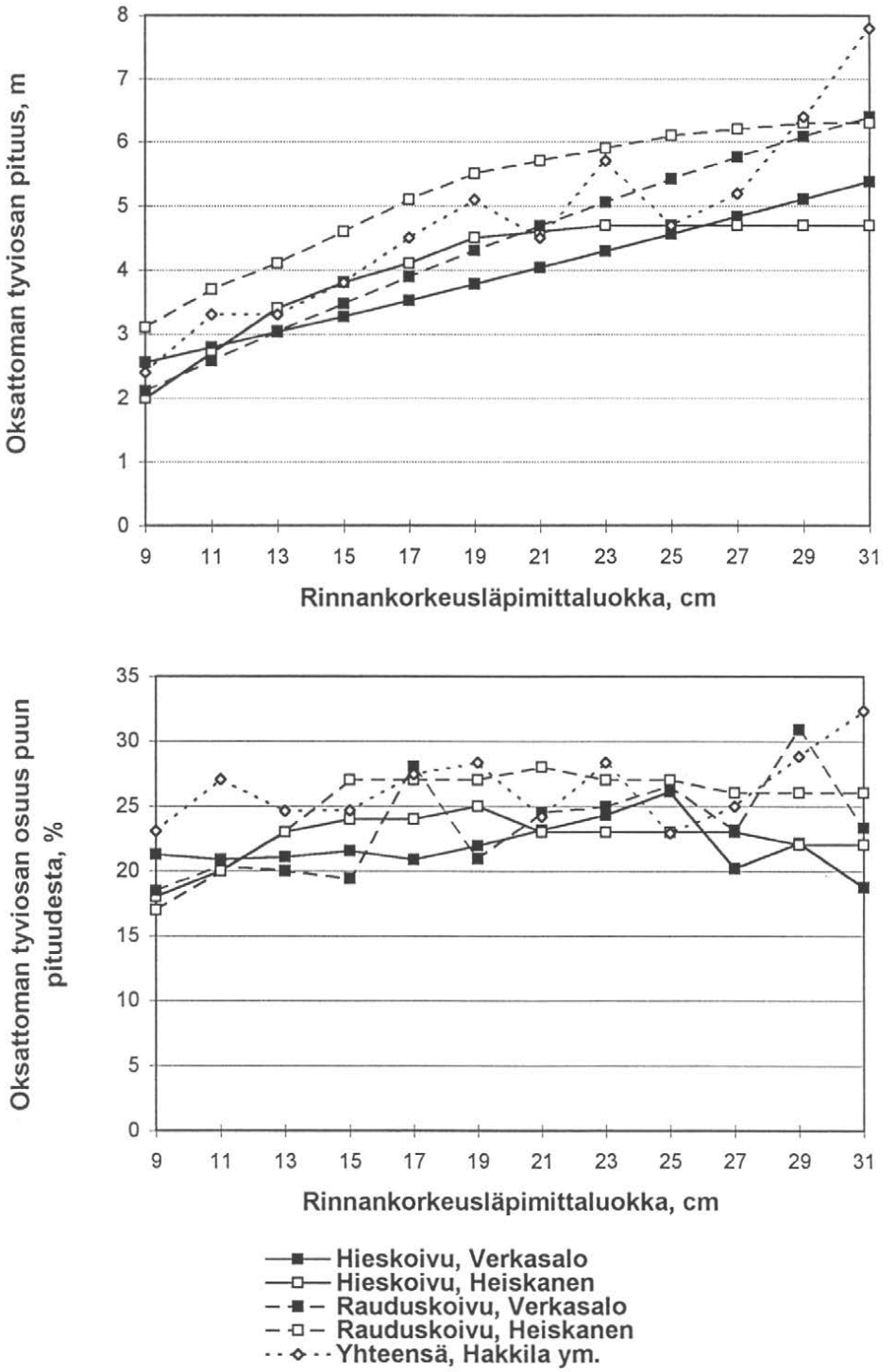
Turvemailla hies- ja rauduskoivujen erot olivat erisuuntaiset: tässä tutkimuksessa oksaton oli hieskoivulla 1-8 %-yksikköä pitempi mutta Heiskasella vastaavasti 2-3 %-yksikköä lyhyempi kuin rauduskoivulla. Kivennäismailla oksaton osa oli molemmissa tutkimuksissa hieskoivulla alle 40-vuotiailla puilla 2-3 %-yksikköä lyhyempi mutta näitä vanhemmilla puilla saman verran pitempi kuin rauduskoivulla, poikkeuksena päinvastainen ero, 7 %-yksikköä, tämän tutkimuksen 81-90-vuotiailla puilla. Turve- ja kivennäismaiden hies- ja rauduskoivujen erot olivat tutkimuksissa samansuuntaiset joskin tässä tutkimuksessa hieskoivulla jossain määrin pienemmät ja rauduskoivulla suuremmat kuin Heiskasella.

Heikinheimon (1953) mukaan oksattoman osan suhteellinen pituus on 40-vuotiaassa koivikossa 27 % eli selvästi suurempi kuin tässä tutkimuksessa. Niemistön ym. (1996) 30-vuotialla istutusrauduskoivuilla oksatonta osaa oli sekä pelto- että metsämailla keskimäärin 4,9 m eli 25 %.

Tässä tutkimuksessa koivujen oksaton tyviosa oli sekä absoluuttisesti että suhteellisesti pisin lisävaltapuilla. Poikkeuksena olivat turvemaiden hieskoivut, joilla pituus pieneni latvuskerroksen alentuessa alle 40-vuotiaita puita lukuunottamatta. Heiskasella oksaton tyviosa oli tuoreilla kankailla ja soilla pisin absoluuttisesti päävaltapuilla mutta suhteellisesti lisävaltapuilla ja lehtomaisilla kankailla absoluuttisesti sitä pitempi mitä ylempi oli latvuskerros mutta suhteellisesti yhtä pitkä eri latvuskerroksissa.

Rinnankorkeusläpimittaluokittain oksattoman tyviosan tasoitetut pituudet olivat tässä tutkimuksessa rauduskoivulla säännöllisesti ja hieskoivulla 21 cm:n luokkaan asti absoluuttisesti pienemmät kuin Heiskasella (kuva 112a). Tässä tutkimuksessa pituus kasvoi suoraviivaisesti ja rauduskoivulla hieskoivua voimakkaammin läpimitan kasvaessa, mutta Heiskasella pituuden kasvu hidastui selvästi varsinkin hieskoivulla 19 cm:n läpimittaluokan yläpuolella. Läpimitan erilaisesta vaikutuksesta johtui, että oksaton tyviosa oli tässä tutkimuksessa hieskoivulla yli 21 cm:n luokissa pitempi kuin Heiskasella. Hakkilan ym. (1972) 5. VMI:n Etelä-Suomen traktiverkostostoa käyttäen keräämässä aineistossa (n=415), jossa ei eroteltu hies- ja rauduskoivuja, oksaton tyviosa oli läpimittaluokittain säännöllisesti pitempi kuin tässä tutkimuksessa hies- ja rauduskoivuilla tai Heiskasella hieskoivuilla mutta lyhyempi kuin Heiskasella rauduskoivuilla. Läpimitan vaikutus oli lähempänä Heiskasen kuin tämän tutkimuksen piirteitä, jos tulos 31 cm:n luokan poikkeuksellisen pitkästä oksattomasta tyviosasta jätetään huomiotta.

Tämän tutkimuksen ja Heiskasen tulosten suhteet oksattoman tyviosan läpimittaluokittaisissa osuuksissa puun pituudesta olivat samansuuntaiset kuin tyviosan absoluuttisissa pituuksissa (kuva 112b). Osuus kasvoi kuitenkin hyvin hitaasti läpimitan kasvaessa, jos ollenkaan. Hakkilan ym. (1972) tulokset olivat tässä alle 15 cm:n koivuilla kaikkia vertailuryhmiä korkeammalla ja näitä suuremmilla koivuilla Heiskasen rauduskoivujen tasolla.



Kuva 112a-b. Hies- ja rauduskoivujen tasoitetut oksattoman tyviosan pituudet (yläkuva) ja osuudet puun koko pituudesta (alakuva) rinnankorkeusläpimittaluokittain tässä ja Heiskasen (1957) tutkimuksessa. Vertailukohtana Hakkilan ym. (1972) kaikkien koivujen yhteiset tulokset.

Heiskanen (1957) vertaili hies- ja rauduskoivun oksatonta tyviosaa läpimittaluokittain myös eri kasvupaikkaluokissa. Hieskoivulla oksaton tyviosa oli sekä absoluuttisesti että suhteellisesti pisin alle 22 cm:n puilla tuoreilla ja näitä suuremmilla puilla lehtomaisilla kankailla ja lyhyin alle 16 cm:n puilla lehtomaisilla kankailla ja näitä suuremmilla puilla soilla. Rauduskoivulla oksaton tyviosa oli pisin absoluuttisesti alle 16 cm:n puilla tuoreilla kankailla ja näitä suuremmilla puilla lehtomaisilla kankailla ja suhteellisesti koko läpimittajakauman alueella lehtomaisilla kankailla, ja selvästi lyhyin sekä absoluuttisesti että suhteellisesti soilla.

Hakkilan (1991) laajassa, kaikenlaisia koivuja käsittäneessä aineistossa yksittäisten koivujen oksattoman osan pituus oli harvennusleimikoissa 2,6 m eli 21 % ($d_{1,3}$=10,5 cm, n=297), väljennysleimikoissa vain 1,5 m eli 10 % ($d_{1,3}$=11,5 cm, n=495) ja päätehakkuuleimikoissa 31 % ($d_{1,3}$=17,3 cm, n=404).

Koivujen latvusraja oli tässä tutkimuksessa huomattavan korkealla ja kuivaoksainen osa täten pitkä Hakkilan ym. (1972) tuloksiin verrattuna. Tämän tutkimuksen hieskoivut erosivat Hakkilan ym. koivuista alle 17 cm:n luokissa rauduskoivuja enemmän ja näitä paksummissa luokissa vähemmän. Ero vaihteli rinnankorkeusläpimittaluokittain hieskoivulla 0,4-2,7 m ja rauduskoivulla 0,8-3,6 m. Latvussuhde oli tässä tutkimuksesssa vastaavasti pieni, hieskoivuilla 7-20 %-yksikköä ja rauduskoivulla 5-22 %-yksikköä pienempi kuin Hakkilalla ym. Kuivaoksaisen osan osuus puun pituudesta oli tässä tutkimuksessa täten suuri.

Mielikäisen (1985) kuusi-koivu-sekametsikkötutkimuksessa latvussuhde oli viljavilla kivennäismailla hieskoivulla keskimäärin 53 % ja rauduskoivulla 51 %. Niemistön (1991) turvemaiden hieskoivututkimuksessa latvussuhde oli 31-vuotiaassa metsikössä tiheydessä 1000-2000 kpl/ha ensiharvennettaessa 55-56 % ja samoilla puilla 10 vuotta myöhemmin 61-63 % ja 44-vuotiaassa metsikössä vastaavasti 47-53 % ja 50-56 %. Lappi-Seppälän (1933a,b) ja Tikan (1949) mukaan koivun latvussuhde ei muutu enää 50-60 ikävuoden jälkeen. Hakkilan (1991) em. aineistossa koivujen terveoksaraja ja latvussuhde olivat harvennusleimikoissa 4,9 m ja 61 %, väljennysleimikoissa 5,1 m ja 52 % ja päätehakkuuleimikoissa 7,8 m ja 56 %.

Tikan (1949) Perä-Pohjolan yli 80-vuotiaita, ilmeisen heikkolaatuisia ja etupäässä hieskoivuja käsittäneessä tutkimuksessa terveoksaraja oli metsätyypistä riippuen vain 3,8-6,5 m mutta latvussuhde niinkin suuri kuin 47-60 %. Latvusraja oli puhtaissa koivikoissa, vallituilla puilla ja korpiluokan turvemailla alempana ja latvussuhde suurempi kuin havumetsien koivusekapuustossa, vallitsevilla puilla ja tuoreilla kankailla. Latvussuhde ei kokonaisuutena riippunut koivun järeydestä.

Hieskoivulla oli käyttöosassa samassa iässä kivennäismailla erilaisia oksia, lahoja ja terveitä lukuunottamatta, vähemmän ja kuivat, kaikki kuolleet ja terveet oksat olivat keskimäärin ohuempia mutta lahot oksat paksumpia kuin rauduskoivulla. Turve- ja kivennäismaiden koivuja kokonaisuutena tarkastellen hieskoivulla oli kuivia, kaikkia kuolleita, terveitä ja kaikkia oksia yhteensä vähemmän mutta lahoja oksia enemmän kuin rauduskoivulla, joten lahoja oksia oli erityisen runsaasti turvemaiden hieskoivuissa. Lahot ja terveet oksat olivat tässä tarkastelussa hieskoivulla keskimäärin paksumpia ja kuivat ja kaikki kuolleet oksat vastaavasti ohuempia kuin rauduskoivulla. Tyvitukkiosassa hies- ja rauduskoivujen oksamäärät erosivat toisistaan kivennäismailla vain terveiden oksien suhteen, joita oli

hieskoivuissa rauduskoivuja enemmän, ja turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena oksakyhmyjen suhteen, joita oli hieskoivuissa rauduskoivuja vähemmän. Kaikenlaisten oksien keskiläpimitat olivat kuitenkin hieskoivuissa suuremmat kuin rauduskoivuissa.

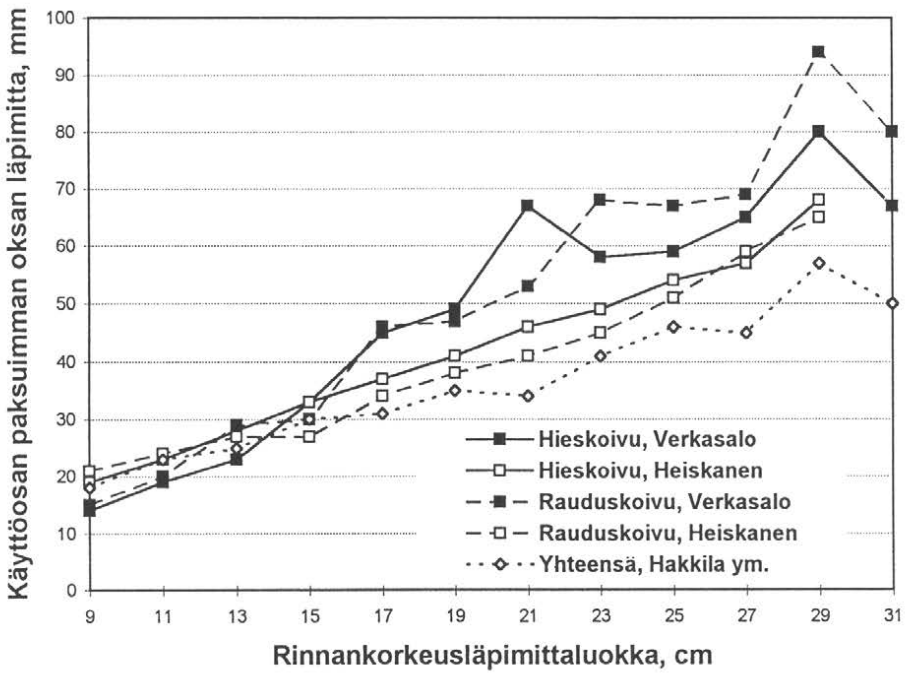
Hieskoivulla oli käyttöosassa samassa läpimitassa kokonaisuutena rauduskoivua vähemmän oksakyhmyjä, kuivia oksia, kaikkia kuolleita oksia ja kaikkia oksia yhteensä mutta enemmän lahoja oksia kuin rauduskoivulla. Kuivat ja terveet oksat olivat hieskoivuissa keskimäärin ohuempia mutta lahot ja kaikki kuolleet oksat paksumpia kuin rauduskoivuissa. Tyvitukkiosassa hieskoivuissa oli kuivia ja lahoja oksia keskimäärin enemmän mutta kaikkia oksia yhteensä vähemmän kuin rauduskoivuissa. Kuivat ja kaikki kuolleet oksat olivat hieskoivuissa keskimäärin ohuempia mutta lahot ja terveet oksat vastaavasti paksumpia kuin rauduskoivuissa.

Aiemmissa tutkimuksissa ei ole raportoitu koivujen oksamääriä pituusyksiköllä tai tukeissa. Oksien läpimitoista on mitattu yleensä käyttöosan suurimman eli siis elävän oksan paksuutta. Vertailut ovat tältä osin mahdollisia lähinnä Heiskasen (1957) ja Hakkilan ym. (1972) tutkimuksiin, joista jälkimmäisessä suurimman oksan paksuus määritettiin rungon 70 prosentin suhteelliselta korkeudelta kolmen lähimmän oksakiehkuran paksuimman elävän oksan perusteella, tämän tutkimuksen tavoin yhden millimetrin tarkkuudella kuoren päältä oksakyhmyn ulkopuolelta.

Tässä tutkimuksessa sekä hies- että rauduskoivun käyttöosan suurimman oksan läpimitta oli alle 15 cm:n rinnankorkeusläpimittaluokissa hieman pienempi mutta näitä paksummissa luokissa selvästi suurempi kuin Heiskasella (kuva 113). Hieskoivun aineistosta oli tässä tutkimuksessa selvästi suurempi osuus kivennäismailla kuin Heiskasella. Tämä ei kuitenkaan selitä tasoeroa vaan vaikuttaa todettua päinvastaiseen suuntaan: turvemailla hieskoivun suurin oksa oli tässä tutkimuksessa ainakin ikäluokittain yli 60 a luokissa pienempi mutta Heiskasella läpimittaluokittain selvästi paksumpi kuin kivennäismailla. Rauduskoivun aineistot olivat vertailukelpoiset turve- ja kivennäismaiden osuuksien suhteen. Suurimman oksan läpimitan systemaattinen aliarviointi pystykoepuiden silmävaraisessa arvioinnissa Heiskasella (luku 4.1.4) selittää osan tasoeroista kummallakin koivulajilla. Tämän tutkimuksen koivuilla oksien läpimitat voidaan silti arvioida suuremmiksi kuin Heiskasen koivuilla.

Hakkilan ym. tulokset olivat vastaavasti alhaisemmalla tasolla kuin hies- tai rauduskoivun tulokset kummassakaan em. tutkimuksessa, alle 17 cm:n läpimittaluokkia lukuunottamatta. Vertailua vaikeuttaa Hakkilan ym. oksien läpimittojen mittaus suhteellisen ylhäältä rungossa, jossa oksat ovat ilmeisesti jo ohuempia kuin rungon paksuimmat oksat. Tämä rungon osa ei myöskään välttämättä kuulu enää rungon käyttöosaan kuitupuun vähimmäisläpimitan puolesta. Niemistön ym. (1996) mukaan istutusrauduskoivun paksuimman elävän oksan läpimitta kasvaa latvusrajasta ylöspäin keskimäärin neljän metrin matkalla ja paksuimman kuolleen oksan läpimitta vastaavasti pienenee tasaisesti kuuden metrin matkalla terveoksarajasta alaspäin.

Hieskoivun paksuimman oksan läpimitat olivat tässä tutkimuksessa 21 cm:n rinnankorkeusläpimittaluokkaan asti samalla tasolla tai hieman suurempia mutta näitä paksummissa luokissa selvästi pienempiä mutta Heiskasella (1957) 15 cm:n luokasta lähtien selvästi suurempia kuin rauduskoivulla. Kivennäismaiden hieskoivujen suurempi osuus tässä tutkimuksessa Heiskaseen verrattuna selittää osan päinvastaisista tuloksista. Heiskasella



Kuva 113. Hies- ja rauduskoivujen käyttöosan paksuimman oksan läpimitat rinnankorkeusläpimittaluokittain tässä ja Heiskasen (1957) tutkimuksessa. Vertailukohtana Hakkilan ym. (1972) kaikkien koivujen yhteiset tulokset 70 prosentin suhteellisella korkeudella.

hieskoivu oli turvemailla ja lehtomaisilla kankailla kussakin latvuskerroksessa selvästi paksuoksaisempi kuin rauduskoivu, mutta tuoreilla kankailla suhde oli päinvastainen. Rauduskoivun suurin oksa oli samassa läpimittaluokassa tuoreilla kankailla yleensä hieman paksumpi kuin lehtomaisilla kankailla ja jonkin verran paksumpi kuin turvemailla ja hieskoivun suurin oksa oli selvästi paksuin turvemailla.

Heiskanen (1957) painotti latvuskerroksen vaikutusta oksan paksuuteen: päävaltapuilla suurin oksa oli jokaisessa rinnankorkeusläpimittaluokassa paksumpi kuin alemmissa latvuskerroksissa. Ero oli 9-26 cm:n luokkien keskiarvoina soilla 6 %, tuoreilla kankailla 5 % ja lehtomaisilla kankailla 3,5 %. Tässä tutkimuksessa tutkittiin asiaa ikäluokittain ja vain hieskoivulla; tulokset olivat pääosin samansuuntaiset kuin Heiskasella.

Vanhoissakin tutkimuksissa hies- ja rauduskoivun oksikkuudesta on tehty vaihtelevia johtopäätöksiä. Kujalan (1946) ja Olofssonin (1953) mukaan rauduskoivu on hieskoivua karkeaoksaisempi, mutta jälkimmäinen ei ole ottanut huomioon latvuskerroksen vaikutusta. Sarvaksen (1951) mukaan raudus- ja hieskoivun oksikkuudessa ei liene suurta eroa.

Heiskasen (1957) mukaan koivurungon kuolleiden oksien läpimitat ovat aina pienempiä kuin elävien oksien läpimitat. Tässä tutkimuksessa saatiin nuorimmissa ikäluokissa ja pienimmissä läpimittaluokissa päinvastaisia tuloksia, koska ko. oksalajin puuttuminen rungon käyttöosasta kirjattiin 0-arvona suhteellisten vertailujen mahdollistamiseksi tarkasteltujen ryhmien välillä.

Niemistön ym. (1996) 30-vuotialla istutusrauduskoivuilla paksuin elävä oksa oli peltomailla 33 mm ja metsämailla 31 mm ja paksuin kuollut oksa vastaavasti 23 ja 22 mm. Metsämailla

ensinmainittu oli vastaavassa iässä keskimäärin 5 mm suurempi mutta vastaavassa rinnankorkeusläpimitassa 19 mm pienempi ja jälkimmäinen vastaavasti samalla tasolla ja 12 mm pienempi kuin tämän tutkimuksen kivennäismailla. Raulon (1979) 10-15 vuotiaiden istutusrauduskoivujen provenienssikokeissa rungon paksuimman oksan läpimitta oli keskimäärin 14 mm ja parhaalla jälkeläistöllä 11 mm. Cameronin ym. (1995) 40-55-vuotiaiden istutusrauduskoivujen paksuin elävä oksa oli keskimäärin 45 mm voimakkaan taimikon harvennuksen, 28 mm lievän harvennuksen ja 42 mm harventamatta jättämisen seurauksena ja paksuin kuollut oksa vastaavasti 34, 29 ja 28 mm.

Laho-oksaisuus oli tässä tutkimuksessa sekä hies- että rauduskoivulla kaikissa ikäluokissa moninkertaisesti yleisempää kuin Heiskasella (1957). Hänen aineistossaan laho-oksaisia hieskoivuja oli 2-29 % eli tästä tutkimuksesta poiketen hieman enemmän kuin rauduskoivuja, 2-22 %, ja osuus kasvoi tämän tutkimuksen tavoin ikäluokan mukana.

Vesaoksaisuus oli tässä tutkimuksessa ainakin kivennäismailla hieskoivulla ikäluokittain harvinaisempaa kuin rauduskoivulla ja sekä hies- että rauduskoivulla varsinkin nuorissa ikäluokissa yleisempää kuin Heiskasella (1957). Hänen aineistossaan vesaoksaisia hieskoivuja oli 1-14 % eli tämän tutkimuksen tavoin enemmän kuin rauduskoivuja, 0-4 %.

Tässä tutkimuksessa ei ollut merkitseviä eroja pystyoksaisuudessa samanikäisten tai samanpaksuisten hies- ja rauduskoivujen välillä. Pystyoksaisuus oli kuitenkin sekä hies- ja rauduskoivulla kokonaisuutena lähes kaksinkertaista Heiskaseen (1957) verrattuna, vaikka tässä tutkimuksessa otettiin huomioon vain viiden metrin tyviosa ja Heiskasen tutkimuksessa koko käyttöosa. Ero oli erityisen suuri nuorissa ikäluokissa. Heiskasella pystyoksaisia hieskoivuja oli turvemailla keskimäärin 25 % ja kivennäismailla 20 % ja rauduskoivuja vastaavasti 22 ja 14 %. Hies- ja rauduskoivujen ja turve- ja kivennäismaiden koivujen suhteet olivat aineistoissa kuitenkin samat. Niemistön ym. (1996) 30-vuotiaista istutusrauduskoivuista oli pystyoksaisia peltomailla 9,4 % ja metsämailla 10,7 %, kun rungoista kirjattiin vain pahin laatua heikentävä vika, eli siis selvästi enemmän kuin kivennäismaiden rauduskoivuista tässä tutkimuksessa mutta vastaavasti vähemmän kuin Heiskasella.

4.2.3.3 Runkomuoto

Hieskoivut olivat samassa iässä turvemailla hypoteesien mukaisesti lengompia kuin rauduskoivut, mutta kivennäismailla koivulajien välillä ei ollut eroa, kun lenkous määriteltiin neljän metrin tyviosan suurimpana sivuviivapoikkeamana. Hieskoivut olivat myös samassa läpimitassa lengompia kuin rauduskoivut. Lenkous tällä tavalla määriteltynä pitää sisällään myös mutkaisuuden ja monivääryyden vaikutukset. Täten tulokset ovat todennäköisesti yliarvioita pelkästään tasaisesti lengot koivut käsittäneisiin tutkimuksiin verrattuna.

Niemistön ym. (1996) 30-vuotiailla istutusrauduskoivuilla neljän metrin tyviosan lenkous oli keskimäärin 7,3 cm eli 2,0 cm suurempi kuin samanikäisillä ja 1,7 cm suurempi kuin samankokoisilla rauduskoivuilla tässä tutkimuksessa. Niemistön tutkimuksessa kirjattiin kuitenkin vain vähintään 2 cm:n lenkous, kun rajana oli tässä tutkimuksessa yksi senttimetri.

Kivennäismaiden hieskoivut olivat samassa iässä rauduskoivuja epäpyöreämpiä koko käyttöosasta keskimäärin ja tyvipölkyn latvasta, mutta tyven epäpyöreydessä ei ollut eroa.

Turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena hieskoivut olivat rauduskoivuja epäpyöreämpiä kaikilla tutkituilla korkeuksilla, joten turvemaiden hieskoivulla tyven epäpyöreys oli poikkeuksellisen suurta. Samassa läpimitassa hieskoivut olivat rauduskoivuja epäpyöreämpiä kaikilla tutkituilla korkeuksilla.

Kärkkäisen (1975) pienehkössä eteläsuomalaisessa aineistossa vanerikoivujen kuoreton epäpyöreys oli tukkien puolivälissä ja latvassa keskimäärin 8 % ja pienimmän ja sitä vasten kohtisuorasti mitatun läpimitan suhde 0,937 (vrt. Rikkonen 1974: koivutukkien puolivälissä 0,95). Epäpyöreys oli täten lähes kaksinkertainen tämän tutkimuksen samanpaksuisten koivujen tyvipölkkyjen latvaleikkaukseen verrattuna. Meriläisen ja Niemistön (1995) 30-vuotiaiden istutusrauduskoivujen epäpyöreys oli suurin lähellä tyveä, 7,2 %, ja 1,3 m:n korkeudelta ylöspäin noin 6 %. Epäpyöreys oli tyvellä noin 2 %-yksikköä pienempi mutta 1,3 m:n korkeudelta ylöspäin 2-3 %-yksikköä suurempi kuin tämän tutkimuksen kivennäismaiden samanpaksuisilla rauduskoivuilla.

Hieskoivut kapenivat kivennäismailla ja varsinkin turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena samassa iässä vähemmän kuin rauduskoivut, joten turvemaiden hieskoivut kapenivat keskimääräistä vähemmän. Samassa läpimitassa koivulajien ero oli selvästi päinvastainen, joten em. suuntaiset ikäluokittaiset erot johtuivat hieskoivujen rauduskoivuja pienemmistä läpimitoista.

Niemistön ym. (1996) 30-vuotiaat istutusrauduskoivut kapenivat peltomailla keskimäärin 31 mm ja metsämailla 28 mm, jälkimmäisillä siis 13 mm vähemmän kuin samanikäiset mutta vain yhden millimetrin vähemmän kuin samanpaksuiset kivennäismaiden rauduskoivut tässä tutkimuksessa. Tikan (1949) Perä-Pohjolan yli 80-vuotiaat koivut kapenivat metsätyypistä riippuen keskimäärin 41-66 mm. Koivut kapenenivat havumetsien koivusekapuustoissa, vallitussa latvuskerroksessa ja korpiluokan turvemailla enemmän kuin puhtaissa koivikoissa, vallitsevassa latvuskerroksessa ja tuoreilla kankailla ja sitä enemmän mitä suurempi oli rinnankorkeusläpimitta.

Tukkikokoisten koivujen kapeneminen pituusyksikköä kohti voidaan rinnastaa karkeasti tyvitukkien kuorelliseen kapenemiseen tyvestä latvaan eli latvakapenemiseen. Heiskasen ja Salmen (1976) Suomen eteläosasta kerätyssä 1370 tyvitukin aineistossa, keskimääräiseltä kuorelliselta keskusläpimitaltaan 22,6 cm ja keskipituudeltaan 5,35 m, kuorellinen latvakapeneminen oli keskimäärin 72 mm eli 27 mm/m. Tässä tutkimuksessa tukkikokoiset hieskoivut kapenivat keskimäärin 23 mm/m ja rauduskoivut 37 mm/m.

Koivun runkomuotovioista osa on latvakasvaimen häiriöön liittyviä (haarat, pystyoksat, keskimutkat, moniväärryys) ja osa puun kallistumiseen liittyviä (tyvimutka, tasainen lenkous) (Heiskanen 1957, Kärkkäinen 1984b, Niemistö ym. 1996). Tässä tutkimuksessa muotovikojen luokittelu perustui syntytavan sijasta vikojen vaikutukseen koivun laatuun vaneripuuna. Pystyoksaisuutta käsiteltiin erikseen oksikkuuden yhteydessä, vaikka se aiheuttaa runkoon myös yleensä vakavan mutkan.

Hieskoivut olivat hypoteesien mukaisesti samanikäisiä rauduskoivuja harvemmin suorarunkoisia, joskaan koivulajien välillä ei ollut kivennäismailla merkitsevää eroa koivujen laadun mukaan rajoitetussa aineistossa. Hieskoivut olivatkin kaikissa tapauksissa rauduskoivuja useammin mutkaisia ja kivennäismailla lisäksi haaraisia. Hieskoivut olivat myös pääsääntöisesti samanpaksuisia rauduskoivuja useammin mutkaisia lukuunottamatta

koivujen koon mukaan rajoitettua aineistoa, jossa hieskoivut olivat kuitenkin harvemmin suorarunkoisia kuin rauduskoivut, ja lisäksi useammin monivääriä lukuunottamatta laadun mukaan rajoitettua aineistoa.

Heiskanen (1957) luokitteli koivut runkomuodon mukaan vain suoriin ja eri tavoin mutkaisiin ja lenkoihin ja otti huomioon koko vaneripuuosan tämän tutkimusen viiden metrin tyviosaan rajoittumisesta poiketen. Tässä tutkimuksessa sekä hies- että rauduskoivut olivat erityisesti erilaiset arviointiperusteet huomioon ottaen olennaisesti huonomuotoisempia kuin Heiskasella. Tämä Pohjanmaan ja koko maan eteläosan koivujen eroja koskenut tulos lienee yleistettävä. Suorarunkoisia koivuja oli Heiskasella kolminkertaisesti tähän tutkimukseen verrattuna, hieskoivulla turvemailla 40 %, tuoreilla kankailla 43 % ja lehtomaisilla kankailla 41 % ja rauduskoivulla vastaavasti 50, 42 ja 41 %. Tutkimusten tulokset erosivat kivennäismailla enemmän kuin turvemailla, mutta samassa kasvupaikkaryhmässä ero ei riippunut havaittavasti koivulajista. Koivulajien suhteet olivat tutkimuksissa turvemailla samat, mutta kivennäismailla rauduskoivut erosivat edukseen hieskoivuista vain tässä tutkimuksessa. Turve- ja kivennäismaiden suhteet olivat puolestaan rauduskoivulla samat, mutta hieskoivulla päinvastaiset joskin pienin eroin. Tässä tutkimuksessa suorien runkojen osuus yleensä kasvoi iän kasvaessa, mikä oli odotettua jäävän puuston laadun kehittämiseen tähtäävät harvennukset huomioon ottaen, kun taas Heiskasen aineistossa ikäluokkien erot olivat jostain syystä yleensä päinvastaiset.

Heiskanen piti koivulajien suoruuseroja kokonaisuutena vähäisinä mutta turve- ja kivennäismaiden koivujen eroja huomattavina, erityisesti koivun oksattoman osan alueella ja ottaen huomioon mutkien vakavuus. Myös muissa aiemmissa tutkimuksisssa on tehty havaintoja hieskoivun mutkien vakavuudesta rauduskoivuun verrattuna (ks. myös Kujala 1946, Appelroth 1949, Sarvas 1949,. Olofsson 1953, vrt. Borg 1926). Tässä tutkimuksessa sama asia ilmeni mutkaisten mutta myös monivääríen hieskoivujen selvästi suurempana ja lenkojen hieskoivujen selvästi pienempänä osuutena rauduskoivuun verrattuna. Tikan (1935) mukaan loivamutkaisuus eli kiharuus on varsin tavallista etenkin rauduskoivulla.

Mielikäisen (1985) kuusi-koivu-sekametsikkötutkimuksessa tekniseltä laadultaan normaaleja, siis myös kohtuullisen suorarunkoisia, oli viljavilla kivennäismailla hieskoivuista 69,8 % ja rauduskoivuista 67,6 %, siis selvästi enemmän kuin tässä ja myös jonkin verran enemmän kuin Heiskasen tutkimuksessa. Tyvimutkaisia hies- ja rauduskoivuja oli vastaavasti 13,6 ja 16,7 %, latvamutkaisia 7,3 ja 5,5 % ja mutkaisia yhteensä siis 20,9 ja 22,2 %. Tyvihaaraisia hies- ja rauduskoivuja oli 1,7 ja 2,3 %, latvahaaraisia 8,6 ja 9,1 % ja haaraisia siis yhteensä 8,8 ja 9,9 %.

Niemistön ym. (1996) 30-vuotiaista istutusrauduskoivuista oli suoria peltomailla 29 % ja metsämailla 43 % eli siis selvästi enemmän kuin vastaavan ikäisistä kivennäismaiden rauduskoivuista tässä tutkimuksessa mutta vähemmän kuin Heiskasella. Peltomailla oli yleisemmin sekä latvakasvaimen häiriöön liittyviä että puun kallistumiseen liittyviä vikoja kuin metsämailla. Peltomaiden tiheissä koivikoissa runkomuotoviat olivat paksuimmissa koivuissa kokonaisuutena yleisempiä ja haarat, pystyoksat ja keskimutkat olivat yleisempiä ja monivääryys ja tyvimutkat harvinaisempia vian aiheuttajia kuin pienimmissä koivuissa. Valkosen (1992) 10-20-vuotiaista pellolle istutetuista hies- ja rauduskoivuista oli mutkaisia 11 ja 10 % ja haaraisia 13 ja 21 %.

Tikan (1949) Perä-Pohjolan yli 80-vuotiaista koivuista oli 30-70 % suoria, ilmeisesti suhteellisen väljin perustein arvosteltuna. Suorarunkoisia koivuja oli havumetsien koivusekapuustoissa, vallitsevassa latvuskerroksessa ja kivennäismailla enemmän kuin puhtaissa koivikoissa, vallitussa latvuskerroksessa ja korpiluokan turvemailla ja sitä enemmän mitä viljavampi oli kasvupaikka ja mitä suurempi oli rinnankorkeusläpimitta.

4.2.3.4 Pinta-, väri- ja lahoviat

Pintavikoja syntyy kasvaviin koivuihin lukuisista eri syistä. Vakavimmat pintaviat, pintahalkeamat, syntyvät kokonaan luonnon aiheuttamina (pakkanen, lumen paino, salamat; Tikka 1935, Kujala 1946, Heiskanen 1957). Tavallisesti yleisimmät pintaviat, korot, saattavat syntyä luontaisesti kaatuneista naapuripuista, lumesta ja tuulen painosta, nisäkäs-, hyönteis- tai sienituhoista ja menneinä vuosina myös metsäpaloista. Yleisin syy lienevät nykyisin hakkuussa ja metsäkuljetuksessa syntyvät korjuuvauriot ja menneinä vuosina myös kirvesleimat. Tuoheamat ja kairanreiät syntyvät kokonaan ihmisen toiminnan seurauksena. Lisäksi koivuissa on yleisesti tikanjälkiä. Heiskasen (1957) mukaan voidaan olettaa, että koivulajilla, kasvupaikan laadulla tms. metsänkasvatuksessa vaikutettavilla tekijöillä ei ole suoranaista yhteyttä pintavikaisuuteen. Sen sijaan ihmisen toiminta vaikuttaa olennaisesti, nykysin etupäässä harvennushakkuiden ja yleensäkin puunkorjuun kautta.

Tässä tutkimuksessa hieskoivut olivat samanikäisiä rauduskoivuja harvemmin pintavikaisia lukuunottamatta koivujen koon mukaan rajoitettua aineistoa turvemailla, jossa koivulajien ero oli päinvastainen. Samassa läpimitassa koivulajien välillä ei kuitenkaan ollut merkitseviä eroja. Sekä hies- että rauduskoivut olivat turvemailla useammin mutta kivennäismailla hieman harvemmin pintavikaisia kuin Heiskasella, jonka aineistossa pintavikaisia hieskoivuja oli turvemailla 17 %, tuoreilla kankailla 24 % ja lehtomaisilla kankailla 22 % ja rauduskoivulla vastaavasti 16, 28 ja 21 %. Turve- ja kivennäismaiden koivujen erot olivat tässä tutkimuksessa päinvastaiset kuin Heiskasella, mihin saattoi vaikuttaa Heiskasen turvemaiden koivikoiden arveltu tehokkaampi hoito kivennäismaiden koivikoihin verrattuna. Koivulajien erot olivat tutkimuksissa kivennäismailla samansuuntaiset mutta turvemailla päinvastaiset.

Heiskanen otti kuitenkin huomioon vain sellaiset pintaviat, joiden yhteydessä ei havaittu varsinaista lahoa ainakaan puun pinnalla. Kaatokoepuista oli kuitenkin 14 % lahoa aiheuttavasti pintavikaisia. Lisäksi hies- ja rauduskoivun pystykoepuista oli eri ikäluokissa eri tavoin kyhmyisiä (pahkat, isot oksakyhmyt, käävät, yms.) turvemailla 2-10 %, tuoreilla kankailla 3-8 % ja lehtomaisilla kankailla 5-16 %. Näiden kahden ryhmän pintaviat huomioon ottaen pintavikaisuus oli tässä tutkimuksessa selvästi vähäisempää kuin Heiskasella.

Niemistön ym. (1996) 30-vuotiaista istutusrauduskoivuista oli pintavikaisia peltomailla 14 % ja metsämailla 9 % eli siis hieman enemmän kuin vastaavan ikäisistä kivennäismaiden rauduskoivuista tässä tutkimuksessa mutta ilmeisesti jonkin verran vähemmän kuin Heiskasella. Erilaisten pintavikojen yleisyysjärjestys oli vain rungon pahin vika huomioon ottaen umpikorot, avokorot, halkeamat ja pahkat tms. paisumat. Tiheissä koivikoissa pintavikaisuus oli suuriläpimittaisissa koivuissa selvästi yleisempää kuin pieniläpimittaisissa. Valkosen (1992) 10-20-vuotiaista pellolle istutetuista hies- ja rauduskoivuista oli molemmista vain yksi prosentti pintavikaisia.

Tikan (1949) Perä-Pohjolan yli 80-vuotiaista koivuista 30-80 % sisälsi paisumia, haavoja ja halkeamia. Tällaisia koivuja oli puhtaissa koivikoissa, vallitussa latvuskerroksessa ja korpiluokan turvemailla enemmän kuin havumetsien koivusekapuustoissa, vallitsevassa latvuskerroksessa ja kivennäismailla ja sitä enemmän mitä karumpi oli kasvupaikka ja lievästi sitä enemmän mitä suurempi oli rinnankorkeusläpimitta.

Tässä tutkimuksessa samanikäisten hies- ja rauduskoivujen ulkoisessa lahoisuudessa ei ollut merkitseviä eroja. Samassa läpimitassa hieskoivut olivat kuitenkin rauduskoivuja useammin lahoisia koivujen laadun mukaan rajoitetussa aineistossa, mikä oli luonnollista ottaen huomioon hieskoivujen samanpaksuisia rauduskoivuja korkeampi ikä, varsinkin järeissä läpimittaluokissa.

Vaikka koivun puuaineen lahon tunnistaminen ulkoisesti todettiin tässäkin tutkimuksessa vaikeaksi, tunnistettujen lahotapausten osuudet olivat huomattavasti suuremmat kuin aiemmissa tutkimuksissa. Varsinkin nuoret hies- että rauduskoivut olivat turve- ja kivennäismailla moninkertaisesti useammin ulkoisesti lahoisia kuin Heiskasella. Hänen aineistossaan tällaisia hieskoivuja oli ikäluokasta riippuen turvemailla 4-14 %, tuoreilla kankailla 9-14 % ja lehtomaisilla kankailla 7-26 % ja rauduskoivuja vastaavasti 1-7, 0-19 ja 1-10 % osuuden kasvaessa tämän tutkimuksen tavoin selvästi iän kasvaessa. Tässä tutkimuksessa uusien lahovikojen syntyminen puihin kiertoajan kuluessa ylitti selvästi tasoltaan vikaisten puiden poistamisesta harvennuksissa aiheutuneen päinvastaisen vaikutuksen, mikä korosti biologisen rappeutumisen merkitystä koivun lahoutumisessa.

Hieskoivut olivat tässä tutkimuksessa turvemailla useammin lahoisia kuin kivennäismailla eron kasvaessa iän mukana, mutta Heiskasella tämä suhde oli selvästi päinvastainen. Sama koski pääosin rauduskoivua, joskin tässä tutkimuksessa turve- ja kivennismaiden koivujen erot olivat pienet. Tässäkin saattoi vaikuttaa Heiskasen turvemaiden koivikoiden arveltu tehokkaampi hoito kivennäismaiden koivikoihin verrattuna. Hieskoivut olivat myös tässä tutkimuksessa ikäluokittain lähes säännöllisesti useammin lahoisia kuin rauduskoivut, mutta Heiskasella koivulajien erot olivat ainakin kivennäismailla lievästi päinvastaiset. Samassa läpimitassa hieskoivut olivat tässä tutkimuksessa ikäerojen vuoksi vielä huomattavasti selvemmin rauduskoivuja lahoisempia kuin samassa iässä.

Täysin hypoteesien vastaisesti hieskoivussa oli samanikäisiä rauduskoivuja harvemmin puuaineen lahoa sekä tyvessä, tyvipölkyn latvassa että koko käyttöosassa ja sekä kivennäismailla että turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena. Samassa läpimitassa hieskoivun puuaineessa oli hypoteesien mukaisesti kuitenkin rauduskoivua useammin lahoa tyvessä ja koko käyttöosassa.

Heiskanen (1957) raportoi kaatokoepuidensa lahoisuuden koivulajeittain vain rauduskoivun osalta. Kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain tarkastellen eriasteisesti lahoisia koivuja oli tässä tutkimuksessa koivulajia erottelematta varsinkin nuorissa ikäluokissa enemmän kuin Heiskasella, jolla tällaisten koivujen osuus oli turvemailla 70-93 % ja kivennäismailla 46-90 %. Heiskanen katsoi laholla olleen vaikutusta vaneripuun laatuun vain osassa lahoisista kaatokoepuista, jollaisia oli eri ikäluokissa turvemailla 8-43 % ja kivennäismailla 21-30 %, mutta turve- ja kivennäismaiden koivujen välillä ei ollut kokonaisuutena eroa. Tämän tutkimuksen purilaan ulkopuolelta lahoisten koivujen osuudet olivat nuorissa ja turvemailla muissakin ikäluokissa jonkin verran suurempia kuin em. osuudet Heiskasella, joten vaikeat

lahotapaukset olivat siis tässä tutkimuksessa yleisempiä. - Pohjanmaan rauduskoivujen keskimäärin Etelä-Suomen rauduskoivuja yleisempi ja vaikeampi lahoisuus lienee yleisesti hyväksyttävä tulos sekä Heiskaseen että jäljempänä tässä kappaleessa mainittuihin tutkimuksiin vertaillen.

Kaatokoepuiden lahovioista oli tässä tutkimuksessa saanut alkunsa juuristosta vain vajaa kolmannes siitä mitä Heiskasella, jolla tällaiset lahot olivat yleisimpiä sekä turvemailla, 61 %, että kivennäismailla, 43 %. Vastaavasti lahojen oksien osuus oli tässä tutkimuksessa yhtäpitävästi laho-oksaisten koivujen osuuksia koskeneiden tulosten kanssa kolminkertainen ja myös korojen ja pintahalkeamien osuudet olivat suuremmat kuin Heiskasella.

Myös lahovikojen rungon pituussuuntainen ulottuvuus, pehmeän lahon osuus ja tyvilahon osuus keskilahoon verrattuna olivat Heiskasen mukaan turvemailla suuremmat kuin kivennäismailla. Tässä tutkimuksessa ei mitattu tarkasti lahon pituussuuntaista ulottumaa, mutta tulokset tyvi- ja keskilahon osuuksien ja vanhimpien ikäluokkien tyvilahoa lukuunottamatta myös lahoasteen suhteen olivat samansuuntaiset kuin Heiskasella.

Hieskoivun rauduskoivua yleisemmästä lahoisuudesta on eräitä mainintoja muissakin aiemmissa tutkimuksissa (Kahiluoto ja Talvenheimo 1947, Koivisto 1958a, Raulo 1991). Heikinheimon (1915) eräässä esimerkkimetsikössä hieskoivuista oli lahoisia 47,5 % mutta rauduskoivuista ei yksikään. Mielikäisen (1985) kuusi-koivu-sekametsikkötutkimuksessa tyvilahoisten koivujen osuus oli viljavilla kivennäismailla pystyarvioinnin mukaan hyvin pieni, hieskoivulla kuitenkin hieman pienempi kuin rauduskoivulla (3,5 vs. 5,7 %).

Niemistön ym. (1996) 30-vuotiaista istutusrauduskoivuista oli ulkoisesti väri- tai lahovikaisia peltomailla 5 % ja metsämailla 10 % eli selvästi vähemmän kuin vastaavan ikäisistä kivennäismaiden rauduskoivuista tässä tutkimuksessa mutta hieman enemmän kuin Heiskasella. Lähes kaikki istutusrauduskoivut olivat lievästi värivikaisia puun ytimestä sekä pelto- että metsämailla.

Tikan (1949) Perä-Pohjolan yli 80-vuotiaista koivuista sisälsi eri viljavuustason kivennäismailla tyvilahoa 20-40 %, keskilahoa 30-60 % ja latvalahoa 10-30 % ja korpiluokan turvemaila vastaavasti 60, 50 ja 10 %. Lahoisia koivuja oli havumetsien koivusekapuustoissa ja vallitussa latvuskerroksessa enemmän kuin puhtaissa koivikoissa ja vallitsevassa latvuskerroksessa ja sitä enemmän mitä karumpi oli kasvupaikka.

Hieskoivut olivat samanikäisiä rauduskoivuja useammin ruskotäpläisiä turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena ja varsinkin turvemailla. Samassa läpimitassa hieskoivut olivat kuitenkin kokonaisuutena rauduskoivuja harvemmin ruskotäpläisiä. Koska ruskotäpläisyys väheni oletusten mukaisesti iän kasvaessa (Kangas 1935) ja samassa iässä rauduskoivut olivat hieskoivuja paksumpia, hieskoivujen samanpaksuisia rauduskoivuja vähäisemmän ruskotäpläisyyden voidaan olettaa johtuneen ainakin osaksi ikäeroista.

Heiskanen (1957) raportoi kaatokoepuidensa ruskotäpläisyyden koivulajeja erottelematta. Kasvupaikkaryhmittäin ja ikäluokittain ruskotäpläisiä koivuja oli tässä tutkimuksessa tyvileikkauksen perusteella vain pieni osuus siitä mitä Heiskasella kaikkien katkaisuleikkausten perusteella, turvemailla 23-68 % ja kivennäismailla 10-87 %. Tutkimusten tulosten tasoero oli selvä erilaisista ruskotäplien havainnointitavoista huolimatta, koska ruskotäplien esiintyminen vähenee siirryttäessä rungossa ylöspäin (Kangas

1935, Heiskanen 1957, Niemistö 1996). Ruskotäpläisten koivujen osuus oli molemmissa tutkimuksissa suurin nuorissa ikäluokissa, mikä oli yhdenmukaista Kankaan em. hypoteesien ja havaintojen kanssa. Heiskasen mukaan koivulajien välillä ei olisi varsinaisesti eroa ruskotäpläisyydessä, mutta eniten sitä olisi tämän tutkimuksen tavoin turvemaiden hieskoivulla; nuorten koivujen kuten myös turvemaiden hieskoivujen yleinen ruskotäpläisyys olisi mahdollisesti johdettavissa kuoren ohuudesta. Niemistön (1996) 30-vuotiaista istutusrauduskoivuista oli ruskotäpläisiä 1,3 m:n korkeudelta peltomaalla 96 % ja metsämaalla 80 %. Schulmanin (1989) havainnot istutusrauduskoivujen ruskotäpläisyydestä olivat samalla tasolla.

4.2.3.5 Runko- ja puutavaralajit

Vanerikoivun laatutekijöiden vaikutukset yhdistyvät runkotasolla tarkasteltaessa yksittäisten runkojen käyttötarkoituksesta johdettua kokonaislaatua sekä eri puutavaralajien, ennenkaikkea vaneritukin, määriä ja osuuksia koko rungon tai käyttöosan tilavuudesta. Tässä tutkimuksessa asiaa tarkasteltiin yhtäältä nykyisten käyttötarkoituksen edellyttämien rungon ja tukin vähimmäismittojen suhteen, jossa vaikuttavat vain rungon dimensiot, ja toisaalta vähimmäismittojen ja -laadun suhteen, jossa vaikuttavat sekä dimensiot että erilaiset viat.

Ensinmainittu tarkastelutapa lähtee oletuksesta, että myös heikkolaatuisia, vähimmäismitat täyttäviä rungon osia voidaan hyödyntää esim. tuotantotekniikan kehittymisen ja/tai markkinaolojen muutosten ansiosta tai niitä joudutaan hyödyntämään laadukkaan puuraaka-aineen puutteen vuoksi. Oletus saattaa olla oikea ajatellen tuotantotekniikan, esim. tukkien, pölkkyjen ja viilujen vikojen automaattisen tunnistamisen, sorvipölkyn keskityksen optimoinnin ja karattomien sorvien kehitystä. Toisaalta automatisoidutkin tuotantojärjestelmät toimivat tehokkaimmin raaka-aineen ollessa hyvä- ja tasalaatuista. Markkinoista johtuvat syyt puoltavat oletusta koivutukkipulan ja koivua joko kokonaan tai pinnastaan olevien vanerien edelleen suhteellisen suotuisien markkinanäkymien suhteen. Koivuraaka-aineen puute koskee kuitenkin nimenomaan hyvälaatuista pintaviilua, jota saadaan mainittavasti vain laadukkaasta raaka-aineesta.

Jälkimmäinen tarkastelutapa lähtee oletuksesta, että vaneriteollisuudessa hyödynnetään jatkossakin vain vähintään nykyiset vähimmäislaatuvaatimukset täyttävää koivua. Perusteet oletukselle ovat luonnollisesti vastakkaisia kuin ensinmainitun tarkastelutavassa. Mahdollista on myös vanerikoivun vähimmäismitta- ja /tai laatuvaatimusten tiukentuminen nykyisestä koivupohjaisten vanerien laatuvaatimusten tiukentumisen tai raaka-aineen saatavuuden olennaisen paranemisen vuoksi. Nämä muutokset eivät liene todennäköisiä nykyisillä markkinanäkymillä.

Hies- ja rauduskoivut saavuttivat tukkipuun vähimmäiskoon ja -laadun sekä turve- että kivennäismailla tilastotieteellisin perustein yhtä usein riippumatta siitä, tarkasteltiinko asiaa ikä- vai läpimittaluokittain. Tukkipuun hylkääminen oli hieskoivulla ikäluokittain tarkastellen turvemailla yleisempää kuin rauduskoivulla, mutta kivennäismailla koivulajien välillä ei ollut merkitsevää eroa. Koivulajien välillä ei ollut eroa myöskään läpimittaluokittain tarkastellen. Tukkipuun tyveämisen tarve oli hieskoivulla ikäluokittain tarkastellen turvemailla yleisempää mutta kivennäismailla harvinaisempaa kuin rauduskoivulla ja läpimittaluokittain tarkastellen hieskoivulla kokonaisuutenakin harvinaisempaa kuin rauduskoivulla. Tukkipuun latvavähennysten tarve oli hieskoivulla kaikin tavoin tarkastellen harvinaisempaa kuin

rauduskoivulla. Koivulajien välillä oli eroja tyvitukin virheettömyyden ja vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisuuden suhteen vain ikäluokittaisessa tarkastelussa turvemailla, jolloin tällaisten runkojen todennäköisyys oli hieskoivulla rauduskoivua pienempi.

Koivujen soveltuvuus vaneripuuksi riippuu vaneritukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksista. Ne ovat muuttuneet paljon tämän ja Heiskasen (1957) tutkimuksen välisenä aikana ja lisäksi mittayksikköjärjestelmässä on siirrytty pituuden, läpimitan ja tilavuuden mittauksessa jaloista, tuumista ja teknillisistä kuutiojaloista metreihin, senttimetreihin ja todellisiin kuutiometreihin, joten tulosten vertailu ei ole yksiselitteistä (luku 4.1.5). Tässä tutkimuksessa ei tehty Heiskasesta poiketen lainkaan leikkoja tai välivähennyksia, mikä saattoi johtua joko runkojen keskiosien tasaisen hyvästä tai huonosta laadusta tai ongelmallisten runkojen kirjaamisesta systemaattisesti hylkytukkirungoiksi. - Leikkojen ja välivähennysten teko soveltuu sinänsä huonosti konehakkuuseen, joka on yleistymässä myös vanerikoivulla (Mäkelä 1993), mutta lienee edelleen mahdollista hakkuussa ihmistyönä.

Heiskanen (1957) erotti toisistaan latvan laatuvähennyksin vaneritukin vähimmäislatvaläpimittaan asti eli ns. täysin kelpaavat rungot, tyvettävät ja leikottavat tukkirungot sekä hylättävät tukkirungot. Täysin kelpaavia oli tukkipuun kokoisista hieskoivuista turvemailla 56 %, tuoreilla kankailla 65 % ja lehtomaisilla kankailla 52 % ja rauduskoivuista vastaavasti 59, 71 ja 76 %. Tässä tutkimuksessa tällaisia oli nykyisin mitta- ja laatuvaatimuksin hieskoivuista turvemailla 12 %-yksikköä ja kivennäismailla 4 %-yksikköä vähemmän ja rauduskoivuista turvemailla 30 %-yksikköä enemmän ja kivennäismailla 12 %-yksikköä vähemmän kuin Heiskasella vastaavasti kaikilla turvemailla ja tuoreilla kankailla. Hylkytukkirunkoja oli tässä tutkimuksessa hieskoivuista turvemailla nelinkertaisesti eli 38 %-yksikköä enemmän ja kivennäismailla 1,5-kertaisesti eli 7 %-yksikköä enemmän ja rauduskoivulla vastaavasti turvemailla 2 %-yksikköä vähemmän ja kivennäismailla nelinkertaisesti eli 14 %-yksikköä enemmän kuin Heiskasella.

Hies- ja rauduskoivujen suhteet olivat tutkimuksissa sekä täysin kelpaavien ja hylättävien tukkipuurunkojen osuuksien osalta turvemailla samansuuntaiset mutta kivennäismailla päinvastaiset. Tosin tässä tutkimuksessa hieskoivujen laatujakauman paremmuus kivennäismailla rauduskoivuihin verrattuna oli pieni. Turve- ja kivennäismaiden koivujen suhteet olivat tutkimuksissa vastaavasti hieskoivulla samansuuntaiset mutta rauduskoivulla päinvastaiset.

Heiskanen (1957) raportoi tyveysten, leikkojen ja hylkytukkirunkojen syyt koivulajeja erottelematta. Tyveykset johtuivat mutkista tai lenkoudesta turvemailla selvästi useimmin (66 %) ja tuoreilla ja lehtomaisilla kankailla toiseksi useimmin (27 ja 15 %) ja koroista vastaavasti turvemailla toiseksi useimmin (19 %) mutta tuoreilla ja lehtomaisilla kankailla selvästi useimmin (61 ja 73 %). Lisäksi merkitystä oli laholla (6-9 %), oksilla (1-6 %) ja kivennäismailla pintahalkeamilla (2-6 %). Tässä tutkimuksessa mutkat olivat turvemailla hieman harvinaisempia mutta kivennäismailla yhtä yleisiä, korot harvinaisempia ja varsinkin laho mutta myös tavalliset oksat yleisempiä tyveysten syitä kuin Heiskasella. Myös leikot johtuivat Heiskasella selvästi useimmin mutkista tai lenkoudesta (56-70 %) ja sen lisäksi lähinnä oksista (11-25 %), koroista (11-21 %) ja haaroista (5-7 %).

Tukkipuuna hylkääminen johtui Heiskasella useimmin mutkista tai lenkoudesta sekä turvemailla että tuoreilla ja lehtomaisilla kankailla (57, 50 ja 32 %) ja sen lisäksi usein oksista

(21, 16 ja 20 %), lahosta (12 , 17 ja 29 %) tai koroista (9, 16 ja 18 %). Tässä tutkimuksessa mutkat olivat turvemailla hieman harvinaisempia mutta kivennäismailla yleisempiä, tavalliset oksat ja laho harvinaisempia ja korot suunnilleen yhtä yleisiä hylkäyksen syitä kuin Heiskasella. Pystyoksat, jotka kirjattiin erikseen, olivat toiseksi yleisin hylkäyksen syy ja myös pintahalkeamilla ja erilaisilla paisumilla oli pienet osuutensa.

Sarvaksen (1944) harsittujen koivikoiden tukkipuukokoisista koivuista oli hylkytukkirunkoja lehtomaisilla kankailla 14 %, tuoreilla kankailla 25 % ja kuivahkoilla kankailla 55 %. Yleisimmät hylkäämisen syyt olivat tärkeysjärjestyksessä laho, mutkat, oksat ja korot. Lahon ensisijaisuus johtui koivujen korkeasta iästä ja jätepuuluonteesta. Aron (1935) aineistossa oli tyvettäviä koivurunkoja 5,2 % eli selvästi vähemmän mutta Salon (1954, 1955) aineistoissa peräti 37,5 % eli selvästi enemmän kuin tässä tai Heiskasen tutkimuksessa.

Niemistön ym. (1996) 30-vuotiaista istutusrauduskoivuista oli sellaisia, joista tulisi tehdä tyveys tukkipuukoossa, peltomailla 26 % ja metsämailla 20 % eli siis enemmän kuin tukkipuun kokoisista kivennäismaiden rauduskoivuista tässä tutkimuksessa mutta hieman vähemmän kuin Heiskasella. Yleisimmät tyveysten aiheuttajat olivat sekä pelto- että metsämailla mutkat ja moniväärryys (82 ja 68 %) ja toiseksi yleisimmät peltomailla terveet oksat ja oksaryhmät (8 %) ja metsämailla pystyoksat (11 %). Leikottavia oli vastaavasti peltomailla 23 % ja metsämailla 18 % ja sekä tyvettäviä että leikottavia 4 ja 3 %. Yleisimmät leikkojen aiheuttajat olivat sekä pelto- että metsämailla mutkat ja moniväärryys (62 ja 48 %) ja toiseksi yleisimmät pystyoksat (34 ja 42 %).

Heiskanen (1957) tutki latvavähennystä määrittelemällä sen "liian oksaiseksi latvaksi". Tässä tutkimuksessa ilmeni kuitenkin monia muitakin syitä latvavähennyksiin. Yleisimmin latvavähennykset johtuivat hieskoivulla itse asiassa tavallisista mutkista, kivennäismaiden rauduskoivulla kylläkin tavallisista oksista. Muita syitä olivat varsinkin pystyoksat ja jossain määrin laho. Ero tutkimusten välillä latvavähennysten syissä johtunee lähinnä Heiskasen tätä tutkimusta pienemmästä sallitusta elävän oksan paksuudesta (luku 4.1.4).

Heiskanen raportoi latvavähennyksistä vain keskipituudet tukkipuun vähimmäislaadun täyttäneissä koivuissa. Keskipituus oli ikäluokittain turvemailla pienempi kuin tuoreilla kankailla ja näillä pienempi kuin lehtomaisilla kankailla, lukuunottamatta päinvastaisia suhteita alle 50-vuotiailla koivuilla. Rinnankorkeusläpimittaluokittain keskipituus oli vastaavasti suurin alle 22 cm:n koivuilla turvemailla ja näitä suuremmilla koivuilla lehtomaisilla kankailla ja pienin tuoreilla kankailla koko läpimittajakauman alueella. Tässä tutkimuksessa tulokset olivat siinä mielessä samansuuntaisia kuin Heiskasella, että niiden puiden osuus tukkipuun vähimmäislaatuisista puista, joilla tehtiin latvavähennys, oli suurin kivennäismaiden rauduskoivulla ja pienin turvemaiden hieskoivulla ja molemmilla koivulajeilla turvemailla pienempi kuin kivennäismailla. Hieskoivulla latvavähennykset olivat sekä turve- että kivennäismailla harvinaisempia kuin rauduskoivulla.

Kaikkien yli 50-vuotiaiden puiden tukkiosan pituudet, tilavuudet ja osuudet rungon tilavuudesta olivat hieskoivulla sekä turve- että kivennäismailla kaikissa tapauksissa pienemmät kuin samanikäisillä rauduskoivulla. Samat säännönmukaisuudet koskivat hylkytukkiosaa. Samassa läpimitassa koivulajien välillä oli tämänsuuntaisia eroja vähimmäismittavaatimusten mukaisessa tukkiosan pituudessa ja tilavuudessa ja tukkiosan todellisessa tilavuudessa ja tilavuusosuudessa. Myös tukkipuiden tukkiosan pituus, tilavuus ja osuus rungon tilavuudesta olivat hieskoivulla sekä turve- että kivennäismailla pienemmät

kuin samanikäisellä rauduskoivulla, mutta todellisessa tukkiosan pituudessa ja tilavuudessa ei ollut eroja turvemailla. Samat säännönmukaisuudet koskivat hylkytukkiosaa. Samassa läpimitassa koivulajien välillä oli tämänsuuntaisia eroja lähinnä hylkytukkiosan osalta; tukkiosan koossa ja tilavuusosuudessa ei sinänsä ollut merkitseviä eroja.

Heiskanen (1957) raportoi myös tukkiosan dimensioita koskeneet tuloksensa pääosin koivulajeja erottelematta. Todellisen tukkiosan kokonaispituus kasvoi iän kasvaessa turvemailla 51-60-vuotiaiden koivujen 3,6 m:stä yli 80-vuotiaiden koivujen 6,4 m:iin ja kivennäismailla vastaavasti 5,4 m:stä 8,4 m:iin. Tämä oli tässä tutkimuksessa tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneissä koivuissa kaikissa ikäluokissa turvemailla selvästi suurempi mutta kivennäismailla pienempi kuin Heiskasella. Todellisen tukkiosan osuus vähimmäismittavaatimusten mukaisesta tukkiosan pituudesta oli Heiskasella turvemailla 76-89 % ja kivennäismailla 86-93 %. Tutkimusten erot olivat tässä samansuuntaiset kuin absoluuttisia pituuksia koskeneessa vertailussa. Pituusosuuksien vertailu on tässä erilaisten tukin mitta- ja laatuvaatimusten vuoksi luotettavampaa kuin absoluuttisten pituuksien vertailu. Heiskanen vertaili turve- ja kivennäismaiden koivuja myös läpimittaluokittain. Todellinen tukkiosa oli myös tässä vertailussa turvemailla kivennäismaita lyhyempi eron kasvaessa noin 25 cm:n luokkaan asti ja vakiintuessa siinä tasolle 1,2-1,5 m.

Todellisen tukkiosan keskitilavuus kasvoi tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneillä koivuilla molemmissa tutkimuksissa säännöllisesti ikäluokan kasvaessa ja turve- ja kivennäismaiden koivujen ja hies- ja rauduskoivujen erot olivat samansuuntaiset. Heiskasella (1957) päävaltapuiden tukkiosan tilavuus oli teknillisinä kuutiojalkoina ilmaisten yli 80-vuotiailla koivuilla turvemailla ja tuoreilla kankailla noin 2,5-kertainen ja lehtomaisilla kankailla noin kolminkertainen 51-60-vuotiaisiin koivuihin verrattuna. Tukkiosa oli selvästi suurin lehtomaisilla kankailla ja pienin turvemailla. Lisävaltapuiden ja välipuiden tukkiosan tilavuus oli keskimäärin 60 % päävaltapuiden tukkiosan tilavuudesta ja suhteelliset erot ikäluokkien välillä olivat ensimainituilla jälkimmäisiä pienemmät. Hieskoivujen tukkiosan tilavuus oli turvemailla alle 60-vuotiailla puilla samalla tasolla mutta näitä vanhemmilla puilla vain 40-50 % ja lehtomaisilla kankailla 50-63 % rauduskoivujen tukkiosan tilavuudesta. Tässä tutkimuksessa tukkiosan todellinen tilavuus oli yli 80-vuotiailla hieskoivuilla turvemailla 1,8-kertainen ja kivennäismailla 2,4-kertainen ja rauduskoivulla kivennäismailla 1,9-kertainen 51-60-vuotiaisiin koivuihin verrattuna. Hieskoivuilla tukkiosan tilavuus oli ikäluokittain turvemailla 21-25 % ja kivennäismailla 4-30 % pienempi kuin rauduskoivuilla.

Eri vikojen vaneripuun laatua heikentävät vaikutukset yhdistyvät tukkivähennyksessä eli tukin mittavaatimusten ja mitta- ja laatuvaatimusten perusteella mahdollisen tukkiosan tilavuuden erotuksessa. Tukkivähennys oli tässä tutkimuksessa ikäluokasta riippuen hieskoivulla turvemailla 9-20 % ja kivennäismailla 12-19 % ja rauduskoivulla kivennäismailla 13-25 %. Heiskasella (1957) tukkivähennys oli huomattavasti suurempi, 15-19 cm:n koivuilla turvemailla 49 % ja kivennäismailla 41 % ja vähintään 20 cm:n koivuilla turvemailla 59 % ja kivennäismailla 36 %. Tässä tutkimuksessa ei tehty lainkaan leikkoja ja tukin vähimmäisläpimitta oli selvästi suurempi kuin Heiskasella, mitkä tekijät selittänevät suuren osan erosta.

Koivun suuresta tukkivähennyksestä on julkaistu runsaasti tuloksia. Salon (1954, 1955) tutkimuksissa tukkivähennys oli keskimäärin 29 % ja Koiviston (1966, 1968) Etelä-Suomen eri osien suppeissa aineistoissa hieskoivulla 58-68 % ja rauduskoivulla 37-50 %. Mielikäisen

(1980) mänty-koivusekametsiköissä tukkivähennys oli rauduskoivuilla keskimäärin 15 %. Mielikäisen (1985) kuusi-koivusekametsiköissä tukkivähennys oli rauduskoivuilla 40 vuoden iässä 7 ja 21 % koivun pohjapinta-alaosuuksilla 30 ja 60 %, mutta se pieneni 80 vuoden ikään mennessä vastaavasti tasoille 6 ja 2 %.

4.2.3.6 Sorvipölkyt

Tässä tutkimuksessa tutkittiin kaatokoepuiden nykyiset koivutukin mitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden rungon osien sorvipölkkyjen ominaisuuksia. Täten ne koivulajien väliset laadulliset erot, jotka aiheuttivat eritasoisen rungon tai rungon osan hylkäämisen vanerin raaka-aineena, eivät tulleet ilmi tässä tarkastelussa. Koivulajien erot sorvipölkkyjen laadussa voidaan siis olettaa pienemmiksi kuin runkojen tai rungon osien laadussa.

Liitteessä 3.14 on yhteenveto kasvupaikkaryhmän (turvemaa/kivennäismaa) ja iän vaikutuksista hieskoivun tutkittuihin sorvipölkkyjen laatutekijöihin. Latvuskerrosluokan vaikutukset voitiin sivuuttaa tässä yhteydessä, koska sorvipölkkyjä tehtiin vain koivikoiden pää- ja lisävaltapuista. Runkoluvun vaikutukset sivuutettiin, koska se ei vaikuttanut tukkipuiden tukkiosan kokoon ja tukkiosuuksiin eikä myöskään oksikkuusrajoihin tai lenkouteen. Turve- ja kivennäismaiden pölkkyjen merkitsevät erot olivat oletetun suuntaisia. Pölkyt olivat kivennäismailla turvemaita laadukkaampia kaikissa rungon osissa kokonaisuutena suuremman keskiläpimitan ja harvinaisemman mutkaisuuden ja lisäksi tyvitukeissa yleisemmän oksattomuuden, suoruuden ja yleisen virheettömyyden (I-laatuluokan osuus) ja harvinaisemman yleisen heikkolaatuisuuden (III-laatuluokan osuus) suhteen. Väli- ja latvatukkien pölkyt olivat turvemailla oletusten vastaisesti kivennäismaita harvemmin laho-oksaisia, joskaan pitkälle menevät johtopäätökset eivät olleet mahdollisia turvemaiden pienehkön aineiston vuoksi.

Liitteessä 3.15 on yhteenveto koivulajin ja iän ja liitteessä 3.16 koivulajin ja rinnankorkeusläpimitan vaikutuksista tutkittuihin sorvipölkkyjen laatutekijöihin. Ikäluokittain rauduskoivun pölkyt olivat tyvitukeissa ja kaikissa rungon osissa hieskoivun pölkkyjä laadukkaampia suuremman keskiläpimitan, harvinaisemman laho-oksaisuuden sekä suuremman keskilaatuisten (II-laatuluokan osuus) ja pienemmän heikkolaatuisten (III-laatuluokan osuus) pölkkyjen osuuden suhteen ja heikkolaatuisempia vain yleisemmän oksakyhmyisyyden suhteen. Koivulajien erot eivät kuitenkaan olleet merkitseviä useiden tärkeiden ominaisuuksien, kuten pölkkyjen oksattomuuden, suoruuden ja yleisen virheettömyyden suhteen. Väli- ja latvatukkien pölkyt olivat rauduskoivulla oletusten vastaisesti hieskoivua yleisemmin lahoja purilaasta.

Rungon läpimittaluokittain rauduskoivun pölkyt olivat kaikissa rungon osissa hieskoivun pölkkyjä laadukkaampia samojen laatutekijöiden suhteen kuin ikäluokittain. Tyvitukkien pölkyt olivat rauduskoivulla hieskoivua laadukkaampia suuremman keskiläpimitan mutta heikkolaatuisempia pienemmän oksattomien ja suuremman oksakyhmyisten pölkkyjen osuuden suhteen. Väli- ja latvatukkien pölkyt olivat taas rauduskoivulla hieskoivua laadukkaampia suuremman keskiläpimitan, harvinaisemman laho-oksaisuuden sekä suuremman yleisesti virheettömien (laatuluokka I) ja keskilaatuisten (laatuluokka II) ja pienemmän yleisesti heikkolaatuisten (laatuluokka III) pölkkyjen osuuden suhteen. Rauduskoivun pölkyt olivat täällä kuitenkin hieskoivun pölkkyjä heikkolaatuisempia pienempien oksattomien ja suurempien purilaasta lahojen pölkkyjen osuuksien suhteen.

Tässä tutkimuksessa sorvipölkkyjen laatujakaumaa tutkittin kaatokoepuista frekvenssijakaumana. Heiskanen (1957) sen sijaan arvioi laatuluokkien osuudet pystykoepuiden tilavuudesta, jolloin laatujakaumien voitaisiin olettaa olevan myös suhteellisesti edullisempia kuin tässä tutkimuksessa. Tulos oli kuitenkin päinvastainen. Tämä johtui suurelta osin virheettömien pölkkyjen (laatuluokka I) ankarasta määrittelystä Heiskasen tutkimuksessa:

Kasvupaikkaluokka ja aineisto (koivulaji)	Laatuluokka		
	I	II	III
		Osuus, %	
Turvemaat, Heiskanen	0,8	38,1	43,9
Turvemaat, Verkasalo (hieskoivu)	23	40	37
Lehtomaiset kankaat, Heiskanen	3,4	56,0	40,6
Tuoreet kankaat, Heiskanen	1,7	54,4	43,9
Tuoreet ja kuivahkot kankaat, Verkasalo (hieskoivu)	34	40	26
Tuoreet ja kuivahkot kankaat, Verkasalo (rauduskoivu)	30	47	23

Virheettömien pölkkyjen osuuden kasvaminen kivennäismailla mutta pysyminen lähes vakiotasolla turvemailla kuten myös laatuluokan III pölkkyjen osuuden pieneneminen sekä turve- että kivennäismailla koivun iän kasvaessa olivat samanlaisia tuloksia tässä ja Heiskasen tutkimuksessa.

Tässä tutkimuksessa oli hieskoivuissa Heiskasen tuloksista poiketen hieman enemmän virheettömiä pölkkyjä kuin rauduskoivuissa, mutta laatuluokkien II ja III osuuksien suhteen koivulajien erot olivat samansuuntaiset:

Koivulaji ja aineisto	Laatuluokka		
	I	II	III
		Osuus, %	
Hieskoivu, Heiskanen	0,7	34,5	64,8
Hieskoivu, Verkasalo	31	40	29
Rauduskoivu, Heiskanen	2,4	55,9	41,7
Rauduskoivu, Verkasalo	30	47	23

Koiviston (1966, 1968) Järvi-Suomen koivujen pystyarviointeihin perustuneet tulokset hies- ja rauduskoivujen tukin mitta- ja laatuvaatimukset täyttäneen tilavuuden jakaantumisesta metsämailla sorvipölkkyjen laatuluokkin olivat samansuuntaisia kuin Heiskasella, mutta koivulajien erot olivat olennaisesti suuremmat.

Koivulaji ja alue	Laatuluokka			
	I	II	III	Hylky
		Osuus, %		
Hieskoivu, Itä-Savo	3,5	30,3	8,6	57,6
Rauduskoivu, Itä-Savo	18,6	38,0	6,9	36,5
Hieskoivu, Pohjois-Savo	2,8	25,5	9,3	62,4
Rauduskoivu, Pohjois-Savo	8,9	37,4	4,2	49,5
Hieskoivu, Keski-Suomi	3,8	27,9	6,4	61,9
Rauduskoivu, Keski-Suomi	11,4	39,2	6,0	43,4
Hieskoivu, Itä-Häme	4,4	18,7	9,2	67,7
Rauduskoivu, Itä-Häme	20,8	31,3	8,1	39,8

Verkasalon (1990b) 460 itähämäläistä hies- ja rauduskoivutukkia käsittäneessä koesorvauksessa tyvitukkien ja väli- ja latvatukkien pölkkyjen laatuluokkajakaumat olivat seuraavat tässä tutkimuksessa käytetyllä menetelmällä luokitellen:

Koivu- ja tukkilaji	Laatuluokka		
	I	II	III
	Osuus, %		
Hieskoivu, tyvitukit	34	37	25
Hieskoivu, väli- ja latvatukit	3	29	68
Rauduskoivu, tyvitukit	45	42	13
Rauduskoivu, väli- ja latvatukit	3	24	73

Sorvipölkkyjen laatuluokkajakaumat ovat myös muissa aiemmissa tutkimuksissa olleet Heiskasta (1957) vastaavalla luokituksella epäedullisempia kuin tässä tutkimuksessa mutta kuitenkin yleensä edullisempia kuin Heiskasella. Seuraavassa asetelmassa on vertailukohtana Heiskasen erikseen esittämä "käytännöllinen" laatujakauma, jota laskettaessa on otettu huomioon vain silloiset kaupalliset vähimmäismitat täyttäneet vanerikoivut:

Tutkimus	Laatuluokka		
	I	II	III
	Osuus, %		
Heiskanen (1957)	3,5	65,5	31,0
Jalava (1938, 1943b)	10-12	30-40	50-60
Lehonkoski (1949)	5-8	12-20	72-83
Sarvas (1951)	14	46	40
Tuovinen (1953)	14	43	43
Ilvessalo (1956)	16	42	42
Heiskanen (1966), tarkistusaineisto	7	49	44

Heiskanen ja Saikku (1976) ovat esittäneet arvion Suomen vaneritehtaiden vuosien 1974-75 sorvipölkkyjen laatuluokkajakaumasta tukin kuorellisin keskusläpimittaluokin tässä tutkimuksessa käytetyllä menetelmällä luokitellen. Sen mukaan virheettömiä pölkkyjä (laatuluokka I) saadaan merkittävästi vasta vähintään 21 cm:n tukeista (8 %) osuuden kasvaessa tukin järeytyessä ainakin 35 cm:iin (34 %). Laatuluokka III:n pölkkyjä oli vastaavasti 17 cm:n luokassa yli 73 %, mistä osuus aleni 31 cm:n luokan 18 prosenttiin kohotakseen taas näitä paksummissa luokissa. Laatuluokka II:n pölkkyjä oli 17 cm:n luokassa 27 %, mistä osuus kasvoi 29 cm:n luokan 53 prosenttiin aletakseen taas selvästi näitä paksummissa luokissa.

4.3 Koealatason tulokset ja niiden vertailu muihin tutkimuksiin

4.3.1 Hieskoivikot yleensä

Metsänkasvatuksen ja puunhankinnan toimenpiteet tehdään Suomessa pääasiassa metsikkötasolla, joten tulosten käsittely koealatasolla on vähintäänkin perusteltua niiden soveltamisen kannalta. Kokonaan yhden koivulajin luonnonsyntyisiä metsiköitä on käytännössä ja oli myös tässä tutkimuksessa vain lähinnä turvemailla, jossa ne olivat tällöin säännöllisesti hieskoivikoita. Kivennäismaiden koivikoissa oli lähes aina kumpaakin koivulajia, mistä syystä ne voitiin luokitella vain valtakoivulajin mukaan.

Hieskoivuvaltaisten koealojen koivupuustojen kasvupaikka- ja kehitysluokittaisia suhteita on käsitelty yksityiskohtaisesti tulosten esittelyn yhteydessä ottaen huomioon runkoluku kovarianttina, joten tässä esitetään vain yhteenveto tuloksista. Koivupuuston laadulliset ominaisuudet olivat sekä tyviosan oksikkuuden, runkomuodon ja yleisen käyttöarvolaadun että kaiken puutavaran ja tukin hakkuukertymän ja kantoraha-arvon ja niiden tukille langenneiden osuuksien suhteen hieskoivuvaltaisissa koealoilla varsinkin uudistuskypsissä metsiköissä parhaat tuoreilla kankailla ja heikoimmat puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Turvemaiden kasvupaikoista em. ominaisuudet olivat yleensä parhaat ruohoisilla turvemailla. Itse asiassa nämä olivat ainoita turvemaita, joilla tukkipuuta oli uudistuskypsissä metsiköissäkään mainittavasti varsinkaan tukin vähimmäislaadun perusteella arvosteltuna.

Vaneriteollisuudessa halutuimpia, hyvälaatuisen pintaviilun pulaa lisäraaka-aineena parhaiten lievittäviä oksattomia tyviä oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin puolukkaisilla-piensaraisilla tai ruohoisilla turvemailla, mutta niinikään tarpeellisia viilulaatuja tuottavia terveoksaisia tyviä oli eniten karuilla puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Lähinnä vanerilevyjen keski- ja takaosiin ja paikkauksen jälkeen jossain määrin pintaviiluksi soveltuvia viiluja tuottavia kuollutoksaisia tyviä oli lähinnä ruohoisilla turvemailla enemmän kuin tuoreilla kankailla.

Viilun kokonaissaannon ja lisäksi pölkyn pintaosien hyvälaatuisen viilun saannon kannalta parhaita suoria tyviä oli tuoreilla kankailla sekä ruohoisilla turvemailla merkitsevästi enemmän kuin mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja lisäksi tuoreilla enemmän kuin kuivahkoilla kankailla. Tasaisesti lenkoja tyviä oli vastaavasti kuivahkoilla kankailla enemmän kuin ruohoisilla turvemailla sekä haaraisia ja moniääriä tyviä ruohoisilla turvemailla enemmän kuin kuivahkoilla kankailla.

Tukkipuun laatuisia puita oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin mustikkaisilla-suursaraisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla, joilla tukkipuun laatuisia oli vastaavasti vähemmän kuin millään muulla kasvupaikalla. Hylkytukkirunkoja oli taas ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla enemmän kuin tuoreilla kankailla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Yleisesti laadukkaimpia virheettömän tyvitukin puita oli tuoreilla kankailla enemmän kuin muilla kasvupaikoilla ruohoisia turvemaita lukuunottamatta. Kokonaisuutena vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisia puita oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin turvemaiden kasvupaikoilla.

Koivupuutavaraa oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla vastaavasti vähemmän kuin muilla kasvupaikoilla ja tukkia tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin muilla kasvupaikoilla. Tukkiosuus oli tuoreilla kankailla pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen suurempi kuin kaikilla turvemaiden kasvupaikoilla ja vastaavasti puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla pienempi kuin kaikilla muilla kasvupaikoilla. Todellisen tukkiosuuden suhteen vain tuoreet kankaat erosivat edukseen muista kasvupaikkaluokista.

Koivupuutavaran todellinen kantoraha-arvo oli tuoreilla kankailla merkitsevästi korkeampi kuin muilla kasvupaikoilla ja lisäksi ruohoisilla turvemailla korkeampi kuin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Kasvupaikkaluokkien erot olivat samat kuin edellä lisättynä mustikkaisten-suursarsaisten puolukkaisia-piensaraisia turvemaita korkeammalla puutavaran

arvolla, kun sovellettiin pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia tai hinnoiteltiin kaikki puutavara kuitupuuna.

Tukkien arvo oli kummallakin em. tavalla määriteltynä tuoreilla kankailla merkitsevästi korkeampi kuin muilla kasvupaikoilla. Tukkien arvo-osuus oli tuoreilla kankailla suurempi kuin turvemaiden kasvupaikoilla ja lisäksi kuivahkoilla kankailla ja ruohoisilla turvemailla suurempi kuin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Sovellettaessa pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia arvo-osuus oli puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla merkitsevästi pienempi kuin muilla kasvupaikoilla.

4.3.2 Hies- ja rauduskoivikoiden vertailu

Koealojen koivupuustojen valtakoivulajin ja kasvupaikkaryhmän perusteella määriteltyjen vertailuryhmien ja kehitysluokkien mukaisia suhteita on käsitelty yksityiskohtaisesti tulosten esittelyn yhteydessä ottaen huomioon runkoluku kovarianttina. Koivupuustojen laadulliset ominaisuudet vaneripuuna olivat kaikissa suhteissa oletusten mukaisesti edullisimmat rauduskoivuvaltaisilla kivennäismailla ja hieskoivuvaltaisilla kivennäismailla lisäksi paremmat kuin turvemailla. Erot olivat useimpien ominaisuuksien suhteen puiden laadun ja koon perusteella rajoitetussa aineistossa (C-aineisto) jossain määrin selvemmät kuin pelkän koon perusteella rajoitetussa aineistossa (B-aineisto). Täten myös laatuharvennuksista saatava hyöty olisi vaneripuun kertymän ja laadun kannalta suurin raudusvaltaisilla kivennäismailla ja pienin hiesvaltaisilla turvemailla.

Vertailuryhmien erot eivät olleet suuret vielä harvennusmetsikkönä tai varttuneena kasvatusmetsikkönä. Eräissä suhteissa ne olivat jopa epäedulliset raudusvaltaisten kivennäismaiden metsiköiden kannalta, joita aineistossa oli kuitenkin vain vähän. Tässä tutkimuksessa päähuomion kohteena olleissa uudistuskypsissä metsiköissä vertailuryhmät poikkesivat sitä vastoin selvästi toisistaan. Erot kivennäismaiden raudus- ja hiesvaltaisten koealojen välillä olivat varsinkin runkojen tyviosan laatuluokkajakaumien suhteen suuremmat kuin turve- ja kivennäismaiden hiesvaltaisten koealojen välillä. Hakkuukertymien ja kantoraha-arvojen osalta erot olivat selviä kaikkien vertailuryhmien välillä.

Vaneriteollisuudessa halutuimpia, hyvälaatuisen pintaviilun pulaa parhaiten lievittäviä oksattomia tyviä oli B-aineistossa raudusvaltaisilla kivennäismailla merkitsevästi enemmän kuin hiesvaltaisilla turve- tai kivennäismailla ja C-aineistossa lisäksi hiesvaltaisilla kivennäismailla enemmän kuin hiesvaltaisilla turvemailla. Niinikään tarpeellisten terveoksaisten tyvien saatavuudessa ei ollut merkitseviä eroja vertailuryhmien välillä. Lähinnä vanerilevyjen keski- ja takaosiin ja paikkauksen jälkeen jossain määrin pintaviiluksi soveltuvia viiluja tuottavia kuollutoksaisia tyviä oli sitä vastoin hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla enemmän kuin raudusvaltaisilla kivennäismailla.

Viilun kokonaissaannon ja lisäksi pölkyn pintaosien hyvälaatuisen viilun saannon kannalta parhaita suoria tyviä oli raudusvaltaisilla kivennäismailla C-aineistossa vain suuntaa antavasti enemmän kuin hiesvaltaisilla turve- tai kivennäismailla. Tasaisesti lenkoja tyviä oli hiesvaltaisilla kivennäismailla kummassakin aineistossa merkitsevästi enemmän kuin turvemailla, kun taas haaraisia tyviä oli hiesvaltaisilla turvemailla merkitsevästi enemmän kuin hies- tai raudusvaltaisilla kivennäismailla.

Tukkipuun laatuisia koivuja oli molemmissa aineistoissa raudusvaltaisilla kivennäismailla merkitsevästi enemmän kuin hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla ja hiesvaltaisilla kivennäismailla enemmän kuin turvemailla. Hylkytukkirunkoja oli vastaavasti hiesvaltaisilla turvemailla enemmän kuin kivennäismailla. Yleisesti laadukkaimpia virheettömän tyvitukin puita oli raudusvaltaisilla kivennäismailla enemmän kuin hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla. Vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisia puita oli niinikään kokonaisuutena raudusvaltaisilla kivennäismailla enemmän kuin hiesvaltaisilla turvemailla, mutta kivennäismailla niiden lukumäärä ei riippunut koealan valtakoivulajista.

Raudusvaltaisilla kivennäismailla oli kaikin tavoin tarkastellen merkitsevästi enemmän sekä koivupuutavaraa että tukkia, ja tukkiosuus oli merkitsevästi suurempi kuin hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla ja hiesvaltaisten kivennäismaiden ja turvemaiden suhteet olivat samansuuntaiset. Tämän mukaisesti myös koivupuutavaran ja tukkien arvo oli korkeampi ja tukkien arvo-osuus suurempi kaikissa tarkasteluissa raudusvaltaisilla kivennäismailla hiesvaltaisiin turve- ja kivennäismaihin verrattuna ja hiesvaltaisilla kivennäismailla turvemaihin verrattuna. Hyöty tukkien teosta yhdeltä hehtaarilta kertyvän puutavaran kantoraha-arvon kannalta verrattuna pelkän kuitupuun tekoon on luonnollisesti sitä suurempi mitä suurempi on tukkiosuus. Tässäkin suhteessa raudusvaltaiset kivennäismaat erosivat selvästi edukseen hiesvaltaisista kivennäis- ja turvemaista, joista ensinmainitut erosivat jossain määrin edukseen jälkimmäisistä.

Metsikkötason koivututkimukset ovat varsinkin 1960-luvun jälkeen keskittyneet yleensä nuoriin ja keski-ikäisiin koivikkoihin ja lähinnä sekametsikköhin, turvemaiden hieskoivikkoihin ja toisaalta istutusrauduskoivikkoihin. Lähtökohtana niissä on ollut kasvu- ja tuotostutkimus (ml. puuston rakenteen ja kehityksen selvittäminen). Puuston laadullisista tekijöistä on kiinnitetty huomiota lähinnä keskiläpimittaan sekä tukkivähennykseen määrittelemättä kuitenkaan tarkemmin siihen johtaneita syitä.

Koiviston (1959) kasvu- ja tuottotaulukoiden mukaan lehtomaisen kankaan toistuvin harvennuksin käsitellyn hies- ja rauduskoivikon kuorelliset keskiläpimitat olisivat 40-vuotiaana 13,7 ja 16,1 cm ja 60-vuotiaana 18,4 ja 21,8 cm. Tukkipuurunkoja olisi 60-vuotiaassa hieskoivikossa vain 139 kpl/ha (20 %) ja rauduskoivikossa 248 kpl/ha (47 %). Tässä tutkimuksessa kivennäismaiden uudistuskypsien koealojen koivupuustot olivat keskijäreydeltään selvästi taulukoiden osoittamia vaatimattomampia, mutta ero johtui ainakin osaksi kasvupaikan viljavuuseroista. Keskiläpimitat olivat tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden keskimäärin 16 a taulukoiden lehtomaisten kankaiden hieskoivikoita vanhemmissa uudistuskypsissä hiesvaltaisissa metsiköissä samalla tasolla ja keskimäärin 12 a taulukoiden rauduskoivikoita vanhemmissa raudusvaltaisissa metsiköissä noin yhden senttimetrin pienemmät.

Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneitä runkoja oli tässä tutkimuksessa kuitenkin hieskoivuvaltaisissa metsiköissä 54 kpl/ha ja rauduskoivuvaltaisissa metsiköissä 62 kpl/ha Koiviston taulukoiden osoittamia enemmän. Sovelletuilla tukkipuun vähimmäismittavaatimuksilla oli vaikutusta tähän eroon: tässä tutkimuksessa vähimmäisläpimitta oli 1,3 m:n korkeudella 19,5 cm ja 3,1 m;n korkeudella 18 cm, kun taas Koivisto edellytti vanerikoivuilta 12 jalan eli 5,49 m:n korkeudella 7 tuuman eli 17,8 cm:n läpimittaa tai vaihtoehtoisesti 12 jalan eli 3,66 m:n korkeudella 8 tuuman eli 20,3 cm:n läpimittaa.

Sekä hies- että rauduskoivuvaltaisten metsiköiden keskiläpimitat olivat tässä tutkimuksessa myös olennaisesti pienemmät kuin Mielikäisen (1985) tuoreiden kankaiden kuusi-koivusekametsiköiden sekapuukoivujen pohjapinta-alalla painotetut keskiläpimitat. Tällaisissa sekametsiköissä hieskoivujen keskiläpimitta olisi 60-vuotiaana noin 20 cm ja rauduskoivujen keskiläpimitta vastaavasti noin 23 cm.

Mielikäinen (1980) laski yhtälöillä kivennäismaiden hies- ja rauduskoivikoille seuraavat todelliset tukkipuun osuudet:

Metsikön ikä, a	Hieskoivikko	Rauduskoivikko
	Tukkipuun osuus puuston tilavuudesta, %	
40	30	42
50	33	56
60	36	62
70	...	61
80	...	52

Tässä tutkimuksessa tukkipuuosuudet olivat tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden uudistuskypsissä metsiköissä näitä pienempiä, kun kultakin koealalta otettiin huomioon 600 laadullisesti parasta koivua hehtaarilla, hieskoivuvaltaisissa metsiköissä 31 % ja rauduskoivuvaltaisissa metsiköissä 38 %. Tämä oli luonnollista maantieteelliset ja kasvupaikkojen viljavuuserot huomioon ottaen.

Niemistön (1991) ruohoisten turvemaiden 54- ja 73-vuotiaissa hieskoivikoissa tukkipuun kokonaistuotos, jossa ei oltu otettu huomioon laatuvähennyksiä, oli 10-15 m^3/ha eli noin 30 m^3/ha vähemmän kuin tässä tutkimuksessa laskettu vastaava tukin hakkuukertymä puuston tiheydessä 600 kpl/ha. Niemistö arvioi voimakkaallakin harventamisella pystyttävän tuottamaan ruohoisilla turvemailla tukkipuuta vain 20 m^3/ha, josta siitäkin osa joudutaan hylkäämään vikojen vuoksi.

5. Johtopäätökset

5.1 Tulosten soveltaminen metsänkasvatukseen

Hieskoivun soveltuvuus vaneripuun kasvatukseen riippuu yhtäältä määrällisestä ja toisaalta laadullisesta tuotoksesta annetun kiertoajan kuluessa. Hieskoivun soveltuvuutta voidaan tarkastella sekä yksittäisinä runkoina että hieskoivun muodostamina metsikköinä tai sekametsikön osina. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella luontaisesti syntyneen hieskoivun soveltuvuus on keskiviljavilla kivennäismailla molemmilla tavoilla tarkastellen aiemmissa tutkimuksissa ja käytännön metsätaloudessa saatuja kokemuksia selvästi parempi mutta samassa iässä kuitenkin vertailukohtana käytettyä rauduskoivua heikompi. Hieskoivu on tällöin rauduskoivua heikompi vaneripuu varsinkin rungon ja vaneripuuosan pienempien dimensioiden, pienemmän vaneripuuosuuden ja huonomman tyvitukkiosan runkomuodon (suoruus, kapeneminen ja epäpyöreys) vuoksi. Koivulajien ero on samansuuntainen hieskoivun suhteellisen alhaalta alkavien kuivien oksien, tyvitukkiosan paksujen oksien ja runsaiden terveiden oksien sekä käyttöosan paksujen lahojen oksien osalta.

Toisaalta hieskoivun ominaisuudet näyttävät keskiviljavilla kivennäismailla jopa rauduskoivua paremmilta mm. matalampien terveoksa- ja latvusrajojen sekä vähäisemmän tukkipuiden tyveämisen ja latvavähennysten tarpeen suhteen. Myös lahoista puuainetta oli hieskoivuissa täysin hypoteesien vastaisesti rauduskoivuja harvemmin, mutta lahoviat olivat esiintyessään hieskoivussa rauduskoivua vakavampia sekä lahon kehitysasteen että säteensuuntaisen ulottuman suhteen. Hieskoivulla oli käyttöosassa keskimäärin vähemmän ja läpimitaltaan pienempiä erilaatusia oksia kuin rauduskoivulla ja tyvitukkiosassa harvemmin pintavikaisuutta, mikä kylläkin on usein ihmisen toiminnan aiheuttamaa. Koivulajien välillä ei näyttäisi keskiviljavilla kivennäismailla olevan varsinaista eroa täysin oksattoman tyvitukkiosan pituudessa, aina vakavien pystyoksien esiintymisessä, ulkoisessa lahoisuudessa tai puuaineen ruskotäpläisyydessä tai edes runkojen yleisessä vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisuudessa.

Pääasiallisella kasvupaikallaan, keskiviljavilla ja viljavilla ojitetuilla turvemailla, hieskoivun soveltuvuus vaneripuuksi on sitä vastoin yleensä vähäinen. Lähinnä ruohoisilla turvemailla on kuitenkin myös laadukkaita, vaneripuun mitat saavuttavia hieskoivuja. Rauduskoivuja syntyy ja kasvaa jossain määrin vain ohutturpeisilla soilla. Muutenkaan hies- ja rauduskoivu eivät ole käytännön mittakaavassa vaihtoehtoisia puulajeja turvemailla, joten vertailulla täällä on lähinnä teoreettista mielenkiintoa.

Vaneripuuna käytössä oleelliset ominaisuudet vaihtelevat huomattavasti metsiköiden välillä, erityisesti turvemaiden hieskoivulla, ja kivennäismailla hieskoivulla mitä ilmeisimmin enemmän kuin rauduskoivulla. Täten päätös vaneripuukasvatuksesta on tehtävä erityisesti hieskoivikoissa metsikkökohtaisesti, ottaen huomioon ensisijaisesti olemassa olevien puiden runkomuoto, lahoisuus ja tyvitukkiosan oksikkuus. Metsikkötasolla voidaan tällöinkin odottaa vain osan vaneripuukelpoisilta näyttävistä puista saavuttavan vaneripuun vähimmäismitat ja varsinkin vähimmäislaadun päätehakkuuvaiheeseen mennessä.

Tämän tutkimuksen perusteella uudistuskypsistä hieskoivikoista voidaan odottaa vaneripuun kokoisia ja -laatuisia puita lähinnä tuoreilta kankailta, keskimäärin 380 kpl/ha, kuivahkoilta kankailta sekä ruohoisilta ja mustikkaisilta-suursaraisilta turvemailta 80-120 kpl/ha ja puolukkaisilta-piensaraisilta turvemailta vain 35 kpl/ha. Virheettömän tyvitukin puita voidaan

vastaavasti odottaa tuoreilta kankailta keskimäärin 160 kpl/ha mutta ruohoisilta turvemailta vain 35 kpl/ha ja muilta kasvupaikoilta alle 10 kpl/ha. Vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisia voisi olla kaikkiaan tuoreilla kankailla 500 kpl/ha, ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla 350-400 kpl/ha ja mustikkaisilla-suursaraisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla 280-300 kpl/ha. Nämä arviot koskevat metsiköitä, joita harvennetaan tyvitukkiosaltaan laadukkaita koivuja suosien. Laatuharvennuksen edut jäävän puuston parantamiseksi olivat kuitenkin suhteellisen pienet kaavamaiseen alaharvennukseen verrattuna tämän tutkimuksen aineistossa, sillä B- ja C-aineistojen ero vaneripuukelpoisten puiden runkoluvussa oli vain 40-90 kpl/ha. Tosin tämä lienee aliarvio todelliseen tilanteeseen verrattuna.

Kivennäismailla rauduskoivikoista voidaan joka tapauksessa odottaa selvästi enemmän vaneripuun kokoisia ja -laatuisia puita kuin hieskoivikoista, tässä tutkimuksessa keskimäärin 310 ja 190 kpl/ha. Vastaava runkoluku oli turvemaiden hieskoivikoissa vain 80 kpl/ha. Virheettömän tyvitukin puita voidaan vastaavasti odottaa kivennäismaiden raudus- ja hieskoivikoista keskimäärin 100 ja 50 kpl/ha mutta turvemaiden hieskoivikoista vain 15 kpl/ha. Erot vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisten puiden kokonaisrunkoluvussa ovat kuitenkin järeytymiserojen huomiotta jättämisen vuoksi em lukuja pienemmät. Tällaisia puita oli kivennäismaiden raudus- ja hieskoivikoissa keskimäärin 410 ja 400 kpl/ha ja turvemaiden hieskoivikoissa 320 kpl/ha.

Uudistuskypsän hieskoivikon päätehakkuusta voidaan vastaavasti odottaa eri puutavaralajeja seuraavasti nykyisin koivutukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksin, kun runkoluku on 600 kpl/ha:

Kasvupaikkaluokka	Tukkia		Kuitupuuta	Yhteensä
	m^3/ha	%	m^3/ha	m^3/ha
Ruohoinen turvemaa	26	18	112	138
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	15	11	113	126
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	9	8	73	82
Tuore kangas	141	57	107	248
Kuivahko kangas	22	16	98	120

Tuoreet kankaat sopisivat siis tutkituista kasvupaikoista itse asiassa varsin hyvin vaneripuun kasvatukseen myös hieskoivulla. Lehtomaisilla kankailla tulosten voidaan aiempien tutkimusten perusteella olettaa olevan tuoreita kankaita parempia. Muilla kasvupaikoilla vaneripuun kertymät ovat keskimäärin pieniä. Osassa ruohoisten turvemaiden ja kuivahkojen kankaiden metsiköistä vaneripuun kertymä on kuitenkin keskimääräistä selvästi suurempi.

Kivennäismailla rauduskoivikoista voidaan kuitenkin odottaa selvästi korkeampia vaneripuun kertymiä kuin hieskoivikoista ja turvemaiden hieskoivikoissa kertymät ovat pieniä:

Vertailuryhmä	Tukkia		Kuitupuuta	Yhteensä
	m^3/ha	%	m^3/ha	m^3/ha
Kivennäismaa, rauduskoivuvaltainen	99	38	122	221
Kivennäismaa, hieskoivuvaltainen	64	31	101	165
Turvemaa, hieskoivuvaltainen	17	22	100	117

Vuosien 1991-95 keskikantohinta oli tutkimusalueen koivutukeilla 107 mk/m^3 koivukuitupuun kantohintaa korkeampi eli 2,4-kertainen ja koko Etelä-Suomessa keskimäärin 144 mk/m^3 korkeampi eli 2,8-kertainen. Suhteellisen pienikin vaneripuukertymä lisää täten huomattavasti kantorahatuloja koivikossa verrattuna tilanteeseen, jossa kaikki puutavara hinnoitellaan kuitupuuna. Tässä tutkimuksessa uudistuskypsien hieskoivikoiden puutavaran arvo olisi tällöin alentunut tutkimusalueen kantohintatasolla tuoreilla kankailla keskimäärin jopa 15 100 mk/ha eli 46 %, puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla 1500 mk/ha eli 19 % ja muilla kasvupaikoilla 4200-4900 mk/ha eli 31-42 % verrattuna tukkien ja kuitupuun erillishinnoitteluun. Vastaava arvonalennus olisi ollut kivennäismaiden rauduskoivikoissa keskimäärin 10 600 mk/ha eli 38 %, kivennäismaiden hieskoivikoissa 6800 mk/ha eli 35 % ja turvemaiden hieskoivikoissa 1900 mk/ha eli 17 %. Vertailuryhmien erot ja todennäköisesti myös erillishinnoittelun vaikutukset olisivat tukkien ja/tai sorvipölkkyjen laatuhinnoittelua sovellettaessa todennäköisesti vielä esitettyjä suuremmat.

Päätöksentekoon vaneripuun kasvatuksesta luontaisesti syntyneessä hieskoivikossa kuuluu olennaisena kysymyksenä syntytapa. Siemensyntyisten hieskoivujen useimmat ominaisuudet, mm. järeys, puutavaralajien määrät ja runkomuoto, olivat ikä huomioon ottaen vesasyntyisiä edullisemmat, mutta tulokset viittasivat aiempia käsityksiä pienempiin syntytavan vaikutuksiin. Turvemailla vesasyntyiset hieskoivut jopa erosivat edukseen siemensyntyisistä mm. pitemmän oksattoman tyviosan, pienemmän tyvitukkiosan kuolleiden oksien keskipaksuuden ja - mikä yllättävintä - myös vähäisemmän puuaineen tyvilahoisuuden suhteen ja kivennäismailla vastaavasti mm. matalamman terveoksa- ja latvusrajan, pienempien lahojen ja kuolleiden oksien lukumäärien ja keskipaksuuksien sekä vähäisemmän pystyoksaisuuden ja tyviosan ulkoisen ja käyttöosan puuaineen lahoisuuden suhteen. Olennaista on kuitenkin vesasyntyisten hieskoivujen yleensä heikko runkomuoto ja varhaisessa iässä taantuva järeyskehitys. Täten tämän tutkimuksen perusteella ei vielä voida suositella vaneripuukasvatusta hieskoivuvesakoissa, vaikka eräistä ominaisuuksista saatiinkin varsin myönteisiä tuloksia.

Päätöksenteko tietyn puulajin kasvatuksesta on luonnollisesti erilainen metsänuudistamisessa ja olemassa olevan metsikön kasvatuksessa. Tietoista luontaista uudistamista hieskoivulle ei voida perustella millään kasvupaikalla puuntuotoksesta tai vaneripuun laatutekijöistä lähtien. Ainoastaan tuoreilla ja ilmeisesti myös lehtomaisilla kankailla hieskoivun vaneripuun tuotantomahdollisuudet näyttävät suhteellisen hyvältä perusteelta puulajivalinnalle. Näilläkin kasvupaikoilla muut pääpuulajimme ovat säännöllisesti hieskoivua tuottoisampia. Hieskoivulle uudistamisen kuten myös taimikkoon sivupuulajiksi hyväksymisen on muutoin perustuttava muihin vaikuttimiin, kuten kasvupaikan sopimattomuuteen hieskoivua laadukkaammille puulajeille, täystiheän taimikon saamiseen, maanhoitoon, maisemallisiin syihin, monimuotoisuuteen tms. Hieskoivu on sinänsä varteenotettava mahdollisuus kasvupaikoilla ja metsänhoidollisissa oloissa, jotka ovat vaikeita sitä arvokkaammille puulajeille, mm. ojitetuilla turvemailla, soistuneilla ja hienojakoisilla kivennäismailla, metsiköissä, joiden hoito on ollut puutteellista metsää uudistettaessa tai taimikoita hoidettaessa.

Metsänkasvatusohjeissa hieskoivuvaltaisia metsiä on pidetty pääasiassa vajaatuottoisina, jotka tulisi pikimmiten uudistaa männylle, kuuselle tai rauduskoivulle. Täten hieskoivun kasvatukseen ja varsinkin kasvatusmenetelmien kehittämiseen on kiinnitetty varsin vähän huomiota. Hoitamattomuus sinänsä on jo edistänyt hieskoivikoiden kehittymistä vajaatuottoisiksi. Tämän tutkimuksen kuten myöskään eräiden aiempien tutkimusten tulokset

eivät puolla olemassa olevan hieskoivikon kaavamaista uudistamista. Varsinkin tuoreilla kankailla ja jossain määrin myös ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla on perusteltua kasvattaa hieskoivua vaneripuuta tuottavaan päätehakkuuvaiheeseen. Tämä on sitä mielekkäämpää mitä vanhemmasta metsiköstä on kysymys ja mitä suurempia puutavaralajisiirtymiä on odotettavissa kuitupuusta tukkiin. Aiemmat tutkimukset viittaavat 70-80 vuoden kiertoaikaan hieskoivun vaneripuukasvatuksessa ottaen taantuvan kasvun ohella huomioon kiihtyvä biologinen rappeutuminen ja laho- ja muiden sisävikojen lisääntyminen puun ikääntyessä. Ratkaisu riippuu pitkälti puunkasvatuksen ekonomiasta, johon tässä tutkimuksessa ei otettu kantaa. Tämän tutkimuksen koealojen vähintään tyydyttävästä metsänhoidollisesta tilasta huolimatta hyvällä metsänhoidolla voidaan epäilemättä päästä saatuja parempiinkin tuloksiin koivun ja koivikoiden määrällisessä ja laadullisessa tuotoksessa.

Alueelliset erot hieskoivun laadussa näyttävät saatujen tulosten ja kirjallisuusvertailujen perusteella otaksuttuja pienemmiltä. Järeydeltään ja osin myös oksikkuudeltaan Pohjanmaan hieskoivut olisivat osapuilleen tai ainakin lähes samalla tasolla kuin vastaavilla kasvupaikoilla eteläisessä Suomessa. Hieskoivun lahoisuus ja poikkeamat rungon suoruudesta ovat Pohjanmaalla sitä vastoin ilmeisesti yleisempiä ja vakavampia vikoja kuin maan etelä- ja itäosassa.

5.2 Tulosten soveltaminen puunhankintaan ja -käyttöön

Suomen vaneriteollisuuden menestyminen on ollut mahdollista kilpaileviin tuotteisiin verrattuna laadukkaiden, pitkälle kehiteltyjen täyskoivuisten ja koivupintaisten vanerien ansiosta. Näissä tuotteissa tarvitaan hyvälaatuista pintaviilua, jota saadaan vain hyvälaatuisista ja lähinnä järeistä tukeista. Tällaista raaka-ainetta on saatu varsinkin Itä- ja Keski-Suomen vanhoista luonnonkoivikoista. Näiden on arveltu olleen loppumassa 1970-luvulta lähtien. Valtakunnan metsien inventointien mukaan järeän, yli 30 cm:n koivun tilavuus on kuitenkin päinvastoin kasvanut viime vuosikymmeninä. Täten ongelmat ovat olleet pikemminkin koivutukin markkinoille tulossa kuin tukkivarojen vähenemisessä.

Koivutukkiin odotetaan 2010-luvulta alkaen täydennystä istutusrauduskoivikoista. Niissä on kuitenkin paljastunut laadulliseksi uhkatekijäksi poikkeuksellisen korkea alttius ruskotäpläkärpäsen aiheuttamille väri- ja mahdollisesti lahovioille. Täten on mahdollista, että laadukkainta koivuraaka-ainetta on jatkossakin etsittävä luonnonmetsistä ja myös hieskoivusta. Toisaalta viimeisimpien, vielä julkaisemattomien tutkimusten tulokset viittaavat ruskotäpläisyyden keskittymiseen koivun sisäosiin ja vähenevän virheetöntä pintaviilua tuottavaa pintaosaa kohti, mikä pienentäisi ongelmaa olennaisesti.

Hieskoivun menneen tai nykyisen käytön määriä ei tunneta. Tätä tutkimusta varten tehdyissä laskelmissa ilmeni kuitenkin, että hieskoivun osuus koivuvaneritukin tilavuudesta on Etelä-Suomessa kokonaisuutena noin 40 % ja eräissä maakunnissa jopa yli 60 %. Täten huomattavia määriä viilua ja vaneria ja ilmeisesti myös jonkin verran sahatavaraa on valmistettu ja valmistetaan edelleen hieskoivusta. Koska hieskoivun tilavuus on kasvamassa erityisesti Länsi-Suomessa, käyttömahdollisuuksien voidaan olettaa kasvavan vastaavasti lähivuosikymmeninä.

Vaneriteollisuudessa tarvitaan nimenomaan järeää, oksatonta tai vähäoksaista, suoraa ja sorvattavasta osasta lahotonta raaka-ainetta. Jatkojalostuksessa, erityisesti erilaisissa pinnoituksissa edellytetään pinnaltaan tasaista ja mielellään väriltään ja syykuvioiltaan tasalaatuista pintaviilua. Terveoksainen raaka-aine on myös selvästi toivottavampaa kuin kuivaoksainen. Lähinnä keskiviiluun ja vanerilevyjen takaosiin sopivaa kuivia ja lahoja oksia ja mahdollisesti kovaa lahoa sisältävää raaka-ainetta saadaan vähintäänkin riittävästi. Täten hieskoivun hankinnan lisääminen vaneripuuksi ei ole teollisuudessa perusteltua, ellei kertymä sisällä myös mainittavia määriä hyvälaatuisia tukkeja. Puunhankinnan ja puunkäsittelyn tuottavuuden ja kustannusten kannalta merkitystä on myös runkojen, tukkien ja sorvipölkkyjen tilavuudella ja tukkien pituudella, koska korjuu, kuljetus ja tehdaskäsittely tapahtuu lähinnä kappaleittain.

Tarkasteltaessa hieskoivun käyttökelpoisuutta vaneripuun hankkijan kannalta keskeisiä ovat puun ominaisuudet tietyssä koossa. Läpimitaltaan samankokoisten hies- ja rauduskoivujen välillä on tämän tutkimuksen mukaan huomattavia laatueroja vaneripuuna käytön kannalta. Erot johtuvat varsinkin järeillä puilla yhtäältä hieskoivujen iäkkyydestä ja toisaalta lyhyydestä läpimitaltaan yhtä suuriin rauduskoivuihin verrattuna. Hieskoivu on kokonaisuutena näin tarkastellen rauduskoivua heikompi vaneripuu rungon ja vaneripuuosan pienempien dimensioiden, pienemmän vaneripuuosuuden ja yleensä huonomman tyvitukkiosan runkomuodon suhteen (mutkaisuus, monivääryys, kapeneminen ja epäpyöreys).

Koivulajien ero oli tässä tutkimuksessa tämänsuuntainen myös hieskoivun rauduskoivua lyhyemmän oksattoman tyviosan, vähäisemmän oksattomien ja runsaamman kuollutoksaisten tyvitukkien saatavuuden, suurempien tyvitukkiosan lahojen ja terveiden oksien läpimittojen ja kuivien ja lahojen oksien lukumäärien sekä suurempien käyttöosan lahojen ja yleensä kuolleiden oksien läpimittojen ja lahojen oksien lukumäärien suhteen. Erona samanikäisten hies- ja rauduskoivujen vertailuun oli hieskoivujen keskimäärin samankokoisia rauduskoivuja yleisempi ulkoinen lahoisuus, puuaineen tyvi- ja runkolahoisuus ja ruskotäpläisyys.

Hieskoivun ominaisuudet näyttävät olevan läpimitaltaan samankokoisia rauduskoivuja paremmat lähinnä matalampien terveoksa- ja latvusrajojen, pienempien tyvitukkiosan kuivien ja yleensä kuolleiden oksien läpimittojen ja kaikkien oksien lukumäärän ja pienempien käyttöosan kuivien ja terveiden oksien läpimittojen ja lahoja oksia lukuunottamatta erilaatuisten oksien lukumäärien sekä vähäisemmän tukkipuiden tyveämisen ja latvavähennysten tarpeen suhteen. Koivulajien välillä ei sen sijaan näyttäisi olevan varsinaista eroa aina vakavien pystyoksien esiintymisessä, terveiden oksien lukumäärissä, pintavikaisuudessa, täysin virheettömän tyvitukin saatavuudessa, runkojen yleisessä vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisuudessa eikä myöskään kokonaisuutena tukkirunkojen hylkäämisessä.

Luvuissa 3.2.1.3, 3.2.2 ja 5.1 esitetyt arviot vaneripuuksi soveltuvien koivujen lukumääristä ja tukin hakkuukertymistä metsiköissä ovat olennaisia taustatietoja myös vaneripuun hankinnan suunnittelussa. Aina tavoitelluimpia oksattomia tyviä voidaan tämän tutkimuksen perusteella odottaa uudistuskypsistä hieskoivikoista 50-230 kpl/ha ja vastaavasti suoria tyviä 120-320 kpl/ha. Kivennäismailla rauduskoivikoista voidaan joka tapauksessa odottaa selvästi enemmän oksattomia tyviä kuin hieskoivikoista, tässä tutkimuksessa keskimäärin 260 ja 140 kpl/ha. Vastaava runkoluku oli turvemaiden hieskoivikoissa vain 80 kpl/ha. Suoria tyviä voidaan odottaa kivennäismaiden raudus- ja hieskoivikoissa suunnilleen yhtä paljon,

keskimäärin kuitenkin vain 200 kpl/ha, ja turvemaiden hieskoivikoissa keskimäärin 150 kpl/ha.

Vaneriteollisuuden kannalta oleellisimmat puuraaka-aineen laatutekijät ovat lopulta sorvaukseen saatavien pölkkyjen laatu ja laatujakauma. Nämä vaikuttavat sekä viilun saantoon, laatuun että jatkojalostus- ja loppukäyttömahdollisuuksiin. Tämän tutkimuksen perusteella kivennäismaiden hieskoivuista saatavat pölkyt ovat turvemaiden hieskoivuista saatavia laadukkaampia sekä suuremman läpimitan että paremman muodon (suoruus) ja tyvitukkien pölkyt lisäksi yleisemmän oksattomuuden ja paremman kaupallisen laatuluokan suhteen.

Rauduskoivun pölkyt näyttävät vastaavasti olevan samanikäisistä puista tehtyjä hieskoivun pölkkyjä laadukkaampia ainakin selvästi suuremman läpimitan, harvinaisemman laho-oksaisuuden sekä suuremman keskilaatuisten (II-laatu) ja pienemmän heikkolaatuisten (III-laatu) pölkkyjen osuuden suhteen. Koivulajien välillä ei kuitenkaan näytä olevan varsinaisia eroja useiden tärkeiden ominaisuuksien, kuten pölkkyjen oksattomuuden, suoruuden ja yleisen virheettömyyden osalta.

Läpimitaltaan samankokoisia puita vertaillen rauduskoivun pölkyt ovat niinikään hieskoivun pölkkyjä laadukkaampia ainakin suuremman läpimitan ja harvinaisemman laho-oksaisuuden suhteen mutta heikkolaatuisempia pienemmän oksattomien pölkkyjen osuuden suhteen. Lisäksi rauduskoivun tyvitukkien pölkyt ovat hieskoivua laadukkaampia ainakin suuremman keskilaatuisten (II-laatu) ja pienemmän heikkolaatuisten (III-laatu) pölkkyjen osuuden suhteen ja väli- ja latvatukkien pölkyt suuremman yleisesti virheettömien (I-laatu) ja keskilaatuisten ja pienemmän heikkolaatuisten pölkkyjen osuuden suhteen.

Vaneripuun hankkijan ei ole esitettyjen tulosten perusteella syytä unohtaa jatkossakaan ainakaan kivennäismaiden hieskoivutukkileimikoita. Hyvälaatuista pintaviilua tuottavia sorvipölkkyjä saadan myös tällaisista leimikoista kohtuullisesti - ottaen huomioon hyvälaatuisten pölkkyjen usein pienehkö osuus myös luontaisesti syntyneissä rauduskoivikoissa. Asiaa korostaa uhkakuva ruskotäpläkärpäsen ja mahdollisesti myös hirvien ja myyrien laajoista, viiluun väri- ja lahovikoja aiheuttavista tuhoista istutusrauduskoivikoissa. Teollisuus on arvioinut hankkivansa niistä 2010-luvulta lähtien jopa 0,4-0,5 milj. m^3 vanerikoivua vuodessa eli noin kolmanneksen koko tarpeesta. On siis mahdollista, että laadukkainta koivuraaka-ainetta joudutaan jatkossakin etsimään luontaisesti syntyneistä koivikoista ja myös hieskoivusta.

Tässä tutkimuksessa ilmeni sivutuloksina kaksi oleellista koivujen vaneripuulaadun puun ulkoisten tunnusmerkkien perusteella tapahtuvaa arviointia vaikeuttavaa seikkaa. Ensinnäkin suhteellisen paksuja kuivia ja lahoja oksia esiintyy ainakin luontaisesti syntyneillä iäkkäillä ja kookkailla koivuilla vielä korkealla latvusrajan yläpuolella. Tämä on keskeistä arvioitaessa enenevästi kysytyn terveoksaisen vaneri- ja varsinkin sahakoivun saatavuutta. Tulosten perusteella koivulla on kyseenalaista puhua terveoksaisesta latvatukista. Toiseksi puuaineen lahoisuuden arviointi koivun ulkoisten tunnusmerkkien perusteella on huolellisestikin tehtynä epävarmaa. Kysymys ei ole pelkästään lahon tunnistamatta jäämisestä vaan usein myös puuaineeltaan terveen koivun virheellisestä luokittelusta lahoiseksi. Täten ulkoisiin arvioihin koivun puuaineen lahoisuudesta on suhtauduttava varauksin.

5.3 Tutkimustarpeita

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin hieskoivun soveltuvuutta vaneripuuksi sekä hies- ja rauduskoivun laadullisia suhteita pelkästään rungon ulkoisen laadun perusteella. Tarkastelutapa antaa vain epäsuoraa tietoa runkojen, tukkien ja pölkkyjen sorvattavan osan laadusta ja laatueroista, mm. oksikkuuden, väri- ja lahovikojen ja halkeamien esiintymisen ja vaikutusalueen sekä vetopuun esiintymisen suhteen ja ei kerro mitään esim. puuaineen syykuvioista. Rungon tai pölkyn sisäisen ja ulkoisen laadun suhteet ovat ilmeisesti varmemmin selvitettävissä sorvausta kuin sahausta varten, koska pyöristysjätteeseen menevä sorvipölkyn puuaineen pintakerros on yleensä ohuempi kuin sahausjätteeksi menevä sahatukin pintakerros. Näin on kuitenkin vain puulaji vakioiden: ulkoisen ja sisäisen laadun suhteiden yhteydet ovat lehtipuilla säännöllisesti epäsäännöllisemmät kuin havupuilla.

Vaneripuiden, -tukkien ja -pölkkyjen todelliset laatuerot voidaan todeta objektiivisesti vain puuaineen tai viilujen suorilla mittauksilla. Täten myös hieskoivun todellisen vaneripuukelpoisuuden selvittäminen vaatisi laajaan metsikkö- ja tukkiaineistoon ja koesorvauksiin perustuvan selvityksen, jossa määritetään viilun saanto, laatu ja arvo ja tätä kautta raaka-aineen puustamaksukyky. Sama koskee sekä hies- että rauduskoivun soveltuvuutta erilaisten sahatuotteiden raaka-aineeksi.

Lopputuotelähtöinen tarkastelutapa edellyttäisi myös viilun ja vanerin teknillisten ominaisuuksien ja nimenomaisesti niihin vaikuttavien raaka-ainetekijöiden tutkimuksia hieskoivusta saatavan viilun käyttömahdollisuuksien selvittämiseksi. Mielenkiintoisia teknillisiä ominaisuuksista ovat märällä viilulla mm. tilavuuspaino (tiheys), reuna- ja sorvaushalkeamien syntyminen, paksuusvaihtelut, kireys, poikittaisvetolujuus, pinnan karheus sekä kosteus ja sen vaihtelu. Kuivatun viilun tärkeitä ominaisuuksia ovat vaneria valmistettaessa lisäksi poikkeamat tasomaisuudesta (koppuraisuus), kuivauskutistuma ja kokoonpuristuma sekä liimattavuus ja puristettavuus. Koivuisten ja koivupintaisten vanerien loppukäytössä tärkeitä ominaisuuksia ovat mm. staattinen taivutuslujuus ja -kimmomoduuli, liimasauman leikkauslujuus ja puustamurtumaprosentti sekä pinnan kovuus.

Ensisijainen tietotarve vanerikoivun laadusta kohdistuu kuitenkin lähivuosina nopeakasvuiseen istutusrauduskoivuun, jonka ominaisuudet ovat käytännön olosuhteissa kasvatettuna vielä paljolti tuntemattomia. Kysymys on sekä runkojen ja tukkien ulkoisista että viilun ja vanerin visuaalisista ja teknillisistä ominaisuuksista kuten myös mahdollisuuksista edistää hyvien ja välttää huonojen ominaisuuksien syntymistä metsänkasvatuksessa, puunhankinnassa ja tehdaskäsittelyssä.

Mallien kehittäminen raaka-aineen laadun ennustamiseksi pystypuustosta ja/tai tukeista on ollut keskeisiä puuntutkimuksen aiheita erityisesti metsänkasvatuksen ja puun laadun yhteyksiä tutkittaessa. Keskeistä niissä on ollut ulkoisten oksien projisointi puuaineeseen sekä läpimitan että laadun (terve/kuollut) suhteen. Tässä tutkimuksessa todettu kuolleiden oksien yleisyys varsin korkealla latvusrajan yläpuolella tulisi ottaa huomioon tällaisissa koivua koskevissa malleissa. Tulos saattaa jopa kyseenalaistaa koivun ulkoiseen oksikkuuteen perustuvan sisäisen laadun mallintamisen mielekkyyden. - On myös kysyttävä, mikä aiheuttaa oksien epäsäännöllisen kuolemisen latvuksen alueella (esim. varjostus, oksien välinen kilpailu, ravinnekiertoon sekä kasvun tasoon ja vuosirytmiin liittyvät kysymykset, lumituhot).

Hies- ja rauduskoivu ovat vain harvoin todellisia metsänkasvatuksen vaihtoehtoja samalla kasvupaikalla. Täten tieto hieskoivun laadullisista ominaisuuksista voidaan hyödyntää tehokkaimmin metsänkasvatusmenetelmien kehittelyssä vertailemalla hieskoivua puunkasvatuksen ekonomiaan perustuvilla tutkimuksilla karuilla ja keskiviljavilla kasvupaikoilla mäntyyn ja viljavilla kasvupaikoilla kuuseen. Kysymys voisi tällöin olla kiertoajan puuntuotoksen määrän, laadun ja arvon kattavasta selvityksestä, johon kuuluvat mahdollisesti eripituiset kiertoajat ja erilaiset harvennusvaihtoehdot. Selvitys olisi erityisen ajankohtainen ojitetuilla turvemailla, joilla on runsaasti harvennushakkuuvaiheessa olevia tai sellaiseen siirtyviä metsiköitä joiden metsänkasvatuksen perusteista ja tavoitteista on suhteellisen vähän tietoa.

6 Yhdistelmä

Tutkimuksen tausta

Vaneriteollisuus on ollut useimpina aikoina kannattavin mekaanisen metsäteollisuuden haara Suomessa. Menestys on ollut mahdollista kilpaileviin tuotteisiin verrattuna laadukkaampien, pitkälle kehitettyjen täyskoivuisten ja koivupintaisten vanerien ansiosta. Näissä tuotteissa tarvitaan hyvälaatuista pintaviilua, jota saadaan vain hyvälaatuisista ja lähinnä järeistä tukeista. Vaneriteollisuus on kuitenkin kärsinyt koivutukkipulaa 1960-luvun puolivälistä lähtien. Niukkuus on kohdistunut nimenomaan hyvälaatuista pintaviilua tuottaviin tukkeihin.

Tässä tilanteessa on kohdistettu toiveita myös sinänsä rauduskoivua huonotuottoisemmaksi ja yleensä myös huonolaatuisemmaksi tiedettyyn hieskoivuun. Vaneriteollisuudelle koivulaji on käytännössä yhdentekevä, kunhan raaka-aine täyttää sille asetetut mitta- ja laatuvaatimukset. Hieskoivuviilun on arveltu soveltuvan lähinnä vain sellaisiin käyttökohteisiin, joissa viilun ulkonäkö ei ole ratkaiseva. Tällaisia ovat mm. vanerilevyjen keskikerrokset ja pinnoitettavat jatkojalosteet. Tosin pinnoitettavuuskin edellyttää viilun pinnalta tasaisuutta ja riittävää kovuutta. Hieskoivun laajeneva käyttö edellyttää siis myös kohtuullista hyvälaatuista pintaviilua tuottavan lisäraaka-aineen saantia. Hieskoivun mennyttä tai nykyistä käyttöä ei tunneta. Kuitenkin hieskoivun osuus Etelä-Suomen koivun kokonaistilavuudesta on noin 70 % ja vaneritukkitilavuudesta 40 %. Täten huomattavia määriä viilua ja vaneria ja ilmeisesti myös jonkin verran sahatavaraa tuotettaneen jo nyt hieskoivusta. Koska hieskoivun tilavuus on kasvamassa erityisesti Länsi-Suomessa, määrällisten käyttömahdollisuuksien voidaan olettaa lisääntyvän lähivuosikymmeninä.

Edellytykset hieskoivun vaneripuukasvatukselle ovat parantuneet viimeisen 10 vuoden aikana, koska siinä välttämättömien harvennushakkuiden taloudellisuuden ratkaiseva koivukuitupuun kysyntä on kasvanut ja hinta kohonnut suhteessa mäntyyn ja kuuseen. Koivuleimikoista kertyy muutenkin lähes aina huomattavasti enemmän kuitupuuta kuin tukkia. Hieskoivu on biologisesti huomioonotettava mahdollisuus kasvupaikoilla ja metsänhoidollisissa oloissa, jotka ovat vaikeita em. puulajeille, kuten ojitetut turvemaat, soistuneet ja hienojakoiset kivennäismaat sekä metsiköt, joiden hoito on ollut puutteellista metsää uudistettaessa ja taimikoita hoidettaessa. Metsätalouden kannattavuuden ja tämän seurauksena investointihalukkuuden metsänhoitoon heikentyessä hieskoivun voidaan olettaa yleistyvän. Samaan suuntaan vaikuttavat vaatimukset metsien monimuotoisuudesta. Onkin esitetty ajatuksia, että viljavilla turvemailla ja soistuneilla kankailla sekä kivennäismaiden sekapuuna olisi järkevää pyrkiä kasvattamaan hieskoivu vaneripuuksi, vaikka se ei olisikaan laadultaan rauduskoivun veroista.

Päähypoteesit

Useimmat koivun, kuten myös muiden puulajien, laatua vaneripuuna kuvaavat suureet riippuvat puun iästä. Aikatekijä on keskeisessä asemassa metsänkasvatuksen taloudellisuutta arvioitaessa. Tämä vaikuttaa mm kasvatettavan puulajin ja kiertoajan valintaan, joissa lähtökohtina ovat vaihtoehtoisten puulajien määrällinen, laadullinen ja rahallinen puuntuotos tiettyyn ikävaiheeseen mennessä. Aikatekijän sekä laatusuureiden voimakkaan ikäsidonnaisuuden vuoksi hieskoivun laatua vaneripuuna on perusteltua tarkastella eri ikävaiheissa. Tämä koskee hieskoivun laatua sekä sinänsä että verrattuna rauduskoivuun,

tunnustettuun vaneripuulajiin. Koska hieskoivun kasvunopeus riippuu kasvupaikan viljavuustasosta ja em. laadulliset ominaisuudet riippuvat aiempien tutkimusten perusteella myös puun koosta, hieskoivun laadun voidaan olettaa kehittyvän erilaiseksi eri kasvupaikkaluokissa tiettyyn ikään mennessä. Lukuisat tutkimukset ovat osoittaneet hieskoivun rauduskoivua hidaskasvuisemmaksi samassa kasvupaikkaluokassa, jolloin samanikäisten hies- ja rauduskoivujenkin välillä voidaan olettaa olevan laatueroja.

Vesasyntyisten hieskoivujen kasvun on todettu olevan aluksi ainakin yhtä nopeaa mutta varhaisemman biologisen rappeutumisen seurauksena myöhemmin hitaampaa kuin siemensyntyisillä. Sinänsä suppeiden tutkimusten mutta varsin runsaiden käytännön kokemusten perusteella vesasyntyiset hieskoivut voidaan olettaa samassa iässä useiden laatuominaisuuksien, varsinkin runkomuodon ja lahoisuuden suhteen siemensyntyisiä heikommiksi.

Metsästä alkavassa puun käyttökohteen sekä puunkorjuun ja -kuljetuksen suunnittelussa on puun koko usein keskeinen lähtökohta. Tästä syystä mm. suunnittelun edellyttämät mittaukset ja arvioinnit on järkevää perustaa puun kokoon. Koska hies- ja rauduskoivun kasvunopeudessa on lukuisien tutkimusten perusteella eroja ja koivun koko vaikuttaa sen laadullisiiin ominaisuuksiin, hies- ja rauduskoivua vertailtaessa on tiedettävä johtuvatko mahdollisesti havaitut laatuerot itse asiassa kokoeroista. Sinänsä harvojen aiempien tutkimusten ja käytännön kokemusten perusteella hies- ja rauduskoivujen välillä voidaan olettaa olevan laatueroja samassa koossa.

Tavoitteet

Tämän tutkimuksen päätavoitteena oli tutkia luontaisesti syntyneen hieskoivun tärkeimpiä ulkoiseen laatuun liittyviä ominaisuuksia ikä- ja kehitysluokittain vaneripuuna käyttöä ajatellen, erityisesti viljavuudeltaan eritasoisilla ojitetuilla turvemailla mutta myös viljavilla ja keskiviljavilla kivennäismailla. Hieskoivun laatua tarkasteltiin sekä sellaisenaan että erityisesti rauduskoivuun vertaillen ja sekä runko- että metsikkötasolla. Runkotasolla tarkasteltiin myös hieskoivun erityiskysymyksenä siemen- ja vesasyntyisiä puita, vertailtiin hies- ja rauduskoivuja rinnankorkeusläpimittaluokittain ja tutkittiin hies- ja rauduskoivuista saatavia sorvipölkkyjä.

Vaneripuulaadulla tarkoitettiin puun teknistä käyttökelpoisuutta vaneriviilun sorvaukseen. Tätä kuvattiin niiden ulkoisten puutunnusten perusteella, jotka vaikuttavat keskeisesti vaneripuun saantoon rungosta sekä viilun saantoon ja laatuun sorvipölkyistä. Näitä ovat rungon, tukkiosan ja sorvipölkkyjen mitat, laatuominaisuudet ja viat. Vanerikoivun vähimmäismitat ja -laatu määriteltiin aineiston keruuaikana kotimaan puukaupassa sovellettujen mukaisiksi.

Runkotasolla käsiteltiin seuraavia koivun ulkoiseen laatuun liittyviä ominaisuuksia: 1) runkojen ja niiden tukkiosan koko, 2) erilaisten oksa-, muoto-, pinta-, laho- ja värivikojen yleisyys ja vakavuus, erityisesti rungon pääarvon muodostavassa tyvitukkiosassa mutta myös koko käyttöosassa, 3) runkojen puutavaralajirakenne, erityisesti vaneripuuosan pituus, tilavuus ja osuus rungon tilavuudesta, ulkoisen laadun perusteella arvosteltuna, 4) eri vikojen aiheuttamat vähennykset vähimmäismittojen puolesta mahdollisessa vaneripuun määrässä ja vikojen tärkeysjärjestys, 5) runkojen jakaumat tyvitukkiosan oksikkuuden ja runkomuodon

perusteella sekä koon ja tyvitukkiosan oksikkuuden, runkomuodon ja pinta-, laho- ja värivikojen perusteella arvioiduissa käyttöarvoluokissa, 6) vaneripuurungoista saatavien sorvipölkkyjen jakaumat kuorellisen keskusläpimitan, erilaatuisten oksien esiintymisen, muodon, väri- ja lahovikojen esiintymisen sekä näiden tekijöiden yhteisvaikutuksena muodostuvan kaupallisen laatuluokan perusteella (vain hies- ja rauduskoivun vertailu runkotasolla).

Koealatasolla käsiteltiin seuraavia turve- ja kivennäismaiden hieskoivuvaltaisten ja kivennäismaiden rauduskoivuvaltaisten metsiköiden ominaisuuksia puuston kehitysluokittain: 1) runkojen lukumäärät hehtaarilla em. käyttöarvoluokissa, lähtökohtana säännöllinen metsänhoito, 2) hakkuukertymät ja niiden puutavaralajijakaumat hehtaarilla, lähtökohtana koivuvaneritukin ja -kuitupuun nykyiset vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset, 3) kantoraha-arvot ja niiden puutavaralajijakaumat hehtaarilla, lähtökohtana koivuvaneritukin ja -kuitupuun nykyiset vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset sekä 1990-luvun kantohintataso.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimusta varten kerättiin empiirinen aineisto luontaisesti syntyneistä hies- ja rauduskoivikoista Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalta vuosina 1985-87, koska hieskoivun ja ojitettujen turvemaiden metsätaloudellinen merkitys on täällä suurin ja tutkimusaineistoa oli täältä runsaasti saatavilla (kuva 7). Tulosten haluttiin myös täydentävän niiden tärkeimmän vertailukohdan, Heiskasen (1957) Etelä-Suomesta Suomenselän itä- ja eteläpuolelta keräämään aineistoon perustuvan tutkimuksen tuloksia. Aineisto kerättiin kertakoealoittain ositetulla satunnaisotannalla kiintiöimällä koealojen lukumäärät kasvupaikkaluokan ja puuston kehitysluokan mukaan. Aineisto käsitti kaikkiaan 65 metsikön 184 ympyräkoealaa á 0,02 ha, joista turvemailla 114 kpl ja kivennäismailla 70 kpl ja vastaavasti hieskoivuvaltaisia 158 kpl ja rauduskoivuvaltaisia 26 kpl (taulukko 7). Koealoilta tehtiin yleisiä mittauksia ja arvioita sekä puustosta että kasvupaikasta (luku 2.1.2).

Joka koealalta tehtiin pystykoepuumittauksia ja -arviointeja kaikista elävistä, vähintään kuitupuun kokoisista koivuista eli $d_{1,3} \geq$ 8,5 cm (taulukko 9, kuvat 8a-c ja 9a-c). Aineistoa käsiteltiin myöhemmin sekä koko laajuudessaan (A-aineisto), jolloin saatiin kuva puuston todellisista keskimääräisistä ominaisuuksista ja niiden jakaumista pinta-alayksiköllä, että rajoittaen kunkin koealan koivujen lukumäärä vakiotasolle yhtäältä koon ja toisaalta laadun perusteella. Rajoitusmenettelyllä voitiin parantaa erilaisia puuston tiheyksiä edustaneiden koealojen hies- ja rauduskoivujen sekä eri kasvupaikkaluokkien tulosten vertailukelpoisuutta (luku 2.1.2, taulukko 8). Koivujen enimmäislukumäärä oli 12 kpl/koeala eli 600 kpl/ha. Runkolukurajoitus tehtiin yhtäältä koon perusteella valiten kultakin koealalta 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua (B-aineisto) ja toisaalta laadun perusteella valiten tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan runkolajin perusteella 12 parasta ja, laadun ollessa samalla tasolla, rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua (C-aineisto).

A-aineisto käsitti kaikkiaan 2646 pystykoepuuta, joista hieskoivuja 2306 kpl ja rauduskoivuja 340 kpl. Hieskoivuista oli 79 % turvemailta ja 21 % kivennäismailta, rauduskoivulla suhde oli päinvastainen. B- ja C-aineistot käsittivät 1813 koivua, joista B-aineisto 1517 hieskoivua ja 314 rauduskoivua ja C-aineisto 1522 hieskoivua ja 309 rauduskoivua. Pystykoepuista tehtiin erilaisia mittauksia ja arvioita dimensioista, laatusuureista ja puutavaralajien sijoittumisesta runkoon (luku 2.2.1). Pystykoepuista arvottiin läpimittaluokittain neljän puun

otos koealoittain kaatokoepuumittauksia varten, kaikkiaan 821 koivua, joista hieskoivuja 691 kpl ja rauduskoivuja 130 kpl (taulukot 11 ja 12). Kaatokoepuista tehtiin erilaisia mittauksia ja arviointeja dimensioista ja laatusuureista ja rungot apteerattiin eri puutavaralajien pölkyiksi (luku 2.2.2). Puutavaralajien ja eri laatuluokkien sorvipölkkyjen mitta- ja laatuvaatimukset olivat samat kuin aineiston keruun aikana puukaupassa (taulukot 5 ja 6).

Runkotasolla tulokset laskettiin ja analysoitiin erikseen A-, B- ja C-aineistoista kohdistuen runkojen kokoa, oksikkuutta, muotoa sekä pinta-, laho- ja värivikoja kuvaileviin suureisiin sekä puutavaralajirakenteeseen ja runkojen ja niistä tehtyjen sorvipölkkyjen laatujakaumiin (luku 2.2.3). Runkojen ja puutavaralajien tilavuuden sekä sorvipölkkyjen keskusläpimitan laskennassa käytettiin splini-funktiota. Jatkuviin muuttujiin keskeisesti vaikuttaviksi oletettujen tekijöiden merkitystä tarkasteltiin kaksisuuntaisella askeltavalla regressioanalyysillä erikseen hieskoivujen ja hies- ja rauduskoivujen aineistoissa. Tulosten perusteella valittiin latvuskerrosluokka ja puuston tiheys ainespuiden runkolukuna ilmaistuna niiksi muuttujiksi, jotka oli otettava huomioon eri vertailuissa. Tilastolliset erot tarkasteltavien ositteiden välillä testattiin jatkuvien muuttujien osalta kaksisuuntaisilla varianssianalyyseillä ja Tukeyn testeillä sekä regressio- ja kovarianssianalyyseillä ja epäjatkuvien muuttujien osalta logistisella regressioanalyysillä (maximum likelihood-analyysi). Testeissä ja analyysesissä pidettiin merkitsevän vaikutuksen rajana $p_{hav}<0,05$ ja suuntaa antavan vaikutuksen rajana $p_{hav}<0,15$.

Koealatasolla tulokset laskettiin ja analysoitiin vain B- ja C-aineistoista runkoluvulla 600 kpl/ha. Tarkastelu kohdistui runkojen laatujakaumiin viiden metrin tyviosan yleisen oksikkuus-, runkomuoto- ja käyttöarvolaadun suhteen sekä puutavaralajikertymiin ja kantoraha-arvoihin koivutukin vähimmäismittavaatimuksia, vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksia sekä vain kuitupuun tekoa soveltaen. Vaihtoehtoisesti käytettiin sekä Keski-Pohjanmaan että koko Etelä-Suomen keskimääräisiä kantohintoja kalenterivuosilta 1991-95. Tilastolliset erot tarkasteltavien ositteiden välillä testattiin varianssi- ja kovarianssianalyyseillä ja Tukeyn testeillä.

Tulokset runkotasolla

Hieskoivu yleensä

Liitteissä 3.1-3.3 on yhteenvedot neljän hieskoivua koskeneiden tulosten analysoinnissa käytetyn päätekijän, kasvupaikkaluokan, iän, latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutuksista tutkittuihin vaneripuun laatutekijöihin pystykoepuu- ja kaatokoepuututkimuksissa. Runkolukua käsiteltiin ensisijaisesti tulosten vertailuun vaikuttavana kovarianttina ja sen vaikutus liittyy tämän aineiston ominaispiirteisiin (luku 4.1.5). Runkoluvun vaikutuksista ei ole täten syytä tehdä varsinaisia johtopäätöksiä esim. puuston tiheyden taimikko- tai harvennusmetsikkövaiheen tiheyden merkityksestä vanerikoivun laadulle.

Ikä ja kasvupaikkaluokka vaikuttivat hypoteesien mukaisesti useimpiin olennaisiin laatutekijöihin hieskoivun käytössä vaneripuuna. Pystykoepuumittauksissa varsinkin kasvupaikan mutta myös iän vaikutukset olivat koealan runkoluvun mukaan rajoitetuissa aineistoissa useammin tai enemmän merkitseviä kuin koko aineistossa. Myös runkoluvun vaikutukset olivat rajoitetuissa aineistoissa useimmiten merkitsevämpiä mutta runkoluvun

tavoin lähinnä kovarianttina käytetyn latvuskerrosluokan vaikutukset vähemmän merkitseviä kuin koko aineistossa.

Iän kasvaessa hieskoivun ominaisuudet vaneripuuna paranivat merkitsevästi tai suuntaa antavasti sekä rungon dimensioiden, tukkipuun määrän ja tilavuusosuuden, tukkipuun vähimmäiskoon ja
-laadun saavuttamisen, vaneripuuksi tai vaneripuukasvatukseen kelpoisuuden, oksattoman tyviosan tavoittelun, kuollutoksaisen tyviosan välttämisen sekä useimmiten muidenkin yksittäisten oksikkuustekijöiden ja useimpien runkomuototekijöiden suhteen. Puun ikääntymisen vaikutukset olivat kielteisiä hylkytukkiosan koon ja tilavuusosuuden suurenemisen, terveoksaisen tyviosan harvinaistumisen, terveoksa- ja latvusrajan kohoamisen välttämisen, koko käyttöosan kuivien, lahojen ja terveiden oksien ja tyviosan lahojen oksien paksuuden suurenemisen, rungon kapenemisen ja tyven epäpyöreyden voimistumisen sekä ulkoisen pinta- ja lahovikaisuuden ja puuaineen tyvilahoisuuden yleistymisen suhteen.

Rungon ja tyvitukkiosan dimensioihin, tukkipuun määrään ja tilavuusosuuteen, hylkytukkirunkojen runsauteen, oksikkuuteen, muotoon ja ulkoiseen lahoisuuteen liittyvät ominaisuudet olivat hieskoivulla ikäluokittain lähes aina parhaat tuoreilla kankailla ja heikoimmat puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Ruohoiset turvemaat olivat useissa ikäluokissa korkean kuivaoksarajan ja vähäisen vesaoksien esiintymisen suhteen ja puolukkaiset-piensaraiset turvemaat vastaavasti matalan terveoksa- ja latvusrajan ja tyviosan yleisen terveoksaisuuden suhteen hieskoivun parhaita kasvupaikkoja. Myös tukkirunkojen tyveäminen ja latvavähennysten teko oli turvemailla vähäisempää kuin kivennäismailla. Turvemaiden kasvupaikoista em. ominaisuudet olivat yleensä parhaat ruohoisilla turvemailla. Nämä oli kuitenkin hieskoivun laadun kannalta heikoimpia kasvupaikkoja tyviosan keskimääräistä harvinaisemman oksattomuuden ja terveoksaisuuden, harvinaisemman suoruuden ja yleisemmän mutkaisuuden, runsaamman tukkirunkojen tyveämisen, pienemmän rungon epäpyöreyden sekä harvinaisemman rungon ja puuaineen lahoisuuden suhteen.

Siemen- ja vesasyntyinen hieskoivu

Liitteissä 3.4-3.6 on yhteenvedot hieskoivun syntytavan ja ikäluokan vaikutuksista tutkittuihin vaneripuun laatutekijöihin turve- ja kivennäismailla, kun latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset joko sivuutettiin tai otettiin huomioon. Syntytapa vaikutti vaneripuuna käytössä olennaisiin laatutekijöihin oksikkuustunnuksia lukuunottamatta latvuskerrosluokan ja runkoluvun vaikutukset sivuuttaen selvästi useammin kuin niiden vaikutukset huomioon ottaen.

Siemensyntyisten hieskoivujen useimmat ominaisuudet olivat, ikä huomioon ottaen, hypoteesien mukaisesti yleensä vesasyntyisiä edullisemmat, joskin syntytavan vaikutukset olivat oletettuja pienemmät. Tämä koski sekä turve- että kivennäismailla rungon dimensioita, tyviosan suoruutta ja yleistä virheettömyyttä, käyttöosan keskimääräistä epäpyöreyttä, tukkipuun hylkäämisen tarvetta ja kaikki rungot analysoiden tukkiosan keskikokoa ja tilavuusosuutta.

Turvemailla siemensyntyiset hieskoivut olivat vesasyntyisiä laadukkaampia myös yleisemmän tukkipuun vähimmäiskoon ja -laadun ja vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisuuden, yleisemmän oksattoman ja harvinaisemman kuollutoksaisen

tyviosan, pienemmän tyviosan lenkouden ja harvinaisemman lengon tyviosan, harvinaisemman käyttöosan puuaineen lahoisuuden ja tyvipölkyn latvan epäpyöreyden sekä vähäisemmän tukkipuiden tyveämisen tarpeen suhteen. Vesasyntyiset hieskoivut olivat kuitenkin siemensyntyisiä laadukkaampia kaikkien puiden pienemmän keskimääräisen hylkytukkiosan koon ja hylkytukkiosuuden, korkeamman kuivaoksarajan eli pitemmän oksattoman tyviosan, pienemmän käyttöosan terveiden oksien lukumäärän ja paksuuden ja tyvitukkiosan kuolleiden oksien paksuuden sekä myös harvinaisemman puuaineen tyvilahoisuuden suhteen.

Kivennäismailla siemensyntyiset hieskoivut olivat vastaavasti vesasyntyisiä laadukkaampia harvinaisemman mutkaisen ja pintavikaisen tyviosan sekä pienemmän terveiden oksien lukumäärän ja paksuuden suhteen. Vesasyntyiset hieskoivut olivat vastaavasti siemensyntyisiä laadukkaampia matalamman terveoksa- ja latvusrajan, pienemmän käyttö- ja tyvitukkiosan oksakyhmyjen, lahojen ja kuolleiden oksien lukumäärän, pienemmän käyttöosan kaikkien oksien lukumäärän ja kuivien, lahojen ja kuolleiden oksien paksuuden, harvinaisemman pystyoksaisuuden ja tyviosan ulkoisen ja käyttöosan puuaineen lahoisuuden sekä vähäisemmän tukkipuiden tyveämisen tarpeen suhteen.

Latvuskerrosluokan ja runkoluvun vaikutukset huomioon ottaen siemensyntyiset hieskoivut eivät olleet minkään tutkitun ominaisuuden suhteen vesasyntyisiä laadukkaampia turve- ja kivennäismaiden yhteisessä aineistossa. Turvemailla siemensyntyiset hieskoivut olivat vesasyntyisiä laadukkaampia suuremman kaikkien puiden keskimääräisen tukkiosuuden ja pienemmän tukkipuiden hylkytukkiosuuden, pienemmän tyviosan lenkouden ja tyven epäpyöreyden, korkeamman kuivaoksarajan ja matalamman terveoksarajan sekä pienemmän käyttö- ja tyvitukkiosan oksakyhmyjen ja kuolleiden oksien ja tyvitukkiosan kaikkien oksien lukumäärän suhteen. Vesasyntyiset hieskoivut olivat vastaavasti siemensyntyisiä laadukkaampia suuremman tukkipuiden tukkiosan koon ja tukkiosuuden sekä pienemmän käyttöosan kaikkien oksien lukumäärän suhteen. Kivennäismailla siemensyntyiset hieskoivut olivat vesasyntyisiä laadukkaampia vain suuremman tukkiosan todellisen tilavuuden ja todellisen tukkiosuuden, pienemmän kapenemisen sekä pienemmän tyvitukkiosan terveiden oksien lukumäärän ja paksuuden suhteen. Vesasyntyiset hieskoivut olivat vastaavasti siemensyntyisiä laadukkaampia matalamman terveoksa- ja latvusrajan, pienemmän käyttöosan lahojen ja kuolleiden oksien lukumäärän ja kuolleiden oksien paksuuden ja tyvitukkiosan lahojen oksien lukumäärän suhteen.

Huomio kiinnittyi tapauksiin, joissa vesasyntyisyyteen liittyi hypoteesien vastaisesti siemensyntyisiä vähäisempi lahoisuus sekä lahojen oksien harvinaisuus ja pienempi läpimitta. Ulkoisen lahoisuuden osalta voitiin tosin tehdä vain varovaisia päätelmiä puutteellisen arviointitarkkuuden vuoksi. Tulokset puuaineen lahoisuudesta olivat sitä vastoin todellisia.

Hies- ja rauduskoivun vertailu

Liitteissä 3.7-3.10 on yhteenvedot neljän hies- ja rauduskoivua koskeneiden tulosten analysoinnissa käytetyn päätekijän, koivulajin, iän, latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutuksista tutkittuihin vaneripuun laatutekijöihin pystykoepuu- ja kaatokoepuututkimuksissa turve- ja kivennäismailla. Liitteissä 3.11-3.13 on vastaavat yhteenvedot, joissa iän sijasta tarkastellaan rinnankorkeusläpimitan vaikutuksia ja turve- ja kivennäismaita käsitellään yhtenä kokonaisuutena.

Ikäluokittaisessa tarkastelussa hieskoivut olivat tässä tutkimuksessa hypoteesien mukaisesti sekä turve- että kivennäismailla merkitsevästi pienempiä rinnankorkeusläpimitan ja varsinkin tilavuuden suhteen. Täten hieskoivut olivat suhteellisen lyhyytensä ja voimakkaamman kapenemisensa vuoksi myös samassa rinnankorkeusläpimitassa tilavuudeltaan pienempiä kuin rauduskoivut.

Hieskoivulla oksien karsiutumista ja kyljestymistä kuvaava kuivaoksaraja oli samassa iässä epäedullisesti alempana kuin rauduskoivulla sekä turve- että kivennäismailla. Oksakyhmyrajassa, joka varsinaisesti erottaa oksattoman tyviosan, ei kuitenkaan ollut merkitseviä eroja. Oksien kuolemista kuvaavat terveoksa- ja latvusrajat olivat hieskoivulla turvemailla terveoksaisen puun periaatteellisen saatavuuden kannalta epäedullisesti ylempänä mutta kivennäismailla kuitenkin edullisesti alempana kuin rauduskoivulla. Rauduskoivulla oli varsinkin kivennäismailla hieskoivua useammin kuivia oksia latvusrajan yläpuolella, mikä paransi hieskoivun asemaa suhteessa rauduskoivuun vertailtaessa todellisuudessakin terveoksaisen osan alkamiskorkeutta ja osuutta rungon pituudesta. Läpimitasta riippuen joko tyvitukkina tai tyvitukin aiheena pidettävän viiden metrin tyviosan oksattomuuden, terveoksaisuuden ja kuollutoksaisuuden suhteen hies- ja rauduskoivun välillä ei ollut merkitsevää eroa turve- tai kivennäismailla.

Hies- ja rauduskoivujen kuivaoksarajassa ei ollut eroja samassa läpimitassa, joten ikäluokittaiset erot johtuivat itse asiassa pääosin läpimittaeroista. Samassa läpimitassa oksakyhmyraja oli hieskoivulla epäedullisesti alempana kuin rauduskoivulla. Samanikäisten hies- ja rauduskoivujen oksakyhmyrajojen yhtäsuuruus ei ilmeisesti johtunut läpimittaeroista. Terveoksa- ja latvusrajat olivat hieskoivulla samassa läpimitassa edullisesti alempana kuin rauduskoivulla. Hieskoivulla oli kuivia oksia latvusrajan yläpuolella myös samassa läpimitassa harvemmin kuin rauduskoivulla. Myös viiden metrin tyviosa oli hieskoivulla samassa läpimitassa harvemmin oksaton kuin rauduskoivulla, mutta koivulajien välillä ei ollut eroa kuollut- ja terveoksaisuudessa.

Hieskoivulla oli käyttöosassa samassa iässä kivennäismailla erilaisia oksia lahoja ja terveitä lukuunottamatta vähemmän ja kuivat, kaikki kuolleet ja terveet oksat olivat keskimäärin ohuempia mutta lahot oksat paksumpia kuin rauduskoivulla. Turve- ja kivennäismaiden koivuja kokonaisuutena tarkastellen hieskoivulla oli kuivia, kaikkia kuolleita, terveitä ja kaikkia oksia yhteensä vähemmän mutta lahoja oksia enemmän kuin rauduskoivulla, joten lahoja oksia oli erityisen runsaasti turvemaiden hieskoivuissa. Lahot ja terveet oksat olivat hieskoivulla keskimäärin paksumpia ja kuivat ja kaikki kuolleet oksat vastaavasti ohuempia kuin samanikäisellä rauduskoivulla. Tyvitukkiosassa hies- ja rauduskoivun oksamäärät erosivat kivennäismailla vain terveiden oksien suhteen, joita oli hieskoivuissa rauduskoivuja enemmän, ja turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena oksakyhmyjen suhteen, joita oli hieskoivuissa rauduskoivuja vähemmän. Kaikenlaisten oksien keskiläpimitat olivat kuitenkin hieskoivuissa suuremmat kuin rauduskoivuissa.

Hieskoivulla oli käyttöosassa samassa läpimitassa rauduskoivua vähemmän oksakyhmyjä, kuivia oksia, kaikkia kuolleita oksia ja kaikkia oksia yhteensä mutta enemmän lahoja oksia kuin rauduskoivulla. Kuivat ja terveet oksat olivat hieskoivuissa keskimäärin ohuempia mutta lahot ja kaikki kuolleet oksat paksumpia kuin rauduskoivuissa. Tyvitukkiosassa hieskoivuissa oli kuivia ja lahoja oksia keskimäärin enemmän mutta kaikkia oksia yhteensä vähemmän kuin

rauduskoivuissa. Kuivat ja kaikki kuolleet oksat olivat hieskoivuissa keskimäärin ohuempia mutta lahot ja terveet oksat vastaavasti paksumpia kuin rauduskoivuissa.

Vesaoksaisuus oli tässä tutkimuksessa hieskoivulla ainakin kivennäismailla ikäluokittain harvinaisempaa kuin rauduskoivulla. Samanikäisten tai samanpaksuisten hies- ja rauduskoivujen välillä ei ollut merkitseviä eroja pystyoksaisuudessa

Hieskoivut olivat samassa iässä turvemailla hypoteesien mukaisesti lengompia kuin rauduskoivut mutta kivennäismailla koivulajien välillä ei ollut eroa, kun lenkous määriteltiin neljän metrin tyviosan suurimpana sivuviivapoikkeamana. Hieskoivut olivat myös samassa läpimitassa lengompia kuin rauduskoivut.

Hieskoivut olivat samassa iässä kivennäismailla keskimäärin rauduskoivuja epäpyöreämpiä koko käyttöosasta keskimäärin ja tyvipölkyn latvasta, mutta tyven epäpyöreydessä ei ollut eroa. Turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena hieskoivut olivat rauduskoivuja epäpyöreämpiä kaikilla tutkituilla korkeuksilla, joten tyven epäpyöreys oli poikkeuksellisen suuri turvemaiden hieskoivulla. Samassa läpimitassa hieskoivut olivat kaikissa tapauksissa rauduskoivuja epäpyöreämpiä.

Hieskoivut kapenivat kivennäismailla ja varsinkin turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena samassa iässä vähemmän kuin rauduskoivut, joten turvemaiden hieskoivut kapenivat keskimääräistä vähemmän. Samassa läpimitassa koivulajien ero oli selvästi päinvastainen, joten em. suuntaiset ikäluokittaiset erot johtuivat hieskoivujen rauduskoivuja pienemmistä läpimitoista samassa iässä.

Hieskoivut olivat ikäluokittain hypoteesien mukaisesti rauduskoivuja harvemmin suorarunkoisia, lukuunottamatta kivennäismaiden B-aineistoa. Hieskoivut olivat kaikissa tapauksissa rauduskoivuja useammin mutkaisia ja lisäksi haaraisia. Myös läpimittaluokittain hieskoivut olivat rauduskoivuja useammin mutkaisia lukuunottamatta B-aineistoa, jossa hieskoivut olivat kuitenkin harvemmin suorarunkoisia kuin rauduskoivut, ja useammin myös monivääriä C-aineistoa lukuunottamatta.

Hieskoivut olivat ikäluokittain rauduskoivuja harvemmin pintavikaisia, mutta koivulajien välillä ei ollut läpimittaluokittain merkitseviä eroja. Koivulajien välillä ei ollut ikäluokittain merkitseviä eroja ulkoisen lahoisuuden yleisyydessä, mutta läpimittaluokittain hieskoivut olivat rauduskoivuja useammin lahoisia C-aineistossa. Hieskoivulla oli ikäluokittain hypoteesien vastaisesti rauduskoivuja harvemmin puuaineen lahoa sekä tyvessä, tyvipölkyn latvassa että koko käyttöosassa sekä kivennäismailla että turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena. Läpimittaluokittain hieskoivun puuaineessa oli rauduskoivua useammin lahoa tyvessä ja koko käyttöosassa. Uusien lahovikojen syntyminen puihin kiertoajan kuluessa ylitti selvästi tasoltaan vikaisten puiden poistamisesta harvennuksissa aiheutuneen päinvastaisen vaikutuksen, mikä korosti biologisen rappeutumisen merkitystä koivun lahoutumisessa.

Hieskoivut olivat ikäluokittain rauduskoivuja useammin ruskotäpläisiä turve- ja kivennäismailla kokonaisuutena ja varsinkin turvemailla. Läpimittaluokittain hieskoivut olivat kuitenkin rauduskoivuja harvemmin ruskotäpläisiä. Koska ruskotäpläisyys väheni oletusten mukaisesti iän kasvaessa ja samassa iässä rauduskoivut olivat hieskoivuja

paksumpia, hieskoivujen vastaavan paksuisia rauduskoivuja vähäisemmän ruskotäpläisyyden voidaan olettaa johtuneen ainakin osaksi ikäeroista.

Hies- ja rauduskoivut saavuttivat tukkipuun vähimmäiskoon ja -laadun sekä turve- että kivennäismailla yhtä usein riippumatta siitä, tarkasteltiinko asiaa ikä- vai läpimittaluokittain. Tukkipuun hylkääminen oli hieskoivulla ikäluokittain tarkastellen turvemailla yleisempää kuin rauduskoivulla, mutta kivennäismailla koivulajien välillä ei ollut merkitsevää eroa. Koivulajien välillä ei ollut eroa myöskään läpimittaluokittain tarkastellen. Tukkipuun tyveämisen tarve oli hieskoivulla ikäluokittain turvemailla yleisempää mutta kivennäismailla harvinaisempaa kuin rauduskoivulla ja läpimittaluokittain hieskoivulla harvinaisempaa kuin rauduskoivulla. Tukkipuun latvavähennysten tarve oli hieskoivulla kaikin tavoin tarkastellen harvinaisempaa kuin rauduskoivulla. Koivulajien välillä oli eroja tyvitukin virheettömyyden ja vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisuuden suhteen vain ikäluokittain turvemailla, jolloin tällaisten runkojen todennäköisyys oli hieskoivulla rauduskoivua pienempi.

Kaikkien yli 50-vuotiaiden puiden tukkiosan pituudet, tilavuudet ja osuudet rungon tilavuudesta olivat ikäluokittain hieskoivulla sekä turve- että kivennäismailla kaikissa tapauksissa keskimäärin pienemmät kuin rauduskoivulla. Samat säännönmukaisuudet koskivat hylkytukkiosaa. Läpimittaluokittain koivulajien välillä oli tämänsuuntaisia merkitseviä eroja vähimmäismittavaatimusten mukaisessa tukkiosan pituudessa ja tilavuudessa ja tukkiosan todellisessa tilavuudessa ja tilavuusosuudessa. Myös tukkipuiden tukkiosan pituus, tilavuus ja osuus rungon tilavuudesta olivat ikäluokittain hieskoivulla sekä turve- että kivennäismailla pienemmät kuin rauduskoivulla, joskaan todellisessa tukkiosan pituudessa ja tilavuudessa ei ollut merkitseviä eroja turvemailla. Samat säännönmukaisuudet koskivat hylkytukkiosaa. Läpimittaluokittain koivulajien välillä oli tämänsuuntaisia eroja lähinnä hylkytukkiosan osalta, mutta tukkiosan koko ja tilavuusosuus eivät sinänsä eronneet merkitsevästi.

Tässä tutkimuksessa tutkittiin kaatokoepuiden nykyiset koivutukin mitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden rungon osien sorvipölkkyjen ominaisuuksia. Täten ne koivulajien väliset laadulliset erot, jotka aiheuttivat eritasoisen rungon tai rungon osan hylkäämisen vanerin raaka-aineena, eivät tulleet ilmi tässä tarkastelussa. Koivulajien erot sorvipölkkyjen laadussa voitiin siis olettaa pienemmiksi kuin runkojen tai rungon osien laadussa.

Liitteessä 3.14 on yhteenveto kasvupaikkaryhmän (turvemaa/kivennäismaa) ja iän vaikutuksista hieskoivun tutkittuihin sorvipölkkyjen laatutekijöihin. Turve- ja kivennäismaiden pölkkyjen merkitsevät erot olivat oletetun suuntaisia. Pölkyt olivat kivennäismailla turvemaita laadukkaampia kaikissa rungon osissa suuremman keskiläpimitan ja harvinaisemman mutkaisuuden ja lisäksi tyvitukeissa yleisemmän oksattomuuden, suoruuden ja yleisen virheettömyyden (I-laatuluokan osuus) ja harvinaisemman yleisen heikkolaatuisuuden (III-laatuluokan osuus) suhteen. Väli- ja latvatukkien pölkyt olivat turvemailla oletusten vastaisesti kivennäismaita harvemmin laho-oksaisia, joskaan pitkälle menevät johtopäätökset eivät olleet mahdollisia turvemaiden pienehkön aineiston vuoksi.

Liitteessä 3.15 on yhteenveto koivulajin ja iän ja liitteessä 3.16 koivulajin ja rinnankorkeusläpimitan vaikutuksista tutkittuihin sorvipölkkyjen laatutekijöihin. Rauduskoivun pölkyt olivat rungon ikäluokittain tyvitukeissa ja kaikissa rungon osissa hieskoivun pölkkyjä laadukkaampia suuremman keskiläpimitan, harvinaisemman laho-oksaisuuden sekä suuremman keskilaatuisten (II-laatuluokan osuus) ja pienemmän

heikkolaatuisten (III-laatuluokan osuus) pölkkyjen osuuden suhteen ja heikkolaatuisempia vain yleisemmän oksakyhmyisyyden suhteen. Koivulajien erot eivät kuitenkaan olleet merkitseviä useiden tärkeiden ominaisuuksien, kuten pölkkyjen oksattomuuden, suoruuden ja yleisen virheettömyyden suhteen. Väli- ja latvatukkien pölkyt olivat rauduskoivulla oletusten vastaisesti hieskoivua yleisemmin lahoja purilaasta.

Rungon läpimittaluokittain rauduskoivun pölkyt olivat kaikissa rungon osissa hieskoivun pölkkyjä laadukkaampia samojen laatutekijöiden suhteen kuin ikäluokittain. Tyvitukkien pölkyt olivat rauduskoivulla hieskoivua laadukkaampia suuremman keskiläpimitan mutta heikkolaatuisempia pienemmän oksattomien ja suuremman oksakyhmyisten pölkkyjen osuuden suhteen. Väli- ja latvatukkien pölkyt olivat taas rauduskoivulla hieskoivua laadukkaampia suuremman keskiläpimitan, harvinaisemman laho-oksaisuuden sekä suuremman yleisesti virheettömien (laatuluokka I) ja keskilaatuisten (laatuluokka II) ja pienemmän yleisesti heikkolaatuisten (laatuluokka III) pölkkyjen osuuden suhteen. Rauduskoivun pölkyt olivat täällä kuitenkin hieskoivun pölkkyjä heikkolaatuisempia pienemmän oksattomien ja suuremman purilaasta lahojen pölkkyjen osuuksien suhteen.

Tulokset koealatasolla

Hieskoivikot yleensä

Kokonaan yhden koivulajin luonnonsyntyisiä metsiköitä on käytännössä ja oli myös tässä tutkimuksessa vain lähinnä turvemailla, jossa ne olivat tällöin säännöllisesti hieskoivikoita. Kivennäismaiden koivikoissa oli lähes aina kumpaakin koivulajia, mistä syystä ne voitiin luokitella vain valtakoivulajin mukaan.

Koivupuuston laadulliset ominaisuudet olivat sekä tyviosan oksikkuuden, runkomuodon ja yleisen käyttöarvolaadun että kaiken puutavaran ja tukin hakkuukertymän ja kantoraha-arvon sekä niiden tukille langenneiden osuuksien suhteen hieskoivuvaltaisilla koealoilla varsinkin uudistuskypsissä metsiköissä parhaat tuoreilla kankailla ja heikoimmat puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Turvemaiden kasvupaikoista em. ominaisuudet olivat yleensä parhaat ruohoisilla turvemailla. Itse asiassa nämä olivat ainoita turvemaita, joilla tukkipuuta oli uudistuskypsissä metsiköissäkään mainittavasti, varsinkaan tukin vähimmäislaadun perusteella arvosteltuna.

Vaneriteollisuudessa halutuimpia, hyvälaatuisen pintaviilun pulaa parhaiten lievittäviä oksattomia tyviä oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin puolukkaisilla-piensaraisilla tai ruohoisilla turvemailla, mutta niinikään tarpeellisia viilulaatuja tuottavia terveoksaisia tyviä oli puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla enemmän kuin kuivahkoilla kankailla (taulukot 80a-b). Lähinnä vanerilevyjen keski- ja takaosiin ja paikkauksen jälkeen jossain määrin pintaviiluksi soveltuvia viiluja tuottavia kuollutoksaisia tyviä oli sitä vastoin ruohoisilla turvemailla enemmän kuin tuoreilla kankailla.

Viilun kokonaissaannon ja lisäksi pölkyn pintaosien hyvälaatuisen viilun saannon kannalta parhaita suoria tyviä oli tuoreilla kankailla sekä ruohoisilla turvemailla merkitsevästi enemmän kuin mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla ja lisäksi tuoreilla kankailla enemmän kuin kuivahkoilla (taulukot 82a-b). Tasaisesti lenkoja tyviä oli vastaaavasti kuivahkoilla

kankailla enemmän kuin ruohoisilla turvemailla sekä haaraisia ja moniväärіä tyviä ruohoisilla turvemailla enemmän kuin kuivahkoilla kankailla.

Tukkipuun laatuisia puita oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin mustikkaisilla-suursaraisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla, joilla tukkipuun laatuisia oli vastaavasti vähemmän kuin millään muulla kasvupaikalla (taulukot 84a-b). Hylkytukkirunkoja oli taas ruohoisilla ja mustikkaisilla-suursaraisilla turvemailla enemmän kuin tuoreilla kankailla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla. Yleisesti laadukkaimpia virheettömän tyvitukin puita oli tuoreilla kankailla enemmän kuin muilla kasvupaikoilla ruohoisia turvemaita lukuunottamatta. Kokonaisuutena vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisia puita oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin turvemaiden kasvupaikoilla (taulukko 85).

Koivupuutavaraa oli tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla vastaavasti vähemmän kuin muilla kasvupaikoilla ja tukkia tuoreilla kankailla merkitsevästi enemmän kuin muilla kasvupaikoilla (taulukot 88a-b). Tukkiosuus oli tuoreilla kankailla pelkät tukin vähimmäismittavaatimukset huomioon ottaen tuoreilla kankailla suurempi kuin kaikilla turvemaiden kasvupaikoilla ja vastaavasti puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla pienempi kuin kaikilla muilla kasvupaikoilla. Todellisen tukkiosuuden suhteen vain tuoreet kankaat erosivat edukseen muista kasvupaikkaluokista.

Koivupuutavaran todellinen kantoraha-arvo oli tuoreilla kankailla merkitsevästi korkeampi kuin muilla kasvupaikoilla ja lisäksi ruohoisilla turvemailla korkeampi kuin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla (taulukko 90). Kasvupaikkaluokkien erot olivat samat kuin edellä lisättynä mustikkaisten-suursaraisten puolukkaisia-piensaraisia turvemaita korkeammalla puutavaran arvolla, kun sovellettiin pelkkiä tukin vähimmäismittavaatimuksia tai hinnoiteltiin kaikki puutavara kuitupuuna. Tukkien arvo oli kummallakin em. tavalla määriteltynä tuoreilla kankailla merkitsevästi korkeampi kuin muilla kasvupaikoilla. Tukkien arvo-osuus oli tuoreilla kankailla suurempi kuin turvemaiden kasvupaikoilla ja lisäksi kuivahkoilla kankailla ja ruohoisilla turvemailla suurempi kuin puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla.

Hies- ja rauduskoivikoiden vertailu

Koivupuustojen vaneripuukelpoisuus oli kaikissa suhteissa oletusten mukaisesti paras rauduskoivuvaltaisilla kivennäismailla ja hieskoivuvaltaisilla kivennäismailla lisäksi parempi kuin turvemailla. Vertailuryhmien erot olivat useimpien ominaisuuksien suhteen puiden laadun ja koon perusteella rajoitetussa aineistossa (C-aineisto) jossain määrin selvemmät kuin pelkän koon perusteella rajoitetussa aineistossa (B-aineisto). Täten myös laatuharvennuksista saatava hyöty vaneripuun kertymän ja laadun kannalta on suurin rauduskoivuvaltaisilla kivennäismailla ja pienin hieskoivuvaltaisilla turvemailla.

Vertailuryhmien erot eivät olleet suuret vielä harvennusmetsikkönä tai varttuneena kasvatusmetsikkönä. Eräissä suhteissa ne olivat jopa epäedulliset rauduskoivuvaltaisten kivennäismaiden metsiköiden kannalta, joita aineistossa oli kuitenkin vähän. Tässä tutkimuksessa päähuomion kohteena olleissa uudistuskypsissä metsiköissä vertailuryhmät poikkesivat sitä vastoin selvästi toisistaan. Erot kivennäismaiden raudus- ja hieskoivuvaltaisten koealojen välillä olivat varsinkin runkojen tyviosan laatuluokkajakaumien suhteen suuremmat kuin turve- ja kivennäismaiden hieskoivuvaltaisten koealojen välillä.

Hakkuukertymien ja kantoraha-arvojen osalta erot olivat selviä kaikkien vertailuryhmien välillä.

Vaneriteollisuudessa halutuimpia, hyvälaatuisen pintaviilun pulaa parhaiten lievittäviä oksattomia tyviä oli B-aineistossa raudusvaltaisilla kivennäismailla merkitsevästi enemmän kuin hiesvaltaisilla turve- tai kivennäismailla ja C-aineistossa lisäksi hiesvaltaisilla kivennäismailla enemmän kuin hiesvaltaisilla turvemailla (taulukot 81a-b). Niinikään tarpeellisten terveoksaisten tyvien saatavuudessa ei ollut merkitseviä eroja vertailuryhmien välillä. Lähinnä vanerilevyjen keski- ja takaosiin ja paikkauksen jälkeen jossain määrin pintaviiluksi soveltuvia viiluja tuottavia kuollutoksaisia tyviä oli sitä vastoin hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla enemmän kuin raudusvaltaisilla kivennäismailla.

Viilun kokonaissaannon ja lisäksi pölkyn pintaosien hyvälaatuisen viilun saannon kannalta parhaita suoria tyviä oli raudusvaltaisilla kivennäismailla C-aineistossa vain suuntaa antavasti enemmän kuin hiesvaltaisilla turve- tai kivennäismailla (taulukot 83a-b). Tasaisesti lenkoja tyviä oli hiesvaltaisilla kivennäismailla kummassakin aineistossa merkitsevästi enemmän kuin turvemailla, kun taas haaraisia tyviä oli hiesvaltaisilla turvemailla merkitsevästi enemmän kuin hies- tai raudusvaltaisilla kivennäismailla.

Tukkipuun laatuisia koivuja oli molemmissa aineistoissa raudusvaltaisilla kivennäismailla merkitsevästi enemmän kuin hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla ja hiesvaltaisilla kivennäismailla enemmän kuin turvemailla (taulukot 86a-b). Hylkytukkirunkoja oli vastaavasti hiesvaltaisilla turvemailla enemmän kuin kivennäismailla. Yleisesti laadukkaimpia virheettömän tyvitukin puita oli raudusvaltaisilla kivennäismailla enemmän kuin hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla. Vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisia puita oli niinikään raudusvaltaisilla kivennäismailla enemmän kuin hiesvaltaisilla turvemailla, mutta kivennäismailla niiden lukumäärä ei riippunut koealan valtakoivulajista (taulukko 87).

Raudusvaltaisilla kivennäismailla oli kaikin tavoin tarkastellen merkitsevästi enemmän sekä koivupuutavaraa että tukkia, ja tukkiosuus oli merkitsevästi suurempi kuin hiesvaltaisilla turve- ja kivennäismailla ja hiesvaltaisten kivennäismaiden ja turvemaiden suhteet olivat samansuuntaiset (taulukot 89a-b). Tämän mukaisesti myös koivupuutavaran ja tukkien arvo oli korkeampi ja tukkien arvo-osuus suurempi kaikissa tarkasteluissa raudusvaltaisilla kivennäismailla hiesvaltaisiin turve- ja kivennäismaihin verrattuna ja hiesvaltaisilla kivennäismailla turvemaihin verrattuna (taulukko 91). Hyöty tukkien teosta yhdeltä hehtaarilta kertyvän puutavaran kantoraha-arvon kannalta verrattuna pelkän kuitupuun tekoon on luonnollisesti sitä suurempi mitä suurempi on tukkiosuus. Tässäkin suhteessa raudusvaltaiset kivennäismaat erosivat selvästi edukseen hiesvaltaisista kivennäis- ja turvemaista, joista ensinmainitut erosivat jossain määrin edukseen jälkimmäisistä.

Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen perusteella luontaisesti syntyneen hieskoivun soveltuvuus vaneripuuksi on keskiviljavilla kivennäismailla sekä yksittäisinä runkoina että hieskoivun muodostamina metsikköinä tai sekametsikön osina aiemmissa tutkimuksissa ja käytännön metsätaloudessa saatuja kokemuksia selvästi parempi mutta samassa iässä kuitenkin vertailukohtana käytettyä rauduskoivua heikompi. Hieskoivu on tällöin rauduskoivua heikompi vaneripuu varsinkin rungon ja vaneripuuosan pienempien dimensioiden, pienemmän vaneripuuosuuden ja

huonomman tyvitukkiosan runkomuodon (suoruus, kapeneminen ja epäpyöreys) suhteen. Koivulajien ero on samansuuntainen hieskoivun suhteellisen alhaalta alkavien kuivien oksien, tyvitukkiosan paksujen oksien ja runsaiden terveiden oksien sekä käyttöosan paksujen lahojen oksien suhteen.

Toisaalta hieskoivun ominaisuudet näyttävät keskiviljavilla kivennäismailla jopa rauduskoivua paremmilta mm. matalampien terveoksa- ja latvusrajojen sekä vähäisemmän tukkipuiden tyveämisen ja latvavähennysten tarpeen suhteen. Myös lahoista puuainetta oli hieskoivuissa täysin hypoteesien vastaisesti rauduskoivuja harvemmin. Esiintyessään lahoviat olivat kuitenkin hieskoivussa rauduskoivua vakavampia sekä lahon kehitysasteen että säteensuuntaisen ulottuman suhteen. Hieskoivulla on käyttöosassa keskimäärin vähemmän ja läpimitaltaan pienempiä erilaatuisia oksia kuin rauduskoivulla ja tyvitukkiosassa harvemmin pintavikaisuutta, mikä kylläkin on usein ihmisen toiminnan aiheuttamaa. Koivulajien välillä ei näyttäisi keskiviljavilla kivennäismailla olevan varsinaista eroa täysin oksattoman tyvitukkiosan pituudessa, aina vakavien pystyoksien esiintymisessä, ulkoisessa lahoisuudessa tai puuaineen ruskotäpläisyydessä tai edes runkojen yleisessä vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisuudessa.

Pääasiallisella kasvupaikallaan, keskiviljavilla ja viljavilla ojitetuilla turvemailla, hieskoivun soveltuvuus vaneripuuksi on sitä vastoin yleensä vähäinen. Lähinnä ruohoisilla turvemailla oli kuitenkin myös laadukkaita, vaneripuun mitat saavuttavia hieskoivuja. Rauduskoivuja syntyy ja kasvaa jossain määrin vain ohutturpeisilla soilla. Muutenkaan hies- ja rauduskoivu eivät ole käytännön mittakaavassa vaihtoehtoisia puulajeja turvemailla.

Vaneripuuna käytössä oleelliset ominaisuudet vaihtelevat huomattavasti metsiköiden välillä, erityisesti turvemaiden hieskoivulla, ja kivennäismailla hieskoivulla mitä ilmeisimmin enemmän kuin rauduskoivulla. Täten päätös vaneripuukasvatuksesta on tehtävä erityisesti hieskoivikoissa metsikkökohtaisesti, ottaen huomioon ensisijaisesti olemassa olevien puiden runkomuoto, lahoisuus ja tyvitukkiosan oksikkuus. Metsikkötasolla voidaan tällöinkin odottaa vain osan vaneripuukelpoisilta näyttävistä puista saavuttavan vaneripuun vähimmäismitat ja varsinkin vähimmäislaadun päätehakkuuvaiheeseen mennessä.

Tämän tutkimuksen perusteella uudistuskypsistä hieskoivikoista voidaan odottaa vaneripuun kokoisia ja -laatuisia puita lähinnä tuoreilta kankailla, keskimäärin 380 kpl/ha, mutta kuivahkoilta kankailta sekä ruohoisilta ja mustikkaisilta-suursaraisilta turvemailta vain 80-120 kpl/ha ja puolukkaisilta-piensaraisilta turvemailta 35 kpl/ha. Virheettömän tyvitukin puita voidaan vastaavasti odottaa tuoreilta kankailta keskimäärin 160 kpl/ha mutta ruohoisilta turvemailta vain 35 kpl/ha ja muilta kasvupaikoilta alle 10 kpl/ha. Vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisia voisi olla kaikkiaan tuoreilla kankailla 500 kpl/ha, ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla 350-400 kpl/ha ja mustikkaisilla-suursaraisilla ja puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla 280-300 kpl/ha.

Kivennäismailla rauduskoivikoista voidaan joka tapauksessa odottaa selvästi enemmän vaneripuun kokoisia ja -laatuisia puita kuin hieskoivikoista, tässä tutkimuksessa keskimäärin 310 ja 190 kpl/ha. Vastaava runkoluku oli turvemaiden hieskoivikoissa vain 80 kpl/ha. Virheettömän tyvitukin puita voidaan vastaavasti odottaa kivennäismaiden raudus- ja hieskoivikoista keskimäärin 100 ja 50 kpl/ha mutta turvemaiden hieskoivikoista vain 15 kpl/ha. Erot vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisten puiden kokonaisrunkoluvussa ovat kuitenkin järeytymiserojen huomiotta jättämisen vuoksi em lukuja pienemmät. Tällaisia puita

oli kivennäismaiden raudus- ja hieskoivikoissa keskimäärin 410 ja 400 kpl/ha ja turvemaiden hieskoivikoissa 320 kpl/ha.

Uudistuskypsän hieskoivikon päätehakkuusta voidaan vastaavasti odottaa eri puutavaralajeja seuraavasti nykyisin koivutukin vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksin, kun runkoluku on 600 kpl/ha:

Kasvupaikkaluokka	Tukkia		Kuitupuuta	Yhteensä
	m^3/ha	%	m^3/ha	m^3/ha
Ruohoinen turvemaa	26	18	112	138
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	15	11	113	126
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	9	8	73	82
Tuore kangas	141	57	107	248
Kuivahko kangas	22	16	98	120

Tuoreet kankaat sopisivat siis tutkituista kasvupaikoista itse asiassa varsin hyvin vaneripuun kasvatukseen myös hieskoivulla. Lehtomaisilla kankailla tulosten voidaan aiempien tutkimusten perusteella olettaa olevan tuoreita kankaita parempia. Muilla kasvupaikoilla vaneripuun kertymät ovat keskimäärin pieniä. Osassa ruohoisten turvemaiden ja kuivahkojen kankaiden metsiköistä vaneripuun kertymä on kuitenkin keskimääräistä selvästi suurempi.

Kivennäismailla rauduskoivikoista voidaan kuitenkin odottaa keskimäärin selvästi korkeampia vaneripuun kertymiä kuin hieskoivikoista ja turvemaiden hieskoivikoissa kertymät ovat keskimäärin pieniä:

Vertailuryhmä	Tukkia		Kuitupuuta	Yhteensä
	m^3/ha	%	m^3/ha	m^3/ha
Kivennäismaa, rauduskoivuvaltainen	99	38	122	221
Kivennäismaa, hieskoivuvaltainen	64	31	101	165
Turvemaa, hieskoivuvaltainen	17	22	100	117

Vuosien 1991-95 keskikantohinta oli tutkimusalueen koivutukeilla 107 mk/m^3 koivukuitupuun kantohintaa korkeampi eli 2,4-kertainen ja koko Etelä-Suomessa keskimäärin 144 mk/m^3 korkeampi eli 2,8-kertainen. Suhteellisen pienikin vaneripuukertymä lisää täten huomattavasti kantorahatuloja koivikossa verrattuna tilanteeseen, jossa kaikki puutavara hinnoitellaan kuitupuuna. Tässä tutkimuksessa uudistuskypsien hieskoivikoiden puutavaran arvo olisi tällöin alentunut tutkimusalueen kantohintatasolla tuoreilla kankailla keskimäärin jopa 15 100 mk/ha eli 46 %, puolukkaisilla-piensaraisilla turvemailla 1500 mk/ha eli 19 % ja muilla kasvupaikoilla 4200-4900 mk/ha eli 31-32 % verrattuna tukkien ja kuitupuun tekoon ja hinnoitteluun. Vastaava arvonalennus olisi ollut kivennäismaiden rauduskoivikoissa keskimäärin 10 600 mk/ha eli 38 %, kivennäismaiden hieskoivikoissa 6800 mk/ha eli 35 % ja turvemaiden hieskoivikoissa 1900 mk/ha eli 17 %. Vertailuryhmien erot ja todennäköisesti myös erillishinnoittelun vaikutukset olisivat tukkien ja/tai sorvipölkkyjen laatuhinnoittelua sovellettaessa vielä esitettyjä suuremmat.

Päätöksentekoon vaneripuun kasvatuksesta luontaisesti syntyneessä hieskoivikossa kuuluu olennaisena kysymyksenä syntytapa. Siemensyntyisten hieskoivujen useimmat ominaisuudet, mm. järeys, puutavaralajien määrät ja runkomuoto, olivat ikä huomioon ottaen vesasyntyisiä edullisemmat, mutta tulokset viittasivat aiempia käsityksiä pienempiin syntytavan vaikutuksiin. Turvemailla vesasyntyiset hieskoivut jopa erosivat edukseen siemensyntyisistä

mm. pitemmän oksattoman tyviosan, pienemmän tyvitukkiosan kuolleiden oksien keskipaksuuden ja - mikä yllättävintä - myös vähäisemmän puuaineen tyvilahoisuuden suhteen ja kivennäismailla vastaavasti mm. matalamman terveoksa- ja latvusrajan, pienempien lahojen ja kuolleiden oksien lukumäärien ja keskipaksuuksien sekä vähäisemmän pystyoksaisuuden ja tyviosan ulkoisen ja käyttöosan puuaineen lahoisuuden suhteen. Olennaista on kuitenkin vesasyntyisten hieskoivujen yleensä heikko runkomuoto ja varhaisessa iässä taantuva järeyskehitys. Täten tämän tutkimuksen perusteella ei vielä voida suositella vaneripuukasvatusta hieskoivuvesakoissa, vaikka eräistä ominaisuuksista saatiinkin varsin myönteisiä tuloksia.

Päätöksenteko tietyn puulajin kasvatuksesta on luonnollisesti erilainen metsänuudistamisessa ja olemassa olevan metsikön kasvatuksessa. Tietoista luontaista uudistamista hieskoivulle ei voida perustella puuntuotoksesta tai vaneripuun laatutekijöistä lähtien. Ainoastaan tuoreilla ja ilmeisesti myös lehtomaisilla kankailla hieskoivun vaneripuun tuotantomahdollisuudet näyttävät suhteellisen hyvältä perusteelta puulajivalinnalle. Näilläkin kasvupaikoilla muut pääpuulajimme ovat säännöllisesti hieskoivua tuottoisampia. Hieskoivulle uudistamisen kuten myös taimikkoon sivupuulajiksi hyväksymisen on muutoin perustuttava muihin vaikuttimiin, kuten kasvupaikan sopimattomuuteen hieskoivua laadukkaammille puulajeille, täystiheän taimikon saamiseen, maanhoitoon, maisemallisiin syihin, monimuotoisuuteen tms. Hieskoivu on sinänsä varteenotettava mahdollisuus kasvupaikoilla ja metsänhoidollisissa oloissa, jotka ovat vaikeita sitä arvokkaammille puulajeille, mm. ojitetuilla turvemailla, soistuneilla ja hienojakoisilla kivennäismailla, metsiköissä, joiden hoito on ollut puutteellista metsää uudistettaessa tai taimikoita hoidettaessa.

Metsänkasvatusohjeissa hieskoivuvaltaisia metsiä on pidetty pääasiassa vajaatuottoisina, jotka tulisi pikimmiten uudistaa männylle, kuuselle tai rauduskoivulle. Täten hieskoivun kasvatukseen ja varsinkin kasvatusmenetelmien kehittämiseen on kiinnitetty varsin vähän huomiota. Hoitamattomuus sinänsä on jo edistänyt hieskoivikoiden kehittymistä vajaatuottoisiksi. Tämän tutkimuksen kuten myöskään eräiden aiempien tutkimusten tulokset eivät puolla olemassa olevan hieskoivikon kaavamaista uudistamista. Varsinkin tuoreilla kankailla ja jossain määrin myös ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla on perusteltua kasvattaa hieskoivua vaneripuuta tuottavaan päätehakkuuvaiheeseen. Tämä on sitä mielekkäämpää mitä vanhemmasta metsiköstä on kysymys ja mitä suurempia puutavaralajisiirtymiä on odotettavissa kuitupuusta tukkiin. Aiemmat tutkimukset viittaavat 70-80 vuoden kiertoaikaan hieskoivun vaneripuukasvatuksessa ottaen taantuvan kasvun ohella huomioon kiihtyvä biologinen rappeutuminen ja laho- ja muiden sisävikojen lisääntyminen puun ikääntyessä. Ratkaisu riippuu pitkälti puunkasvatuksen ekonomiasta, johon tässä tutkimuksessa ei otettu kantaa. Tämän tutkimuksen koealojen vähintään tyydyttävästä metsänhoidollisesta tilasta huolimatta hyvällä metsänhoidolla voidaan epäilemättä päästä saatuja parempiinkin tuloksiin koivun ja koivikoiden määrällisessä ja laadullisessa tuotoksessa.

Alueelliset erot hieskoivun laadussa näyttävät saatujen tulosten ja kirjallisuusvertailujen perusteella otaksuttuja pienemmiltä. Järeydeltään ja osin myös oksikkuudeltaan Pohjanmaan hieskoivut olisivat osapuilleen tai ainakin lähes samalla tasolla kuin vastaavilla kasvupaikoilla eteläisessä Suomessa. Hieskoivun lahoisuus ja poikkeamat rungon suoruudesta ovat Pohjanmaalla sitä vastoin ilmeisesti yleisempiä ja vakavampia vikoja kuin maan etelä- ja itäosassa.

Vaneriteollisuudessa tarvitaan nimenomaan järeää, oksatonta tai vähäoksaista, suoraa ja sorvattavasta osasta lahotonta raaka-ainetta. Jatkojalostuksessa, erityisesti erilaisissa pinnoituksissa edellytetään pinnaltaan tasaista ja mielellään väriltään ja syykuvioiltaan tasalaatuista pintaviilua. Terveoksainen raaka-aine on myös selvästi toivottavampaa kuin kuivaoksainen. Lähinnä keskiviiluun ja vanerilevyjen takaosiin sopivaa kuivia ja lahoja oksia ja mahdollisesti kovaa lahoa sisältävää raaka-ainetta saadaan vähintäänkin riittävästi. Täten hieskoivun hankinnan lisääminen vaneripuuksi ei ole teollisuudessa perusteltua, ellei kertymä sisällä myös mainittavia määriä hyvälaatuisia tukkeja.

Tarkasteltaessa hieskoivun käyttökelpoisuutta vaneripuun hankkijan kannalta keskeisiä ovat puun ominaisuudet tietyssä koossa. Läpimitaltaan samankokoisten hies- ja rauduskoivujen välillä on tämän tutkimuksen mukaan huomattavia laatueroja vaneripuuna käytön kannalta. Erot johtuvat varsinkin järeillä puilla yhtäältä hieskoivujen iäkkyydestä ja toisaalta lyhyydestä verrattuna läpimitaltaan samankokoisiin rauduskoivuihin. Hieskoivu on näin tarkastellen rauduskoivua heikompi vaneripuu rungon ja vaneripuuosan pienempien dimensioiden, pienemmän vaneripuuosuuden ja yleensä huonomman tyvitukkiosan runkomuodon suhteen (mutkaisuus, moniväärryys, kapeneminen ja epäpyöreys).

Koivulajien ero oli tässä tutkimuksessa tämänsuuntainen myös hieskoivun rauduskoivua lyhyemmän oksattoman tyviosan, vähäisemmän oksattomien ja runsaamman kuollutoksaisen tyvitukkien saatavuuden, suurempien tyvitukkiosan lahojen ja terveiden oksien läpimittojen ja kuivien ja lahojen oksien lukumäärien sekä suurempien käyttöosan lahojen ja yleensä kuolleiden oksien läpimittojen ja lahojen oksien lukumäärien suhteen. Erona samanikäisten hies- ja rauduskoivujen vertailuun oli hieskoivujen keskimäärin samankokoisia rauduskoivuja yleisempi ulkoinen lahoisuus, myös puuaineen tyvi- ja runkolahoisuus ja ruskotäpläisyys.

Hieskoivun ominaisuudet näyttävät olevan läpimitaltaan samankokoisia rauduskoivuja paremmat lähinnä matalampien terveoksa- ja latvusrajojen, pienempien tyvitukkiosan kuivien ja yleensä kuolleiden oksien läpimittojen ja kaikkien oksien lukumäärän ja pienempien käyttöosan kuivien ja terveiden oksien läpimittojen ja lahoja oksia lukuunottamatta erilaatuisten oksien lukumäärien sekä vähäisemmän tukkipuiden tyveämisen ja latvavähennysten tarpeen suhteen. Koivulajien välillä ei sen sijaan näyttäisi olevan varsinaista eroa aina vakavien pystyoksien esiintymisessä, terveiden oksien lukumäärissä, pintavikaisuudessa, täysin virheettömän tyvitukin saatavuudessa, runkojen yleisessä vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisuudessa eikä myöskään tukkirunkojen hylkäämisessä.

Luvuissa 3.2.1.3, 3.2.2 ja 5.1 esitetyt arviot vaneripuuksi soveltuvien koivujen lukumääristä ja tukin hakkuukertymistä metsiköissä ovat olennaisia taustatietoja myös vaneripuun hankinnan suunnittelussa. Aina tavoitelluimpia oksattomia tyviä voidaan tämän tutkimuksen perusteella odottaa uudistuskypsistä hieskoivikoista 50-230 kpl/ha ja vastaavasti suoria tyviä 120-320 kpl/ha. Kivennäismailla rauduskoivikoista voidaan joka tapauksessa odottaa selvästi enemmän oksattomia tyviä kuin hieskoivikoista, tässä tutkimuksessa keskimäärin 260 ja 140 kpl/ha. Vastaava runkoluku oli turvemaiden hieskoivikoissa vain 80 kpl/ha. Suoria tyviä voidaan odottaa kivennäismaiden raudus- ja hieskoivikoissa suunnilleen yhtä paljon, keskimäärin kuitenkin vain 200 kpl/ha, ja turvemaiden hieskoivikoissa keskimäärin 150 kpl/ha.

Vaneriteollisuuden kannalta oleellisimmat puuraaka-aineen laatutekijät ovat lopulta sorvaukseen saatavien pölkkyjen laatu ja laatujakauma. Nämä vaikuttavat sekä viilun

saantoon, laatuun että jatkojalostus- ja loppukäyttömahdollisuuksiin. Tämän tutkimuksen perusteella kivennäismaiden hieskoivuista saatavat pölkyt ovat turvemaiden hieskoivuista saatavia laadukkaampia sekä suuremman läpimitan että paremman muodon (suoruus) ja tyvitukkien pölkyt lisäksi yleisemmän oksattomuuden ja paremman kaupallisen laatuluokan suhteen.

Rauduskoivun pölkyt näyttävät vastaavasti olevan samanikäisistä puista tehtyjä hieskoivun pölkkyjä laadukkaampia ainakin selvästi suuremman läpimitan, harvinaisemman laho-oksaisuuden sekä suuremman keskilaatuisten (II-laatu) ja pienemmän heikkolaatuisten (III-laatu) pölkkyjen osuuden suhteen. Koivulajien välillä ei kuitenkaan näytä olevan varsinaisia eroja useiden tärkeiden ominaisuuksien, kuten pölkkyjen oksattomuuden, suoruuden ja yleisen virheettömyyden osalta.

Läpimitaltaan samankokoisia puita vertaillen rauduskoivun pölkyt ovat niinikään hieskoivun pölkkyjä laadukkaampia ainakin suuremman läpimitan ja harvinaisemman laho-oksaisuuden suhteen mutta heikkolaatuisempia pienemmän oksattomien pölkkyjen osuuden suhteen. Lisäksi rauduskoivun tyvitukkien pölkyt ovat hieskoivua laadukkaampia ainakin suuremman keskilaatuisten (II-laatu) ja pienemmän heikkolaatuisten (III-laatu) pölkkyjen osuuden suhteen ja väli- ja latvatukkien pölkyt suuremman yleisesti virheettömien (I-laatu) ja keskilaatuisten ja pienemmän heikkolaatuisten pölkkyjen osuuden suhteen.

Vaneripuun hankkijan ei ole esitettyjen tulosten perusteella kuitenkaan syytä unohtaa jatkossakaan ainakaan kivennäismaiden hieskoivutukkileimikoita. Hyvälaatuista pintaviilua tuottavia sorvipölkkyjä saadaan myös tällaisista leimikoista kohtuullisesti - ottaen huomioon hyvälaatuisten pölkkyjen usein pienehkö osuus myös luontaisesti syntyneissä rauduskoivikoissa. Asiaa korostaa uhkakuva ruskotäpläkärpäsen ja mahdollisesti myös hirvien ja myyrien laajoista, viiluun väri- ja lahovikoja aiheuttavista tuhoista istutusrauduskoivikoissa. Teollisuus on arvioinut hankkivansa niistä 2010-luvulta lähtien jopa 0,4-0,5 milj. m^3 vanerikoivua vuodessa eli noin kolmanneksen koko tarpeesta. On siis mahdollista, että laadukkainta koivuraaka-ainetta joudutaan jatkossakin etsimään luontaisesti syntyneistä koivikoista ja myös hieskoivusta.

Tässä tutkimuksessa ilmeni sivutuloksina kaksi oleellista koivujen vaneripuulaadun puun ulkoisten tunnusmerkkien perusteella tapahtuvaa arviointia vaikeuttavaa seikkaa. Ensinnäkin suhteellisen paksuja kuivia ja lahoja oksia esiintyy ainakin luontaisesti syntyneillä iäkkäillä ja kookkailla koivuilla vielä korkealla latvusrajan yläpuolella. Tämä on keskeistä arvioitaessa enenevästi kysytyn terveoksaisen vaneri- ja varsinkin sahakoivun saatavuutta. Tulosten perusteella koivulla on kyseenalaista puhua terveoksaisesta latvatukista. Toiseksi puuaineen lahoisuuden arviointi koivun ulkoisten tunnusmerkkien perusteella on huolellisestikin tehtynä epävarmaa. Kysymys ei ole pelkästään lahon tunnistamatta jäämisestä vaan usein myös puuaineeltaan terveen koivun virheellisestä luokittelusta lahoiseksi. Täten ulkoisiin arvioihin koivun puuaineen lahoisuudesta ovat suhtauduttava varauksin.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin hieskoivun soveltuvuutta vaneripuuksi sekä hies- ja rauduskoivun laadullisia suhteita pelkästään rungon ulkoisen laadun perusteella. Tarkastelutapa antaa vain epäsuoraa tietoa runkojen, tukkien ja pölkkyjen sorvattavan osan laadusta ja laatueroista. Tosin pölkyn sisäisen ja ulkoisen laadun suhteet ovat ilmeisesti varmemmin selvitettävissä sorvausta kuin sahausta varten, koska pyöristysjätteeseen menevä sorvipölkyn puuaineen pintakerros on yleensä ohuempi kuin sahausjätteeksi menevä

sahatukin pintakerros. Vaneripuiden, -tukkien ja -pölkkyjen todelliset laatuerot voidaan todeta objektiivisesti vain puuaineen tai viilujen suorilla mittauksilla. Täten myös hieskoivun todellisen vaneripuukelpoisuuden selvittäminen vaatisi laajaan metsikkö- ja tukkiaineistoon ja koesorvauksiin perustuvan selvityksen, jossa määritetään viilun saanto, laatu ja arvo ja tätä kautta raaka-aineen puustamaksukyky. Sama koskee sekä hies- että rauduskoivun soveltuvuutta erilaisten sahatuotteiden raaka-aineeksi.

Lopputuotelähtöinen tarkastelutapa edellyttäisi myös viilun ja vanerin teknillisten ominaisuuksien ja nimenomaisesti niihin vaikuttavien raaka-ainetekijöiden tutkimuksia hieskoivusta saatavan viilun todellisten käyttömahdollisuuksien selvittämiseksi. Mielenkiintoisia teknillisiä ominaisuuksia ovat märällä viilulla mm. tilavuuspaino (tiheys), reuna- ja sorvaushalkeamat, paksuusvaihtelut, kireys, poikittaisvetolujuus, pinnan karheus sekä kosteus ja sen vaihtelu. Kuivatun viilun tärkeitä ominaisuuksia ovat vaneria valmistettaessa lisäksi poikkeamat tasomaisuudesta (koppuraisuus), kuivauskutistuma ja kokoonpuristuma sekä liimattavuus ja puristettavuus. Koivuisten ja koivupintaisten vanerien loppukäytössä tärkeitä ominaisuuksia ovat mm. staattinen taivutuslujuus ja -kimmomoduuli, liimasauman leikkauslujuus ja puustamurtumaprosentti sekä pinnan kovuus.

Ensisijainen tietotarve vanerikoivun laadusta kohdistuu kuitenkin lähivuosina nopeakasvuiseen istutusrauduskoivuun, jonka ominaisuudet ovat käytännön olosuhteissa kasvatettuna vielä paljolti tuntemattomia. Kysymys on sekä runkojen ja tukkien ulkoisista että viilun ja vanerin visuaalisista ja teknillisistä ominaisuuksista kuten myös mahdollisuuksista edistää hyvien ja välttää huonojen ominaisuuksien syntymistä metsänkasvatuksessa, puunhankinnassa ja tehdaskäsittelyssä.

Mallien kehittäminen raaka-aineen laadun ennustamiseksi pystypuustosta ja/tai tukeista on ollut keskeisiä puuntutkimuksen aiheita erityisesti metsänkasvatuksen ja puun laadun yhteyksiä tutkittaessa. Keskeistä niissä on ollut ulkoisten oksien projisointi puuaineeseen sekä läpimitan että laadun (terve/kuollut) suhteen. Tässä tutkimuksessa todettu kuolleiden oksien yleisyys varsin korkealla latvusrajan yläpuolella tulisi ottaa huomioon tällaisissa koivua koskevissa malleissa. Tulos saattaa jopa kyseenalaistaa koivun ulkoiseen oksikkuuteen perustuvan sisäisen laadun mallintamisen mielekkyyden. - On myös kysyttävä, mikä aiheuttaa oksien epäsäännöllisen kuolemisen latvuksen alueella (esim. varjostus, oksien välinen kilpailu, ravinnekiertoon sekä kasvun tasoon ja vuosirytmiin liittyvät kysymykset, lumituhot).

Hies- ja rauduskoivu ovat vain harvoin todellisia metsänkasvatuksen vaihtoehtoja samalla kasvupaikalla. Täten tieto hieskoivun laadullisista ominaisuuksista voidaan hyödyntää tehokkaimmin metsänkasvatusmenetelmien kehittelyssä vertailemalla hieskoivua puunkasvatuksen ekonomiaan perustuvilla tutkimuksilla karuilla ja keskiviljavilla kasvupaikoilla mäntyyn ja viljavilla kasvupaikoilla kuuseen. Kysymys voisi tällöin olla kiertoajan puuntuotoksen määrän, laadun ja arvon kattavasta selvityksestä, johon kuuluvat mahdollisesti eripituiset kiertoajat ja erilaiset harvennusvaihtoehdot. Selvitys olisi erityisen ajankohtainen ojitetuilla turvemailla, joilla on runsaasti harvennushakkuuvaiheessa olevia tai sellaiseen siirtyviä metsiköitä ja joiden metsänkasvatuksen perusteista ja tavoitteista on suhteellisen vähän tietoa.

Lähdeluettelo

Aaltio, M. 1987. Koivutukin varastoinnin taloudellinen merkitys vanerin valmistuksessa. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, puunjalostusosasto, puun mekaanisen teknologian laboratorio. 62 s. Otaniemi.

Aalto-huonekaluja tehdään Vilkon koivusta. 1988. Puumies 7-8: 16-17.

Aarne, M. (toim.). 1993. Metsätilastollinen vuosikirja 1992. SVT Maa- ja metsätalous. 317 s.

- 1995. Metsätilastollinen vuosikirja 1995. SVT Maa- ja metsätalous 1995:5. 354 s.

Agestam, E. 1985. A growth simulator for mixed stands in Sweden and two examples of yield in birch-pine and birch-spruce mixed stands. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel. Rapport nr 14: 235-252. Garpenberg.

Ahola, A. 1994. Kahdeksannen valtakunnan metsien inventoinnin kocalojen mittausaineistot. Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus.

Andersson, B. 1982. Lövträdens inverkan på unga tallars överlevnad och tillväxt i Västerbottens kust- och inland. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 6: 23-27.

Appelroth, E. 1946. Om björken och dess skötsel i Finland intill senaste världskrig. Norrlands Skogvårdsförbunds Tidskrift: 331-336.

- 1949. Koivun kasvattamisesta. Metsätaloudellinen aikakauslehti 66(12) (nro 1): 14-15.

- , Eklund, H. & Forsbacka, M. 1971. Rapport över undersökning av glasbjörkens (*Betula pubescens*) förekomst och skogliga betydelse inom Vasa distriktskogsnämnds verksamhetsområde. Moniste. 152 s. + liitt. Vaasa.

Arkuszewska, A. (toim.). 1991. State of forests and forestry in Poland. Ministry of Environmental Conservation, Natural Resources and Forestry. Forest Research Institut in Warsaw. 76 s.

Aro, P. 1960. Koivuvaneritukkien ja sorvipölkkyjen halkeaminen. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 52(4): 1-41.

Bhat, K.M. & Kärkkäinen, M. 1980. Distinguishing between *Betula pendula* Roth. and *Betula pubescens* Ehrh. on the basis of wood anatomy. Seloste: Raudus- ja hieskoivun erottaminen puuaineen anatomian perusteella. Silva Fennica 14(3): 294-304.

- 1981. Wood anatomy and physical properties of wood and bark in *Betula tortuosa* Ledeb. Seloste: Tunturikoivun puuaineen anatomia sekä puun ja kuoren fysikaalisia ja anatomisia ominaisuuksia. Silva Fennica 15(2): 148-155.

Björkdahl, G. 1983. Höjdutveckling hos stubbskott av vårt- och glasbjörk samt tall och gran efter mekanisk röjning. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion. Stencil nr 18. Garpenberg.

Björken blir glassticka. 1989. Skogsbruket 6: 24-25.

Björklund, T. & Ferm, A. 1982. Pienikokoisen koivun ja harmaalepän biomassa ja tekniset ominaisuudet. Folia Forestalia 500. 37 s.

Blossfeld, O., Koroll, U., Mette, H.-J., Wonka, R. & Giefing, D. 1981. Untersuchungen zur Qualität und Verwendung der Holzart Birke. Holztechnologie 22: 77-79.

Bole, B.P. 1987. Veneer production today with the spindleless lathe. Forest Industries Clinic and Machinery Show, Portland, Oregon. Miller Freeman Publications Inc., San Francisco, California. Esitelmämoniste. 6 s.

Borg, A. 1926. Koivu ja sen merkitys nykyhetken metsätaloudessa. Konekirjoite. 5 s. Helsinki.

Braastad, H. 1966. Volumproduksjon av gran og björk i Salten. Norsk Skogbruk 12(23/24): 839-842.

- 1968. Volumproduksjon av gran og björk i Troms. Norsk Skogbruk 14(4): 119-121.

Brisbin, R.L. & Sonderman, D.L. 1973. Birch ... an American wood. USDA Forest Service. Research Paper FS-221. Washington, D.C. 11 s.

Bruun, H. & Slungaard, S. 1959. Investigations of porous wood as pulp raw material. 3. Fibre dimensions of several NW European wood species. Paperi ja Puu 41(2): 31-34.

Bundeswaldinventur 1986-1990. 1993. Der Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Referat 614. Bonn.

Cameron, A.D., Dunham, R.A. & Petty, J.A. 1995. The effects of heavy thinning on stem quality and timber properties of silver birch (*Betula pendula* Roth). Forestry 68(3): 275-285.

Creating a new image for paper birch. 1982. Minnesota Science 37(2&3): 16-18.

Cuprov, N.P. 1976. [Koivikoiden kypsyys ja hakkuuikä]. Vozrasty spelosti i rubok berezniakov. Lesnoj hozjastvo 6: 49-54. Moskva.

Dahlbeck, N. 1937. Olika stamtyper hos den svenska björken. Skogen, ss. 153-156.

Ekström, H. 1987. Lövvirke - Tillgångar och industriell användning. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för virkeslära. Rapport nr 197. 123 s. + liitt.

Elowsson, T. 1989. Forutsättningar för tillverkning av björkkomponenter - en tillverksgren med goda framtidsutsikter. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för virkeslära. Rapport nr 206. 69 s. + liitt.

Enarvi, R. 1939. Vaneritehtaan sorvaushäviöiden suuruus. Suomen Puu 14(21): 396-399.

- 1940. Sorvaushäviöihin vaikuttavat tekijät. Suomen Puu 15(1): 1-4.

Erickson, R., Petersen, H.D., Larson, T.D. & Maeglin, R.L. 1986. Producing studs from paper birch by saw-dry-rip. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory. Research Paper FPL-465. Madison, Wisconsin. 13 s.

Erkén, T. 1972. Planterad björk i mellersta och övre Norrland. Sveriges Skogsvårdsförbundets Tidskrift 70(5): 435-465.

Erkkilä. A. 1981. Nuorten raudus- ja hieskoivujen kasvu, tuotos ja puuaineen laatu. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Moniste. 48 s.

Etholén, K. 1974. Kaatoajan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa. Folia Forestalia 213. 16 s.

Feihl, A.O. 1964. Rotary cutting of curly yellow birch. Forestry Canada, Forest Products Research Branch. Publication No. 1086. Ottawa, Ontario. 18 s.

Ferm, A. 1983. Tuloksia koivun kasvatustiheyskokeesta sekä männyn ja koivun sekakasvatuskokeessa turvemaalla. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1983. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 120: 13-17.

- 1988. Hieskoivun kasvatus soilla. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1988. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 322: 40-51.

- 1990. Nuorten vesasyntyisten hieskoivikoiden kehitys ja lahoisuus turvemaalla. Folia Forestalia 744. 17 s.

- , Kauppi, A., Rinne, P., Tela, H.-L. & Saarsalmi, A. 1985. Energiapuun tuottaminen luonnonvesakoissa. Julkaisussa: Hakkila, P. (toim.). Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti. Folia Forestalia 624. 86 s.

Fleischer, H.O. & Lockard, C.R. 1955. A study of the production of yellow birch veneer for the American Seating Company. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison, Wisconsin. Moniste. 76 s..

Foschi, R.O. 1976. Log centering errors and veneer yield. Forest Products Journal 26(2): 52-56.

Fries, J. 1964. Vårtbjörkens produktion I Svealand och Södra Norrland. Studia Forestalia Suecica 14: 1-303.

- 1974. Björk och gran. Framtidsskogen - Skogsproduktionens mål och medel. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser 33: 30-46.

Frivold, L.H. 1982. Bestandsstruktur og produksjon i blandningsskog av björk (*Betula verrucosa* Ehrh., *B. pubescens* Ehrh.) og gran (*Picea abies* (L.) Karst.) i Syd-ost Norge. Summary: Stand structure and yield of mixed stands of birch and spruce in South East Norway. Norges Landbrugshögskole, Institutionen för skogskjötsel 61(18): 1-108.

Gertjejansen, R.O. & Hedquist, D. 1982. Influence of paper birch on the properties of aspen waferboards: a mill trial. Forest Products Journal 32(11/12): 33-34.

- , Hyvarinen, M., Haygreen, J.G. & French, W.D. 1973. Physical properties of phenolic bonded wafer-type particleboard from mixtures of aspen, paper birch, and tamarack. Forest Products Journal 23(6): 24-28.

Gunnarsson, J.G. 1925. Monografi över Skandinaviens *betulae*. Malmö.

Gustavsen, H. & Mielikäinen, K. 1984. Luontaisesti syntyneiden koivikoiden kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla. Folia Forestalia 597. 20 s.

Günzl, L. 1989. Hat die Birke Zukunft? Österreichische Forstzeitung 11: 45-47.

- , Krames, U., Krenn, K., Hruschka, A. & Neugebauer, A. 1986. Beurteilung der Eigenschaften von Birken österreichischer Herkunft. Österreichisches Holzforschungs-Institut Wien. Bericht 1984/85.

Hakkila, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 61(5): 1-98.

- 1979. Wood density survey and dry weight tables for pine, spruce and birch boles in Finland. Seloste: Mänty-, kuusi- ja koivurunkojen puuaineen tiheys ja kuivapainotaulukot. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 96(3): 1-59.

- 1991. Hakkuupoistuman latvusmassa. Folia Forestalia 773. 24 s.

- , Heikkilä, P. & Michelsen, P. 1970. Vanerikoivujen rasiinkaatokausi. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 70(2): 1-42.

- , Laasasenaho, J. & Oittinen, K. 1972. Korjuuteknisiä oksatietoja. Folia Forestalia 147. 15 s.

Haskell, H.H. 1957. The longitudinal slicing of redwood and yellow birch veneer. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison, Wisconsin. Moniste. 20 s.

Heikinheimo, O. 1915. Kaskiviljelyn vaikutus Suomen metsiin. Acta Forestalia Fennica 4. 472 s.

- 1917. Metsien uudistaminen vesojen avulla. Tapio, ss. 33-38, 73-78.

- 1953. Puiden keinollisesta karsimisesta. Metsätaloudellinen aikakauslehti 12: 399-402.

Heikurainen, L. 1959. Koivukysymys ojitetuilla soilla. Metsätaloudellinen aikakauslehti 9: 318-321.

- 1980. Metsäojituksen alkeet. Toinen uudistettu painos. Gaudeamus, Helsinki. 284 s.

Heiskanen, V. 1957. Raudus- ja hieskoivun laatu eri kasvupaikoilla. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 48(6): 1-99.

- 1958. Tutkimuksia koivujen karsimisesta. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 49(3): 1-68.

- 1966. Tutkimuksia koivujen vikaisuuksista, niiden vaikutuksesta sorvaustulokseen sekä niiden huomioonottamisesta laatuluokituksessa. Acta Forestalia Fennica 80(3): 1-28.

- 1989. Kirjallisia kommentteja opinnäytetyösuunnitelmaan: Verkasalo, E. 1988. Hieskoivu vaneriteollisuuden raaka-aineena. Konekirjoite. 2 s. Espoo.

- & Saikku, O. 1976. Koivuvaneritukin hinnan muodostuminen. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto. Moniste. 120 s.

- & Salmi, J. 1976. Koivutukkien latvamuotoluvut ja yksikkökuutiot. Folia Forestalia 287. 46 s.

Henningson, B. 1964. Utbyte och kvalitet hos sulfatmassa framställd av rötskadad tall-, gran- och björkved. Skogshögskolan, Institutionen för virkeslära. Rapport R48. 18 s.

Hies - hyvä energiapuu. 1986. Metsälehti 18: 5.

Hirvelä, S., Nuutinen, V. & Enberg, K. 1987. Osahankinta puusepänteollisuudessa. TEKES, Helsinki. Moniste. 42 s.

Hrüz, B. 1986. The case study of block optimal centering in the peeling process. Drevarsky Vyskum 111: 43-56.

Huikari, O. 1952. Suotyypin määritys maa- ja metsätaloudellista käyttöä silmällä pitäen. Silva Fennica 75: 1-22.

Hynönen, T. & Saksa, T. 1991. Peltojen metsitystulos Pohjois-Savossa 1970- ja 1980-luvulla. Julkaisussa: Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 29-34.

Hägg, A. 1988. Lönsamheten av björkinblandning i barrskog. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för virkeslära. Rapport nr 201. 62 s. + liitt.

- 1990a. Björkens inverkan på tallens grengrovlek och grenrensning I blandade bestånd. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för virkeslära. Rapport nr 208. 28 s. + liitt.

- 1990b. Lönsamheten av att använda självföryngrad björk för kvalitetsdaning av planterad tall. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för virkeslära. Rapport nr 214. 26 s. + liitt.

Hämäläinen, J., Kalland, F. & Salpakivi-Salomaa, P. 1995. Luontainen koivu istutustaimikoissa. Summary: Naturally regenerated birch in pine and spruce plantation. Metsätehon katsaus - Metsäteho review 13. 6 s.

Ilvessalo, L. 1929. Puuluokitus ja harvennusasteikko. Acta Forestalia Fennica 34(38): 1-15.

Ilvessalo, Y. 1949. Koivumetsien esiintyminen ja koivupuuvarat Suomessa. Metsä ja Puu 66(1): 7-8.

- 1956. Suomen metsät vuosista 1921-24 vuosiin 1951-53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 47(1): 1-227.

Intersilva. 1993. Baltic forestry seminar, June 15, 1993, Helsinki. Esitelmämonisteet.

Isomäki, O. & Leppänen, H. 1992. Koivu- ja koivuaihioiden laatuluokitus. Puumies 4: 24-25.

Jalava, M. 1938. Vanerikoivujen arvosuhteista. Puuteknillinen tutkimuslaitos. Tiedotus VT 8. Otaniemi.

- 1943a. Huonekaluteollisuuteen käytettävän koivusahatavaran laatuvaatimuksista. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 60(6): 248-249.

- 1943b. Vanerikoivujen laatuluokittelusta. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 60(6): 131-136.

- 1945. Suomalaisen männyn, kuusen, koivun ja haavan lujuusominaisuuksista. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 33(3):1-66.

- 1949a. Koivun ja koivuteollisuuden merkitys Suomessa. Metsätaloudellinen aikakauslehti 66(12) (nro 1): 3-6.

- 1949b. Laatupuiden kasvattamisesta. Metsätaloudellinen aikakauslehti 66(12) (nro 1): 35-36.

Jonsson, B. 1961. Om barrblandskogens volymproduktion. Summary: Yield of mixed coniferous forests. Meddelanden av Statens Skogsforskningsinstitut 50 (8): 1-143.

Junckers industrier - tanskalainen metrsäteollisuusjätti. 1992. Puumies 6: 12-14.

Juvonen, R. & Kariniemi, J. 1984. Vaneriteollisuus. Mekaaninen metsäteollisuus 1. Ammattikasvatushallitus - Suomen puutalousinsinöörien yhdistys ry., Helsinki. 189 s.

Kahiluoto, J. & Talvenheimo, O. 1947. Ojitettujen korpien koivikoitten lahovikaisuudesta. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Laudaturtyö. 70 s.

Kairi, M. 1977. Viilun sorvaustekniikan kehittämistarve tuotannon kannalta katsoen. Julkaisussa: Juvonen, R. (toim.). Teknillinen korkeakoulu, puun mekaanisen teknologian laboratorio. Lisensiaattiseminaari, ss. 183-202.

Kangas, E. 1935. Die Braunfleckigkeit des Birkenholzes und ihr Uhrheber *Dendromyza (Bizygomyza) Betulae* N. Sp. Suomenkielinen selostus: Koivun ruskotäpläisyys ja sen aiheuttaja *Dendromyza (Dizygomyza) Betulae* N. Sp. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 22(1): 1-31.

Kataikko, M.-S. 1996. Huonekaluvamistajien tarpeet sahaamisen lähtökohtana. Muotoilualan artenomintyö Kuopion käsi- ja taideteollisuusakatemia, taito- ja tutkimuskeskus taitemia. Julkaisu nro 5. 116 s. + liitteet.

Kauppi, A., Rinne, P. & Ferm, A. 1987. Initiation, structure and sprouting of dormant basal buds in *Betula pubescens*. Flora 179: 55-83.

Kellomäki, S. & Salmi, J. 1979. Koivuvaneritukkien kuoren määrä. Folia Forestalia 413. 16 s.

Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1977. Ojitusalueiden hieskoivikoiden kasvatus taloudellisena vaihtoehtona. Silva Fennica 11(1): 49-68.

Kochetova, O.A. (toim.). 1992. (Yleisliittolaiset metsänarvioinnin normit) Obschesojuznye normativy dlja taksacii lesov. Kolos, Moskva. 495 s. Venäjäksi.

Kohmo, I. 1984. Lehtipuuston runkolukusarjat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueilla 1977-1982. Folia Forestalia 582. 19 s.

Koivisto, P. 1958a. Etelä-Suomen hoidettujen raudus- ja hieskoivikoiden kehityksestä. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite. 158 s.

- 1958b. Koivikoiden kasvatuksesta ja tuotoksesta. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 3-4: 88-93.

- 1959. Kasvu- ja tuottotaulukoita. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 51(8): 1-49.

- 1966. Itä- ja Pohjois-Hämeen koivuvarat. Folia Forestalia 24. 11 s.

- 1968. Etelä- ja Pohjois-Karjalan, Itä-, Etelä- ja Pohjois-Savon sekä Keski-Suomen koivuvarat. Folia Forestalia 45. 15 s.

Koivua vientiin Viitasaarelta. 1988. Maaseudun Tulevaisuus 86: 27.

Koivumäki, P. 1962a. Koivuraaka-aineen viat valmistajan näkökannalta. Puumies 7(10): 296-300.

- 1962b. Mitä näkökohtia on huomioitava vanerirunkojen katkaisussa tehtaalla. Puumies 8(10): 314-318.

Koivuviilun ulkonäköön perustuvat laatuvaatimukset. 1971. SFS-standardi 2413. Suomen Standardisoimislautakunta ja Suomen Vaneriyhdistys ry. 5 s.

Koponen, H. 1995. Puulevytuotanto. Gummerus Oy Kirjapaino. 212 s. Saarijärvi.

Kucera, B. 1980. Fysiske og anatomiske egenskaper hos lavlandsbjörk. Norges Landbrugsvidenskaplige Forskningsråd. Sluttrapport 343. Oslo. 15 s.

- 1983. Kvalitetskrav til skurlast av lauvtre. Norges landbrugshögskole, Institutt for treteknologi / Norsk Treteknisk Institutt. Ås/Oslo. 19 s.

- 1984. Björkevirkets mekaniske, teknologiske og fysiske egenskaper. Norges Landbrugsvidenskaplige Forskningsråd. Sluttrapport 500. Oslo. 20 s.

Kuhno, P., Neittaanmäki, P. & Tiihonen, T. 1983. Sorvipöllin keskittämismenetelmien vertailu tietokonesimulointia käyttäen. Paperi ja Puu 65(10): 626-629.

Kujala, V. 1946. Koivututkimuksia. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 34(1): 1-34.

- 1979. Suomen metsätyypit. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 92(8): 1-44.

Kuusela, K. 1979. Koivun raaka-ainevarat ja sen tulevaisuuden näkymät. Metsälehti 49: 4.

- & Salminen, S. 1980. Ahvenanmaan maakunnan ja maan yhdeksän eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueen metsävarat 1977-79. Folia Forestalia 446. 90 s.

- & Salminen, S. 1983. Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979-82 sekä koko Etelä-Suomessa 1977-1982. Folia Forestalia 568. 79 s.

- Mattila, E. & Salminen, S. 1986. Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982-84. Folia Forestalia 655. 86 s.

Kärkkäinen, M. 1975. Koivu- ja haapatukkien poikkipinta-alan mittaaminen. Silva Fennica 9(3): 212-232.

- 1978a. Käytännön tuloksia koivuviilun saannosta. Folia Forestalia 368. 16 s.

- 1978b. Viilusaannon teoreettinen malli. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 95(2): 1-42.

- 1979. Koivutukkien tarkistusmittauksia. Folia Forestalia 377. 21 s.

- 1980. Havaintoja koivutukkien epäpyöreydestä ja pituusmittaeroista. Silva Fennica 14(3): 286-293.

- 1984a. Miten koivuun tulisi suhtautua metsätaloudessa. Silva Fennica 18(1): 1-34.

- 1984b. Puutavaran mittauksen perusteet. Helsingin yliopiston monistuspalvelu. 252 s.

- 1985. Puutiede. Sallisen Kustannus Oy. Sotkamo. 415 s.

- 1986. Koivuvaneritukkien ja -runkojen arvosuhteet. Silva Fennica 20(1): 45-57.

- 1991. Industriell användning av björk i Finland. Skogskonferensen 1989, Ultuna 5.12.-6.12., Björk och Asp. Skogsfakta 15: 56-59.

Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. Seloste: Männyn, kuusen ja koivun runkokäyrä- ja tilavuusyhtälöt. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 108: 1-74.

Lahtinen, A. & Laasasenaho, J. 1979. On the construction of taper curves by using spline functions. Seloste: Runkokäyrän muodostaminen splini-funktiolla. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 95(8): 1-63.

Laitakari, E. 1935. Laatupuun kasvattamisesta. Silva Fennica 39, ss. 259-279.

Langhammer, A. 1982. Vekststudier på hengebjörk (*Betula verrucosa* Ehrh.) i Norge. Meld. Norges landbrugshögskole 61(23): 1-43.

Lappi-Seppälä, M. 1930. Untersuchungen üder die Entwicklung gleichaltiger Mischbestände aus Kiefer und Birke. Seloste: Tutkimuksia tasaikäisen mänty-koivusekametsikön kehityksestä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 15(1): 1-241.

- 1933a. Faneeritukin käyttöarvoon vaikuttavista vikanaisuuksista ja virheettömän faneeripuun kasvatuksesta. Eripainos Aikakauslehti Suomen Puun N:oista 6 ja 7. 6 s.

- 1933b. Koivuarvopuun kasvattamisesta. Yksityismetsänhoitoyhdistyksen vuosikirja VI: 27-29.

Larson, T.D., Erickson, R.W. & Boone, R.S. 1986. Comparison of drying methods for paper birch SDR flitches and studs. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory. Research Paper FPL-465. Madison, Wisconsin. 13 s.

Lauvskog - bestandspleie. 1993. Lauvskog-prosjektet i Aust-Agder. 25 s. Skogbrukets Kursinstitutt og Skogforsk. Biri.

Lehonkoski, N.A. 1937. Koivu faneeriteollisuuden raaka-aineena. Yksityismetsänhoitajayhdistyksen vuosikirja X, ss. 75-84.

- 1949. Vanerikoivujemme nykyinen laatu. Metsätaloudellinen aikakauslehti 66(12) (nro 1): 16-18.

- 1950. Koivikkojemme nykyinen tila - kannattaako valiokoivua kasvattaa. Koivukeskus. 14 s.

Lehtikangas, P. 1988. Koivusekoituksen vaikutus nuorten mäntyjen oksikkuuteen. Metsänhoitotieteen tutkielma. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. 39 s.

Lehtonen, J. 1979. Lapin koivutuho - luonnollinen ekokatastrofi. Suomen Luonto 38(6): 264-267.

Leikola, M. & Mustanoja, M. 1961. Koivun kantojen vesominen. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Laudaturtyö. 72 s.

Levlin, J.-E. 1986. Koivu vai eukalyptus? Paperi ja Puu - Papper och Trä 11: 776-777.

Liiri, O. 1960. Tutkimuksia lastulevyteollisuuden puuraaka-aineista I. Suomalaiset puulajit lastulevyn raaka-aineina. Valtion teknillinen tutkimuslaitos. Tiedotus. Sarja I - Puu 17. 41 s.

Lindqvist, B. 1947. On the variation in Scandinavian *Betula verrucosa* Ehrh. with some notes on the *Betula series verrucosae* Sukacz. Svensk Botanisk Tidskrift Bd. 41. 21 s.

Lindfors, J. 1930. Vackra bestånd på torvmark. Yksityismetsänhoitajayhdistyksen vuosikirja. III, ss. 129-141.

Lukkala, O.J. 1931. Metsäojituksen oppikirja. Keskusmetsäseura Tapio. Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapaino Oy. Helsinki. 258 s.

- 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 34(3): 1-150.

Lutz, J. 1972. Veneer species that grow in the United States. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory. Research Paper FPL-167. Madison, Wisconsin. 127 s.

Luukkanen, O. 1981. Dendrologian kurssi. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja N:o 17. 181 s.

Maataloustuottajain Keskusliitto ry. & Koivukeskus ry. 1973. Vanerikoivujen yleiset laatu- ja mittausmääritelmät. Helsinki. Moniste. 2 s.

- & Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry. 1985. Tukin ja kuitupuun hintasuositukset 1.4.1985-31.3.1986, Keski-Suomi. Vanerikoivun laatu- ja mittausmääritelmät. Helsinki. Moniste. 2 s.

Maila on merkkituote. 1990. Puumies 1: 3-4.

Mali, J. 1980. Kotimaisten puulajien ja tuontipuulajien tekniset ominaisuudet ja käyttö. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, puulaboratorio. Tiedonanto 3. 43 s. + liitt.

Martodam, D. 1982. Evaluation of Minnesota white birch for potential use in a System 6 manufacturing process. White birch bolt volume and quality yield assessment. Minnesota DNR - Division of Forestry. Grand Rapids, Minnesota. 12 s. + liitt.

Mera löv i skogarna. 1995. Skogen 10: 22-24.

Meriluoto, J. 1966. Raaka-ainetekijöiden vaikutus sorvatun koivuviilun määrään ja laatuun. Acta Forestalia Fennica 80(1): 1-55.

Metsäntutkimuslaitos, metsien käytön tutkimusosasto. 1992. Valtakunnan metsien 8. inventointi, kenttätyön ohjeet, Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan versio. Helsinki. 67 s. + liitt.

Meriläinen, A. & Niemistö, P. 1995. Sorviviilun saantoon vaikuttavat tekijät ja niiden vaihtelu istutusrauduskoivikoissa. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema. Käsikirjoitus.

Mezibovskij, A.M., Voronkova, A.B., Zuravleva, M.B. & Velikotnyj, A.A. 1977. [Eräiden ekologisten ominaisuuksien vaihtelu kuusella puulajisuhteista riippuen].Izmenenik nekotorych ekologiceskih svojstv eli v zavisimosti ot sostava nesazdenij. Lesovedenie 1: 9-18.

Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 99(3): 1-82.

- 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 133. 79 s.

- 1989. Puhtaana vai sekaisin. Metsä ja Puu 5: 7-8.

Mikkola, E. & Kulju, I. (toim.). 1994. Raakapuun vienti ja tuonti maittain tammi-joulukuu 1993. Metsäntutkimuslaitos, metsien käytön tutkimusosasto. Puumarkkinatiedote 617. 6 s.

Mikola, P. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Acta Forestalia Fennica 50(3): 1-102.

Moilanen, M. 1985. Lannoituksen ja harvennuksen vaikutus hieskoivun kasvuun ohutturpeisilla ojitetuilla rämeillä. Folia Forestalia 629. 29 s.

Mäkelä, M. 1993. Vanerikoivun koncellinen hakkuu. Metsätehon katsaus 2. 6 s.

Niemistö, P. 1990. Hieskoivu - tiiviiden maiden haastaja. Metsä ja Puu 5: 9.

- 1991. Hieskoivikoiden kasvatustiheys ja harvennusmallit Pohjois-Suomen turvemailla. Folia Forestalia 782. 36 s.

- 1992. Hies- ja rauduskoivun kasvatuksen erot. Julkaisussa: Hartikainen, S. (toim.). Metsien kasvatus -seminaari. Metsäkeskus Tapion metsäosaston julkaisu nro 1, ss. 30-32.

- 1995. Influence of Initial Spacing and Row-to-row Distance on the Crown and Branch Properties and Taper of Silver Birch (*Betula pendula*). Scandinavian Journal of Forest Research 10: 235-244.

- 1996. Ruskotäpläkärpäsen toukkakäytävien määrä istutettujen rauduskoivujen rungoissa. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema. Käsikirjoitus.

- , Hukki, P. & Verkasalo, E. 1996. Rauduskoivun ulkoinen laatu 30-vuotiaissa istutuskoivikoissa erilaisilla kasvupaikoilla ja eri kasvatustiheyksissä. Käsikirjoitus. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema.

Nyyssönen, A. 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Acta Forestalia Fennica 60: 1-194.

- 1978. Metsikön puuston arviointi. Julkaisussa: Tapion taskukirja, 18., uudistettu painos, ss. 242-245. Keskusmetsälautakunta Tapion julkaisuja. Kirjayhtymä, Helsinki.

Oikarinen, M. 1980. Viljelykoivikon, -kuusikon ja -männikön kasvusta ja tuotoksesta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 21: 16-25.

- 1983. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatusmallit. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 113: 1-75

- & Pyykkönen, J. 1981. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen. Folia Forestalia 486. 15 s.

Olavinen, O. 1964. Vaneriteollisuus. Teoksessa: Heikinheimo, O. (toim.). Mekaaninen puuteollisuus I. Suomen Paperi-insinöörien Yhdistys ry., ss. 388-645.

Ollinmaa, P.J. 1955. Koivun vetopuun anatomisesta rakenteesta ja ominaisuuksista. Acta Forestalia Fennica 64(3): 1-263.

- 1960. Eräistä ojitetuilla soilla kasvavan puun fysikaalisista ominaisuuksista. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 72(2): 1-24

Olofsson, Å. 1953. Om de svenska björkarternas morfologiska variation och skogliga värde. Svensk Papperstidning, ss. 785-798, 818-839.

Paavilainen, E. & Tiihonen, P. 1988. Suomen suometsät vuosina 1951-1984. Folia Forestalia 714. 29 s.

Parviainen, J. & Seppänen, P. 1994. Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatusvaihtoehdot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 511. 110 s. + liitteet.

Pekkala, O. & Uusvaara, O. 1980. Kuitupuun metsävarastoinnin vaikutus massan saantoon ja laatuun. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 96(4): 1-24.

Poland - forest and forest products country profile. 1993. ECE/TIM/67. Economic Commission for Europe & Food and Agriculture Organization of the United Nations. Geneve. 46 s.

Puutekniikan tutkimuksen kannatusyhdistys. 1937. Vaneritutkimuksia I n:o 25.

Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989. Biometria. Tilastotiedettä ekologeille. Yliopistopaino. 569 s. Helsinki.

Raulo, J. 1977. Development of dominant trees in *Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh. plantations. Seloste: Viljeltyjen raudus- ja hieskoivikoiden valtapuiden kehitys. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 90(4): 1-15.

- 1979. Rauduskoivujälkeläistöjen rungon laatu Etelä- ja Keski-Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 97(5): 1-21.

- 1981. Koivukirja. Gummerus. 131 s.

Redner, R. & Rognerud, P.A. (toim.). 1991. Bruk björk. Det norske Skogselskap, Skogforsk & Treopplysningsrådet. 16 s.

Reinikainen, T. 1986. Viilun saannon optimointi sorvauksessa. Puumies 7-8: 6-7.

Rikkonen, P. 1974. Koivuvaneritukkien kuutiointi. Folia Forestalia 217. 12 s.

- 1987. Havutukkien kuorelliseen läpimittaan perustuva tilavuuden määrittäminen. Folia Forestalia 684. 47 s.

Ronkanen, A.J. 1949. Vaneripuurunkojen apteeraus. Metsätaloudellinen aikakauslehti 66(12) (nro 1): 27-28.

- 1968. Koivu ja sen teollinen käyttö 1900-luvulla. Puumies 6: 158-159.

Rosvall, O. 1980. Prognosfunktioner för beräkning av gödslingseffekter. Föreningen Skogsträdsförädling. Institututionen för skogsförbättring. Årsbok 1979.

Runqvist, E. & Thunell, B. 1945. Undersökningar över några virkesegenskaper hos björk. Svenska Träforskningsinstitutet, Trätekniska avdelningen. Meddelande 7. 11 s.

Röykkä,

Saalas, U. 1949. Suomen metsähyönteiset. Suomen tiedettä 5. WSOY. Porvoo-Helsinki. 719 s.

Sachsse, H. 1988. Holzqualität von Birken. Die Baumart Birke und ihre anatomischen Eigenschaften. Holz als Roh- und Werkstoff 46: 441-446.

- 1989. Holzqualität von Birken. Strukturelle und physikalisch-mechanische Eigenschaften von Birkenhölzern. Holz als Roh- und Werkstoff 47: 27-30.

Safford, L.O. 1983. Silvicultural guide for paper birch in the Northeast (revised). USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. Research Paper NE-535. Brocmall, Pennsylvania. 39 s.

Salakari, M. & Peltola, A. 1995. Pientalojen polttopuun käyttö lämmityskaudella 1992/93. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 566. 27 s. + liitt.

Salmi, J. 1964. Lahovikaisuuden vaikutus koivupuun lämpöarvoon. Pienpuualan toimikunnan julkaisu 168. 26 s.

- 1987a. Koivun puuaineen ominaisuudet ja käyttö. Sorbifolia 18(3): 123-132.

- 1987b. Suomalaisia ja ulkomaisia puulajeja. Osa II: Lehtipuut A...N. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitos. Tiedonantoja n:o 35. 282 s.

Salo, E. 1954. Puiden teknillinen vikaisuus ja sen vaikutus puuston arvoon. Acta Forestalia Fennica 61(24): 1-57.

- 1955. Puuston teknillinen vikaisuus ja sen vaikutus puustosta saatavien eri puutavaralajien määrään. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 72(18) (nro 12): 412-414.

Saramäki, J. 1977. Ojitettujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 91(2): 1-59.

- 1994. Onko hieskoivulla paikkaa metsätaloudessa? Julkaisussa: Hannelius, S. (toim). Metsänkasvatuksen tutkimuspäivä 1993, Järvenpää, 16.11.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491: 19-23.

Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 33(1):

- 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 35(4): 1-91.

- 1949. Puumaiset koivulajimme. Metsätaloudellinen aikakauslehti 66(12) (nro 1): 9-13.

- 1951. Raudusko vai hies vanerikoivuna parempi? Metsätaloudellinen aikakauslehti 68(14) (nro 21-3): 51-53.

Schulman, E. 1989. Koivun ruskotäpläkärpäsen (*Dendromyza betulae* E. Kang.) esiintymisestä koivuissa ja sen vaneriteollisuudelle aiheuttamista menetyksistä. Pietarsaari. Moniste. 5 s.

Schrör, H. 1987. Erzeugung, Absatz und Verwendung von Birkenholz in Nordrhein-Westfalen. Universität Göttingen, Institut für Forstbenutzung. Diplomityö.

Sekametsässä kasvaa hyvää vanerikoivua. 1988. Metsälehti 26: 28-30.

Seppälä, K. 1970. Sekapuukoivujen kasvun ojituksenjälkeinen kehitys turvemailla. Suo 2: 25-30.

- & Keltikangas, M. 1978. Alikasvostaimistot Pohjanmaan ojitusalueiden hieskoivikoissa. Suo 29(1): 11-16.

Sevola, Y. (toim.). 1996. Metsätilastollinen vuosikirja 1995. SVT Maa- ja metsätalous 1996:3. 351 s.

Simola, P. 1989. Hieskoivusta vaihtoehto ongelma-alueilla. Teollisuuden Metsäviesti 3: 30-31.

Skogsdata 92. 1993. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från riksskogstaxeringen. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogstaxering. Umeå. 74 s.

Skogstatistikk 1992. 1993. Norges offisielle statistikk. Statistisk sentralbyrå. Oslo-Kongsvinger. 111 s.

Spelter, H. & Sleet, G. 1989. Potential reduction in plywood manufacturing costs resulting from improved technology. Forest Products Journal 39(1): 8-15.

Sundqvist, T. 1975. Sveriges björktillgångar i dag och fram till år 2000. Statens skogsmästarskola. Rapport nr 1. Skinnskatteberg. 181 s.

Suomen Vaneriteollisuusyhdistys. 1963. Suomalainen koivuvaneri. Moniste. 5 s. Helsinki.

Suonranta, A. 1989. Vaneriteollisuus nyt ja tulevaisuuden näkymät. Puu '89 -messut, levyteollisuuskongressi, Jyväskylä, 22.8. Moniste. 10 s.

Söyrilä, P. 1981. Raaka-aineen sekä sorvaus- ja liimausolosuhteiden vaikutus koivuvanerin lujuusominaisuuksiin. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 17. 60 s.

Tikka, P.S. 1935. Puiden vikanaisuuksista Pohjois-Suomen metsissä. Tilastollis-metsäpatologinen tutkimus. Acta Forestalia Fennica 41(1): 1-371.

- 1949. Peräpohjolan koivikoiden laadusta. Acta Forestalia Fennica 57(4): 1-34.

Tuompo, E. 1988a. Pöllinkeskittimien ominaisuuksien ja puuraaka-aineen muodon vaikutuksesta sorvatun viilun saantoon. Teknillinen korkeakoulu, puunjalostusosasto, puun mekaanisen teknologian laboratorio. Lisensiaattityö.

- 1988b. Viilun sorvauksen simuloinnista. Teknillinen korkeakoulu, puun mekaanisen teknologian laboratorio. Julkaisu 50. 51 s.

Tuovinen, O. 1953. Tutkimus eri laatuisten ja vahvuisten vanerikoivujen arvosuhteista v. 1953. Koivukeskus. Moniste. 47 s. + liitteet.

Uusvaara, O. 1985. The quality and value of sawn goods from plantation-grown Scots pine. Seloste: Viljemymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 130: 1-53.

Vaarama, A. & Valanne, T. 1973. On the taxonomy, biology and origins of *Betula tortuosa* Ledeb. Report of Kevo Subarctic Research Station 10: 70-84.

Vadla, K., Berg, N. & Foslie, M. 1982. Björk som materiale og råstoff (En litteraturstudie). Norsk Institutt for Skogforskning. Rapport 6. 60 s.

Valkonen, S. 1992. Pellolle v. 1971 viljeltyjen raudus- ja hieskoivusekametsiköiden kehitys ja tuotos. Metsäntuotantotieteen syventävien opintojen tutkielma. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. 41 s.

Vanerikoivuja motolla vai eikö sittenkään?. 1992. Tehdaspuu 3:11.

Velling, P. 1979. Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa. Folia Forestalia 416. 24 s.

Verkasalo, E. 1987a. Hies- ja rauduskoivutukit vaneriteollisuuden raaka-aineena. Puumies 5: 36-39.

- 1987b. Hies- ja rauduskoivutukkien koesorvausten ennakkotulokset. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto. Moniste. 12 s.

- 1987c. Keski- ja pohjoispohjalainen hieskoivu vaneriteollisuuden raaka-aineena. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivä Kokkolassa 13.3.1987, metsäteknologian teemapäivä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 250: 69-79.

- 1988a. Glasbjörk som fanervirke. Skogsbruket 5-6: 4-7.

- 1988b. Hieskoivu vaneripuuna. Julkaisussa: Metsäteknologian teemapäivä Suonenjoella 16.2.1988. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 96-109.

- 1988c. Hieskoivu vaneriteollisuuden raaka-aineena. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto. Tutkimussuunnitelma 5.12. 14 s. + 20 liites.

- 1989. Hieskoivustakin vaneritukkia? Metsä ja Puu 5: 10-11.

- 1990a. Koivu ja haapa mekaanisen metsäteollisuuden raaka-aineena Yhdysvalloissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 367. 93 s.

- 1990b. Tuloksia hies- ja rauduskoivutukkien koesorvauksesta Metsä-Serla Oy:n Hämeen tehtailla. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto. Moniste. 40 s.

- 1993. Koivupuutavaran vikaantuminen pitkittyneessä metsävarastoinnissa ja sen vaikutus viilun saantoon, laatuun ja arvoon. Folia Forestalia 806. 31 s.

- 1994. Koivu raaka-aineena. Julkaisussa: Hannelius, S. (toim). Uusia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen. Metsäntutkimuspäivä Järvenpäässä 16.11.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491: 24-36.

- & Paukkonen, K. 1997. Koivu sahapuuna. SMS:n Metsätieteen päivät "Puun laatu", Joensuu, 10.-11.12.1996. Puumies 1: 17-18.

Vesterinen, E. 1956. Kelpaavatko koivu ja haapa rakennuspuuksi? Suomen Puutalous 2:63.

Viherä-Aarnio, A. 1989a. Kiitollinen koivu metsänjalostuksen edelläkävijä. Metsä ja Puu 5: 15.

- 1989b. Raudus- ja hieskoivun jalostuksen nykytilanne Etelä-Suomessa. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivä Tuusulassa 1989. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 328: 38-53.

Vilkonsaha Oy. 1988. Sahakoivun ja erikoiskoivutukin laatuvaatimukset. Hirvensalmi. Moniste. 2 s.

Vilkonsaha kutsui asiakkaansa tutustumiskäynnille. 1988. Puumies 7-8: 14-15.

Viro, P.J. 1974. Fertilization of birch. Selostus: Koivun lannoitus. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 81(4): 1-38.

Virolainen, R. 1990. Hies- ja rauduskoivuviilun saanto vanerin sorvauksessa. Kotkan metsä- ja puutalousopisto. Insinöörityö. 36 s.

Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY. 246 s.

Wagenfuhr, R. & Schreiber, C. 1989. Holzatlas. 3. Auflage. VEB Fachbuchverlag Leipzig. 720 s.

Wahlström, C.-G. 1976. Björkstubbskotten bättre än sitt rykte? Skogen 3: 84-86.

Walfridsson, E. 1976. Lövets konkurrens i barrkulturen. Skogen 15: 631-633.

White birch in Minnesota. 1984. Minnesota DNR - Division of Forestry. Grand Rapids, Minnesota. 19 s.

Yli-Vakkuri, P. 1958. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden kulotuksesta. Acta Forestalia Fennica 67(4): 1-33.

- 1961. Koivuvarat ja niiden kehitys metsänhoidon näkökulmasta. Metsä ja Puu 11: 444-446, 455.

Yhteensä 272 kpl

Suulliset tiedonannot:

Kuitunen, T. Vilkonsaha Oy, Hirvensalmi, toimitusjohtaja. 12.10.1988.

Mikkola. O. Schauman Wood Oy, Lahden tehtaat, kehittämisjohtaja. 19.03.1997.

Valkonen, O. Schauman Wood Oy, Heinolan ja Lahden tehtaat, tehtaanjohtaja. 28.09.1994.

Liite 1. Kaksisuuntaiset askeltavat regressioanalyysit (p_{min}=0,15):

A-aineisto = Kaikki koealojen pystykoepuut, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta pystykoepuuta kultakin koealalta, C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta pystykoepuuta kultakin koealalta. Valemuuttujat on alleviivattu.

1.1. Hieskoivun rinnankorkeusläpimittaan ja tilavuuteen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot.

Selitys-järjestys	A-aineisto			B-aineisto			C-aineisto		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
				Rinnankorkeusläpimitta					
1	Ikä	0,3904	0,0001	Ikä	0,3646	0,0001	Ikä	0,3870	0,0001
2	Latvuskerros 3	0,0547	0,0001	Latvuskerros 3	0,0553	0,0001	Latvuskerros 3	0,0515	0,0001
3	Latvuskerros 2	0,0491	0,0001	Latvuskerros 2	0,0392	0,0001	Latvuskerros 2	0,0382	0,0001
4	Ainespuiden runkoluku	0,0287	0,0001	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0346	0,0001	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0306	0,0001
5	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0197	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0133	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0141	0,0001
6	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0127	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0099	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0135	0,0001
7	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0112	0,0001	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0084	0,0001	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0096	0,0001
8	Rauduskoivu-valtaisuus	0,0012	0,0123	Turpeen paksuus	0,0036	0,0007	Turpeen paksuus	0,0023	0,0058
9	Tuore kangas	0,0010	0,0254	Rauduskoivu-valtaisuus	0,0022	0,0073	Rauduskoivu-valtaisuus	0,0021	0,0079
10	Uudistuskypsä metsikkö	0,0006	0,0785	Uudistuskypsä metsikkö	0,0014	0,0347			
11	Syntytapa	0,0005	0,1054						
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,5700			0,5325			0,5489	
Jäännöshajonta (RMSE), cm		2,70			2,82			2,86	
				Tilavuus					
1	Ikä	0,3978	0,0001	Ikä	0,3799	0,0001	Ikä	0,3957	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0328	0,0001	Latvuskerros 3	0,0366	0,0001	Latvuskerros 3	0,0331	0,0001
3	Latvuskerros 3	0,0295	0,0001	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0322	0,0001	Latvuskerros 2	0,0300	0,0001
4	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0264	0,0001	Latvuskerros 2	0,0303	0,0001	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0293	0,0001
5	Ainespuiden runkoluku	0,0239	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0133	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0144	0,0001
6	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0140	0,0001	Tuore kangas	0,0113	0,0001	Tuore kangas	0,0121	0,0001
7	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0109	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0103	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0100	0,0001
8	Tuore kangas	0,0039	0,0001	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0067	0,0001	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0076	0,0001
9	Rauduskoivu-valtaisuus	0,0010	0,0273	Rauduskoivu-valtaisuus	0,0011	0,0575	Rauduskoivu-valtaisuus	0,0010	0,0526
10	Syntytapa	0,0006	0,0931	Syntytapa	0,0009	0,0943	Syntytapa	0,0007	0,0685
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,5401			0,5197			0,5338	
Jäännöshajonta (RMSE), dm^3		73,1			80,1			81,2	

1.2. Hies- ja rauduskoivun rinnankorkeusläpimittaan ja tilavuuteen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot.

Selitys-järjestys	A-aineisto			B-aineisto			C-aineisto		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
				Rinnankorkeusläpimitta					
1	Ikä	0,4127	0,0001	Ikä	0,3829	0,0001	Ikä	0,4021	0,0001
2	Rauduskoivu	0,0539	0,0001	Rauduskoivu	0,0488	0,0001	Rauduskoivu	0,0516	0,0001
3	Latvuskerros 3	0,0464	0,0001	Latvuskerros 2	0,0466	0,0001	Latvuskerros 3	0,0450	0,0001
4	Latvuskerros 2	0,0441	0,0001	Latvuskerros 3	0,0341	0,0001	Latvuskerros 2	0,0352	0,0001
5	Ainespuiden runkoluku	0,0178	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0136	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0124	0,0001
6	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0117	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0062	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0096	0,0001
7	Turpeen paksuus	0,0048	0,0001	Kivennäismaa	0,0044	0,0001	Kivennäismaa	0,0054	0,0001
8	Kivennäismaa	0,0033	0,0001	Turpeen paksuus	0,0091	0,0001	Turpeen paksuus	0,0085	0,0001
9	Uudistuskypsä metsikkö	0,0004	0,1356	Uudistuskypsä metsikkö	0,0029	0,0007	Uudistuskypsä metsikkö	0,0017	0,0086
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,5951			0,5487			0,5716	
Jäännöshajonta (RMSE), cm		2,93			3,08			3,10	
				Tilavuus					
1	Ikä	0,3940	0,0001	Ikä	0,3715	0,0001	Ikä	0,3863	0,0001
2	Rauduskoivu	0,0835	0,0001	Rauduskoivu	0,0829	0,0001	Rauduskoivu	0,0838	0,0001
3	Latvuskerros 2	0,0253	0,0001	Latvuskerros 3	0,0218	0,0001	Latvuskerros 2	0,0228	0,0001
4	Latvuskerros 3	0,0214	0,0001	Latvuskerros 2	0,0212	0,0001	Latvuskerros 3	0,0215	0,0001
5	Ainespuiden runkoluku	0,0134	0,0001	Kivennäismaa	0,0172	0,0001	Kivennäismaa	0,0174	0,0001
6	Kivennäismaa	0,0108	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0100	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0096	0,0001
7	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0098	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0105	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0103	0,0001
8	Turpeen paksuus	0,0039	0,0001	Turpeen paksuus	0,0053	0,0001	Turpeen paksuus	0,0047	0,0001
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,5621			0,5403			0,5564	
Jäännöshajonta (RMSE), dm^3		89,7			99,9			99,6	

1.3. Hieskoivun oksikkuusrajoihin vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot.

Selitys-järjestys	A-aineisto			B-aineisto			C-aineisto		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
				Oksakyhmyraja					
1	Ikä	0,0952	0,0001	Ikä	0,1118	0,0001	Ikä	0,1165	0,0001
2	Ainespuiden runkoluku	0,0165	0,0001	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0153	0,0001	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0158	0,0001
3	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0083	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0107	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0110	0,0001
4	Pohjapinta-ala	0,0072	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0093	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0077	0,0002
5	Mutkaisuus	0,0065	0,0001	Mutkaisuus	0,0049	0,0031	Lenkous	0,0050	0,0026

1.3 (jatkoa).

Selitys-järjestys	A-aineisto			B-aineisto			C-aineisto		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
				Oksakyhmyraja					
6	Lenkous	0,0024	0,0144	Rauduskoivu-valtaisuus	0,0037	0,0087	Mutkaisuus	0,0032	0,0158
7	Haaraisuus	0,0020	0,0266	Lenkous	0,0031	0,0184	Rauduskoivu-valtaisuus	0,0032	0,0163
8	Rauduskoivu-valtaisuus	0,0016	0,0429	Haaraisuus	0,0013	0,1260	Kuivahko kangas	0,0014	0,1162
9	Uudistuskypsä metsikkö	0,0016	0,0461				Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0014	0,1333
10	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0015	0,0563						
11	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0009	0,1263						
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1445			0,1600			0,1652	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,48			1,53			1,51	
				Kuivaoksaraja					
1	Ikä	0,1375	0,0001	Ikä	0,1817	0,0001	Ikä	0,1639	0,0001
2	Turpeen paksuus	0,0200	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0232	0,0001	Lenkous	0,0238	0,0001
3	Uudistuskypsä metsikkö	0,0184	0,0001	Turpeen paksuus	0,0171	0,0001	Turpeen paksuus	0,0141	0,0001
4	Lenkous	0,0121	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0145	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0120	0,0001
5	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0105	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0126	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0097	0,0001
6	Ainespuiden runkoluku	0,0104	0,0001	Lenkous	0,0093	0,0001	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0068	0,0002
7	Pohjapinta-ala	0,0090	0,0001	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0080	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0065	0,0004
8	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0045	0,0004	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0043	0,0032	Mutkaisuus	0,0037	0,0060
9	Kuivahko kangas	0,0028	0,0051	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0026	0,0185	Latvuskerros 3	0,0029	0,0149
10	Latvuskerros 3	0,0023	0,0108	Latvuskerros 3	0,0026	0,0190	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0022	0,0326
11	Haaraisuus	0,0010	0,0949	Latvuskerros 2	0,0024	0,0236	Rauduskoivu-valtaisuus	0,0017	0,0648
12	Tuore kangas	0,0010	0,0957	Lenkous	0,0019	0,0473			
13	Mutkaisuus	0,0008	0,1312	Rauduskoivu-valtaisuus	0,0013	0,0976			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2322			0,2816			0,2620	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,79			1,81			1,83	
				Terveoksaraja					
1	Pohjapinta-ala	0,0989	0,0001	Ikä	0,1304	0,0001	Ikä	0,1183	0,0001
2	Ikä	0,0920	0,0001	Pohjapinta-ala	0,1060	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0993	0,0001
3	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0154	0,0001	Latvuskerros 3	0,0192	0,0001	Latvuskerros 3	0,0198	0,0001

1.3 (jatkoa)

Selitys-järjestys	A-aineisto			B-aineisto			C-aineisto		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
				Terveoksaraja					
4	Latvuskerros 3	0,0135	0,0001	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0190	0,0001	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0177	0,0001
5	Lenkous	0,0113	0,0001	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0103	0,0001	Lenkous	0,0119	0,0001
6	Uudistuskypsä metsikkö	0,0083	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0103	0,0001	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0113	0,0001
7	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0071	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0086	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0072	0,0001
8	Latvuskerros 2	0,0050	0,0001	Lenkous	0,0079	0,0001	Latvuskerros 2	0,0072	0,0001
9	Tuore kangas	0,0049	0,0001	Latvuskerros 2	0,0068	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0062	0,0003
10	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0047	0,0002	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0048	0,0010	Turpeen paksuus	0,0032	0,0079
11	Haaraisuus	0,0039	0,0007	Turpeen paksuus	0,0042	0,0021	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0024	0,0222
12	Ainespuiden runkoluku	0,0037	0,0009	Haaraisuus	0,0019	0,0391	Haaraisuus	0,0019	0,0433
13	Turpeen paksuus	0,0017	0,0253						
14	Latvuskerros 4	0,0010	0,0838						
15	Kuivahko kangas	0,0009	0,1122						
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2724			0,3294			0,3062	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,88			1,86			1,86	
				Latvusraja					
1	Ikä	0,1104	0,0001	Ikä	0,1592	0,0001	Ikä	0,1393	0,0001
2	Pohjapinta-ala	0,1026	0,0001	Pohjapinta-ala	0,1058	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0993	0,0001
3	Uudistuskypsä metsikkö	0,0200	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0200	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0226	0,0001
4	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0156	0,0001	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0185	0,0001	Latvuskerros 3	0,0200	0,0001
5	Latvuskerros 3	0,0155	0,0001	Latvuskerros 3	0,0174	0,0001	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0178	0,0001
6	Lenkous	0,0135	0,0001	Lenkous	0,0099	0,0001	Lenkous	0,0129	0,0001
7	Tuore kangas	0,0119	0,0001	Latvuskerros 2	0,0088	0,0001	Latvuskerros 2	0,0102	0,0001
8	Latvuskerros 2	0,0081	0,0001	Turpeen paksuus	0,0088	0,0001	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0079	0,0001
9	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0078	0,0001	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0076	0,0001	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0061	0,0002
10	Turpeen paksuus	0,0061	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0074	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0057	0,0005
11	Kuivahko kangas	0,0057	0,0001	Tuore kangas	0,0069	0,0001	Turpeen paksuus	0,0035	0,0049
12	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0043	0,0003	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0041	0,0016	Kuivahko kangas	0,0031	0,0061
13	Ainespuiden runkoluku	0,0034	0,0009	Kuivahko kangas	0,0034	0,0045	Tuore kangas	0,0023	0,0185
14	Latvuskerros 4	0,0010	0,0671						
15	Haaraisuus	0,0010	0,0784						

1.3 (jatkoa)

Selitys-järjestys	A-aineisto			B-aineisto			C-aineisto		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
				Latvusraja					
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3270			0,3779			0,3509	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,79			1,78			1,80	

1.4. Hies- ja rauduskoivun oksikkuusrajoihin vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot.

Selitys-järjestys	A-aineisto			B-aineisto			C-aineisto		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
				Oksakyhmyraja					
1	Ikä	0,1352	0,0001	Ikä	0,1535	0,0001	Ikä	0,1555	0,0001
2	Rauduskoivu	0,0297	0,0001	Rauduskoivu	0,0369	0,0001	Rauduskoivu	0,0373	0,0001
3	Ainespuiden runkoluku	0,0128	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0268	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0245	0,0001
4	Pohjapinta-ala	0,0176	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0094	0,0001	Lenkous	0,0077	0,0001
5	Mutkaisuus	0,0058	0,0001	Lenkous	0,0056	0,0003	Pohjapinta-ala	0,0077	0,0001
6	Lenkous	0,0032	0,0016	Mutkaisuus	0,0023	0,0204	Runkolaji 3	0,0020	0,0330
7	Runkolaji 3	0,0026	0,0043	Runkolaji 3	0,0023	0,0227	Mutkaisuus	0,0020	0,0340
8	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0025	0,0054	Turpeen paksuus	0,0020	0,0305	Turpeen paksuus	0,0018	0,0447
9	Runkolaji 4	0,0015	0,0306	Runkolaji 6	0,0019	0,0367	Runkolaji 6	0,0016	0,0579
10	Runkolaji 6	0,0012	0,0486	Kivennäismaa	0,0011	0,1096	Kivennäismaa	0,0014	0,0740
11	Uudistuskypsä metsikkö	0,0010	0,0349				Haaraisuus	0,0010	0,1327
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2130			0,2417			0,2419	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,65			1,73			1,74	
				Kuivaoksaraja					
1	Ikä	0,1813	0,0001	Ikä	0,2263	0,0001	Ikä	0,2071	0,0001
2	Turpeen paksuus	0,0277	0,0001	Turpeen paksuus	0,0375	0,0001	Turpeen paksuus	0,0348	0,0001
3	Ainespuiden runkolukui	0,0201	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0253	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0251	0,0001
4	Uudistuskypsä metsikkö	0,0165	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0151	0,0001	Runkolaji 5	0,0148	0,0001
5	Lenkous	0,0116	0,0001	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0113	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0118	0,0001
6	Pohjapinta-ala	0,0078	0,0001	Lenkous	0,0070	0,0001	Lenkous	0,0106	0,0001
7	Runkolaji 5	0,0077	0,0001	Runkolaji 5	0,0045	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0071	0,0001
8	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0071	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0038	0,0017	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0045	0,0008
9	Runkolaji 3	0,0027	0,0021	Runkolaji 3	0,0024	0,0048	Latvuskerros 3	0,0030	0,0059
10	Lenkous	0,0025	0,0033	Lenkous	0,0024	0,0057	Runkolaji 3	0,0025	0,0113
11	Latvuskerros 3	0,0015	0,0218	Latvuskerros 3	0,0019	0,0311	Runkolaji 6	0,0024	0,0124
12	Rauduskoivu	0,0007	0,1205	Rauduskoivu	0,0009	0,1351	Lenkous	0,0017	0,0368
13	Vesasyntyisyys	0,0006	0,1475				Rauduskoivu	0,,0008	0,1391
14	Haaraisuus	0,0006	0,1431						
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2885			0,3384			0,3262	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,86			1,89			1,91	

1.4 (jatkoa).

Selitys-järjestys	A-aineisto			B-aineisto			C-aineisto		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
				Terveoksaraja					
1	Ikä	0,1196	0,0001	Ikä	0,1635	0,0001	Ikä	0,1523	0,0001
2	Pohjapinta-ala	0,1127	0,0001	Pohjapinta-ala	0,1134	0,0001	Pohjapinta-ala	0,1098	0,0001
3	Rauduskoivu	0,0148	0,0001	Rauduskoivu	0,0245	0,0001	Rauduskoivu	0,0247	0,0001
4	Ainespuiden runkoluku	0,0184	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0138	0,0001	Latvuskerros 3	0,0113	0,0001
5	Latvuskerros 3	0,0107	0,0001	Kivennäismaa	0,0110	0,0001	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0148	0,0001
6	Lenkous	0,0100	0,0001	Latvuskerros 3	0,0107	0,0001	Lenkous	0,0097	0,0001
7	Uudistuskypsä metsikkö	0,0099	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0084	0,0001	Kivennäismaa	0,0092	0,0001
8	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0063	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0084	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0091	0,0001
9	Runkolaji 3	0,0044	0,0001	Latvuskerros 2	0,0073	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0082	0,0001
10	Kivennäismaa	0,0042	0,0001	Lenkous	0,0041	0,0008	Latvuskerros 2	0,0078	0,0001
11	Latvuskerros 2	0,0034	0,0005	Runkolaji 3	0,0022	0,0132	Ainespuiden runkoluku	0,0068	0,0001
12	Ainespuiden runkoluku	0,0024	0,0033	Mutkaisuus	0,0013	0,0534	Runkolaji 3	0,0027	0,0075
13	Haaraisuus	0,0020	0,0070				Runkolaji 5	0,0014	0,0532
14							Runkolaji 2	0,0012	0,0761
15							Mutkaisuus	0,0009	0,1197
16							Runkolaji 6	0,0009	0,1208
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3015			0,3686			0,3566	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,97			1,96			1,95	
				Latvusraja					
1	Ikä	0,1483	0,0001	Ikä	0,2022	0,0001	Ikä	0,1859	0,0001
2	Pohjapinta-ala	0,1092	0,0001	Pohjapinta-ala	0,1066	0,0001	Pohjapinta-ala	0,1030	0,0001
3	Uudistuskypsä metsikkö	0,0195	0,0001	Rauduskoivu	0,0290	0,0001	Rauduskoivu	0,0275	0,0001
4	Rauduskoivu	0,0174	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0197	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0208	0,0001
5	Latvuskerros 3	0,0120	0,001	Turpeen paksuus	0,0112	0,0001	Latvuskerros 3	0,0127	0,0001
6	Lenkous	0,0119	0,0001	Latvuskerros 3	0,0104	0,0001	Lenkous	0,0117	0,0001
7	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0072	0,0001	Latvuskerros 2	0,0094	0,0001	Latvuskerros 2	0,0076	0,0001
8	Latvuskerros 2	0,0062	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0086	0,0001	Turpeen paksuus	0,0076	0,0001
9	Runkolaji 3	0,0040	0,0001	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0062	0,0001	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0065	0,0001
10	Turpeen paksuus	0,0028	0,0012	Lenkous	0,0051	0,0001	Runkolaji 3	0,0033	0,0020
11	Ainespuiden runkoluku	0,0020	0,0054	Runkolaji 3	0,0029	0,0036	Runkolaji 2	0,0016	0,0304
12	Latvuskerros 4	0,0014	0,0211				Runkolaji 5	0,0014	0,0415
13	Vesasyntyisyys	0,0007	0,0985				Lenkous	0,0014	0,0468
14	Runkolaji 2	0,0007	0,1034				Runkolaji 6	0,0013	0,0558
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3451			0,4112			0,3996	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,89			1,88			1,88	

1.5. Hieskoivun käyttöosan pituusyksikön oksien lukumääriin vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot oksalajeittain. Kaatokoepuuaineisto.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Oksakyhmyt			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,1107	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,1107	0,0001
2	Ikä	0,0225	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,0450	0,0001
3	Ainespuiden runkoluku	0,0143	0,0010	Ainespuiden runkoluku	0,0205	0,0001
4	Pohjapinta-ala	0,0104	0,0053	Latvuskerros 3	0,0140	0,0008
5	Runkolaji 2	0,0082	0,0121	Pohjapinta-ala	0,0101	0,0054
6	Mutkaisuus	0,0061	0,0303	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0085	0,0088
7	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0054	0,0400	Tuore kangas	0,0039	0,0759
8	Latvuskerros 3	0,0052	0,0455	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0036	0,0862
9	Tuore kangas	0,0039	0,0811	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0035	0,0891
10	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0037	0,0881	Mutkaisuus	0,0034	0,0956
11	Lenkous	0,0029	0,1310	Latvuskerros 2	0,0026	0,1419
12	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0028	0,1402			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1961			0,2258	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl/m		0,55			0,54	
			Kuivat oksat			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,1010	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,1010	0,0001
2	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0593	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0593	0,0001
3	Kuivahko kangas	0,0157	0,0005	Kuivahko kangas	0,0157	0,0005
4	Latvuskerros 2	0,0073	0,0167	Latvuskerros 2	0,0073	0,0167
5	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0071	0,0174	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0071	0,0174
6	Latvuskerros 3	0,0067	0,0210	Latvuskerros 3	0,0067	0,0210
7	Lenkous	0,0036	0,0912	Ikä	0,0063	0,0250
8	Pohjapinta-ala	0,0034	0,0990	Rinnankorkeusläpimitta	0,0047	0,0533
9				Rauduskoivuvaltaisuus	0,0039	0,0748
10				Pohjapinta-ala	0,0034	0,0951
11				Runkolaji 6	0,0026	0,1179
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2041			0,2185	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl/m		0,64			0,63	
			Lahot oksat			
1	Turpeen paksuus	0,0500	0,0001	Turpeen paksuus	0,0500	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0316	0,0001	Latvuskerros 2	0,0316	0,0001
3	Latvuskerros 3	0,0282	0,0001	Latvuskerros 3	0,0282	0,0001
4	Ainespuiden runkoluku	0,0269	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0269	0,0001
5	Lenkous	0,0127	0,0021	Lenkous	0,0127	0,0021
6	Uudistuskypsä metsikkö	0,0074	0,0179	Uudistuskypsä metsikkö	0,0074	0,0179
7	Tuore kangas	0,0044	0,0659	Rinnankorkeusläpimitta	0,0063	0,0288
8	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0040	0,0806	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0050	0,0514
9	Runkolaji 6	0,0032	0,1185	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0040	0,0791
10				Uudistuskypsä metsikkö	0,0036	0,0980
11				Ikä	0,0034	0,1046
12				Runkolaji 6	0,0031	0,1226
13				Rauduskoivuvaltaisuus	0,0031	0,1239
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1684			0,1779	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl/m		0,53			0,52	

1.5 (jatkoa).

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Kuolleet oksat (oksakyhmyt, kuivat oksat, lahot oksat)			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,1959	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,1959	0,0001
2	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0308	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0308	0,0001
3	Pohjapinta-ala	0,0274	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0274	0,0001
4	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0199	0,0001	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0199	0,0001
5	Ikä	0,0073	0,0102	Ikä	0,0073	0,0102
6	Mutkaisuus	0,0069	0,0135	Mutkaisuus	0,0069	0,0135
7	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0062	0,0189	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0062	0,0189
8	Latvuskerros 3	0,0055	0,0261	Latvuskerros 3	0,0055	0,0261
9	Turpeen paksuus	0,0030	0,0978	Turpeen paksuus	0,0030	0,0978
10	Lenkous	0,0027	0,1151	Lenkous	0,0027	0,1151
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3054			0,3054	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl/m		0,77			0,77	
			Terveet oksat			
1	Pohjapinta-ala	0,0773	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,1256	0,0001
2	Latvuskerros 3	0,0418	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0631	0,0001
3	Latvuskerros 2	0,0336	0,0001	Ikä	0,0553	0,0001
4	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0100	0,0058	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0159	0,0002
5	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0067	0,0229	Latvuskerros 3	0,0059	0,0239
6	Runkolaji 2	0,0032	0,1141	Haaraisuus	0,0031	0,0982
7	Ainespuiden runkoluku	0,0032	0,1166			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1684			0,2689	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl/m		0,83			0,77	
			Kaikki oksat			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,1499	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,1499	0,0001
2	Latvuskerros 3	0,0388	0,0001	Ikä	0,0478	0,0001
3	Ikä	0,0196	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,0393	0,0001
4	Latvuskerros 2	0,0136	0,0001	Latvuskerros 3	0,0224	0,0001
5	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0155	0,0003	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0146	0,0004
6	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0070	0,0151	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0098	0,0032
7	Ainespuiden runkoluku	0,0060	0,0234	Mutkaisuus	0,0077	0,0085
8	Mutkaisuus	0,0047	0,0449	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0056	0,0241
9	Kuivahko kangas	0,0044	0,0529	Turpeen paksuus	0,0041	0,0531
10	Turpeen paksuus	0,0028	0,1210	Kuivahko kangas	0,0034	0,0785
11				Runkolaji 3	0,0025	0,1300
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2623			0,3088	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl/m		1,10			1,06	

1.6. Hieskoivun viiden metrin tyviosan oksien kokonaislukumääriin vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot oksalajeittain. Kaatokoepuuaineisto.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Oksakyhmyt			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,1179	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,1179	0,0001
2	Ikä	0,0242	0,0001	Ikä	0,0242	0,0001
3	Pohjapinta-ala	0,0099	0,0063	Pohjapinta-ala	0,0099	0,0063
4	Latvuskerros 3	0,0092	0,0083	Rinnankorkeusläpimitta	0,0093	0,0072
5	Ainespuiden runkoluku	0,0088	0,0095	Latvuskerros 3	0,0092	0,0083
6	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0035	0,0974	Ainespuiden runkoluku	0,0088	0,0095
7	Mutkaisuus	0,0035	0,0993	Latvuskerros 2	0,0063	0,0257
8	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0031	0,1202	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0055	0,0376
9				Mutkaisuus	0,0032	0,1118
10				Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0031	0,1208
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1801			0,1974	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		2,82			2,80	
			Kuivat oksat			
1	Ikä	0,0994	0,0001	Ikä	0,0994	0,0001
2	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0826	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0826	0,0001
3	Uudistuskypsä metsikkö	0,0281	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0281	0,0001
4	Latvuskerros 2	0,0161	0,0002	Latvuskerros 2	0,0161	0,0002
5	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0156	0,0003	Latvuskerros 3	0,0111	0,0022
6	Latvuskerros 3	0,0111	0,0022	Pohjapinta-ala	0,0105	0,0032
7	Pohjapinta-ala	0,0105	0,0032	Kuivahko kangas	0,0088	0,0052
8	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0071	0,0130	Rinnankorkeusläpimitta	0,0085	0,0064
9	Kuivahko kangas	0,0049	0,0391	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0071	0,0130
10	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0047	0,0418	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0054	0,0285
11	Runkolaji 6	0,0034	0,0828	Runkolaji 5	0,0024	0,1424
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2836			0,2940	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		2,77			2,75	
			Lahot oksat			
1	Turpeen paksuus	0,0665	0,0001	Turpeen paksuus	0,0665	0,0001
2	Lenkous	0,0274	0,0001	Lenkous	0,0274	0,0001
3	Ainespuiden runkoluku	0,0156	0,0003	Ainespuiden runkoluku	0,0156	0,0003
4	Latvuskerros 3	0,0085	0,0088	Latvuskerros 3	0,0085	0,0088
5	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0068	0,0186	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0068	0,0186
6	Latvuskerros 2	0,0067	0,0233	Latvuskerros 2	0,0067	0,0233
7	Mutkaisuus	0,0046	0,0659	Mutkaisuus	0,0046	0,0659
8	Ikä	0,0043	0,0706	Ikä	0,0043	0,0706
9	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0038	0,1003	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0038	0,1003
10	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0033	0,1255	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0033	0,1255
11	Kuivahko kangas	0,0031	0,1443	Kuivahko kangas	0,0031	0,1443
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1567			0,1567	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		2,60			2,60	
			Kuolleet oksat (oksakyhmyt, kuivat oksat, lahot oksat)			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,2144	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,2144	0.0001
2	Ikä	0,0532	0,0001	Ikä	0,0532	0.0001

1.6 (jatkoa).

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Kuolleet oksat (oksakyhmyt, kuivat oksat, lahot oksat)			
3	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0367	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0367	0,0001
4	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0199	0,0001	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0199	0,0001
5	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0122	0,0007	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0122	0,0007
6	Lenkous	0,0120	0,0009	Lenkous	0,0120	0,0009
7	Mutkaisuus	0,0088	0,0039	Mutkaisuus	0,0088	0,0039
8	Turpeen paksuus	0,0065	0,0129	Turpeen paksuus	0,0065	0,0129
9	Latvuskerros 3	0,0033	0,0763	Latvuskerros 3	0,0033	0,0763
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3470			0,3470	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		4,26			4,26	
			Terveet oksat			
1	Pohjapinta-ala	0,0767	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0767	0,0001
2	Ikä	0,0553	0,0001	Ikä	0,0553	0,0001
3	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0122	0,0025	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0122	0,0025
4	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0100	0,0058	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0100	0,0058
5	Vesasyntyisyys	0,0087	0,0104	Vesasyntyisyys	0,0087	0,0104
6	Turpeen paksuus	0,0072	0,0193	Turpeen paksuus	0,0072	0,0193
7	Lenkous	0,0053	0,0441	Lenkous	0,0053	0,0441
8	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0045	0,0623	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0045	0,0623
9	Latvuskerros 3	0,0038	0,0899	Latvuskerros 3	0,0038	0,0899
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1737			0,1737	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		2,89			2,89	
			Kaikki oksat			
1	Ikä	0,2256	0,0001	Ikä	0,2256	0,0001
2	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0565	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0565	0,0001
3	Uudistuskypsä metsikkö	0,0423	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0423	0,0001
4	Lenkous	0,0133	0,0004	Lenkous	0,0133	0,0004
5	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0.0119	0,0006	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0119	0,0006
6	Pohjapinta-ala	0,0118	0,0006	Pohjapinta-ala	0,0118	0,0006
7	Mutkaisuus	0,0036	0,0564	Mutkaisuus	0,0036	0,0564
8	Latvuskerros 2	0,0034	0,0652	Latvuskerros 2	0,0034	0,0652
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3684			0,3684	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		5,10			5,10	

1.7. Hies- ja rauduskoivun käyttöosan pituusyksikön oksien lukumääriin vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot oksalajeittain. Kaatokoepuuaineisto

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Oksakyhmyt			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,0762	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0762	0,0001
2	Pohjapinta-ala	0,0213	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,0322	0,0001
3	Runkolaji 2	0,0173	0,0010	Rauduskoivu	0,0215	0,0001
4	Ikä	0,0124	0,0010	Ainespuiden runkoluku	0,0182	0,0001
5	Ainespuiden runkoluku	0,0121	0,0012	Pohjapinta-ala	0,0175	0,0001

1.7 (jatkoa).

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Oksakyhmyt			
6	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0062	0,0191	Latvuskerros 3	0,0081	0,0005
7	Rauduskoivu	0,0051	0,0316	Runkolaji 3	0,0043	0,0463
8	Mutkaisuus	0,0048	0,0384	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0028	0,1082
9	Lenkous	0,0034	0,0791	Mutkaisuus	0,0024	0,1393
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1589			0,1832	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl/m		0,58			0,57	
			Kuivat oksat			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,1198	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,1198	0,0001
2	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0605	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0605	0,0001
3	Rauduskoivu	0,0151	0,0002	Rauduskoivu	0,0151	0,0002
4	Ikä	0,0078	0,0065	Ikä	0,0078	0,0065
5	Latvuskerros 2	0,0057	0,0195	Latvuskerros 3	0,0062	0,0138
6	Lenkous	0,0031	0,0815	Latvuskerros 2	0,0057	0,0195
7				Rinnankorkeusläpimitta	0,0055	0,0214
8				Runkolaji 6	0,0038	0,0537
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2119			0,2243	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl/m		0,60			0,60	
			Lahot oksat			
1	Turpeen paksuus	0,0550	0,0001	Turpeen paksuus	0,0550	0,0001
2	Ainespuiden runkoluku	0,0270	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0270	0,0001
3	Lenkous	0,0132	0,0044	Lenkous	0,0132	0,0044
4	Latvuskerros 3	0,0097	0,0025	Latvuskerros 3	0,0097	0,0025
5	Uudistuskypsä metsikkö	0,0063	0,0054	Uudistuskypsä metsikkö	0,0063	0,0054
6	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0059	0,0129	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0059	0,0129
7	Latvuskerros 2	0,0047	0,0311	Latvuskerros 2	0,0047	0,0311
8	Rauduskoivu	0,0042	0,0549	Rauduskoivu	0,0042	0,0549
9	Runkolaji 6	0,0037	0,0694	Runkolaji 6	0,0037	0,0694
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1457			0,1457	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl/m		0,52			0,52	
			Kuolleet oksat (oksakyhmyt, kuivat oksat, lahot oksat)			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,1862	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,1862	0,0001
2	Pohjapinta-ala	0,0308	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0308	0,0001
3	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0280	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0280	0,0001
4	Ikä	0,0148	0,0001	Ikä	0,0148	0,0001
5	Latvuskerros 3	0,0094	0,0019	Latvuskerros 3	0,0094	0,0019
6	Mutkaisuus	0,0081	0,0038	Mutkaisuus	0,0081	0,0038
7	Rauduskoivu	0,0033	0,0636	Rauduskoivu	0,0033	0,0636
8	Turpeen paksuus	0,0030	0,0752	Turpeen paksuus	0,0030	0,0752
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2837			0,2837	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl/m		0,84			0,84	
			Terveet oksat			
1	Pohjapinta-ala	0,0861	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,1147	0,0001
2	Latvuskerros 3	0,0476	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0780	0,0001
3	Latvuskerros 2	0,0457	0,0001	Ikä	0,0724	0,0001
4	Rauduskoivu	0,0123	0,0007	Latvuskerros 3	0,0116	0,0005
5	Ikä	0,0073	0,0085	Latvuskerros 2	0,0064	0,0091
6	Runkolaji 2	0,0070	0,0095	Runkolaji 3	0,0032	0,0633
7	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0035	0,0684	Haaraisuus	0,0026	0,0956

1.7 (jatkoa).

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Terveet oksat			
8	Mutkaisuus	0,0023	0,1375			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2118			0,2889	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl/m		0,83			0,79	
			Kaikki oksat			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,1525	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,1525	0,0001
2	Rauduskoivu	0,0395	0,0001	Ikä	0,0634	0,0001
3	Latvuskerros 3	0,0249	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,0414	0,0001
4	Latvuskerros 2	0,0226	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0183	0,0001
5	Ikä	0,0194	0,0001	Latvuskerros 3	0,0154	0,0001
6	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0081	0,0039	Rauduskoivu	0,0066	0,0074
7	Kivennäismaa	0,0062	0,0109	Pohjapinta-ala	0,0052	0,0171
8	Pohjapinta-ala	0,0052	0,0197	Lenkous	0,0050	0,0190
9	Turpeen paksuus	0,0027	0,0956	Turpeen paksuus	0,0036	0,0467
10	Haaraisuus	0,0023	0,1219	Haaraisuus	0,0034	0,0545
11				Latvuskerros 2	0,0025	0,0971
12				Kivennäismaa	0,0020	0,1316
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2833			0,3193	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl/m		1,06			1,04	

1.8. Hies- ja rauduskoivun viiden metrin tyviosan oksien kokonaislukumääriin vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot oksalajeittain. Kaatokoepuuaineisto.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Oksakyhmyt			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,1090	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,1090	0,0001
2	Ikä	0,0227	0,0001	Ikä	0,0227	0,0001
3	Pohjapinta-ala	0,0075	0,0101	Pohjapinta-ala	0,0075	0,0101
4	Mutkaisuus	0,0043	0,0519	Ainespuiden runkoluku	0,0062	0,0181
5	Ainespuiden runkoluku	0,0036	0,0724	Rinnankorkeusläpimitta	0,0039	0,0618
6	Latvuskerros 3	0,0035	0,0769	Latvuskerros 3	0,0035	0,0769
7				Runkolaji 3	0,0026	0,1287
8				Latvuskerros 2	0,0025	0,1339
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1506			0,1613	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		3,00			2,98	
			Kuivat oksat			
1	Ikä	0,1441	0,0001	Ikä	0,1441	0,0001
2	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0798	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0798	0,0001
3	Uudistuskypsä metsikkö	0,0378	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0378	0,0001
4	Pohjapinta-ala	0,0152	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0152	0,0001
5	Latvuskerros 2	0,0078	0,0038	Rinnankorkeusläpimitta	0,0134	0,0001
6	Latvuskerros 3	0,0056	0,0141	Latvuskerros 2	0,0078	0,0038
7	Runkolaji 2	0,0049	0,0208	Latvuskerros 3	0,0056	0,0141
8	Turpeen paksuus	0,0021	0,1281	Rauduskoivu	0,0035	0,0488
9	Runkolaji 5	0,0021	0,1294	Runkolaji 6	0,0025	0,0965
10				Runkolaji 2	0,0023	0,1106

1.8 (jatkoa).

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Kuivat oksat			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3121			0,3191	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		2,83			2,83	
			Lahot oksat			
1	Turpeen paksuus	0,0643	0,0001	Turpeen paksuus	0,0643	0,0001
2	Lenkous	0,0232	0,0001	Lenkous	0,0232	0,0001
3	Ainespuiden runkoluku	0,0175	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0175	0,0001
4	Mutkaisuus	0,0072	0,0128	Mutkaisuus	0,0072	0,0128
5	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0053	0,0329	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0053	0,0329
6	Latvuskerros 3	0,0045	0,0472	Latvuskerros 3	0,0045	0,0472
7	Latvuskerros 2	0,0035	0,0827	Latvuskerros 2	0,0035	0,0827
8	Runkolaji 3	0,0028	0,1183	Runkolaji 3	0,0028	0,1183
9	Ikä	0,0027	0,1228	Ikä	0,0027	0,1228
10	Runkolaji 6	0,0025	0,1396	Runkolaji 6	0,0025	0,1396
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1337			0,1337	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		2,55			2,55	
			Kuolleet oksat (oksakyhmyt, kuivat oksat, lahot oksat)			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,2395	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,2395	0,0001
2	Pohjapinta-ala	0,0598	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0598	0,0001
3	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0305	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0305	0,0001
4	Mutkaisuus	0,0086	0,0019	Mutkaisuus	0,0086	0,0019
5	Lenkous	0,0045	0,0231	Lenkous	0,0045	0,0231
6	Runkolaji 5	0,0020	0,1260	Runkolaji 5	0,0020	0,1260
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3449			0,3449	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		4,43			4,43	
			Terveet oksat			
1	Pohjapinta-ala	0,0882	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0882	0,0001
2	Ikä	0,0733	0,0001	Ikä	0,0733	0,0001
3	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0133	0,0005	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0133	0,0005
4	Uudistuskypsä metsikkö	0,0118	0,0009	Uudistuskypsä metsikkö	0,0118	0,0009
5	Lenkous	0,0055	0,0223	Lenkous	0,0055	0,0223
6	Mutkaisuus	0,0052	0,0269	Mutkaisuus	0,0052	0,0269
7	Rauduskoivu	0,0029	0,0967	Rauduskoivu	0,0029	0,0967
8	Lenkous	0,0023	0,1378	Lenkous	0,0023	0,1378
9	Vesasyntyisyys	0,0022	0,1490	Latvuskerros 3	0,0038	0,0899
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2047			0,2047	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		3,05			3,05	
			Kaikki oksat			
1	Ikä	0,2723	0,0001	Ikä	0,2256	0,0001
2	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0559	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0565	0,0001
3	Uudistuskypsä metsikkö	0,0460	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0423	0,0001
4	Pohjapinta-ala	0,0151	0,0001	Lenkous	0,0133	0,0004
5	Lenkous	0,0107	0,0002	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0119	0,0006
6	Rauduskoivu	0,0031	0,0487	Pohjapinta-ala	0,0118	0,0006
7	Ainespuiden runkoluku	0,0034	0,0386	Mutkaisuus	0,0036	0,0564
8	Runkolaji 5	0,0023	0,0858	Latvuskerros 2	0,0034	0,0652
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3684			0,3684	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		5,43			5,43	

1.9. Hieskoivun käyttöosan paksuimpien oksien läpimittoihin vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot. Kaatokoepuuaineisto.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Kuivat oksat			
1	Ikä	0,0185	0,0005	Rinnankorkeusläpimitta	0,0657	0,0001
2	Uudistuskypsä metsikkö	0,0125	0,0041	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0132	0,0022
3	Runkolaji 3	0,0101	0,0095	Latvuskerros 2	0,0081	0,0175
4	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0082	0,0187	Uudistuskypsä metsikkö	0,0081	0,0176
5	Ainespuiden runkoluku	0,0065	0,0351			
6	Pohjapinta-ala	0,0055	0,0526			
7	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0051	0,0625			
8	Latvuskerros 3	0,0048	0,0728			
9	Vesasyntyisyys	0,0040	0,0949			
10	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0038	0,1068			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0790			0,0952	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		14,14			13,95	
			Lahot oksat			
1	Ikä	0,0630	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,1885	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0482	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0302	0,0001
3	Latvuskerros 3	0,0374	0,0001	Turpeen paksuus	0,0112	0,0023
4	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0349	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0079	0,0089
5	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0134	0,0010	Latvuskerros 2	0,0072	0,0134
6	Ainespuiden runkoluku	0,0102	0,0045	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0071	0,0140
7	Turpeen paksuus	0,0062	0,0262	Uudistuskypsä metsikkö	0,0046	0,0496
8	Runkolaji 2	0,0061	0,0277	Lenkous	0,0046	0,0503
9	Uudistuskypsä metsikkö	0,0046	0,0532	Latvuskerros 3	0,0034	0,0898
10	Runkolaji 3	0,0035	0,0902			
11	Lenkous	0,0034	0,0933			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2290			0,2696	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		13,13			12,63	
			Kuolleet oksat			
1	Latvuskerros 3	0,0669	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,2428	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0490	0,0001	Ikä	0,0164	0,0002
3	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0245	0,0001	Latvuskerros 3	0,0104	0,0026
4	Ikä	0,0166	0,0004	Haaraisuus	0,0056	0,0258
5	Haaraisuus	0,0101	0,0053	Lenkous	0,0047	0,0410
6	Runkolaji 2	0,0090	0,0082	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0039	0,0635
7	Runkolaji 3	0,0073	0,0171	Tuore kangas	0,0035	0,0777
8	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0062	0,0269	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0025	0,1367
9	Uudistuskypsä metsikkö	0,0047	0,0538			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1945			0,2898	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		11,67			10,97	
			Terveet oksat			
1	Ikä	0,0938	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,4653	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0738	0,0001	Haaraisuus	0,0526	0,0001
3	Haaraisuus	0,0671	0,0001	Ikä	0,0193	0,0001
4	Latvuskerros 3	0,0536	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0065	0,0025
5	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0184	0,0001	Kuivahko kangas	0,0038	0,0206

1.9 (jatkoa).

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Terveet oksat			
6	Runkolaji 3	0,0168	0,0001	Latvuskerros 3	0,0034	0,0276
7	Ainespuiden runkoluku	0,0130	0,0001	Latvuskerros 2	0,0034	0,0276
8	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0128	0,0003	Vesasyntyisyys	0,0031	0,0350
9	Mutkaisuus	0,0073	0,0065	Mutkaisuus	0,0024	0,0636
10	Runkolaji 6	0,0041	0,0401	Turpeen paksuus	0,0022	0,0724
11	Tuore kangas	0,0034	0,0614			
12	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0034	0,0614			
13	Runkolaji 5	0,0033	0,0645			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3905			0,5621	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		22,42			18,84	

1.10. Hieskoivun viiden metrin tyviosan paksuimpien oksien läpimittoihin vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot oksalajeittain. Kaatokoepuuaineisto.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Kuivat oksat			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,0458	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0458	0,0001
2	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0342	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0342	0,0001
3	Ainespuiden runkoluku	0,0092	0,0114	Ainespuiden runkoluku	0,0092	0,0114
4	Haaraisuus	0,0086	0,0142	Haaraisuus	0,0086	0,0142
5	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0066	0,0315	Ikä	0,0058	0,0416
6	Latvuskerros 2	0,0030	0,1442	Latvuskerros 3	0,0057	0,0449
7				Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0050	0,0604
8				Latvuskerros 2	0,0030	0,1442
9				Rinnankorkeusläpimitta	0,0030	0,1480
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1076			0,1257	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		12,30			12,20	
			Lahot oksat			
1	Turpeen paksuus	0,0491	0,0001	Turpeen paksuus	0,0491	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0147	0,0014	Ikä	0,0216	0,0001
3	Lenkous	0,0139	0,0022	Lenkous	0,0139	0,0022
4	Latvuskerros 3	0,0110	0,0061	Rinnankorkeusläpimitta	0,0119	0,0045
5	Ikä	0,0081	0,0172	Tuore kangas	0,0083	0,0157
6	Uudistuskypsä metsikkö	0,0076	0,0203	Ainespuiden runkoluku	0,0063	0,0351
7	Ainespuiden runkoluku	0,0052	0,0562	Latvuskerros 3	0,0051	0,0557
8	Mutkaisuus	0,0038	0,1012	Mutkaisuus	0,0044	0,0776
9	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0035	0,1187	Haaraisuus	0,0034	0,1205
10				Latvuskerros 2	0,0031	0,1393
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1170			0,1270	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		12,15			12,09	
			Kuolleet oksat			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,0254	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0254	0,0001
2	Tuore kangas	0,0175	0,0007	Ikä	0,0233	0,0001

1.10 (jatkoa).

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Kuolleet oksat			
3	Lenkous	0,0114	0,0060	Rinnankorkeusläpimitta	0,0203	0,0002
4	Haaraisuus	0,0104	0,0081	Tuore kangas	0,0175	0,0007
5	Ikä	0,0070	0,0288	Lenkous	0,0153	0,0011
6	Latvuskerros 3	0,0052	0,0604	Haaraisuus	0,0083	0,0154
7	Latvuskerros 2	0,0032	0,1417	Runkolaji 3	0,0058	0,0427
8				Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0038	0,1002
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0801			0,1197	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		12,40			12,16	
			Terveet oksat			
1	Haaraisuus	0,0620	0,0001	Haaraisuus	0,0620	0,0001
2	Pohjapinta-ala	0,0281	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0281	0,0001
3	Runkolaji 6	0,0088	0,0132	Rinnankorkeusläpimitta	0,0180	0,0003
4	Ikä	0,0081	0,0171	Runkolaji 6	0,0088	0,0132
5	Vesasyntyisyys	0,0048	0,0637	Ikä	0,0081	0,0171
6	Lenkous	0,0044	0,0771	Runkolaji 3	0,0080	0,0162
7	Runkolaji 2	0,0042	0,0846	Vesasyntyisyys	0,0070	0,0240
8				Lenkous	0,0062	0,0329
9				Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0045	0,0694
10				Kuivahko kangas	0,0032	0,1269
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1204			0,1538	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		22,19			21,81	

1.11. Hies- ja rauduskoivun käyttöosan paksuimpien oksien läpimittoihin vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot oksalajeittain. Kaatokoepuuaineisto.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Kuivat oksat			
1	Rauduskoivu	0,0540	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,1283	0,0001
2	Ikä	0,0267	0,0001	Rauduskoivu	0,0170	0,0001
3	Latvuskerros 3	0,0127	0,0009	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0101	0,0026
4	Kivennäismaa	0,0098	0,0012	Uudistuskypsä metsikkö	0,0060	0,0210
5	Turpeen paksuus	0,0080	0,0054	Latvuskerros 2	0,0060	0,0215
6	Runkolaji 3	0,0073	0,0176			
7	Ainespuiden runkoluku	0,0040	0,0653			
8	Pohjapinta-ala	0,0039	0,0660			
9	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0031	0,1030			
10	Uudistuskypsä metsikkö	0,0028	0,1229			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1323			0,1673	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		15,22			14,90	
			Lahot oksat			
1	Ikä	0,0654	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,1345	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0304	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0190	0,0001
3	Latvuskerros 3	0,0355	0,0001	Rauduskoivu	0,0109	0,0014
4	Uudistuskypsä metsikkö	0,0151	0,0002	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0058	0,0190

1.11 (jatkoa).

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Lahot oksat			
5	Ainespuiden runkoluku	0,0145	0,0004	Lenkous	0,0058	0,0195
6	Runkolaji 2	0,0105	0,0023	Latvuskerros 3	0,0051	0,0287
7	Turpeen paksuus	0,0094	0,0042	Uudistuskypsä metsikkö	0,0046	0,0365
8	Runkolaji 6	0,0044	0,0450	Turpeen paksuus	0,0036	0,0633
9	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0041	0,0544	Latvuskerros 2	0,0026	0,1181
10	Rauduskoivu	0,0035	0,0726			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1827			0,2204	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		13,33			13,02	
			Kuolleet oksat			
1	Latvuskerros 3	0,0708	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,2666	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0557	0,0001	Latvuskerros 3	0,0110	0,0007
3	Ikä	0,0288	0,0001	Ikä	0,0070	0,0068
4	Runkolaji 3	0,0110	0,0016	Haaraisuus	0,0049	0,0223
5	Runkolaji 2	0,0089	0,0047	Pohjapinta-ala	0,0026	0,0966
6	Haaraisuus	0,0087	0,0047	Latvuskerros 2	0,0023	0,1257
7	Uudistuskypsä metsikkö	0,0053	0,0271			
8	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0048	0,0348			
9	Runkolaji 6	0,0047	0,0368			
10	Rauduskoivu	0,0033	0,0785			
11	Mutkaisuus	0,0027	0,1112			
12	Runkolaji 5	0,0023	0,1387			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2070			0,2943	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		14,08			13,25	
			Terveet oksat			
1	Ikä	0,1265	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,5092	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0754	0,0001	Haaraisuus	0,0462	0,0001
3	Haaraisuus	0,0566	0,0001	Ikä	0,0099	0,0001
4	Latvuskerros 3	0,0539	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0052	0,0026
5	Runkolaji 2	0,0238	0,0001	Latvuskerros 3	0,0031	0,0203
6	Runkolaji 3	0,0213	0,0001	Latvuskerros 2	0,0026	0,0513
7	Ainespuiden runkoluku	0,0167	0,0001	Vesasyntyisyys		
8	Mutkaisuus	0,0082	0,0017			
9	Rauduskoivu	0,0052	0,0117			
10	Turpeen paksuus	0,0049	0,0134			
11	Runkolaji 5	0,0045	0,0182			
12	Runkolaji 6	0,0040	0,0271			
13	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0020	0,1128			
14	Uudistuskypsä metsikkö	0,0019	0,1284			
15	Kivennäismaa	0,0017	0,1479			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,4065			0,5783	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		26,08			24,13	

1.12. Hies- ja rauduskoivun viiden metrin tyviosan paksuimpien oksien läpimittoihin vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot oksalajeittain. Kaatokoepuuaineisto.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			Kuivat oksat			
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,0615	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0615	0,0001
2	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0248	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0248	0,0001
3	Runkolaji 2	0,0083	0,0085	Runkolaji 2	0,0083	0,0085
4	Haaraisuus	0,0075	0,0122	Haaraisuus	0,0075	0,0122
5	Ainespuiden runkoluku	0,0071	0,0146	Latvuskerros 3	0,0070	0,0141
6	Ikä	0,0067	0,0174	Rinnankorkeusläpimitta	0,0070	0,0143
7	Latvuskerros 2	0,0028	0,1228	Ikä	0,0067	0,0174
8				Latvuskerros 2	0,0063	0,0199
9				Pohjapinta-ala	0,0040	0,0620
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1186			0,1399	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		11,98			11,87	
			Lahot oksat			
1	Turpeen paksuus	0,0512	0,0001	Turpeen paksuus	0,0512	0,0001
2	Lenkous	0,0157	0,0004	Lenkous	0,0157	0,0004
3	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0103	0,0038	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0103	0,0038
4	Latvuskerros 2	0,0078	0,0114	Ikä	0,0090	0,0063
5	Latvuskerros 3	0,0073	0,0141	Ainespuiden runkoluku	0,0089	0,0063
6	Mutkaisuus	0,0070	0,0159	Rinnankorkeusläpimitta	0,0083	0,0089
7	Ainespuiden runkoluku	0,0067	0,0183	Mutkaisuus	0,0079	0,0098
8	Ikä	0,0065	0,0190	Kivennäismaa	0,0077	0,0105
9	Uudistuskypsä metsikkö	0,0035	0,0849	Runkolaji 3	0,0040	0,0638
10	Runkolaji 2	0,0032	0,0976	Latvuskerros 3	0,0033	0,0927
11	Haaraisuus	0,0032	0,0849	Uudistuskypsä metsikkö	0,0033	0,0949
12				Haaraisuus	0,0030	0,0927
13				Latvuskerros 2	0,0030	0,1078
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1224			0,1357	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		11,50			11,42	
			Kuolleet oksat			
1	Ikä	0,0370	0,0001	Ikä	0,0370	0,0001
2	Turpeen paksuus	0,0213	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,0301	0,0001
3	Runkolaji 2	0,0110	0,0029	Turpeen paksuus	0,0272	0,0001
4	Lenkous	0,0090	0,0070	Lenkous	0,0122	0,0014
5	Haaraisuus	0,0080	0,0104	Rauduskoivu	0,0112	0,0021
6	Latvuskerros 3	0,0069	0,0173	Runkolaji 3	0,0082	0,0082
7	Latvuskerros 2	0,0048	0,0449	Haaraisuus	0,0057	0,0271
8	Rauduskoivu	0,0042	0,0618	Pohjapinta-ala	0,0039	0,0666
9	Pohjapinta-ala	0,0033	0,0950	Uudistuskypsä metsikkö	0,0026	0,1331
10	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0031	0,1080			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1085			0,1380	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		12,41			12,27	
			Tervet oksat			
1	Haaraisuus	0,0615	0,0001	Haaraisuus	0,0615	0,0001
2	Pohjapinta-ala	0,0298	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0298	0,0001
3	Runkolaji 2	0,0158	0,0008	Runkolaji 2	0,0158	0,0008
4	Ikä	0,0103	0,0044	Ikä	0,0103	0,0044
5	Lenkous	0,0078	0,0288	Rinnankorkeusläpimitta	0,0089	0,0055
6	Runkolaji 6	0,0032	0,0642	Lenkous	0,0078	0,0288
7	Runkolaji 3	0,0028	0,0825	Runkolaji 3	0,0073	0,0117
8				Vesasyntyisyys	0,0043	0,0520
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1313			0,1458	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		20,97			20,86	

1.13. Hieskoivun käyttöosan pystyoksien lukumäärään vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			A-aineisto			
1	Turpeen paksuus	0,0266	0,0001	Turpeen paksuus	0,0266	0,0001
2	Uudistuskypsä metsikkö	0,0141	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0141	0,0001
3	Mutkaisuus	0,0132	0,0001	Mutkaisuus	0,0132	0,0001
4	Latvuskerros 3	0,0131	0,0001	Latvuskerros 3	0,0131	0,0001
5	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0094	0,0001	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0094	0,0001
6	Latvuskerros 2	0,0065	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,0079	0,0001
7	Kuivahko kangas	0,0056	0,0002	Latvuskerros 2	0,0065	0,0001
8	Ainespuiden runkoluku	0,0053	0,0004	Kuivahko kangas	0,0064	0,0001
9	Tuore kangas	0,0019	0,0302	Ainespuiden runkoluku	0,0024	0,0162
10	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0016	0,0472	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0015	0,0525
11	Ikä	0,0015	0,0573	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0012	0,0870
12	Latvuskerros 4	0,0011	0,0959	Latvuskerros 4	0,0012	0,0927
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1068			0,1104	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		1,35			1,34	
			B-aineisto			
1	Turpeen paksuus	0,0221	0,0001	Turpeen paksuus	0,0221	0,0001
2	Mutkaisuus	0,0124	0,0001	Mutkaisuus	0,0124	0,0001
3	Latvuskerros 3	0,0123	0,0001	Latvuskerros 3	0,0123	0,0005
4	Latvuskerros 2	0,0084	0,0002	Latvuskerros 2	0,0084	0,0002
5	Ainespuiden runkoluku	0,0065	0,0011	Ainespuiden runkoluku	0,0065	0,0011
6	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0053	0,0034	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0053	0,0034
7	Tuore kangas	0,0036	0,0144	Rinnankorkeusläpimitta	0,0049	0,0044
8	Kuivahko kangas	0,0035	0,0161	Tuore kangas	0,0036	0,0144
9	Uudistuskypsä metsikkö	0,0031	0,0249	Kuivahko kangas	0,0036	0,0148
10	Ikä	0,0015	0,1172	Uudistuskypsä metsikkö	0,0031	0,0249
11	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0015	0,1206			
12						
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0802			0,0871	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		1,39			1,39	
			C-aineisto			
1	Turpeen paksuus	0,0222	0,0001	Turpeen paksuus	0,0222	0,0001
2	Latvuskerros 3	0,0114	0,0001	Latvuskerros 3	0,0144	0,0001
3	Mutkaisuus	0,0106	0,0001	Mutkaisuus	0,0106	0,0001
4	Uudistuskypsä metsikkö	0,0091	0,0001	Latvuskerros 2	0,0091	0,0001
5	Tuore kangas	0,0055	0,0028	Tuore kangas	0,0055	0,0028
6	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0055	0,0029	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0055	0,0029
7	Uudistuskypsä metsikkö	0,0052	0,0036	Uudistuskypsä metsikkö	0,0052	0,0036
8	Ainespuiden runkoluku	0,0035	0,0168	Rinnankorkeusläpimitta	0,0035	0,0166
9	Kuivahko kangas	0,0028	0,0330	Kuivahko kangas	0,0034	0,0183
10	Lenkous	0,0018	0,0873	Ainespuiden runkoluku	0,0020	0,0681
11	Haaraisuus	0,0013	0,1499	Lenkous	0,0014	0,1325
12				Haaraisuus	0,0013	0,1363
13				Rauduskoivuvaltaisuus	0,0013	0,1470
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0788			0,0824	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		1,37			1,36	

1.14. Hies- ja rauduskoivun käyttöosan pystyoksien lukumäärään vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			A-aineisto			
1	Turpeen paksuus	0,0300	0,0001	Turpeen paksuus	0,0300	0,0001
2	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0104	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0104	0,0001
3	Latvuskerros 3	0,0103	0,0001	Latvuskerros 3	0,0103	0,0001
4	Mutkaisuus	0,0099	0,0001	Mutkaisuus	0,0099	0,0001
5	Latvuskerros 2	0,0060	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0055	0,0001
6	Ainespuiden runkoluku	0,0034	0,0026	Rinnankorkeusläpimitta	0,0053	0,0002
7	Vesasyntyisyys	0,0030	0,0047	Kivennäismaa	0,0040	0,0010
8	Kivennäismaa	0,0017	0,0334	Vesasyntyisyys	0,0027	0,0073
9	Uudistuskypsä metsikkö	0,0013	0,0582	Haaraisuus	0,0013	0,0576
10	Pohjapinta-ala	0,0011	0,0857			
11	Lenkous	0,0011	0,0866			
12	Haaraisuus	0,0008	0,1329			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0789			0,0848	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		1,37			1,36	
			B-aineisto			
1	Turpeen paksuus	0,0345	0,0001	Turpeen paksuus	0,0345	0,0001
2	Mutkaisuus	0,0081	0,0001	Mutkaisuus	0,0081	0,0001
3	Latvuskerros 2	0,0071	0,0003	Latvuskerros 2	0,0071	0,0003
4	Latvuskerros 3	0,0065	0,0006	Latvuskerros 3	0,0065	0,0006
5	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0052	0,0018	Uudistuskypsä metsikkö	0,0033	0,0131
6	Ainespuiden runkoluku	0,0025	0,0297	Rinnankorkeusläpimitta	0,0032	0,0149
7	Pohjapinta-ala	0,0024	0,0344	Pohjapinta-ala	0,0017	0,0729
8	Uudistuskypsä metsikkö	0,0014	0,1065	Ainespuiden runkoluku	0,0017	0,0757
9				Haaraisuus	0,0013	0,1209
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0677			0,0720	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		1,40			1,39	
			C-aineisto			
1	Turpeen paksuus	0,0340	0,0001	Turpeen paksuus	0,0340	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0081	0,0001	Latvuskerros 2	0,0081	0,0001
3	Mutkaisuus	0,0065	0,0001	Mutkaisuus	0,0065	0,0001
4	Latvuskerros 3	0,0064	0,0001	Latvuskerros 3	0,0064	0,0001
5	Uudistuskypsä metsikkö	0,0048	0,0028	Uudistuskypsä metsikkö	0,0048	0,0028
6	Lenkous	0,0015	0,0921	Rinnankorkeusläpimitta	0,0044	0,0044
7	Haaraisuus	0,0015	0,0974	Haaraisuus	0,0018	0,0700
8				Lenkous	0,0013	0,1231
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0628			0,0672	
Jäännöshajonta (RMSE), kpl		1,36			1,35	

1.15. Hieskoivun lenkouteen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot.

Selitys-järjestys	A-aineisto			B-aineisto			C-aineisto		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
1	Turpeen paksuus	0,0365	0,0001	Turpeen paksuus	0,0325	0,0001	Turpeen paksuus	0,0280	0,0001
2	Ainespuiden runkoluku	0,0119	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0140	0,0001	Vesasyntyisyys	0,0086	0,0002
3	Vesasyntyisyys	0,0084	0,0001	Vesasyntyisyys	0,0055	0,0028	Ainespuiden runkoluku	0,0056	0,0028

1.15 (jatkoa).

Selitys-järjestys	A-aineisto			B-aineisto			C-aineisto		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
4	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0046	0,0011	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0052	0,0039	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0052	0,0039
5	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0036	0,0037	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0043	0,0079	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0041	0,0104
6	Latvuskerros 4	0,0017	0,0450	Latvuskerros 4	0,0025	0,0440	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0017	0,0997
7	Latvuskerros 2	0,0010	0,1242	Latvuskerros 2	0,0018	0,0881	Latvuskerros 2	0,0015	0,1203
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0638			0,0659			0,0547	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		39,38			39,33			38,40	

1.16. Hies- ja rauduskoivun lenkouteen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot.

Selitys-järjestys	A-aineisto			B-aineisto			C-aineisto		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
1	Turpeen paksuus	0,0407	0,0001	Turpeen paksuus	0,0443	0,0001	Turpeen paksuus	0,0374	0,0001
2	Ainespuiden runkoluku	0,0151	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0148	0,0001	Vesasyntyisyys	0,0124	0,0001
3	Vesasyntyisyys	0,0106	0,0001	Vesasyntyisyys	0,0093	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0060	0,0004
4	Kivennäismaa	0,0047	0,0004	Kivennäismaa	0,0090	0,0004	Kivennäismaa	0,0042	0,0007
5	Rauduskoivu	0,0023	0,0120	Latvuskerros 4	0,0021	0,0441	Rauduskoivu	0,0016	0,0847
6	Latvuskerros 4	0,0013	0,0596	Rauduskoivu	0,0021	0,0446	Latvuskerros 2	0,0012	0,1304
7				Latvuskerros 2	0,0017	0,0744			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0747			0,0833			0,0657	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		38,55			38,24			37,35	

1.17. Hieskoivun kapenemiseen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot. Kaatokoepuuaineisto.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
1	Haaraisuus	0,0251	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,1216	0,0001
2	Ainespuiden runkoluku	0,0196	0,0002	Ainespuiden runkoluku	0,0379	0,0001
3	Pohjapinta-ala	0,0181	0,0004	Ikä	0,0347	0,0001
4	Latvuskerros 2	0,0083	0,0147	Haaraisuus	0,0162	0,0003
5	Uudistuskypsä metsikkö	0,0034	0,1173	Pohjapinta-ala	0,0160	0,0003
6	Ikä	0,0030	0,1404	Latvuskerros 3	0,0148	0,0003
7				Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0081	0,0067
8				Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0079	0,0079
9				Vesasyntyisyys	0,0066	0,0161
10				Latvuskerros 2	0,0059	0,0214
11				Tuore kangas	0,0030	0,1017
12				Uudistuskypsä metsikkö	0,0026	0,1252
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0744			0,2752	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		0,842			0,780	

1.18. Hies- ja rauduskoivun kapenemiseen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot. Kaatokoepuuaineisto.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
1	Pohjapinta-ala	0,0246	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,0843	0,0001
2	Ainespuiden runkoluku	0,0201	0,0001	Kivennäismaa	0,0414	0,0001
3	Haaraisuus	0,0176	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0328	0,0001
4	Latvuskerros 2	0,0094	0,0030	Ikä	0,0322	0,0001
5	Latvuskerros 3	0,0043	0,0457	Pohjapinta-ala	0,0190	0,0001
6				Latvuskerros 3	0,0137	0,0001
7				Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0131	0,0001
8				Haaraisuus	0,0103	0,0007
9				Koivulaji	0,0076	0,0034
10				Uudistuskypsä metsikkö	0,0063	0,0069
11				Latvuskerros 2	0,0058	0,0101
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0761			0,2665	
Jäännöshajonta (RMSE), mm		0,856			0,757	

1.19. Hieskoivun epäpyöreyteen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot. Kaatokoepuuaineisto.

Selitys-järjestys	Tyvileikkaus			Tyvipölkyn latvaleikkaus			Koko käyttöosa keskimäärin		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
1	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0205	0,0013	Uudistuskypsä metsikkö	0,0612	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0208	0,0003
2	Haaraisuus	0,0105	0,0211	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0136	0,0072	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0055	0,0591
3	Tuore kangas	0,0089	0,0321	Ainespuiden runkoluku	0,0095	0,0239	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0048	0,0767
4	Ikä	0,0089	0,0326	Ikä	0,0067	0,0566	Tuore kangas	0,0045	0,0852
5	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0069	0,0592	Varttunut kasvatus-metsikkö	0,0043	0,1256	Mutkaisuus	0,0040	0,1041
6	Latvuskerros 2	0,0067	0,0617	Vesasyntyisyys	0,0043	0,1286	Latvuskerros 3	0,0039	0,1099
7									
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0623			0,0996			0,0460	
Jäännöshajonta (RMSE), %		7,38			3,22			2,90	

1.20. Hies- ja rauduskoivun epäpyöreyteen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot. Kaatokoepuuaineisto.

Selitys-järjestys	Tyvileikkaus			Tyvipölkyn latvaleikkaus			Koko käyttöosa keskimäärin		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
1	Uudistuskypsä metsikkö	0,0481	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0142	0,0010	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0139	0,0034
2	Koivulaji	0,0075	0,0279	Koivulaji	0,0108	0,0040	Ikä	0,0125	0,0053
3	Pohjapinta-ala	0,0050	0,0723	Ikä	0,0048	0,0533	Haaraisuus	0,0090	0,0173
4	Kivennäismaa	0,0036	0,1259	Vesasyntyisyys	0,0029	0,1343	Mutkaisuus	0,0068	0,0371
5	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0032	0,1499	Mutkaisuus	0,0027	0,1480	Koivulaji	0,0060	0,0408
6							Latvuskerros 2	0,0043	0,1382
7							Vesasyntyisyys	0,0034	0,1382
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,0673			0,0354			0,0565	
Jäännöshajonta (RMSE), %		7,30			3,13			2,84	

1.21. Hieskoivun tukkiosan kokonaispituuteen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot yli 50-vuotiaiden kaikkien pystykoepuiden (A) ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden (B) aineistoissa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (1) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten (2) perusteella.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			A1-aineisto			
1	Ikä	0,2936	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,7681	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0372	0,0001	Tuore kangas	0,0178	0,0001
3	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0273	0,0001	Ikä	0,0111	0,0001
4	Mutkaisuus	0,0170	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0030	0,0001
5	Latvuskerros 3	0,0170	0,0001	Latvuskerros 3	0,0019	0,0003
6	Ainespuiden runkoluku	0,0157	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0014	0,0024
7	Mustikkainen-suursarainen tuvemaa	0,0138	0,0001	Latvuskerros 2	0,0013	0,0032
8	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0077	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0013	0,0030
9	Lenkous	0,0076	0,0001	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0008	0,0190
10	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0050	0,0006	Lenkous	0,0006	0,0440
11	Tuore kangas	0,0016	0,0538	Vesasyntyisyys	0,0003	0,1248
12	Vesasyntyisyys	0,0009	0,1423			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,4444			0,8076	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,88			1,11	
			A2-aineisto			
1	Ikä	0,2029	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,3841	0,0001
2	Mutkaisuus	0,0404	0,0001	Tuore kangas	0,0459	0,0001
3	Tuore kangas	0,0272	0,0001	Ikä	0,0164	0,0001
4	Lenkous	0,0126	0,0001	Mutkaisuus	0,0085	0,0001
5	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0101	0,0001	Lenkous	0,0057	0,0002
6	Latvuskerros 3	0,0092	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0048	0,0006
7	Ainespuiden runkoluku	0,0086	0,0001	Haaraisuus	0,0030	0,0064
8	Latvuskerros 2	0,0085	0,0001	Latvuskerros 2	0,0028	0,0082
9	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0044	0,0034	Ainespuiden runkoluku	0,0018	0,0349
10	Pohjapinta-ala	0,0025	0,0213			
11	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0025	0,0281			
12	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0024	0,0291			
13	Haaraisuus	0,0022	0,0315			
14	Turpeen paksuus	0,0016	0,0735			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3320			0,4730	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,60			1,42	
			B1-aineisto			
1	Ikä	0,4730	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,7434	0,0001
2	Tuore kangas	0,0623	0,0001	Ikä	0,0686	0,0001
3	Latvuskerros 2	0,0344	0,0011	Tuore kangas	0,0261	0,0001
4	Vesasyntyisyys	0,0149	0,0280	Latvuskerros 2	0,0097	0,0035
5				Pohjapinta-ala	0,0026	0,1226
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3320			0,4730	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,91			1,15	
			B2-aineisto			
1	Ikä	0,3772	0,0001	Ikä	0,3772	0,0001
2	Tuore kangas	0,0713	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,0902	0,0001
3	Vesasyntyisyys	0,0329	0,0035	Tuore kangas	0,0499	0,0002
4	Latvuskerros 2	0,0098	0,1048	Vesasyntyisyys	0,0185	0,0205
5	Pohjapinta-ala	0,0006	0,1263	Pohjapinta-ala	0,0075	0,1367
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,5000			0,5433	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,47			1,40	

1.22. Hies- ja rauduskoivun tukkiosan kokonaispituuteen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot yli 50-vuotiaiden kaikkien pystykoepuiden (A) ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden (B) aineistoissa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (1) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten (2) perusteella.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			A1-aineisto			
1	Ikä	0,2963	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,8041	0,0001
2	Koivulaji	0,1103	0,0001	Kivennäismaa	0,0108	0,0001
3	Latvuskerros 2	0,0338	0,0001	Ikä	0,0078	0,0001
4	Ainespuiden runkoluku	0,0130	0,0001	Koivulaji	0,0034	0,0001
5	Latvusraja 3	0,0129	0,0001	Latvuskerros 3	0,0019	0,0001
6	Mutkaisuus	0,0118	0,0001	Latvuskerros 2	0,0016	0,0002
7	Kivennäismaa	0,0098	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0015	0,0002
8	Lenkous	0,0075	0,0001	Lenkous	0,0006	0,0197
9	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0042	0,0030	Pohjapinta-ala	0,0005	0,0346
10	Turpeen paksuus	0,0023	0,0072	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0004	0,0620
11				Vesasyntyisyys	0,0003	0,1170
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,5019			0,8327	
Jäännöshajonta (RMSE), m		2,22			1,28	
			A2-aineisto			
1	Ikä	0,2118	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,4723	0,0001
2	Koivulaji	0,0846	0,0001	Kivennäismaa	0,0243	0,0001
3	Mutkaisuus	0,0288	0,0001	Ikä	0,0117	0,0001
4	Ainespuiden runkoluku	0,0128	0,0001	Mutkaisuus	0,0050	0,0001
5	Latvuskerros 2	0,0108	0,0001	Koivulaji	0,0044	0,0002
6	Lenkous	0,0094	0,0001	Lenkous	0,0042	0,0002
7	Kivennäismaa	0,0091	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0036	0,0006
8	Latvuskerros 3	0,0083	0,0001	Haaraisuus	0,0027	0,0030
9	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0029	0,0068	Latvusraja 2	0,0014	0,0345
10	Haaraisuus	0,0021	0,0216	Latvusraja 3	0,0012	0,0447
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3806			0,5308	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,93			1,67	
			B1-aineisto			
1	Ikä	0,3138	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,7212	0,0001
2	Koivulaji	0,1002	0,0001	Kivennäismaa	0,0430	0,0001
3	Ainespuiden runkoluku	0,0246	0,0012	Ikä	0,0236	0,0001
4	Latvuskerros 2	0,0136	0,0145	Uudistuskypsä metsikkö	0,0099	0,0007
5	Kivennäismaa	0,0096	0,0383	Koivulaji	0,0045	0,0206
6				Latvuskerros 2	0,0033	0,0455
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,4678			0,8055	
Jäännöshajonta (RMSE), m		2,36			1,43	
			B2-aineisto			
1	Ikä	0,2751	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,3572	0,0001
2	Koivulaji	0,0496	0,0001	Ikä	0,0822	0,0001
3	Ainespuiden runkoluku	0,0180	0,0107	Kivennäismaa	0,0233	0,0014
4	Pohjapinta-ala	0,0103	0,0516	Uudistuskypsä metsikkö	0,0105	0,0291
5	Kivennäismaa	0,0059	0,1373			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3589			0,4732	
Jäännöshajonta (RMSE), m		1,81			1,64	

1.23. Hieskoivun tukkiosan tilavuuteen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot yli 50-vuotiaiden kaikkien pystykoepuiden (A) ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneidem puiden (B) aineistoissa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (1) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten (2) perusteella.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			A1-aineisto			
1	Ikä	0,2733	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,6219	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0204	0,0001	Tuore kangas	0,0340	0,0001
3	Tuore kangas	0,0203	0,0001	Ikä	0,0150	0,0001
4	Pohjapinta-ala	0,0135	0,0001	Latvuskerros 2	0,0047	0,0001
5	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0130	0,0001	Latvuskerros 3	0,0047	0,0001
6	Latvuskerros 3	0,0118	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0030	0,0003
7	Mutkaisuus	0,0104	0,0001	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0026	0,0010
8	Lenkous	0,0093	0,0001	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0025	0,0014
9	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0018	0,0527	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0022	0,0023
10	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0016	0,0661	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0018	0,0064
11	Haaraisuus	0,0011	0,1325	Ainespuiden runkoluku	0,0018	0,0051
12				Haaraisuus	0,0010	0,0398
13				Kuivahko kangas	0,0009	0,0490
14				Lenkous	0,0008	0,0626
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3766			0,6968	
Jäännöshajonta (RMSE), dm^3		93,21			64,69	
			A2-aineisto			
1	Ikä	0,2388	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,4161	0,0001
2	Tuore kangas	0,0386	0,0001	Tuore kangas	0,0550	0,0001
3	Mutkaisuus	0,0318	0,0001	Ikä	0,0232	0,0001
4	Lenkous	0,0150	0,0001	Lenkous	0,0072	0,0001
5	Latvuskerros 2	0,0093	0,0001	Mutkaisuus	0,0055	0,0001
6	Ainespuiden runkoluku	0,0079	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0048	0,0003
7	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0077	0,0001	Latvuskerros 2	0,0040	0,0009
8	Latvuskerros 3	0,0068	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0023	0,0123
9	Pohjapinta-ala	0,0022	0,0333	Haaraisuus	0,0013	0,0621
10	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0020	0,0405	Latvuskerros 3	0,0012	0,0664
11	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0018	0,0533	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0008	0,1428
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3619			0,5253	
Jäännöshajonta (RMSE), dm^3		70,41			60,74	
			B1-aineisto			
1	Ikä	0,3755	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,9067	0,0001
2	Tuore kangas	0,0452	0,0012	Tuore kangas	0,0198	0,0001
3	Latvuskerros 2	0,0285	0,0082	Vesasyntyisyys	0,0034	0,0100
4	Haaraisuus	0,0269	0,0087	Latvuskerros 2	0,0032	0,0097
5				Ikä	0,0027	0,0196
6				Pohjapinta-ala	0,0020	0,0389
7				Ainespuiden runkoluku	0,0013	0,0947
8				Haaraisuus	0,0011	0,1204
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,4761			0,9402	
Jäännöshajonta (RMSE), dm^3		156,76			53,74	

1.23 (jatkoa).

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			B2-aineisto			
1	Ikä	0,4253	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,8253	0,0001
2	Tuore kangas	0,0536	0,0002	Tuore kangas	0,0409	0,0001
3	Latvuskerros 2	0,0227	0,0129	Ikä	0,0123	0,0003
4	Vesasyntyisyys	0,0159	0,0346	Pohjapinta-ala	0,0034	0,0494
5	Haaraisuus	0,0141	0,0444	Latvuskerros 2	0,0024	0,0933
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,5316			0,8843	
Jäännöshajonta (RMSE), dm^3		121,23			63,03	

1.24. Hies- ja rauduskoivun tukkiosan tilavuuteen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot yli 50-vuotiaiden kaikkien pystykoepuiden (A) ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden (B) aineistoissa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (1) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten (2) perusteella.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			A1-aineisto			
1	Ikä	0,2760	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,7014	0,0001
2	Koivulaji	0,0960	0,0001	Kivennäismaa	0,0153	0,0001
3	Latvuskerros 2	0,0162	0,0001	Ikä	0,0098	0,0001
4	Ainespuiden runkoluku	0,0099	0,0001	Latvuskerros 2	0,0067	0,0001
5	Mutkaisuus	0,0097	0,0001	Latvuskerros 3	0,0042	0,0001
6	Lenkous	0,0086	0,0001	Koivulaji	0,0027	0,0001
7	Latvuskerros 3	0,0084	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0023	0,0002
8	Kivennäismaa	0,0080	0,0001	Lenkous	0,0013	0,0048
9	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0034	0,0023	Pohjapinta-ala	0,0008	0,0295
10	Turpeen paksuus	0,0014	0,0528	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0005	0,0941
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,4375			0,7450	
Jäännöshajonta (RMSE), dm^3		114,68			77,23	
			A2-aineisto			
1	Ikä	0,2355	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,5097	0,0001
2	Koivulaji	0,0809	0,0001	Kivennäismaa	0,0242	0,0001
3	Mutkaisuus	0,0228	0,0001	Ikä	0,0148	0,0001
4	Ainespuiden runkoluku	0,0118	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0036	0,0004
5	Lenkous	0,0106	0,0001	Latvuskerros 3	0,0036	0,0004
6	Kivennäismaa	0,0097	0,0001	Lenkous	0,0036	0,0003
7	Latvuskerros 2	0,0083	0,0001	Koivulaji	0,0032	0,0007
8	Latvuskerros 3	0,0061	0,0001	Latvuskerros 2	0,0031	0,0010
9	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0039	0,0017	Mutkaisuus	0,0025	0,0031
10	Haaraisuus	0,0011	0,0965	Haaraisuus	0,0015	0,0199
11	Turpeen paksuus	0,0010	0,1162	Ainespuiden runkoluku	0,0008	0,0935
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3917			0,5706	
Jäännöshajonta (RMSE), dm^3		91,16			76,59	
			B1-aineisto			
1	Ikä	0,2566	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,9093	0,0001
2	Koivulaji	0,0833	0,0001	Kivennäismaa	0,0114	0,0001
3	Ainespuiden runkoluku	0,0241	0,0027	Ikä	0,0040	0,0004
4	Haaraisuus	0,0123	0,0290	Koivulaji	0,0017	0,0197
5	Latvuskerros 2	0,0116	0,0354	Vesasyntyisyys	0,0013	0,0380

1.24 (jatkoa).

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			B1-aineisto			
6	Uudistuskypsä metsikkö	0,0058	0,1321	Latvuskerros 2	0,0011	0,0608
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3937			0,9287	
Jäännöshajonta (RMSE), dm^3		117,45			78,93	
			B2-aineisto			
1	Ikä	0,2981	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,8036	0,0001
2	Koivulaji	0,0641	0,0001	Ikä	0,0258	0,0001
3	Ainespuiden runkoluku	0,0215	0,0040	Kivennäismaa	0,0066	0,0020
4	Latvuskerros 2	0,0088	0,0635			
5	Pohjapinta-ala	0,0061	0,1206			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3985			0,8360	
Jäännöshajonta (RMSE), dm^3		95,11			78,31	

1.25. Hieskoivun tukkiosan tilavuuden rungon tilavuudesta laskettuun osuuteen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot yli 50-vuotiaiden kaikkien pystykoepuiden (A) ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden (B) aineistoissa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (1) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten (2) perusteella.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			A1-aineisto			
1	Ikä	0,2072	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,6238	0,0001
2	Latvuskerros 2	0,0275	0,0001	Tuore kangas	0,0065	0,0001
3	Puolukkainen-pinsarainen turvemaa	0,0245	0,0001	Latvuskerros 2	0,0046	0,0001
4	Ainespuiden runkoluku	0,0138	0,0001	Ikä	0,0041	0,0001
5	Latvuskerros 3	0,0130	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0036	0,0002
6	Mustikkainen-suursarainen	0,0106	0,0001	Latvuskerros 3	0,0027	0,0006
7	Mutkaisuus	0,0085	0,0001	Vesasyntyisyys	0,0021	0,0048
8	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0050	0,0020	Ainespuiden runkoluku	0,0010	0,0506
9	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0049	0,0020	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0009	0,0713
10	Lenkous	0,0048	0,0024	Varttuneet kasvatusmetsiköt		
11	Vesasyntyisyys	0,0027	0,0216			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3226			0,6503	
Jäännöshajonta (RMSE), %		21,00			15,08	
			A2-aineisto			
1	Ikä	0,1607	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,3781	0,0001
2	Mutkaisuus	0,0452	0,0001	Tuore kangas	0,0252	0,0001
3	Tuore kangas	0,0141	0,0001	Mutkaisuus	0,0102	0,0001
4	Lenkous	0,0130	0,0001	Ikä	0,0072	0,0001
5	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	0,0106	0,0001	Lenkous	0,0057	0,0003
6	Latvuskerros 2	0,0096	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0042	0,0018
7	Latvuskerros 3	0,0088	0,0001	Haaraisuus	0,0035	0,0044
8	Ainespuiden runkoluku	0,0078	0,0001	Latvuskerros 2	0,0028	0,0102
9	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	0,0060	0,0009	Ainespuiden runkoluku	0,0023	0,0190
10	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0038	0,0089	Latvuskerros 3	0,0011	0,1111
11	Turpeen paksuus	0,0032	0,0153			

1.25 (jatkoa).

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			A2-aineisto			
12	Haaraisuus	0,0025	0,0307			
13	Rauduskoivuvaltaisuus	0,0022	0,0431			
14	Pohjapinta-ala	0,0021	0,0492			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2895			0,4403	
Jäännöshajonta (RMSE), %		16,00			14,12	
			B1-aineisto			
1	Ikä	0,3083	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,7229	0,0001
2	Vesasyntyisyys	0,0175	0,0567	Ikä	0,0125	0,0110
3	Haaraisuus	0,0159	0,0718			
4	Tuore kangas	0,0123	0,1049			
5	Latvuskerros 2	0,0121	0,1097			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3661			0,7354	
Jäännöshajonta (RMSE), %		10,63			6,79	
			B2-aineisto			
1	Ikä	0,2040	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,2643	0,0001
2	Vesasyntyisyys	0,0635	0,0007	Ikä	0,0423	0,0041
3	Mutkaisuus	0,0173	0,0688	Vesasyntyisyys	0,0413	0,0035
4				Mutkaisuus	0,0119	0,1122
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2847			0,3597	
Jäännöshajonta (RMSE), %		10,47			9,94	

1.26. Hies- ja rauduskoivun tukkiosan tilavuuden rungon tilavuudesta lasketttuun osuuteen vaikuttavien tekijöiden selitysasteet ja riskitasot yli 50-vuotiaiden kaikkien pystykoepuiden (A) ja tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneiden puiden (B) aineistoissa sekä tukin vähimmäismittavaatimusten (1) että vähimmäismitta- ja laatuvaatimusten (2) perusteella.

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			A1-aineisto			
1	Ikä	0,2300	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,6978	0,0001
2	Koivulaji	0,0894	0,0001	Kivennäismaa	0,0053	0,0001
3	Latvuskerros 2	0,0306	0,0001	Uudistuskypsä metsikkö	0,0036	0,0001
4	Ainespuiden runkoluku	0,0116	0,0001	Latvuskerros 3	0,0020	0,0012
5	Latvuskerros 3	0,0106	0,0001	Latvuskerros 2	0,0017	0,0024
6	Mutkaisuus	0,0092	0,0001	Ikä	0,0013	0,0069
7	Kivennäismaa	0,0066	0,0001	Koivulaji	0,0013	0,0092
8	Lenkous	0,0049	0,0004	Vesasyntyisyys	0,0012	0,0097
9	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0034	0,0033			
10	Turpeen paksuus	0,0013	0,0665			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3970			0,7143	
Jäännöshajonta (RMSE), %		22,71			15,61	
			A2-aineisto			
1	Ikä	0,1738	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,4637	0,0001
2	Koivulaji	0,0780	0,0001	Kivennäismaa	0,0142	0,0001

1.26 (jatkoa).

Selitys-järjestys	Rinnankorkeusläpimitta ei mukana selittäjänä			Rinnankorkeusläpimitta mukana selittäjänä		
	Muuttuja	R^2	p	Muuttuja	R^2	p
			A2-aineisto			
3	Mutkaisuus	0,0363	0,0001	Mutkaisuus	0,0077	0,0001
4	Ainespuiden runkoluku	0,0120	0,0001	Pohjapinta-ala	0,0046	0,0002
5	Latvuskerros 2	0,0096	0,0001	Lenkous	0,0036	0,0009
6	Lenkous	0,0094	0,0001	Haaraisuus	0,0035	0,0010
7	Latvuskerros 3	0,0094	0,0001	Koivulaji	0,0034	0,0011
8	Kivennäismaa	0,0076	0,0001	Ikä	0,0033	0,0012
9	Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0039	0,0026	Latvuskerros 2	0,0012	0,0497
10	Haaraisuus	0,0025	0,1159	Latvuskerros 3	0,0012	0,0558
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,3425			0,5065	
Jäännöshajonta (RMSE), %		18,09			15,72	
			B1-aineisto			
1	Ikä	0,1832	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,7242	0,0001
2	Koivulaji	0,0661	0,0001	Ainespuiden runkoluku	0,0031	0,0969
3	Ainespuiden runkoluku	0,0233	0,0058			
4	Haaraisuus	0,0124	0,0421			
5	Latvuskerros 2	0,0074	0,1155			
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,2924			0,7274	
Jäännöshajonta (RMSE), %		11,72			7,23	
			B2-aineisto			
1	Ikä	0,1613	0,0001	Rinnankorkeusläpimitta	0,2655	0,0001
2	Ainespuiden runkoluku	0,0077	0,1335	Ikä	0,0363	0,0005
3				Varttunut kasvatusmetsikkö	0,0080	0,0942
4				Uudistuskypsä metsikkö	0,0066	0,1305
Yhteisvaikutus (R^2_{tot})		0,1690			0,3163	
Jäännöshajonta (RMSE), %		11,54			10,52	

Liite 2. Tyyppiesimerkit tilastollisista testeistä.

2.1 Varianssianalyysit ja Tukeyn testit kasvupaikka- ja ikäluokan vaikutuksista hieskoivun logaritmiseen rinnankorkeusläpimittaan.

Varianssianalyysit:

Vaihtelun lähde	df	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Koko aineisto (df=2182)		
Kasvupaikkaluokka	4	0,429	10,54	0,0001
Ikäluokka	7	5,615	137,87	0,0001
Yhdysvaikutus	28	0,222	5,45	0,0001
Jäännös	2143	0,041		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=1532)		
Kasvupaikkaluokka	4	0,564	15,88	0,0001
Ikäluokka	7	3,589	101,05	0,0001
Yhdysvaikutus	28	0,107	3,01	0,0001
Jäännös	1493	0,036		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=1532)		
Kasvupaikkaluokka	4	0,471	12,41	0,0001
Ikäluokka	7	4,370	115,09	0,0001
Yhdysvaikutus	28	0,135	3,55	0,0001
Jäännös	1493	0,038		

Tukeyn testit:

Merkitsevät erot kasvupaikkaluokkien välillä (p=0,05)
(A = koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaanpaksuinta koivua kocalalta,
C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta)

	Ruohoinen turvemaa	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	Tuore kangas	Kuivahko kangas
Ruohoinen turvemaa	-	B	A B C	B C	B C
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	B	-	A B C	B	B C
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	A B C	A B C	-	A B C	
Tuore kangas	B C	B	A B C	-	
Kuivahko kangas	B C	B C			-

2..2 Kovarianssianalyysit kasvupaikkaluokan, latvuskerrosluokan, iän ja kocalan ainespuiden runkoluvun vaikutuksista hieskoivun logaritmiseen rinnankorkeusläpimittaaan.

Vaihtelun lähde	df	Kovarianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Koko aineisto (df=2182)		
Kasvupaikka	4	0,050	1,73	0,1398
Latvuskerros	2	0,012	0,41	0,6662
Ikä	1	0,185	6,45	0,0112
Ainespuiden runkoluku	1	0,130	4,54	0,0331
Kasvupaikka * latvuskerros	8	0,079	2,75	0,0050
Kasvupaikka * latvuskerros * ikä	14	0,059	2,04	0,0123
Kasvupaikka * latvuskerros * ainespuiden runkoluku	15	0,063	2,19	0,0065
Kasvupaikka * latvuskerros * ikä * ainespuiden runkoluku	15	0,060	2,10	0,0078
Jäännös	2121	0,029		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=1532)		
Kasvupaikka	4	0,074	2,68	0,0304
Latvuskerros	2	0,198	7,17	0,0008
Ikä	1	0,465	16,86	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	0,003	0,11	0,7388
Kasvupaikka * latvuskerros	8	0,030	1,10	0,3617
Kasvupaikka * latvuskerros * ikä	14	0,107	3,86	0,0001
Kasvupaikka * latvuskerros * ikä * ainespuiden runkoluku	15	0,131	4,73	0,0001
Jäännös	1486	0,028		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=1532)		
Kasvupaikka	4	0,518	17,38	0,0001
Latvuskerros	2	0,643	31,66	0,0001
Ikä	1	24,858	834,52	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	0,294	9,86	0,0017
Kasvupaikka * latvuskerros * ainespuiden runkoluku	14	0,145	4,88	0,0001
Jäännös	1510	0,030		

2.3 Varianssianalyysit syntytavan (siemensyntyinen/vesasyntyinen) ja ikäluokan vaikutuksista hieskoivun logaritmiseen rinnankorkeusläpimittaan kasvupaikkaryhmittäin koko aineistossa.

Vaihtelun lähde	df	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Turvemaat (df=1720)		
Syntytapa	1	0,242	5,78	0,0163
Ikäluokka	7	3,668	87,87	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,028	0,66	0,7043
Jäännös	1705	0,042		
		Kivennäismaat (df=476)		
Syntytapa	1	0,195	4,09	0,0437
Ikäluokka	7	0,862	18,08	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,203	4,25	0,0001
Jäännös	461	0,048		
		Kaikki kasvupaikat (df=2181)		
Syntytapa	1	1,076	24,72	0,0001
Ikäluokka	7	4,487	103,12	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,159	3,66	0,0006
Jäännös	2167	0,044		

2.4 Kovarianssianalyysit syntytavan (siemensyntyinen/vesasyntyinen), iän, latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutuksista hieskoivun logaritmiseen rinnankorkeusläpimittaan kasvupaikkaryhmittäin koko aineistossa.

Vaihtelun lähde	df	Kovarianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Turvemaat (df=1720)		
Syntytapa	1	0,00390	0,12	0,7358
Latvuskerros	3	4,841	146,47	0,0001
Ikä	3	21,298	644,38	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	0,949	28,70	0,0001
Jäännös	1714	0,0331		
		Kivennäismaat (df=461)		
Syntytapa	1	0,00662	0,23	0,6352
Latvuskerros	2	2,787	95,90	0,0001
Ikä	1	10,373	356,93	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	3,585	123,37	0,0001
Jäännös	456	0,0291		
		Kaikki kasvupaikat (df=2182)		
Syntytapa	1	0,00550	0,17	0,6821
Latvuskerros	3	6,543	197,68	0,0001
Ikä	1	34,006	1027,47	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	3,112	94,03	0,0001
Jäännös	2176	0,0331		

2.5 Varianssianalyysit koivulajin ja ikäluokan vaikutuksista koivun logaritmiseen rinnankorkeusläpimittaan kasvupaikkaryhmittäin.

Vaihtelun lähde	df	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Turvemaat		
		Koko aineisto (df=1789)		
Koivulaji	1	1,543	36,96	0,0001
Ikäluokka	7	1,399	33,51	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,096	2,31	0,0235
Jäännös	1774	0,042		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua koealalta (df=1158)		
Koivulaji	1	0,654	17,77	0,0001
Ikäluokka	7	1,089	29,59	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,110	2,99	0,0041
Jäännös	1143			
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua koealalta (df=1158)		
Koivulaji	1	0,866	22,04	0,0001
Ikäluokka	7	1,236	31,46	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,086	2,18	0,0333
Jäännös	1143	0,039		

2.5 (jatkoa).

Vaihtelun lähde	df	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Kivennäismaat		
		Koko aineisto (df=718)		
Koivulaji	1	2,962	59,18	0,0001
Ikäluokka	7	4,543	98,78	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,189	3,77	0,0005
Jäännös	703	0,050		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua koealalta (df=614)		
Koivulaji	1	2,053	46,87	0,0001
Ikäluokka	7	3,889	88,81	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,121	2,77	0,0076
Jäännös	599	0,044		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua koealalta (df=614)		
Koivulaji	1	2,150	46,23	0,0001
Ikäluokka	7	4,169	89,66	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,176	3,79	0,0005
Jäännös	599	0,046		

2.6 Varianssianalyysit kasvupaikkaryhmän (turvemaa/kivennäismaa) ja ikäluokan vaikutuksista hies- ja rauduskoivun logaritmiseen rinnankorkeusläpimittaan.

Vaihtelun lähde	df	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Hieskoivu		
		Koko aineisto (df=2190)		
Kasvupaikkaryhmä	1	0,027	0,61	0,4361
Ikäluokka	7	5,971	136,71	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,157	3,59	0,0008
Jäännös	2175	0,044		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua koealalta (df=1471)		
Kasvupaikkaryhmä	1	0,051	1,32	0,2508
Ikäluokka	7	3,716	96,68	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,105	2,74	0,0079
Jäännös	1456	0,038		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua koealalta (df=1475)		
Kasvupaikkaryhmä	1	0,001	0,00	0,9785
Ikäluokka	7	4,263	102,97	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,102	2,47	0,0161
Jäännös	1143	0,041		

2.6 (jatkoa).

Vaihtelun lähde	df	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Rauduskoivu		
		Koko aineisto (df=325)		
Kasvupaikkaryhmä	1	0,074	1,58	0,2091
Ikäluokka	7	1,563	33,24	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,061	1,29	0,2564
Jäännös	310	0,047		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=301)		
Kasvupaikkaryhmä	1	0,018	0,41	0,5204
Ikäluokka	7	1,370	31,78	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,075	1,75	0,0976
Jäännös	286	0,043		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=297)		
Kasvupaikkaryhmä	1	0,022	0,51	0,4776
Ikäluokka	7	1,441	32,96	0,0001
Yhdysvaikutus	7	0,064	1,45	0,1841
Jäännös	282	0,044		

2.7 Kovarianssianalyysit koivulajin, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun vaikutuksista koivun logaritmiseen rinnankorkeusläpimittaan kasvupaikkaryhmittäin.

Vaihtelun lähde	df	Kovarianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Turvemaat		
		Koko aineisto (df=1792)		
Koivulaji	1	0,150	4,64	0,0313
Latvuskerros	3	0,460	14,21	0,0001
Ikä	1	0,836	25,82	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	0,757	23,38	0,0001
Koivulaji * ikä	1	0,149	4,61	0,0319
Koivulaji * latvuskerros * ikä * ainespuiden runkoluku	7	1,109	4,89	0,0001
Jäännös	1778	0,032		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=1158)		
Koivulaji	1	0,214	6,87	0,0089
Latvuskerros	2	0,399	12,80	0,0001
Ikä	1	0,689	22,14	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	0,116	3,73	0,0537
Koivulaji * ikä	1	0,273	8,76	0,0031
Koivulaji * ainespuiden runkoluku	1	0,131	4,19	0,0408
Ikä * ainespuiden runkoluku	1	0,134	4,30	0,0384
Koivulaji * latvuskerros * ikä * ainespuiden runkoluku	5	0,088	2,82	0,0153
Jäännös	1144	0,031		

2.7 (jatkoa).

Vaihtelun lähde	df	Kovarianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=1158)		
Koivulaji	1	0,272	8,21	0,0043
Latvuskerros	2	0,393	11,85	0,0001
Ikä	1	0,624	18,81	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	0,074	2,23	0,1354
Koivulaji * ikä	1	0,322	9,70	0,0019
Koivulaji * ainespuiden runkoluku	1	0,193	5,83	0,0160
Koivulaji * latvuskerros * ikä * ainespuiden runkoluku	6	0,137	4,15	0,0004
Jäännös	1145	0,033		
		Kivennäismaat		
		Koko aineisto (df=718)		
Koivulaji	1	1,103	36,00	0,0001
Latvuskerros	2	4,511	147,30	0,0001
Ikä	1	19,622	640,69	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	4,808	157,00	0,0001
Jäännös	713	0,031		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=614)		
Koivulaji	1	0,878	29,41	0,0001
Latvuskerros	2	3,588	120,19	0,0001
Ikä	1	16,778	562,09	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	2,059	68,99	0,0001
Jäännös	609	0,030		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=614)		
Koivulaji	1	3,493	29,16	0,0001
Latvuskerros	2	2,165	18,08	0,0001
Ikä	1	18,522	154,65	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	2,527	21,10	0,0001
Jäännös	609	0,120		

2.8 Varianssianalyysit ja Tukeyn testit kasvupaikka- ja ikäluokan vaikutuksista hieskoivun tilavuuteen.

Varianssianalyysit:

Vaihtelun lähde	df	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Koko aineisto (df=2182)		
Kasvupaikka	4	189010,25	30,27	0,0001
Ikäluokka	7	902988,42	144,62	0,0001
Yhdysvaikutus	28	60440,27	9,68	0,0001
Jäännös	2143	6244,016		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=1532)		
Kasvupaikka	4	154214,99	20,66	0,0001
Ikäluokka	7	719838,23	96,44	0,0001
Yhdysvaikutus	28	52505,51	7,03	0,0001
Jäännös	1493	7464,48		

2.8 (jatkoa).

Vaihtelun lähde	df	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua koealalta (df=1532)		
Kasvupaikka	4	163064,12	21,69	0,0001
Ikäluokka	7	799218,57	106,32	0,0001
Yhdysvaikutus	28	52817,28	7,03	0,0001
Jäännös	1493	7516,84		

Tukeyn testit:

Merkitsevät erot kasvupaikkaluokkien välillä (p=0,05)
(A = koko aineisto, B = 12 rinnankorkeusläpimitaltaanpaksuinta koivua koealalta,
C = 12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua koealalta)

	Ruohoinen turvemaa	Mustikkainen-suursarainen turvemaa	Puolukkainen-piensarainen turvemaa	Tuore kangas	Kuivahko kangas
Ruohoinen turvemaa	-		B C	A C	B C
Mustikkainen-suursarainen turvemaa	C	-	B	A B C	B
Puolukkainen-piensarainen turvemaa	B C	B	-	A B C	B
Tuore kangas	A C	A B C	A B C	-	A B C
Kuivahko kangas	B C	B C	B C	A B C	-

2.9 Kovarianssianalyysit kasvupaikkaluokan, latvuskerrosluokan, iän ja koealan ainespuiden runkoluvun vaikutuksista hieskoivun tilavuuteen.

Vaihtelun lähde	df	Kovarianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Koko aineisto (df=2182)		
Kasvupaikka	4	13806,41	3,20	0,0124
Latvuskerros	2	20902,96	4,85	0,0079
Ikä	1	168990,16	39,18	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	10578,64	2,45	0,1175
Latvuskerros * ikä	2	237704,63	55,12	0,0001
Kasvupaikka * latvuskerros * ikä	12	101425,80	23,52	0,0001
Kasvupaikka * latvuskerros * ikä * ainespuiden runkoluku	15	48193,55	11,17	0,0001
Jäännös	2143	4312,82		

2.9 (jatkoa).

Vaihtelun lähde	Kovarianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III)			
	df	MS	F	p
	12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=1532)			
Kasvupaikka	4	312051,08	48,90	0,0001
Latvuskerros	2	31554,04	4,94	0,0072
Ikä	1	552108,66	86,51	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	79986,1042	12,53	0,0004
Latvuskerros * ikä	2	181066,37	28,37	0,0001
Latvuskerros * ikä * ainespuiden runkoluku	3	74367,92	11,65	0,0001
Jäännös	1532	6381,97		
	12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=1532)			
Kasvupaikka	4	52283,14	8,66	0,0011
Latvuskerros	2	10792,18	1,79	0,1679
Ikä	1	572884,50	94,85	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	67900,07	11,24	0,0008
Latvuskerros * ikä	2	151812,02	25,13	0,0001
Kasvupaikka * latvuskerros * ikä * ainespuiden runkoluku	15	50236,09	8,32	0,0001
Jäännös	1507	6040,16		

2.10 Varianssianalyysit syntytavan (siemensyntyinen/vesasyntyinen) ja ikäluokan vaikutuksista hieskoivun tilavuuteen kasvupaikkaryhmittäin koko aineistossa.

Vaihtelun lähde	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III)			
	df	MS	F	p
		Turvemaat (df=1720)		
Syntytapa	1	57696,48	11,05	0,0009
Ikäluokka	7	324691,20	62,21	0,0001
Yhdysvaikutus	7	4897,18	0,94	0,4755
Jäännös	1705	5219,37		
		Kivennäismaat (df=476)		
Syntytapa	1	156299,37	13,04	0,0003
Ikäluokka	7	160140,40	13,36	0,0001
Yhdysvaikutus	7	87568,02	7,31	0,0001
Jäännös	461	11985,61		
		Kaikki kasvupaikat (df=2181)		
Syntytapa	1	359986,78	51,45	0,0001
Ikäluokka	7	464412,91	66,38	0,0001
Yhdysvaikutus	7	69661,14	9,96	0,0001
Jäännös	2167	6996,64		

2.11 Kovarianssianalyysit syntytavan (siemensyntyinen/vesasyntyinen), iän, latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutuksista hieskoivun tilavuuteen kasvupaikkaryhmittäin koko aineistossa.

Vaihtelun lähde	df	Kovarianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Turvemaat (df=1720)		
Syntytapa	1	1305,29	0,29	0,5836
Latvuskerros	3	364305,88	81,41	0,0001
Ikä	1	2730973,77	610,26	0,0001
Ainespuide runkoluku	1	38940,87	8,70	0,0001
Jäännös	1714	4475,09		
		Kivennäismaat (df=461)		
Syntytapa	1	782,15	0,09	0,7628
Latvuskerros	2	499793,55	55,43	0,0001
Ikä	1	3257525,42	361,31	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	828500,03	91,89	0,0001
Jäännös	456	9015,88		
		Kaikki kasvupaikat (df=2182)		
Syntytapa	1	118,37	0,02	0,8895
Latvuskerros	3	530889,22	86,61	0,0001
Ikä	1	6713369,95	1095,19	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	338257,22	55,18	0,0001
Jäännös	2176	6129,88		

2.12 Varianssianalyysit koivulajin ja ikäluokan vaikutuksista koivun tilavuuteen kasvupaikkaryhmittäin.

Vaihtelun lähde	df	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Turvemaat		
		Koko aineisto (df=1789)		
Koivulaji	1	293563,86	55,19	0,0001
Ikäluokka	7	263389,18	49,52	0,0001
Yhdysvaikutus	7	57735,27	10,85	0,0001
Jäännös	1774	5319,28		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=1158)		
Koivulaji	1	197043,69	30,19	0,0001
Ikäluokka	7	233927,39	35,84	0,0001
Yhdysvaikutus	7	50501,99	7,74	0,0001
Jäännös	1143	6527,55		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=1158)		
Koivulaji	1	210139,72	31,95	0,0001
Ikäluokka	1	246689,59	37,50	0,0001
Yhdysvaikutus	7	49207,64	7,48	0,0001
Jäännös	1143	6577,88		

2.12 (jatkoa).

Vaihtelun lähde	df	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Kivennäismaat		
		Koko aineisto (df=718)		
Koivulaji	1	1273588,02	69,14	0,0001
Ikäluokka	1	1706574,76	92,65	0,0001
Yhdysvaikutus	7	75765,29	4,11	0,0002
Jäännös	703	18419,14		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=614)		
Koivulaji	1	1076263,69	52,52	0,0001
Ikäluokka	7	1493149,60	72,87	0,0001
Yhdysvaikutus	7	57573,26	2,81	0,0069
Jäännös	599	20490,63		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=614)		
Koivulaji	1	1127173,50	55,43	0,0001
Ikäluokka	7	1555236,07	76,48	0,0001
Yhdysvaikutus	7	67996,53	3,34	0,0017
Jäännös	599	20334,76		

2.13 Varianssianalyysit kasvupaikkaryhmän (turvemaa/kivennäismaa) ja ikäluokan vaikutuksista hies- ja rauduskoivun tilavuuteen.

Vaihtelun lähde	df	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Hieskoivu		
		Koko aineisto (df=2184)		
Kasvupaikkaryhmä	1	242876,21	35,03	0,0001
Ikäluokka	7	1126806,18	162,52	0,0001
Yhdysvaikutus	7	95163,80	13,73	0,0001
Jäännös	2167	6933,34		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=1471)		
Kasvupaikkaryhmä	1	143552,86	16,56	0,0001
Ikäluokka	7	904066,98	104,26	0,0001
Yhdysvaikutus	7	89221,61	10,29	0,0001
Jäännös	1456	8671,21		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=1475)		
Kasvupaikkaryhmä	1	167576,41	19,17	0,0001
Ikäluokka	7	961694,74	110,03	0,0001
Yhdysvaikutus	7	81276,05	9,30	0,0001
Jäännös	1460	8740,54		
		Rauduskoivu		
		Koko aineisto (df=325)		
Kasvupaikkaryhmä	1	47237,68	1,99	0,1594
Ikäluokka	7	423090,23	17,82	0,0001
Yhdysvaikutus	7	32629,08	1,37	0,2156
Jäännös	310			

2.13 (jatkoa).

Vaihtelun lähde	df	Varianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=301)		
Kasvupaikkaryhmä	1	62368,57	2,51	0,1143
Ikäluokka	7	382109,92	15,37	0,0001
Yhdysvaikutus	7	34616,25	1,39	0,2081
Jäännös	286	24858,74		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=297)		
Kasvupaikkaryhmä	1	66600,46	2,71	0,1010
Ikäluokka	7	403215,50	16,39	0,0001
Yhdysvaikutus	7	30741,72	1,25	0,2757
Jäännös	282	24602,29		

2.14 Kovarianssianalyysit koivulajin, latvuskerrosluokan, iän ja ainespuiden runkoluvun vaikutuksista koivun tilavuuteen kasvupaikkaryhmittäin.

Vaihtelun lähde	df	Kovarianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Turvemaat		
		Koko aineisto (df=1789)		
Koivulaji	1	66003,50	14,48	0,0001
Latvuskerros	3	9045,91	1,98	0,1144
Ikä	1	313397,14	68,74	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	7689,22	1,69	0,1942
Koivulaji * ikä	1	75351,12	16,53	0,0001
Koivulaji * latvuskerros * ikä * ainespuiden runkoluku	7	23624,94	5,18	0,0001
Jäännös	1775	4559,12		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=1157)		
Koivulaji	1	35931,17	6,12	0,0135
Latvuskerros	2	17382,03	2,96	0,0521
Ikä	1	133390,07	22,74	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	14819,89	2,53	0,1122
Koivulaji * ikä	1	55419,33	9,45	0,0022
Koivulaji * ainespuiden runkoluku	1	19553,66	3,33	0,0682
Koivulaji * latvuskerros * ikä * ainespuiden runkoluku	6	108692,32	3,09	0,0053
Jäännös	1143	5866,49		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=1155)		
Koivulaji	1	39036,23	6,61	0,0103
Latvuskerros	2	13131,13	2,22	0,1087
Ikä	1	132978,48	22,51	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	13778,14	2,33	0,1270
Koivulaji * ikä	1	57966,56	9,81	0,0018
Koivulaji * ainespuiden runkoluku	1	22851,50	3,87	0,0494
Koivulaji * latvuskerros * ikä * ainespuiden runkoluku	6	22144,70	3,75	0,0011
Jäännös	1142	5906,61		

2.14 (jatkoa).

Vaihtelun lähde	Kovarianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III)			
	df	MS	F	p
		Kivennäismaat		
		Koko aineisto (df=717)		
Koivulaji	1	500181,28	42,28	0,0001
Latvuskerros	2	151243,71	12,78	0,0001
Ikä	1	1335278,24	112,87	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	1582093,74	133,82	0,0001
Latvuskerros * ikä	2	648577,13	54,82	0,0001
Jäännös	710	11830,32		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=613)		
Koivulaji	1	489079,63	36,39	0,0001
Latvuskerros	2	124899,79	9,29	0,0001
Ikä	1	1175759,76	87,48	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	1279673,05	95,21	0,0001
Latvuskerros * ikä	2	597893,52	44,48	0,0001
Jäännös	606	13440,85		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=613)		
Koivulaji	1	468339,64	35,26	0,0001
Latvuskerros	2	127927,42	9,63	0,0001
Ikä	1	1175475,94	88,49	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	1081315,14	81,40	0,0001
Latvuskerros * ikä	2	608798,91	45,83	0,0001
Jäännös	606	13283,75		

2.15 Kovarianssianalyysit koivulajin ja logaritmisen rinnankorkeusläpimitan vaikutuksista koivun logaritmiseen tilavuuteen.

Vaihtelun lähde	Kovarianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III)			
	df	MS	F	p
		Koko aineisto (df=2507)		
Koivulaji	1	11,83	0,19	0,0001
Rinnankorkeusläpimitta	1	42387,60	686,65	0,0001
Yhdysvaikutus	1	18,90	0,31	0,0001
Jäännös	2504	0,0162		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=1771)		
Koivulaji	1	0,0302	1,71	0,1904
Rinnankorkeusläpimitta	1	588,51	30447,53	0,0001
Yhdysvaikutus	1	0,0837	4,73	0,0214
Jäännös	1768	0,0177		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=1769)		
Koivulaji	1	0,100	5,72	0,0104
Rinnankorkeusläpimitta	1	568,343	32506,84	0,0001
Yhdysvaikutus	1	0,181	10,35	0,0014
Jäännös	1766	0,0175		

2.16 Kovarianssianalyysit koivulajin, latvuskerrosluokan, logaritmisen rinnankorkeusläpimitan ja ainespuiden runkoluvun vaikutuksista koivun tilavuuteen kasvupaikkaryhmittäin.

Vaihtelun lähde	df	Kovarianssianalyysin tunnusluvut (tyyppi III) MS	F	p
		Koko aineisto (df=2507)		
Koivulaji	1	611214,74	156,54	0,0001
Latvuskerros	3	173997,07	14,85	0,0001
Rinnankorkeusläpimitta	1	23043436,67	5901,64	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	443,83	0,11	0,7360
Jäännös	2501	9765361,88		
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=1771)		
Koivulaji	1	494949,45	118,28	0,0001
Latvuskerros	3	154905,68	12,34	0,0001
Rinnankorkeusläpimitta	1	22161707,05	5295,89	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	146746,62	35,07	0,0001
Jäännös	1765	7386000,48		
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=1769)		
Koivulaji	1	509263,63	114,72	0,0104
Latvuskerros	1	136369,62	15,36	0,0001
Rinnankorkeusläpimitta		22029005,41	4962,35	0,0001
Ainespuiden runkoluku	1	30647,28	6,90	0,0087
Jäännös	1764	7830799,97		

2.17 Logistiset regressioanalyysit kasvupaikkaluokan ja iän vaikutuksista pystyoksien esiintymiseen hieskoivulla.

Vaihtelun lähde	df	Varianssitaulun maximum likelihood -analyysi χ^2	p
		Koko aineisto (df=2183)	
Vakio	1	11,52	0,0007
Kasvupaikkaluokka	4	79,98	0,0000
Ikä	1	0,46	0,4956
Yhdysvaikutus	4	79,49	0,0000
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	371	569,71	0,0000
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=1531)	
Vakio	1	13,15	0,0003
Kasvupaikkaluokka	4	67,08	0,0000
Ikä	1	0,59	0,4430
Yhdysvaikutus	4	68,83	0,0000
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	354	511,95	0,0000
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=1531)	
Vakio	1	14,74	0,0001
Kasvupaikkaluokka	4	64,24	0,0000
Ikä	1	0,50	0,4814
Yhdysvaikutus	4	66,20	0,4814
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	352	480,98	0,0000

2.18 Logistiset regressioanalyysit syntytavan ja iän vaikutuksista pystyoksien esiintymiseen hieskoivulla turve- ja kivennäismailla kaikkien pystykoepuiden aineistossa.

Vaihtelun lähde	df	Varianssitaulun maximum likelihood -analyysi χ^2	p
		Turvemaat (df=1721)	
Vakio	1	28,93	0,0000
Syntytapa	1	0,67	0,4120
Ikä	1	9,76	0,0018
Yhdysvaikutus	4	0,18	0,6606
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	153	217,59	0,0005
		Kivennäismaat (df=465)	
Vakio	1	1,14	0,2850
Syntytapa	1	3,50	0,0614
Ikä	1	7,45	0,0063
Yhdysvaikutus	1	0,45	0,4822
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	132	205,23	0,0123
		Kaikki kasvupaikat (df=1531)	
Vakio	1	14,37	0,0002
Syntytapa	1	4,15	0,0417
Ikä	1	0,83	0,3612
Yhdysvaikutus	1	1,65	0,1983
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	174	262,97	0,0000

2.19 Logistiset regressioanalyysit koivulajin ja iän vaikutuksista pystyoksien esiintymiseen turve- ja kivennäismailla.

Vaihtelun lähde	df	Varianssitaulun maximum likelihood -analyysi χ^2	p
		Turvemaat	
		Koko aineisto (df=1469)	
Vakio	1	14,54	0,0001
Koivulaji	1	0,01	0,9141
Ikä	1	3,66	0,0559
Yhdysvaikutus	1	0.02	0,8806
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	122	176,43	0,0009
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua koealalta (df=1159)	
Vakio	1	6,67	0,0098
Koivulaji	1	0,19	0,6621
Ikä	1	1,94	0,1642
Yhdysvaikutus	1	0,03	0,8733
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	120	154,64	0,0182

2.19 (jatkoa).

Vaihtelun lähde	df	Varianssitaulun maximum likelihood -analyysi χ^2	p
	12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=955)		
Vakio	1	13,58	0,0002
Koivulaji	1	0,43	0,5138
Ikä	1	3,07	0,0798
Yhdysvaikutus	1	0,18	0,6691
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	115	133,80	0,1110
	Kivennäismaat		
	Koko aineisto (df=595)		
Vakio	1	4,25	0,0393
Koivulaji	1	0,17	0,6781
Ikä	1	8,12	0,0044
Yhdysvaikutus	1	0,29	0,5923
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	162	191,48	0,0566
	12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=615)		
Vakio	1	0,14	0,7076
Koivulaji	1	0,00	0,9485
Ikä	1	18,70	0,0000
Yhdysvaikutus	1	0,27	0,6008
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	166	213,33	0,0077
	12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=517)		
Vakio	1	10,11	0,0015
Koivulaji	1	0,03	0,8646
Ikä	1	3,96	0,0465
Yhdysvaikutus	1	0,15	0,6946
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	158	157,38	0,4989

2.20 Logistiset regressioanalyysit kasvupaikkaryhmän (turvemaa/kivennäismaa) ja iän vaikutuksista pystyoksien esiintymiseen hies- ja rauduskoivulla.

Vaihtelun lähde	df	Varianssitaulun maximum likelihood -analyysi χ^2	p
		Hieskoivu	
		Koko aineisto (df=1779)	
Vakio	1	41,52	0,0000
Kasvupaikkaryhmä	1	15,06	00001
Ikä	1	0,85	0,3565
Yhdysvaikutus	1	19,99	0,0000
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	182	251,71	0,0005

2.20 (jatkoa).

Vaihtelun lähde	df	Varianssitaulun maximum likelihood -analyysi χ^2	p
	12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=1220)		
Vakio	1	41,35	0,0000
Kasvupaikkaryhmä	1	4,60	0,0320
Ikä	1	1,33	0,2496
Yhdysvaikutus	1	10,90	0,0010
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	176	199,05	0,1124
	12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=1209)		
Vakio	1	45,66	0,0000
Kasvupaikkaryhmä	1	4,12	0,0424
Ikä	1	1,31	0,2526
Yhdysvaikutus	1	11,42	0,0007
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	175	191,18	0,1908
	Rauduskoivu		
	Koko aineisto (df=285)		
Vakio	1	5,54	0,0186
Kasvupaikkaryhmä	1	1,04	0,3075
Ikä	1	0,01	0,9188
Yhdysvaikutus	1	2,93	0,0869
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	102	116,19	0,1593
	12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua kocalalta (df=266)		
Vakio	1	4,86	0,0274
Kasvupaikkaryhmä	1	0,30	0,5870
Ikä	1	0,04	0,8324
Yhdysvaikutus	1	1,95	0,1627
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	99	105,03	0,3202
	12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua kocalalta (df=263)		
Vakio	1	5,30	0,0214
Kasvupaikkaryhmä	1	0,18	0,6746
Ikä	1	0,02	0,8987
Yhdysvaikutus	1	1,76	0,1850
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	98	100,00	0,4248

2.21 Logistiset regressioanalyysit koivulajin ja rinnankorkeusläpimitan vaikutuksista pystyoksien esiintymiseen.

Vaihtelun lähde	df	Varianssitaulun maximum likelihood -analyysi χ^2	p
		Koko aineisto (df=2063)	
Vakio	1	3,25	0,0715
Koivulaji	1	0,09	0,7688
Ikä	1	9,80	0,0017
Yhdysvaikutus	1	1,01	0,3147
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	352	329,48	0,0674
		12 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta koivua koealalta (df=1486)	
Vakio	1	6,72	0,0095
Koivulaji	1	0,46	0,4973
Ikä	1	3,45	0,0633
Yhdysvaikutus	1	1,93	0,1646
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	339	357,69	0,2326
		12 tyvitukkiosan ulkoiselta laadultaan parasta koivua koealalta (df=1472)	
Vakio	1	10,60	0,0011
Koivulaji	1	1,79	0,1804
Ikä	1	1,95	0,1621
Yhdysvaikutus	1	3,77	0,0522
Todennäköisyys (maximum likelihood ratio)	340	371,29	0,1169

Liite 3. Yhteenvedot tilastollisten testien ja analyysien keskeisistä tuloksista

3.1 Kasvupaikkaluokan, iän, latvuskerrosluokan ja koealan ainespuiden runkoluvun vaikutukset hieskoivun tärkeimpiin vaneripuun laatua kuvaaviin tekijöihin runkotasolla. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus (p_{hav}<0,05), ** = suuntaa antava vaikutus (0,05< p_{hav}<0,15), 0 = ei vaikutusta, S = vaikutus havaittu subjektiivisesti, S-0 = vaikutusta ei havaittu subjektiivisesti, ... = vaikutusta ei analysoitu). Pystykoepuumittaukset.

Laatutekijä	Kasvupaikkaluokka Aineisto			Ikä Aineisto			Latvuskerrosluokka (ylenevä) Aineisto			Ainespuiden runkoluku Aineisto		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Rinnankorkeusläpimitta	**	***	***	+ ***	+ ***	+ ***	0	+ ***	+ ***	- ***	0	- ***
Rungon tilavuus	***	***	***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	- **	- ***	- ***
Oksakyhmyraja	***	***	***	+ ***	+ ***	+ ***	0	0	0	0	- ***	- ***
Kuivaoksaraja	***	***	***	+ ***	+ ***	+ ***	0	0	0	0	- ***	- ***
Terveoksaraja	0	***	0	0	+ ***	+ ***	- ***	0	0	0	+ ***	0
Latvusraja	***	0	0	0	+ ***	+ ***	- ***	- **	- ***	0	+ ***	+ ***
Pystyoksaisuus	***	***	***	0	0	0	...	...	...	...	...	...
Vesaoksaisuus	S	S	S	S-0	S-0	S-0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan oksattomuus	0	**	***	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan terveoksaisuus	0	0	0	- ***	- ***	- ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan kuollutoksaisuus	0	0	**	- ***	- ***	- ***	...	...	...	...	...	...
Lenkous (suurin sivuviivapoikkeama)	***	***	***	0	0	0	- ***	- ***	0	+ ***	+ ***	+ ***
Tyvitukkiosan suoruus	***	***	***	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan mutkaisuus	***	***	***	- ***	- ***	- ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan lenkous	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan haaraisuus	S	S	S	S-0	S-0	S-0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan monivääryys	S-0	S-0	S-0	- S	S-0	S-0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan pintavikaisuus	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan ulkoinen lahoisuus	0	***	***	+ ***	+ ***	+ ***						
Tukkipuun koon saavuttaminen	**	0	**	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun laadun saavuttaminen	***	***	***	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun hylkääminen	***	***	***	0	0	0	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun tyveäminen	S	S	S	+ S-O	+ S-O	+ S-O	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun latvähennys	S	S	S	+ S-O	+ S-O	+ S-O	...	...	...	...	...	...
Tyvitukin virheettömyys	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
Vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisuus	0	0	***	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...

3.2 Kasvupaikkaluokan, iän, latvuskerrosluokan ja kocalan ainespuiden runkoluvun vaikutukset yli 50-vuotiaiden hieskoivujen vaneritukkipuun määriin ja osuuksiin runkotasolla. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus (p_{hav}<0,05), ** = suuntaa antava vaikutus (0,05< p_{hav}<0,15), 0 = ei vaikutusta. 1 = kaikki hieskoivut, 2 = tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneet hieskoivut. Pystykoepuumittaukset.

Laatutekijä	Kasvupaikka-luokka		Ikä		Latvuskerros-luokka (yleneva)		Ainespuiden runkoluku	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Tukkiosan kokonaispituus, vähimmäismitat	***	***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	- ***	0
Tukkiosan kokonaispituus, vähimmäismitat ja -laatu	***	***	+ ***	+ ***	+ ***	+ **	- ***	0
Hylkytukkiosan pituus	***	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	0
Tukkiosan tilavuus, vähimmäismitat	***	***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	- ***	0
Tukkiosan tilavuus, vähimmäismitat ja -laatu	***	***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	- ***	0
Hylkytukkiosan tilavuus	***	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ **	+ ***	0
Tukkiosuus, vähimmäismitat	***	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ **	+ ***	0
Tukkisosuus, vähimmäismitat ja -laatu	***	0	+ ***	+ ***	+ ***	0	+ ***	0
Hylkytukkiosuus	***	0	+ ***	+ **	+ ***	0	- ***	0

3.3 Hieskoivun kasvupaikkaluokan, iän, latvuskerrosluokan ja kocalan ainespuiden runkoluvun vaikutukset vaneripuun laatua kuvaaviin tekijöihin runkotasolla. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus (p_{hav}<0,05), ** = suuntaa antava vaikutus (0,05< p_{hav}<0,15), 0 = ei vaikutusta, S = vaikutus havaittu subjektiivisesti, S-0 = vaikutusta ei havaittu subjektiivisesti, ... = vaikutusta ei analysoitu). 1 = koko käyttöosa, 2 = viiden metrin tyviosa. Kaatokoepuumittaukset.

Laatutekijä	Kasvupaikka-luokka		Ikä		Latvuskerros-luokka (yleneva)		Ainespuiden runkoluku	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Oksakyhmyjen runsaus	***	***	- ***	- ***	0	0	0	0
Kuivien oksien runsaus	***	***	- ***	- ***	- **	- ***	0	0
Lahojen oksien runsaus	***	***	0	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Kuolleiden oksien runsaus	***	***	0	- ***	0	- **	+ **	+ ***
Terveiden oksien runsaus	***	***	0	- ***	+ ***	0	- ***	- ***
Kaikkien oksien runsaus	**	***	0	- ***	0	- ***	0	0
Paksuin kuiva oksa	***	***	+ ***	- ***	+ ***	0	- **	0
Paksuin laho oksa	***	***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Paksuin kuollut oksa	**	**	0	- ***	0	+ ***	0	0
Paksuin terve oksa	***	**	+ ***	- ***	+ ***	0	- ***	- ***
Kapeneminen	**	...	+ **	...	+ **	...	0	...
Epäpyöreys, tyvi	...	***	...	+ ***	...	0	...	- ***
Epäpyöreys, tyvipölkyn latva	...	***	...	0	...	+ **	...	0
Epäpyöreys, käyttöosa keskimäärin	***	...	0	...	+ **	...	0	...
Puuaineen lahoisuus, tyvi	...	**	...	+ **	...	...	...	...
Puuaineen lahoisuus, tyvipölkyn latva	...	***	...	0	...	...	...	...
Puuaineen lahoisuus, käyttöosa yhteensä	***	...	0	...	...	...	...	...
Puuaineen ruskotäpläisyys, tyvi ja tyvipölkyn latva	...	***	...	0	...	...	...	...

3.4 Syntytavan ja iän vaikutukset hieskoivun vaneripuun laatua kuvaaviin tekijöihin runkotasolla turve- ja kivennäismailla. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus (p_{hav}<0,05), ** = suuntaa antava vaikutus (0,05< p_{hav}<0,15), 0 = ei vaikutusta, S = vaikutus havaittu subjektiivisesti, S-0 = vaikutusta ei havaittu subjektiivisesti, ... = vaikutusta ei analysoitu). 1 = latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset sivuutetttu, 2 = latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset otettu huomioon. Pystykoepuumittaukset.

Laatutekijä	Siemensyntyinen vs. vesasyntyinen				Ikä			
	Turvemaat		Kivennäismaat		Turvemaat		Kivennäismaat	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Rinnankorkeusläpimitta	+ ***	0	+ ***	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Rungon tilavuus	+ ***	0	+ ***	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Oksakyhmyraja	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Kuivaoksaraja	- **	+ **	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Terveoksaraja	0	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Latvusraja	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Pystyoksaisuus	0	...	+ **	...	+ ***	...	+ ***	...
Tyvitukkiosan oksattomuus	+ ***	...	0	...	+ ***	...	+ ***	...
Tyvitukkiosan terveoksaisuus	0	...	0	...	0	...	- ***	...
Tyvitukkiosan kuollutoksaisuus	- ***	...	0	...	- ***	...	- ***	...
Lenkous (suurin sivuviivapoikkeama)	- **	- ***	0	0	+ ***	+ ***	0	+ **
Tyvitukkiosan suoruus	+ **	...	+ ***	...	0	...	+ ***	...
Tyvitukkiosan mutkaisuus	0	...	- ***	...	0	...	- ***	...
Tyvitukkiosan lenkous	- ***		0	...	0	...	0	...
Tyvitukkiosan haaraisuus	0	...	0	...	0	...	0	...
Tyvitukkiosan moniväärryys	0	...	0	...	0	...	0	...
Tyvitukkiosan pintavikaisuus	0	...	- **	...	+ ***	...	+ ***	...
Tyvitukkiosan ulkoinen lahoisuus	0	...	+ ***		+ ***	...	+ ***	...
Tukkipuun koon saavuttaminen	+ **	...	0	...	+ ***	...	+ ***	...
Tukkipuun laadun saavuttaminen	+ **	...	0	...	+ ***	...	+ ***	...
Tukkipuun hylkääminen	- S	...	- S	...	S-0	...	S-0	...
Tukkipuun tyveäminen	- S	...	+ S	...	+ S	...	+ S	...
Tukkipuun latvähennys	+ S	...	+ S	...	+ S	...	+ S	...
Tyvitukin virheettömyys	+ ***	...	+ ***	...	+ ***	...	+ ***	...
Vaneripuu- tai vaneripuukasvatus-kelpoisuus	+ ***	...	0	...	+ ***	...	+ ***	...

3.5 Syntytavan ja iän vaikutukset yli 50-vuotiaiden hieskoivujen vaneritukkipuun määriin ja osuuksiin runkotasolla. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus ($p_{hav}<0,05$), ** = suuntaa antava vaikutus ($0,05< p_{hav}<0,15$), 0 = ei vaikutusta. 1 = latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset sivuutetttu, 2 = latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset otettu huomioon. Pystykoepuumittaukset.

Laatutekijä	Siemensyntyinen vs. vesasyntyinen				Ikä			
	Turvemaat		Kivennäismaat		Turvemaat		Kivennäismaat	
	1	2	1	2	1	2	1	2
				Kaikki yli 50-vuotiaat hieskoivut				
Tukkiosan kokonaispituus, vähimmäismitat	+ ***	0	+ ***	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Tukkiosan kokonaispituus, vähimmäismitat ja -laatu	0	0	+ ***	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Hykytukkiosan pituus	+ **	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Tukkiosan tilavuus, vähimmäismitat	+ ***	0	+ ***	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Tukkiosan tilavuus, vähimmäismitat ja -laatu	+ **	0	+ ***	+ **	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Hylkytukkiosan tilavuus	+ ***	0	0	0	+ ***	+ ***	0	+ ***
Tukkiosuus, vähimmäismitat	+ ***	+ **	+ ***	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Tukkisosuus, vähimmäismitat ja -laatu	+ **	0	+ ***	+ **	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Hylkytukkiosuus	+ ***	0	0	0	+ ***	+ ***	+ **	+ **
	Tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneet yli 50-vuotiaat hieskoivut							
Tukkiosan kokonaispituus, vähimmäismitat	- ***	- ***	0	0	+ ***	+***	+ ***	+ ***
Tukkiosan kokonaispituus, vähimmäismitat ja -laatu	- ***	- ***	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Hykytukkiosan pituus	0	0	...	...	+ ***	+ ***	...	...
Tukkiosan tilavuus, vähimmäismitat	- **	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Tukkiosan tilavuus, vähimmäismitat ja -laatu	- ****	- ***	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Hylkytukkiosan tilavuus	0	0	...	...	+ **	+ ***	...	...
Tukkiosuus, vähimmäismitat	- **	- **	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Tukkisosuus, vähimmäismitat ja -laatu	- ***	- ***	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Hylkytukkiosuus	0	- **	...	...	0	+ ***	...	...

3.6 Syntytavan ja iän vaikutukset hieskoivun vaneripuun laatua kuvaaviin tekijöihin runkotasolla turve- ja kivennäismailla. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus ($p_{hav}<0,05$), ** = suuntaa antava vaikutus ($0,05< p_{hav}<0,15$), 0 = ei vaikutusta, S = vaikutus havaittu subjektiivisesti, S-0 = vaikutusta ei havaittu subjektiivisesti, ... = vaikutusta ei analysoitu). 1 = latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset sivuutetttu, 2 = latvuskerrosluokan ja ainespuiden runkoluvun vaikutukset otettu huomioon. Kaatokoepuumittaukset.

Laatutekijä	Siemensyntyinen vs. vesasyntyinen				Ikä			
	Turvemaat		Kivennäismaat		Turvemaat		Kivennäismaat	
	1	2	1	2	1	2	1	2
				Koko käyttöosa				
Oksakyhmyjen runsaus	0	-***	+***	0	-***	-***	-***	-***
Kuivien oksien runsaus	0	0	0	0	-***	-**	-***	-***
Lahojen oksien runsaus	0	0	+***	+***	0	0	0	+***
Kuolleiden oksien runsaus	0	-***	+***	+**	-***	-***	-***	-***
Terveiden oksien runsaus	+***	0	0	0	-***	0	0	0
Kaikkien oksien runsaus	0	+**	+***	0	-***	-***	-***	-***
Paksuin kuiva oksa	0	0	+**	0	0	+***	0	0
Paksuin laho oksa	0	0	+***	0	+***	0	+***	+***
Paksuin kuollut oksa	0	0	+***	+**	+**	0	0	+**
Paksuin terve oksa	+***	0	0	0	+**	+**	+***	+***
Kapeneminen	0	0	0	-***	+**	0	0	+***
Epäpyöreys	-**	0	-**	0	-***	0	0	0
Puuaineen lahoisuus	-**	...	+***	....	+***	...	0	...
				Viiden metrin tyviosa				
Oksakyhmyjen runsaus	0	-**	+***	0	-***	-***	-***	-***
Kuivien oksien runsaus	0	0	0	0	-***	-***	-***	-***
Lahojen oksien runsaus	0	0	+**	+**	-**	-***	0	0
Kuolleiden oksien runsaus	0	-***	+**	0	-***	-***	-***	-***
Terveiden oksien runsaus	0	0	-***	-***	-***	-***	0	-***
Kaikkien oksien runsaus	0	-***	0	0	-***	-***	-***	-***
Paksuin kuiva oksa	0	0	0	0	-***	-**	-***	-***
Paksuin laho oksa	0	0	0	0	+***	+***	+**	0
Paksuin kuollut oksa	+**	0	0	0	+**	+***	0	-***
Paksuin terve oksa	0	0	-***	-***	**	0	0	0
Epäpyöreys, tyvi	0	-**	0	0	+**	+***	+***	+***
Epäpyöreys, tyvipölkyn latva	-**	0	0	0	+***	0	0	0
Puuaineen lahoisuus, tyvi	+***	...	0	...	+***	...	0	...
Puuaineen lahoisuus, tyvipölkyn latva	0	...	0	...	0	...	+**	...
Puuaineen ruskotäpläisyys, tyvi ja tyvipölkyn latva	0	..	0	..	0	...	-***	...

3.7 Koivulajin, iän, latvuskerrosluokan ja koealan ainespuiden runkoluvun vaikutukset vaneripuun laatua kuvaaviin tekijöihin runkotasolla turvemailla. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus (p_{hav}<0,05), ** = suuntaa antava vaikutus (0,05< p_{hav}<0,15), S = vaikutus havaittu subjektiivisesti, S-0 = vaikutusta ei havaittu subjektiivisesti, ... = vaikutusta ei analysoitu). Pystykoepuumittaukset.

Laatutekijä	Hieskoivu vs. rauduskoivu			Ikä			Latvuskerrosluokka (ylenevä)			Ainespuiden runkoluku		
	Aineisto			Aineisto			Aineisto			Aineisto		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Rinnankorkeusläpimitta	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	***	+ ***	+ ***	+ ***	- ***	- **	- **
Rungon tilavuus	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ **	+ **	+ **	0	- **	- **
Oksakyhmyraja	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	0	0	0	- ***	0	- **
Kuivaoksaraja	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	- **	0	- ***	- ***	- ***
Terveoksaraja	+ ***	+ ***	+ ***	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Latvusraja	+ ***	+ ***	+ ***	0	+ ***	+ ***	+ ***	0	0	+ ***	+ ***	+ ***
Pystyoksaisuus	0	0	0	+ **	0	+ **	...	...	...	...	...	...
Vesaoksaisuus	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan oksattomuus	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan terveoksaisuus	0	0	0	- ***	- ***	- ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan luollutoksaisuus	0	0	0	- ***	- ***	- ***	...	....	...	...	...	...
Lenkous (suurin sivuviivapoikkeama)	+ ***	+ ***	+ ***	+ **	0	+ **	+ ***	+ ***	0	+ ***	+ ***	+ **
Tyvitukkiosan suoruus	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan mutkaisuus	+ ***	+ ***	+ ***	- ***	- ***	- ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan lenkous	0	0	0	0	0	0	...	..	...	...	...	...
Tyvitukkiosan haaraisuus	- **	+ **	- **	0	0	0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkisan monivääryys	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan pintavikaisuus	- ***	- ***	- ***	0	+ **	+ **	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan ulkoinen lahoisuus	0	0	0	+ **	+ **	+ **	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun koon saavuttaminen	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun laadun saavuttaminen	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun hylkääminen	+ S	+ S	+ S	S-0	S-0	S-0	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun tyveäminen	+ S	+ S	+ S	+ S	+ S	+ S						
Tukkipuun latvavähennys	- S	- S	- S	+ S	+ S	+ S						
Tyvitukin virheettömyys	- **	- **	- **	+ **	+ **	+ **	...	...	...	...	...	...
Vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisuus	- ***	- ***	- **	0	0	0	...	...	...	...	...	...

3.8 Koivulajin, iän, latvuskerrosluokan ja koealan ainespuiden runkoluvun vaikutukset vaneripuun laatua kuvaaviin tekijöihin runkotasolla kivennäismailla. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus ($p_{hav}<0,05$), ** = suuntaa antava vaikutus ($0,05< p_{hav}<0,15$), S = vaikutus havaittu subjektiivisesti, S-0 = vaikutusta ei havaittu subjektiivisesti, ... = vaikutusta ei analysoitu). Pystykoepuumittaukset.

Laatutekijä	Hieskoivu vs. rauduskoivu			Ikä			Latvuskerrosluokka (nro 1)			Ainespuiden runkoluku		
	Aineisto			Aineisto			Aineisto			Aineisto		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Rinnankorkeusläpimitta	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	- ***	- ***	- ***
Rungon tilavuus	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	- ***	- ***	- ***
Oksakyhmyraja	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	0	0	0	- ***	- ***	- ***
Kuivaoksaraja	- ***	- ***	- **	+ ***	+ ***	+ ***	0	0	0	- ***	- ***	- ***
Terveoksaraja	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Latvusraja	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Pystyoksaisuus	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Vesaoksaisuus	- S	...	...	S-0	...	...	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan oksattomuus	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan terveoksaisuus	0	0	0	- ***	- ***	- ***						
Tyvitukkiosan luollutoksaisuus	0	0	0	- ***	- ***	- ***	...	...	...	...	...	...
Lenkous (suurin sivuviivapoikkeama)	0	0	0	- ***	- ***	- ***	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***
Tyvitukkiosan suoruus	- **	- **	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan mutkaisuus	+ ***	+ ***	+ ***	- ***	- ***	- ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan lenkous	0	0	0	+ **	0	0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan haaraisuus	- ***	- ***	- ***	0	0	0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkisan moniväärryys	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan pintavikaisuus	- **	+ ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan ulkoinen lahoisuus	0	0	0	0	0	0	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun koon saavuttaminen	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	....	...
Tukkipuun laadun saavuttaminen	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun hylkääminen	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun tyveäminen	- S	- S	- S	S-0	S-0	S-0	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun latvavähennys	- S	- S	- S	S-0	S-0	S-0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukin virheettömyys	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisuus	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...

3.9 Koivulajin, iän, latvuskerrosluokan ja koealan ainespuiden runkoluvun vaikutukset yli 50-vuotiaiden koivujen vaneritukkipuun määriin ja osuuksiin runkotasolla. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus ($p_{hav}<0,05$), ** = suuntaa antava vaikutus ($0,05< p_{hav}<0,15$), 0 = ei vaikutusta. 1 = kaikki koivut, 2 = tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneet koivut. Pystykoepuumittaukset.

Laatutekijä	Koivulaji		Ikä		Latvuskerros-luokka (yleneväl)		Ainespuiden runkoluku	
	1	2	1	2	1	2	1	2
				Turvemaat				
Tukkiosan kokonaispituus, vähimmäismitat	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	0
Tukkiosan kokonaispituus, vähimmäismitat ja -laatu	- ***	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ **	0	0
Hylkytukkiosan pituus	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	0	0
Tukkiosan tilavuus, vähimmäismitat	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	0
Tukkiosan tilavuus, vähimmäismitat ja -laatu	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ **	0	0
Hylkytukkiosan tilavuus	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	0	0
Tukkiosuus, vähimmäismitat	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	0
Tukkisosuus, vähimmäismitat ja -laatu	- ***	0	+ ***	+ **	+ ***	0	0	0
Hylkytukkiosuus	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	0	0
				Kivennäismaat				
Tukkiosan kokonaispituus, vähimmäismitat	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	- ***	- ***
Tukkiosan kokonaispituus, vähimmäismitat ja -laatu	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	- ***	- ***
Hylkytukkiosan pituus	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ **	+ ***	+ **
Tukkiosan tilavuus, vähimmäismitat	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	**	- ***	- ***
Tukkiosan tilavuus, vähimmäismitat ja -laatu	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	- ***	- ***
Hylkytukkiosan tilavuus	- ***	- **	+ ***	+ **	+ ***	0	+ ***	+ **
Tukkiosuus, vähimmäismitat	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	- ***	- ***
Tukkisosuus, vähimmäismitat ja -laatu	- ***	0	+ ***	+ ***	+ ***	0	- ***	- **
Hylkytukkiosuus	- ***	0	0	+ **	+ ***	0	- ***	0

3.10 Koivulajin, iän, latvuskerrosluokan ja koealan ainespuiden runkoluvun vaikutukset vaneripuun laatua kuvaaviin tekijöihin runkotasolla kivennäismailla ja kaikilla kasvupaikoilla yhteensä. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus (p_{hav}<0,05), ** = suuntaa antava vaikutus (0,05< p_{hav}<0,15), S = vaikutus havaittu subjektiivisesti, S-0 = vaikutusta ei havaittu subjektiivisesti, ... = vaikutusta ei analysoitu). Kaatokoepuumittaukset. 1 = Koko käyttöosa, 2 = Viiden metrin tyviosa.

Laatutekijä	Hieskoivu vs. rauduskoivu		Ikä		Latvuskerros-luokka (ylenevä)		Ainespuiden runkoluku	
	1	2	1	2	1	2	1	2
				Kivennäismaat				
Oksakyhmjen runsaus	- ***	0	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Kuivien oksien runsaus	- ***	0	- ***	- ***	+ **	0	+ **	0
Lahojen oksien runsaus	0	0	+ ***	- ***	0	0	+ ***	+ ***
Kuolleiden oksien runsaus	- ***	0	- ***	- ***	+ ***	+ **	+ ***	+ ***
Terveiden oksien runsaus	0	+ ***	0	- ***	+ ***	- ***	- ***	- ***
Kaikkien oksien runsaus	- ***	0	- ***	- ***	+ ***	0	+ **	+ ***
Paksuin kuiva oksa	- ***	+ ***	0	- ***	- ***	- ***	0	0
Paksuin laho oksa	+ ***	+ ***	+ ***	- ***	+ ***	+ **	- **	+ ***
Paksuin kuollut oksa	- ***	+ ***	0	- ***	+ ***	+ ***	0	+ ***
Paksuin terve oksa	- ***	+ ***	+ ***	- ***	+ ***	0	- ***	0
Kapeneminen	- **	...	+ **	...	0	...	0	...
Epäpyöreys, tyvi	...	0	...	+ ***	...	0	...	0
Epäpyöreys, tyvipölkyn latva	...	+ ***	...	0	...	0	..	0
Epäpyöreys, käyttöosa keskimäärin	+ ***	...	0	...	0	...	0	...
Puuaineen lahoisuus, tyvi	...	- ***	...	+ ***	...	...	...	...
Puuaineen lahoisuus, tyvipölkyn latva	...	- ***	...	+ ***	...	...	...	...
Puuianeen lahoisuus, käyttöosa yhteensä	- ***	...	+ ***	...	...	...	...	...
Puuaineen ruskotäpläisyys, tyvi ja tyvipölkyn latva	...	0	....	- ***	...	...	...	...
				Kaikki kasvupaikat				
Oksakyhmjen runsaus	0	- **	- ***	- ***	+ ***	+ ***	0	0
Kuivien oksien runsaus	- ***	0	- ***	- ***	+ **	+ ***	0	+ ***
Lahojen oksien runsaus	+ **	0	+ **	- ***	+ **	+ ***	+ **	+ ***
Kuolleiden oksien runsaus	- **	0	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ **
Terveiden oksien runsaus	- **	0	0	- ***	+ ***	0	- ***	- ***
Kaikkien oksien runsaus	- ***	0	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	0
Paksuin kuiva oksa	- ***	+ ***	0	- ***	- ***	0	0	- **
Paksuin laho oksa	+ ***	+ ***	+ ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***
Paksuin kuollut oksa	- ***	+ ***	0	- ***	+ ***	+ ***	0	+ **
Paksuin terve oksa	+ ***	+ ***	+ ***	- ***	+ ***	0	0	- ***
Kapeneminen	- ***	...	0	...	+ ***	...	0	...
Epäpyöreys, tyvi	...	+ ***	...	+ ***	...	0	...	- **
Epäpyöreys, tyvipölkyn latva	...	+ ***	...	0	...	+ **	...	0
Epäpyöreys, käyttöosa keskimäärin	+ ***	...	0	...	+ **	...	+ **	...
Puuaineen lahoisuus, tyvi	...	- ***	...	+ ***	...	...	...	...
Puuaineen lahoisuus, tyvipölkyn latva	...	- ***	...	+ ***	...	...	...	...
Puuianeen lahoisuus, käyttöosa yhteensä	- ***	...	+ ***	...	...	...	...	...
Puuaineen ruskotäpläisyys, tyvi ja tyvipölkyn latva	...	+ **	....	- ***	...	...	...	...

3.11 Koivulajin, rinnankorkeusläpimitan, latvuskerrosluokan ja koealan ainespuiden runkoluvun vaikutukset vaneripuun laatua kuvaaviin tekijöihin runkotasolla. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus (p_{hav}<0,05), ** = suuntaa antava vaikutus (0,05< p_{hav}<0,15), S = vaikutus havaittu subjektiivisesti, S-0 = vaikutusta ei havaittu subjektiivisesti, ... = vaikutusta ei analysoitu). Pystykoepuumittaukset.

Laatutekijä	Hieskoivu vs. rauduskoivu			Rinnankorkeusläpimitta			Latvuskerrosluokka (ylenevä)			Ainespuiden runkoluku		
	Aineisto			Aineisto			Aineisto			Aineisto		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Rungon tilavuus	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	- ***	- ***
Oksakyhmyraja	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	- ***	- ***	- ***
Kuivaoksaraja	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	+ **	+ ***	+ ***	- ***	- ***	- ***
Terveoksaraja	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	+ **	+ ***	+ ***	+ ***
Latvusraja	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	0	+ ***	+ ***	+ ***
Pystyoksaisuus	0	0	0	+ ***	+ **	0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan oksattomuus	- ***	- ***	- ***	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan terveoksaisuus	0	0	0	0	0	- ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan kuollutoksaisuus	0	0	- **	- ***	- ***	- ***	...	...	...	...	...	...
Lenkous (suurin sivuviivapoikkeama)	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	+ ***	0	- ***	- ***	0	+ ***	+ ***	+ ***
Tyvitukkiosan suoruus	0	- **	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan mutkaisuus	+ **	0	+ **	- ***	- ***	- ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan lenkous	0	0	0	+ ***	+ ***	+ **	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan haaraisuus	0	0	0	+ **	0	0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkisan moniväärryys	+ **	+ **	0	+ **	+ **	0	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan pintavikaisuus	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tyvitukkiosan ulkoinen lahoisuus	0	0	+ ***	0	+ **	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun laadun saavuttaminen	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun hylkääminen	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun tyveäminen	- S	- S	- S	+ S	+ S	+ S	...	...	...	...	...	...
Tukkipuun latvavähennys	- S	- S	- S	+ S	+ S	+ S	...	...	...	...	...	...
Tyvitukin virheettömyys	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...
Vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisuus	0	0	0	+ ***	+ ***	+ ***	...	...	...	...	...	...

3.12 Koivulajin, rinnankorkeusläpimitan, latvuskerrosluokan ja koealan ainespuiden runkoluvun vaikutukset yli 50-vuotiaiden koivujen vaneritukkipuun määriin ja osuuksiin runkotasolla. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus (p_{hav}<0,05), ** = suuntaa antava vaikutus (0,05< p_{hav}<0,15), 0 = ei vaikutusta. 1 = kaikki koivut, 2 = tukkipuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset täyttäneet koivut. Pystykoepuumittaukset.

Laatutekijä	Koivulaji		Rinnankorkeus-läpimitta		Latvuskerros-luokka (ylenevä)		Ainespuiden runkoluku	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Tukkiosan kokonaispituus, vähimmäismitat	-***	-***	+***	+***	+***	0	-***	-***
Tukkiosan kokonaispituus, vähimmäismitat ja -laatu	0	0	+***	+***	+***	0	-***	-***
Hylkytukkiosan pituus	0	-***	+***	+***	0	0	-***	0
Tukkiosan tilavuus, vähimmäismitat	-***	0	+***	+***	+**	0	0	-***
Tukkiosan tilavuus, vähimmäismitat ja -laatu	-***	0	+***	+***	0	0	0	-***
Hylkytukkiosan tilavuus	0	-**	+***	+***	0	0	0	0
Tukkiosuus, vähimmäismitat	0	0	+***	+***	0	0	-**	0
Tukkisosuus, vähimmäismitat ja -laatu	-**	0	+***	+***	0	0	-***	0
Hylkytukkiosuus	0	-***	+***	+***	0	0	0	0

3.13 Koivulajin, rinnankorkeusläpimitan, latvuskerrosluokan ja koealan ainespuiden runkoluvun vaikutukset vaneripuun laatua kuvaaviin tekijöihin runkotasolla kivennäismailla ja kaikilla kasvupaikoilla yhteensä. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus (p_{hav}<0,05), ** = suuntaa antava vaikutus (0,05< p_{hav}<0,15), S = vaikutus havaittu subjektiivisesti, S-0 = vaikutusta ei havaittu subjektiivisesti, ... = vaikutusta ei analysoitu). Kaatokoepuumittaukset. 1 = Koko käyttöosa, 2 = Viiden metrin tyviosa.

Laatutekijä	Hieskoivu vs. rauduskoivu		Rinnankorkeus-läpimitta		Latvuskerros-luokka (ylenevä)		Ainespuiden runkoluku	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Oksakyhmjen runsaus	-***	0	-***	-***	-***	+***	0	0
Kuivien oksien runsaus	-***	+***	-**	-***	+**	0	0	+***
Lahojen oksien runsaus	+***	+**	+***	-***	-***	-***	+***	+***
Kuolleiden oksien runsaus	-***	0	-***	-***	-***	+***	+***	0
Terveiden oksien runsaus	0	0	+***	-***	-***	0	-***	-***
Kaikkien oksien runsaus	-***	-**	-***	-***	-***	+***	0	0
Paksuin kuiva oksa	-***	-***	+***	-***	-**	0	0	0
Paksuin laho oksa	+***	+***	+***	+***	+***	+***	+***	0
Paksuin kuollut oksa	+***	-***	+***	+***	+***	+***	-***	+**
Paksuin terve oksa	-***	+***	+***	0	+***	0	-**	-***
Kapeneminen	+***	...	+***	...	+**	...	-***	...
Epäpyöreys, tyvi	...	+**	...	0	...	0	...	-***
Epäpyöreys, tyvipölkyn latva	...	+***	...	0	...	+**	...	0
Epäpyöreys, käyttöosa keskimäärin	+***	...	+***	...	+***	...	-***	...
Puuaineen lahoisuus, tyvi	...	+***	...	+***	...	...	...	...
Puuaineen lahoisuus, tyvipölkyn latva	...	0	...	+***	...	...	...	...
Puuianeen lahoisuus, käyttöosa yhteensä	+***	...	+***	...	...	...	...	...
Puuaineen ruskotäpläisyys, tyvi ja tyvipölkyn latva	...	-***	...	+***	...	...	...	...

3.14 Kasvupaikkaryhmän (turvemaa/kivennäismaa) ja iän vaikutukset hieskoivun tyvitukkien, väli- ja latvatukkien ja kaikkien tukkien sorvipölkkyjen ominaisuuksiin. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus (p_{hav}<0,05), ** = suuntaa antava vaikutus (0,05< p_{hav}<0,15), 0 = ei vaikutusta, S = vaikutus havaittu subjektiivisesti, S-0 = vaikutusta ei havaittu subjektiivisesti, ... = vaikutusta ei analysoitu). 1 = koko käyttöosa, 2 = viiden metrin tyviosa.

Ominaisuus	Tyvitukit		Väli- ja latvatukit		Kaikki tukit	
	Turvemaat vs. kivennäismaat	Ikä	Turvemaat vs. kivennäismaat	Ikä	Turvemaat vs. kivennäismaat	Ikä
Kuorellinen keskusläpimitta	- ***	+ ***	- **	+ ***	- ***	+ ***
Oksattomien pölkkyjen osuus	- **	+ ***	0	0	0	0
Oksakyhmyisten pölkkyjen osuus	0	- **	0	0	0	- **
Kuivaoksaisten pölkkyjen osuus	0	0	0	0	0	- **
Laho-oksaisten pölkkyjen osuus	0	0	- **	0	0	0
Suorien pölkkyjen osuus	- **	0	0	0	0	0
Mutkaisten pölkkyjen osuus	+ **	0	0	0	+ **	0
Lenkojen pölkkyjen osuus	0	0	0	0	0	0
Purilaasta lahojen pölkkyjen osuus	0	0	0	0	0	0
I-laatuluokan pölkkyjen osuus	- **	+ ***	0	+ ***	0	0
II-laatuluokan pölkkyjen osuus	0	+ **	0	0	0	+ **
III-laatuluokan pölkkyjen osuus	+ **	- ***	0	- ***	0	0

3.15 Koivulajin ja iän vaikutukset tyvitukkien, väli- ja latvatukkien ja kaikkien tukkien sorvipölkkyjen ominaisuuksiin. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus (p_{hav}<0,05), ** = suuntaa antava vaikutus (0,05< p_{hav}<0,15), 0 = ei vaikutusta, S = vaikutus havaittu subjektiivisesti, S-0 = vaikutusta ei havaittu subjektiivisesti, ... = vaikutusta ei analysoitu). 1 = koko käyttöosa, 2 = viiden metrin tyviosa.

Ominaisuus	Tyvitukit		Väli- ja latvatukit		Kaikki tukit	
	Hieskoivu vs. rauduskoivu	Ikä	Hieskoivu vs. rauduskoivu	Ikä	Hieskoivu vs. rauduskoivu	Ikä
Keskusläpimitta	- ***	+ ***	0	+ ***	- ***	+ ***
Oksattomien pölkkyjen osuus	0	+ ***	0	0	0	0
Oksakyhmyisten pölkkyjen osuus	- ***	0	0	+ **	- **	0
Kuivaoksaisten pölkkyjen osuus	0	- **	0	0	0	0
Laho-oksaisten pölkkyjen osuus	+ ***	- ***	0	- ***	+ **	- ***
Suorien pölkkyjen osuus	0	+ **	0	0	0	0
Mutkaisten pölkkyjen osuus	0	0	0	0	0	0
Lenkojen pölkkyjen osuus	0	0	0	0	0	- **
Purilaasta lahojen pölkkyjen osuus	0	+ ***	- **	+ **	0	+ ***
I-laatuluokan pölkkyjen osuus	0	+ ***	0	0	0	+ ***
II-laatuluokan pölkkyjen osuus	- ***	0	0	+ **	- ***	0
III-laatuluokan pölkkyjen osuus	+ ***	- ***	0	- ***	+ ***	- ***

3.16. Koivulajin ja rinnankorkeusläpimitan vaikutukset tyvitukkien, väli- ja latvatukkien ja kaikkien tukkien sorvipölkkyjen ominaisuuksiin. Merkitsevyystasot: *** = merkitsevä vaikutus ($p_{hav}<0,05$), ** = suuntaa antava vaikutus ($0,05< p_{hav}<0,15$), 0 = ei vaikutusta, S = vaikutus havaittu subjektiivisesti, S-0 = vaikutusta ei havaittu subjektiivisesti, ... = vaikutusta ei analysoitu). 1 = koko käyttöosa, 2 = viiden metrin tyviosa.

Ominaisuus	Tyvitukit		Väli- ja latvatukit		Kaikki tukit	
	Hieskoivu vs. rauduskoivu	Rinnankorkeu läpimitta	Hieskoivu vs. rauduskoivu	Rinnankorkeu läpimitta	Hieskoivu vs. rauduskoivu	Rinnankorkeu läpimitta
Keskusläpimitta	- ***	+ ***	- ***	+ ***	- ***	+ ***
Oksattomien pölkkyjen osuus	+ **	0	+ **	+ ***	0	+ ***
Oksakyhmyisten pölkkyjen osuus	- ***	0	- **	0	- ***	0
Kuivaoksaisten pölkkyjen osuus	0	0	0	0	0	0
Laho-oksaisten pölkkyjen osuus	0	0	+ **	0	+ **	0
Suorien pölkkyjen osuus	0	+ ***	0	0	0	+ **
Mutkaisten pölkkyjen osuus	0	- ***	0	0	0	0
Lenkojen pölkkyjen osuus	0	0	0	0	0	- **
Purilaasta lahojen pölkkyjen osuus	0	- ***	- **	- ***	0	- ***
I-laatuluokan pölkkyjen osuus	0	+ **	- **	0	0	0
II-laatuluokan pölkkyjen osuus	0	0	- **	0	- ***	0
III-laatuluokan pölkkyjen osuus	0	0	+ ***	0	+ **	0

Etukannen kuvat:

Vas.ylh.
Luontaisesti syntynyt 70-vuotias hieskoivikko ojitetulla ruohoisella turvemaalla.
Kuva: Erkki Oksanen

Oik.ylh.
Luontaisesti syntynyt 70-vuotias rauduskoivikko lehtomaisella kankaalla. Kontiolahti.
Kuva: Erkki Oksanen

Vas.alh.
Hieskoivun vaneritukkien vastaanotto katkontaan Schauman Wood Oy:n Ristiinan vaneritehtaalla.
Kuva: Erkki Verkasalo

Oik.alh.
Sorvatun koivuviilun märkäleikkaus arkeiksi Metsä-Serla Oy:n vaneritehtaalla. Tehdas ei ole enää toiminnassa.
Kuva: Hannu Kalaja

ISBN 951-40-1555-X
ISSN 0358-4283