

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 664, 1997



Havutukkipuuston ulkoinen laatu Suomen etelä- ja lounaisrannikolla ja Ahvenanmaalla

Olli Uusvaara

VANTAAN TUTKIMUSKESKUS

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 664, 1997

Havutukkipuuston ulkoinen laatu Suomen etelä- ja lounaisrannikolla ja Ahvenanmaalla

Olli Uusvaara

VANTAAN TUTKIMUSKESKUS

Uusvaara, O. 1997. Havutukkipuuston ulkoinen laatu Suomen etelä- ja lounaisrannikolla ja Ahvenanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 664. 25 s. ISBN 951-40-1594-0, ISSN 0358-4283.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää havutukkirunkojen karsiutumista, oksikkuutta ja runkojen muotoa sekä toisaalta tukkien muotoa ja laatua sahapuuna Helsingin metsälautakunnan, Lounais-Suomen metsälautakunnan alueilta ja Ahvenanmaalla. Ahvenanmaan tukkirunkojen laatua verrattiin etelä- ja lounaisrannikon sekä toisaalta Etelä-Suomen tukkipuiden laatuun.

Aineisto käsitti yhteensä 1879 runkoa ja 3419 tukkia. Ahvenanmaan mäntyrungoissa oksaton rungonosa ja latvus olivat lyhyemmät, kuivaoksainen rungonosa pitempi ja oksat paksumpia kuin mantereella. Rungot olivat myös tyvekkäämpiä ja kapenevampia kuin vertailualueilla. Eri laatumuuttujien väliset erot olivat männyllä Helsingin ja Lounais-Suomen sekä Ahvenanmaan välillä myös tilastollisesti merkitseviä. Kuusella laatuerot Ahvenanmaan ja mantereen välillä olivat vähäisemmät kuin männyllä.

Männyn tyvitukkien läpimittaluokittaiset muotoluvut olivat 12—15 % suuremmat kuin muiden tukkien. Järeytyminen pienensi muotolukua sekä männyllä että kuusella. Mäntyrungot ja -tukit olivat tutkituilla alueilla selvästi kapenevampia ja runkojen oksaton osa oli lyhyempi kuin Suomen muissa osissa. Kuusella vain tyvitukit olivat Etelä-Suomen tukkeja kapenevampia.

Avainsanat: mänty, kuusi, puun laatu, oksikkuus

Kirjoittajan yhteystiedot:

Olli Uusvaara, Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, puhelin (09) 857 051;

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos. Hyväksynyt: tutkimusjohtaja Matti Kärkkäinen 10.12.1997.

Tilaukset: Metsäntutkimuslaitos, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki, puhelin (09) 857 051, fax (09) 625 308

Sisällysluettelo

	Sivu
1 Johdanto	5
2 Tutkimusmenetelmä ja aineisto	7
3 Tutkimustulokset	9
3.1 Oksikkuus	9
3.1.1 Runkojen oksavyöhykkeet	9
3.2 Runkojen muoto	15
3.3 Tukkien muoto ja laatu	17
4 Tulosten tarkastelua	21
Kirjallisuus	23

Kansikuva: Oksattomista ja muutenkin virheettömistä männyn tyvitukeista saadaan runsaasti hyvälaatuista sahatavaraa (Erkki Oksanen).

ISBN 951-40-1594-0
ISSN 0358-4283

Hakapaino Oy, Helsinki 1998

1 Johdanto

Puun laatua voidaan ilmaista joko rungon ulkoisilla tunnuksilla (esimerkiksi oksikkuus, rungon karsiutuneisuus, latvuksen pituus tai runkomuoto) ja sisäisillä tunnuksilla (esimerkiksi puuaineen kuiva-tuoretiheys, kesäpuuprosentti ja sisäoksien laatu). Ulkoiset ja sisäiset tunnukset kytkeytyvät havupuilla yhteen siten, että ulkoisten tunnusten avulla voidaan ennustaa myös puun sisäistä laatua.

Puun laatu vaihtelee maan eri osissa useista tekijöistä johtuen. Lämpötila ja sademäärä aiheuttavat laadun vaihtelua erityisesti maan etelä-pohjoissuunnassa, ja merellisissä proveniensseissa laatu on usein heikompi kuin mantereisissa (Kalela 1937). Tämä johtune osittain tuulien, osittain geneettisen perimän vaikutuksista (Velling 1982). Esimerkiksi runkomuodon, latvuksen pituuden ja oksakulman ja oksien karsiutumisen tiedetään olevan voimakkaasti periytyviä ominaisuuksia, joita käytetään hyväksi metsäpuiden jalostuksessa (Velling 1982, 1984, 1986, 1987). Puuston rakenne on saattanut muuttua myös pitkäaikaisen voimakkaan puuston käsittelyn, esimerkiksi harsinnan ansiosta (Sarvas 1944).

Puuston kasvuolosuhteet ja metsänhoidolliset toimenpiteet vaikuttavat paikallisesti puun laatuun ja oksikkuuteen ja siten rungon sopivuuteen saha- ja vaneriteollisuuden raaka-aineeksi. Oksikkuus on lähinnä puun ominaisuus joka ratkaisee, voidaanko jostain metsiköstä saada korkea-arvoisia, hyvää sahatavaraa antavia tukkeja (Heiskanen 1965). Mitä tiheämmässä puut kasvatetaan nuoruuden ajan, sitä ohuempia ovat oksat, sitä aikaisemmin ne kuolevat ja putoavat pois, ja sitä pitempi ja parempimuotoinen on usein myös rungon oksaton osa (Heikinheimo 1953, Heiskanen 1954, Sarvas 1956, Kellomäki ym. 1992). Erityisesti viljelymänniköissä on oksikkuus ollut ongelmana harvan kasvuasennon mutta myös liian viljavan kasvupaikan takia (Kellomäki & Väisänen 1986, Kellomäki ym. 1992, Uusvaara 1974, 1985, Varmola 1980, 1996). Jotta yksittäisen tukkipuukokaisen metsikön laatuun vaikuttavat tekijät voitaisiin selvittää olisi sen vuoksi tiedettävä mahdollisimman tarkkaan sen metsikköhistoria.

Metsänjalostuksella pyritään parantamaan paitsi metsän kasvua myös viljelyvarmuutta ja laatuominaisuuksia samanaikaisesti. Männyn maantieteellisestä vaihtelusta tehdyt tutkimukset osoittavat, että puun kasvun lisäksi myös monet puuaineen ominaisuudet heikkenevät Suomessa etelästä pohjoiseen siirryttäessä (Sirén 1959, Hakkila 1968, Velling 1974, 1980). Samoin Länsi-Suomessa kasvavien mäntyjen laatua pidetään yleisesti huonompana kuin itäsuomalaisen laatuun, ja syynä esitetään pitkäaikaisharsinta- ja poimintahakkuut (Velling 1987). Provenienssikokeissa on kuitenkin todettu myös monien kasvu- ja laatuominaisuuksien geneettisestä perimästä johtuvaa maantieteellistä vaihtelua (Velling & Nepveu 1986, Velling 1987).

Suomen eri alueilla kasvavien havupuustojen laatua ei ole tutkittu systemaattisesti. Valtakunnan metsien inventointien yhteydessä ja pysyvien koealojen sarjasta on kerätty tosin laajoja puuston laatuaineistoja, mutta niiden selvittely ja laskenta on vielä tällä hetkellä kesken. Hakkila ym. (1972) ovat tutkineet eri puulajeilla rungon oksaisen osan pituutta ja oksien paksuutta ja niiden vaihtelua eri kokoisilla puilla Etelä- ja Pohjois-Suomessa. Uusvaara (1974, 1981) ja Kärkkäinen (1980a) ovat tutkineet männyn ulkoisia ja sisäisiä laatuominaisuuksia, niiden vaikutusta

sahaustulokseen ja laatukehitystä eri puolilla Suomea olevissa aineistoissa. Niissä ei kuitenkaan keskitytty varsinaisesti eri ominaisuuksien maantieteelliseen vaihteluun.

Laatupuun kasvattaminen vaatii tuekseen myytävän tuotteen laatuluokituksen. Sahatukkien laatuluokitusta on tehty sekä pystypuista että sahatukeista. Kärkkäinen (1980a) on pyrkinyt selvittämään, missä määrin on mahdollista todeta objektiivisten laatu-tunnusten avulla pystypuista niiden laatu sahatavaran arvon kannalta. Tuloksia tarkistettiin eri osissa maata tehtyjen koesahausten avulla (Kärkkäinen 1980b, Kärkkäinen & Salmi 1981, Kärkkäinen & Kallinen 1982, Kärkkäinen & Björklund 1983). Länsi-Uudenmaan rannikolla mäntytukit todettiin lyhyemmiksi, kapenevammiksi, epäpyöreämmiksi ja niin ollen heikkolaatuisemmiksi kuin yleensä Etelä-Suomessa.

Rikkonen (1987) laati sekä mänty- että kuusitukeille alueittaiset yksikkötilavuusluvut tukin latvasta kuoren päältä tapahtuvaa mittausta varten. Tutkimuksessa ei tutkittu varsinaisesti kuusen ja männyn laatua, mutta myös selvitetty tukkien kapenemiset ja latva- ja keskusmuotoluvut kuvaavat tältä osin runkomuodon maantieteellistä vaihtelua. Tutkimuksessa laadittiin tukeille alueittaiset yksikkötilavuusluvut koko maahan. Aluejaon tarkistamiseksi tehtiin myöhemmin lisäselvityksiä Lounais-Suomessa ja Uudellamaalla (Rikkonen 1988). Samoin selvitettiin, voidaanko Ahvenanmaalla käyttää sahatukkien tilavuuden laskennassa uudella menetelmällä jonkin Manner-Suomen osa-alueen, lähinnä Pohjanlahden rannikkoalueen yksikkötilavuuslukuja, vai onko käytettävä omia, tämän tutkimuksen perusteella määrättäviä lukuja (Rikkonen & Verkasalo 1988). Tutkimuksessa todettiin runkojen olevan Ahvenanmaalla keskimäärin lyhyempiä, kapenevampia, tyvekkäämpiä, lengompia ja oksikkaampia kuin Manner-Suomessa. Kahden viimeksi mainitun tutkimuksen yhteydessä kerättiin aineistoa myös kuvaamaan runkojen ja tukkien laatua.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää havutukkirunkojen karsiutuneisuutta, oksien paksuutta ja runkomuotoa sekä tukkien oksaisuuslaatua ja muotoa Uudellamaalla, Lounais-Suomessa ja Ahvenanmaalla. Vertailuja pyrittiin tekemään maan muiden osien havupuiden laatuun.

Aineiston keräsivät Helsingin ja Lounais-Suomen piirimetsälautakuntien alueilla Tauno Oittinen ja Erkki Salo ja Ahvenanmaalla Jukka Lehtimäki työryhmineen. Tulokset laski Hannu Aaltio ja tekstinkäsittelyn sekä kuvien viimeistelyn hoitivat Maija Heino ja Essi Puranen ja teknisen tarkastuksen Pirkko Kinanen. Aineiston tilastollisessa käsittelyssä avusti Riitta Heinonen. Käsikirjoitusta kommentoi Erkki Verkasalo.

Kaikille tutkimukseen osallistuneille esitän parhaat kiitokseni.

Helsingissä, joulukuussa 1997

Olli Uusvaara

2 Tutkimusmenetelmä ja aineisto

Aineisto kerättiin havusahatukkien yksikkötilavuuslukuja Lounais-Suomen ja Helsingin metsälautakuntien alueilla (Rikkonen 1988) ja Ahvenanmaalla (Rikkonen & Verkasalo 1988) selvitelleten tutkimusten yhteydessä. Tavoitteena oli mitata Lounais-Suomessa 20 noin 40 tukin erää sekä mäntyä että kuusta ja saatavissa oleva aineisto Helsingin metsälautakunnan alueelta. Lounais-Suomen metsälautakunta selvitti kolmen edellisen hakkuukauden leimausmäärät metsänhoitoyhdistyksittäin ja jakoi alueen näiden tietojen pohjalta kymmeneen leimausmäärältään mahdollisimman yhtä suureen osa-alueeseen, joille Metsäntutkimuslaitos jakoi tavoitteeksi asetetun erien määrän leimausmäärien suhteessa. Kohteiden valinta tehtiin arpomalla mitattavissa olevista leimikoista.

Helsingin metsälautakunnan alueella ei kohteiden arvonta kuitenkaan ollut kysymykseen tulevien metsiköiden vähäisyyden vuoksi tarpeellista. Tältä alueelta saatiin mitatuksi 7 mänty- ja 3 kuusierää.

Ahvenanmaan maakunnan alueelta oli tavoitteena mitata 15 noin 40 tukkia käsittävää mänty- ja kuusierää. Otantaa varten maakuntahallitus keräsi kunnittaiset tukkien hakkuumäärätiedot kahdelta edelliseltä vuodelta ja teki suppean selvityksen puuston maantieteellisistä eroista alueella. Näiden tietojen perusteella muodostettiin viisi luonnonoloiltaan homogeenista ja hakkuumääriltään mahdollisimman yhtä suurta osa-alueita, joille kiintiöt jaettiin hakkuumäärien suhteessa. Mitattavat koe-erät valittiin myös Ahvenanmaalla osa-alueittain arpomalla käynnissä olleista sahatukkien hakkuutyömaista.

Runkojen ja tukkien mittaukset suoritettiin palstalla puiden kaadon jälkeen siten, että mitattiin hakkuun edessä eteen sattuneet rungot ja tukit, kunnes tavoitekiintiö oli täynnä.

Kohteista määritettiin yleistietoina kohteen sijainti, leimikon koko, myyjäryhmä, ostaja, kauppamuoto ja mittausmenetelmä, hakkuutapa ja metsätyyppi. Rungoista mitattiin puun rinnankorkeusläpimitta, läpimitta 6 m:n korkeudella, pituus, latvusraja ja alimman kuivan oksan raja sekä rungon paksuimman kuivan ja elävän oksan läpimitta.

Tukit mitattiin edellä mainitun valtakunnallisen tutkimuksen ohjeita noudattaen (Rikkonen 1987). Tukeista mitattiin kuorellinen ja kuoreton latvaläpimitta mittasaksilla sekä mittatikulla, tukin pituus sekä kuorelliset läpimitat 10, 30, 50, 100, 200 jne. cm:n etäisyydeltä tyvileikkauksesta. Latvaläpimitat mitattiin mittaussäännön edellyttämällä tavalla siten, että paksunnoksen sattuessa mittausta siirrettiin latvaläpimitan mittausta paikkaa paksunnoksen ohi tyveen päin. Vastaavasti määritettiin läpimitta muissa paksuuden mittauksissa paksunnoksen kummaltakin puolelta tehtyjen mittausten keskiarvona. Jos kuori oli latvassa vioittunut siten, että vaakasuora ehjäksi kuori latvapaksuus ei ollut mitattavissa, käännettiin tukkia ennen mittausta tarvittava määrä. Jos kuori oli vioittunut muissa paksuuden mittauskohdissa, meneteltiin paksunnoksien osalta käytettyä menetelmää vastaavalla tavalla. Tukit myös laatuluokitettiin yleisten luokitusohjeiden (Heiskanen & Siimes 1959, Rikkonen 1987) mukaisesti.

Eri osa-alueiden välisiä laatueroja testattiin kovarianssianalyysillä. Tällöin käsittelymuuttujana oli piirimetsälautakunta ja kovarianttina rungon rinnankorkeusläpimitta. Näin lähtötilanne pyrittiin tasoittamaan käsittelymuuttujan suhteen samanlaiseksi kaikilla koejäsenillä. Kovarianssia käytettiin yhtenäisyyden vuoksi kaikissa analyyseissa.

Aineiston määrä ja sen erät rungottomat ominaisuudet olivat osa-alueittain taulukon 1 mukaiset.

Taulukko 1. Aineisto ja sen keskimääräisiä runkokohtisia ominaisuuksia. (H= Helsingin metsälautakunnan aineisto, L-S=Lounais-Suomen metsälautakunnan aineisto, A= Ahvenanmaan aineisto)

	Mänty			Kuusi		
	H	L-S	A	H	L-S	A
Eriä, kpl	20	7	15	3	20	18
Runkoja, kpl	175	408	586	72	412	154
Pituus, m	19,5	18,8	18,5	20,8	21,3	20,4
D _{1,3} , cm	27,2	27,9	30,4	27,0	27,1	27,2
Kapeneminen, cm	5,7	6,1	6,9	4,3	4,2	4,5
Latvusraja, m	10,3	10,2	10,1	4,7	5,3	7,4

Taulukko 2. Koe-erien jakautuminen eräiden leimikko-ominaisuuksien suhteen. (Selitykset kuten taulukko 1)

	Mänty			Kuusi		
	H	L-S	A	H	L-S	A
			%			
Hakkuutapa:						
Päätehakkuu	43	55	73	67	45	87
Harvennushakkuu	57	35	7	33	25	12
Ylispuiden poisto	0	10	20	0	30	0
Kasvupaikkaluokka:						
Tuore kangas	14	30	27	67	95	81
Kuiva kangas	86	70	73	33	5	13
Turvemaa	0	0	0	0	0	6
Kauppatapa:						
Pystykaupat	43	50	80	33	65	81
Hankintakaupat	57	50	20	67	35	79
Myyjä:						
Yksityinen	86	90	87	100	90	81
Valtio, yhtiö	14	10	13	0	10	19

Taulukko 3. Tukkiaineisto ja sen keskimääräisiä tukkikohtaisia ominaisuuksia. (Selitykset kuten taulukko 1)

	Mänty			Kuusi		
	H	L-S	A	H	L-S	A
Eriä, kpl	7	20	15	3	20	18
Tukkeja, kpl	307	884	607	132	878	615
Keskipituus, dm	44,9	45,8	43,5	47,8	47,2	44,6
Keskiläpimitta, $d_{1,3}$, cm	21,7	20,7	23,0	22,1	21,7	20,8
Tyvitukkeja, %	57	46	49	55	47	55

Männyn osalta rungot olivat Lounais-Suomessa hieman mutta Ahvenanmaalla selvästi järeämpiä ja samalla tyvekkäämpiä kuin Helsingin pml:n alueella. Kuusirungot olivat ominaisuuksiltaan eri alueilla hyvin samankaltaisia lukuun ottamatta latvusta, joka oli Ahvenanmaalla huomattavasti pitempi kuin muilla alueilla.

Koe-erät jakautuivat eräiden leimikko-ominaisuuksien suhteen prosentteina taulukon 2 mukaisesti.

Tukkeja mitattiin Helsingin ja Lounais-Suomen piirimetsälautakuntien alueilta yhteensä 439 ja 1762 kpl ja Ahvenanmaalta 1222 kpl eli kaikkiaan 3419 tukkia. Aineiston määrä ja sen keskimääräiset tukkikohtaiset ominaisuudet on esitetty taulukossa 3.

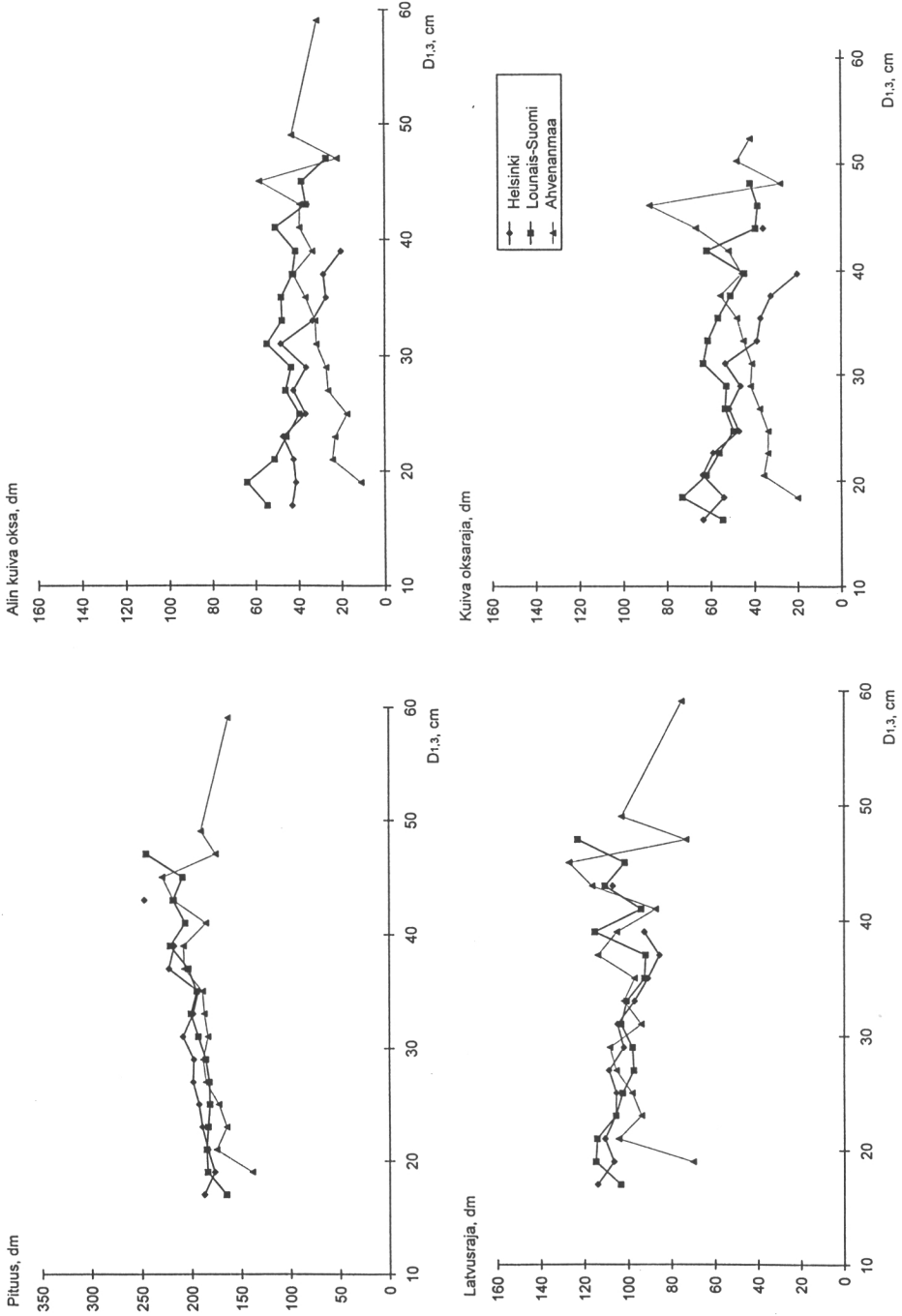
3 Tutkimustulokset

3.1 Oksikkuus

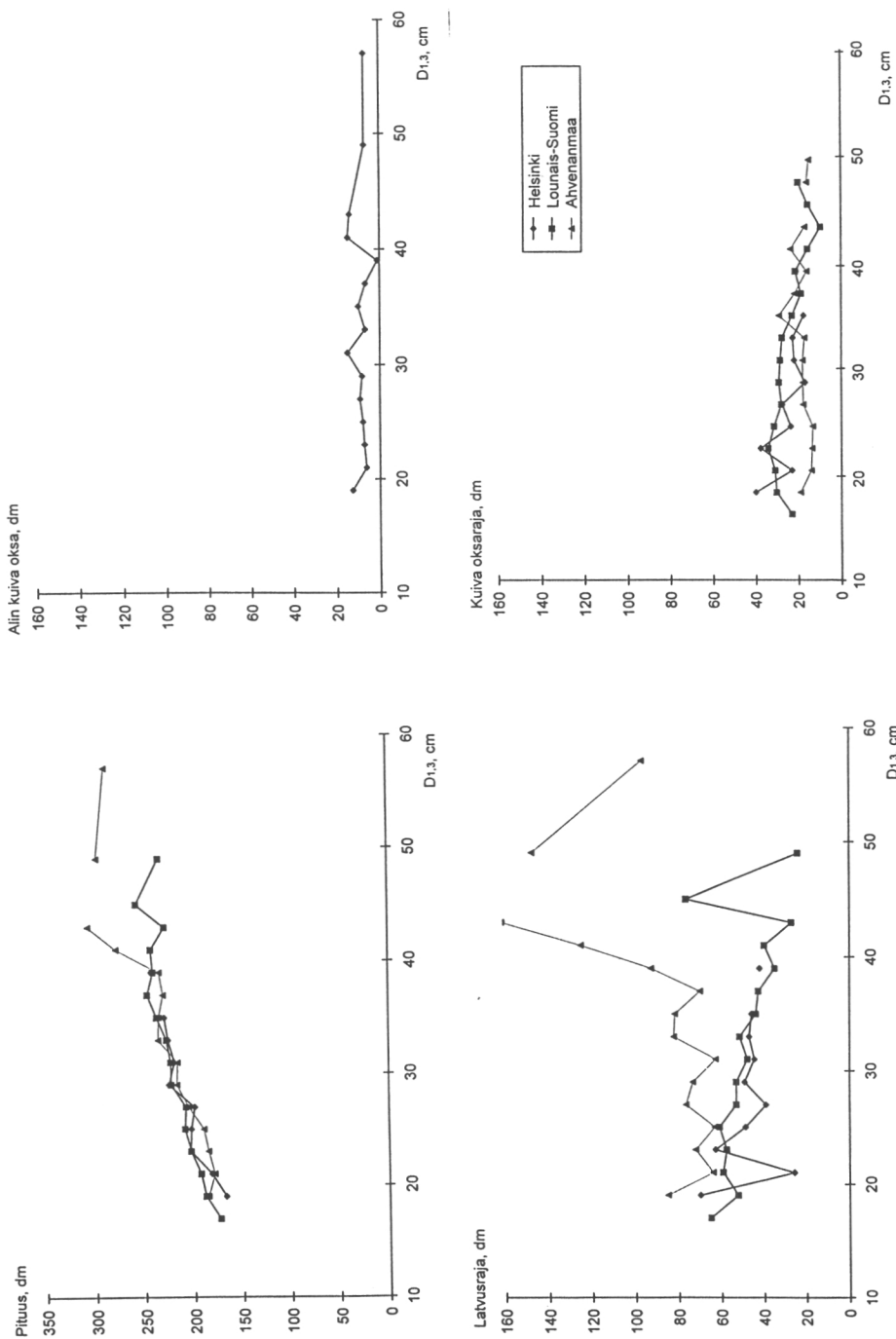
3.1.1 Runkojen oksavyöhykkeet

Rungon oksavyöhykkeiden pituus ja erityisesti oksista täysin karsiutuneen rungonosan pituus kuvaa männyllä hyvin tukkipuun laatua. Etäisyyttä maanpinnasta alimpaan kuivaan oksaan on käytetty mäntysahapuun laadun kriteerinä (Kärkkäinen 1980a). Kuusella samaa riippuvuutta ei voi havaita, koska oksista karsiutunut rungonosa on yleensä hyvin lyhyt. Kuvassa 1 esitetään männyn ja kuvassa 2 kuusen rungon pituuden sekä eri oksavyöhykkeiden korkeuden riippuvuus puun rinnankorkeusläpimitasta.

Oksaton rungonosa oli Ahvenanmaalla erityisesti keskikokoisilla ja sitä pienemmillä mäntyrungoilla huomattavasti lyhyempi kuin muilla alueilla. Oksattoman osan pituus kasvoi kuitenkin tasaisesti rungon läpimitan lisääntyessä, kun taas muilla osa-alueilla ylijäreiden runkojen oksaton rungonosa lyheni. Helsingin ja Lounais-Suomen tukkirunkojen oksattoman rungonosan pituusero ei ollut suuri keskikokoisilla rungoilla mutta kasvoi rungon läpimitan pienentyessä tai suureutuessa. Oksaton rungonosa oli Helsingin ja Lounais-Suomen lautakuntien ja Ahvenanmaan alueilla keskimäärin 20,2, 24,8 ja 15,8 % rungon pituudesta (taulukko 4).



Kuva 1. Mäntyrunkojen pituus ja eri oksavähykkeiden korkeus rinnankorkeusläpimittaluokittain ja metsälautakunnittain.



Kuva 2. Kuusirunkojen pituus ja eri oksavyöhykkeiden korkeus rinnankorkeusläpimittaluokittain ja metsälautakunnittain.

Taulukko 4. Oksattoman rungonosan ja eri oksavyöhykkeiden osuus puun pituudesta männyllä ja kuusella tutkimusalueittain. (Selitykset kuten taulukko 1).

Oksavyöhyke	Mänty			Kuusi		
	H	L-S	A	H	L-S	A
	%					
Elävien oksien osuus	47,2	46,1	45,7	77,6	75,0	64,5
Kuivien oksien osuus	27,2	24,2	31,7	10,6	11,4	27,7
Alin kuiva —	5,3	4,9	6,8	-	-	3,7
Kuivaoksaraja						
Oksaton rungonosuus	20,2	24,8	15,8	-	-	4,0
Maasta yhtenäiseen kuivaoksarajaan	-	-	-	11,8	13,6	7,7

Kuivaoksarajojen (yhtenäisen kuivien oksien vyöhykkeen alku) erot eri alueiden runkojen välillä olivat hyvin alimman kuivan oksan rajojen kaltaiset. Latvusraja oli eri alueiden mäntyrungoilla lähes samalla korkeudella lukuunottamatta Ahvenanmaan keskikokoista pienempiä runkoja, joilla latvusraja aleni muihin alueisiin verrattuna. Ahvenanmaan mäntyrungoilla oli huomattavasti lyhyempi oksaton mutta pidempi kuivaoksaainen rungonosa kuin muilla alueilla (taulukko 4).

Oksattoman rungonosan pituus kuvaa hyvin puun laatua männyllä mutta ei kuusella, jolla alin kuiva oksa sijaitsee vanhoissakin puustoissa alhaalla ja sen korkeus vaihtelee vain vähän. Alimman kuivan oksan korkeuden eroja eri alueiden välillä tutkittiin kovarianssianalyysin avulla. Männyllä testi osoitti, että tutkituilla alueilla oli merkitystä oksista karsiutuneen rungonosan pituuteen. Testitulokset olivat männyllä alueittain seuraavat:

Parametri	\bar{x}	F-arvo	Pr>F	Pr>T	Estimaatti
H	39,7	138,94	10,0001	0,0001	10,7052
L-S	46,4			0,0001	17,3557
A	29,1				
D _{1,3}		0,00	0,9582	0,9582	0,0007

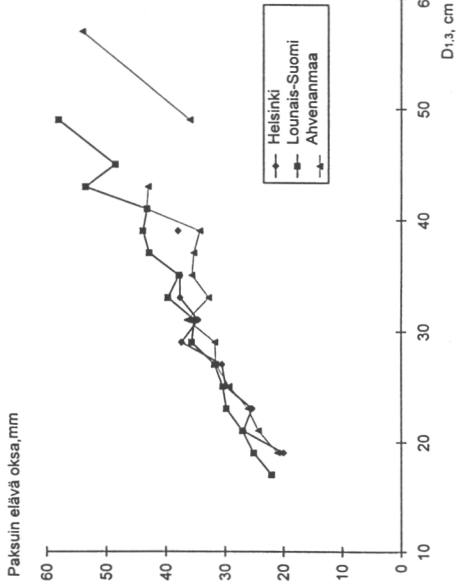
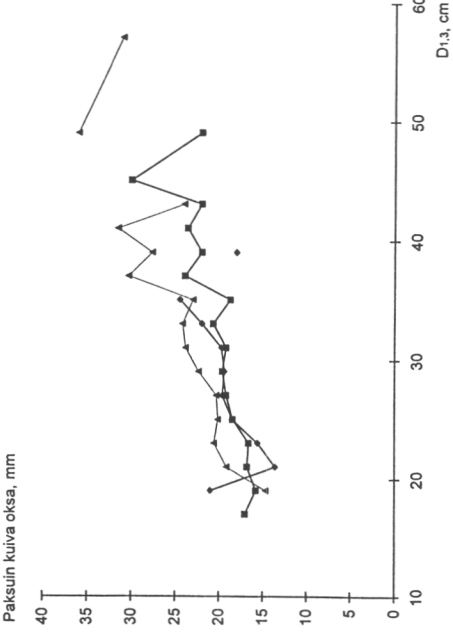
Kuusella ei ollut vastaavia eroja eri alueiden välillä, sillä oksaton rungonosa oli hyvin lyhyt ja sen pituusvaihtelu oli pieni. Sekä Helsingin että Lounais-Suomen alueilla oksaton rungonosa oli männyllä merkitsevästi pitempi kuin Ahvenanmaalla. Alue ja puun rinnankorkeusläpimitta selittivät kuitenkin vain 10 % sen pituudesta. Kun testattiin kovarianssianalyysillä eri paikkakuntien välisiä eroja kuivaoksarajojen välillä, myös kuusella oli merkitseviä eroja. Sekä männyllä että kuusella alue vaikutti merkitsevästi kuivaoksarajan korkeuteen (mänty F=15,29, Pr>F=0,0001; kuusi F=27,74, Pr>F=0,0001):

Parametri	\bar{x}	F-arvo	Pr>F	Estimaatti
Mänty				
H	50,0	}20,21	}0,0001	7,3900
L-S	56,1			13,624
A	42,0	1,61	0,2052	-0,0197
D _{1,3}				
Kuusi				
H	24,5	}35,91	}0,0001	8,3612
L-S	29,0			13,0631
A	16,0	11,85	0,0006	-0,0398
D _{1,3}				

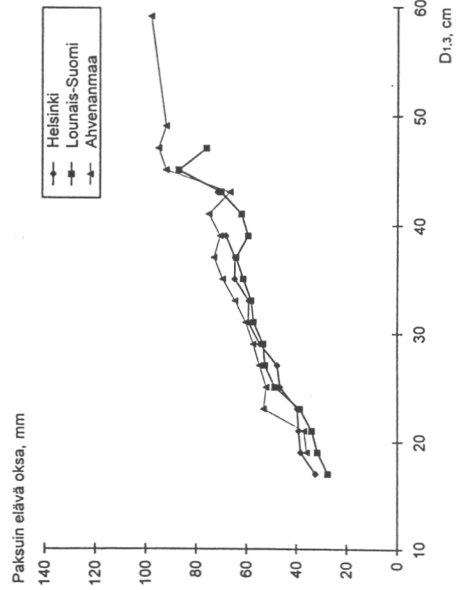
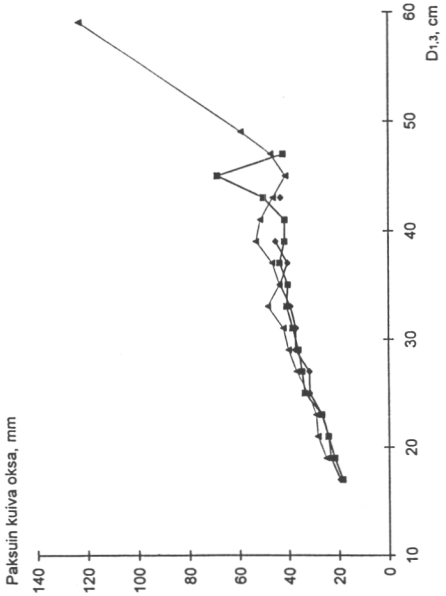
Selitysaste oli männyllä vain 6 % ja kuusella 12 % kuivaokсарajan korkeuden vaihtelusta. Kuusirungoilla puun pituus kasvoi voimakkaasti, kun taas latvusraja aleni ja latvus piteni runkojen järeyden kasvaessa (kuva 2). Poikkeuksena oli Ahvenanmaa, jossa latvusraja nousi runkojen läpimitan kasvaessa. Elävän latvuksen pituus oli Helsingin, Lounais-Suomen ja Ahvenanmaan alueilla keskimäärin 77,6, 75,0 ja 64,5 % rungon pituudesta (taulukko 4). Alin kuiva oksa ja yhtenäisen kuivaoksaväyhykkeen raja olivat kuusella hyvin alhaalla eikä täysin oksatonta runkoa ollut juuri lainkaan. Alin kuiva oksa mitattiin vain Ahvenanmaalla, jossa se sijaitsi keskimäärin alle 1 metrin korkeudella maanpinnasta.

Kuvissa 3 ja 4 esitetään mänty- ja kuusirungon paksuimpien kuolleiden ja elävien oksien läpimitan vaihtelu rinnankorkeusläpimittaluokittain. Sekä kuivan että elävän oksan paksuudet kasvoivat molemmilla puulajeilla lähes suoraviivaisesti rungon läpimitan kasvaessa. Ahvenanmaalla erityisesti männyn elävien oksien paksuus oli huomattavasti suurempi kuin muilla alueilla. Erot kasvoivat rungon läpimitan kasvaessa. Kuusella oksanpaksuuden vaihtelu oli samansuuntaista kuin männyllä, mutta erot eri alueiden välillä olivat paljon pienemmät. Oksanpaksuuksien erojen merkitys ilmenee varianssianalyysin tuloksista. Paksuimpien kuivien oksien testitulokset olivat seuraavat:

Parametri	\bar{x}	F-arvo	Pr>F	Estimaatti
Mänty				
H	32,4	}10,30	}0,0001	-4,0784
L-S	34,1			-3,1882
A	40,4	438,88	0,0001	0,1215
D _{1,3}				
Kuusi				
H	18,7	}25,04	}0,0001	-2,8773
L-S	18,4			-3,2478
A	21,6	132,76	0,0001	0,0398
D _{1,3}				



Kuva 4. Kuusirunkojen paksuimpien kuivien ja elävien oksien läpimitta rinnankorkeusläpimittaluokittain ja metsälautakunnittain.



Kuva 3. Mäntyrunkojen paksuimpien kuivien ja elävien oksien läpimitta rinnankorkeusläpimittaluokittain ja metsälautakunnittain.

Helsingin ja Lounais-Suomen mänty- ja kuusirunkojen paksuimpien kuivien oksien paksuus erosi erittäin merkitsevästi Ahvenanmaan runkojen oksien läpimitasta. Alue ja puun rinnankorkeusläpimitta selittivät männyllä 41 ja kuusella 22 % paksuimpien kuivien oksien ja 44 ja 35 % paksuimpien elävien oksien läpimitan vaihtelusta. Elävien oksien osalta analyysitulokset olivat seuraavat:

Parametri	\bar{x}	F-arvo	Pr>F	Estimaatti
		Mänty		
H	49,7	}13,95	}0,0001	-5,0740
L-S	50,2			-5,6727
A	60,3	482,31	0,0001	0,1701
D _{1,3}				
		Kuusi		
H	31,5	}8,06	}0,0003	1,5716
L-S	32,8			2,6390
A	30,1	319,94	0,0001	0,0884
D _{1,3}				

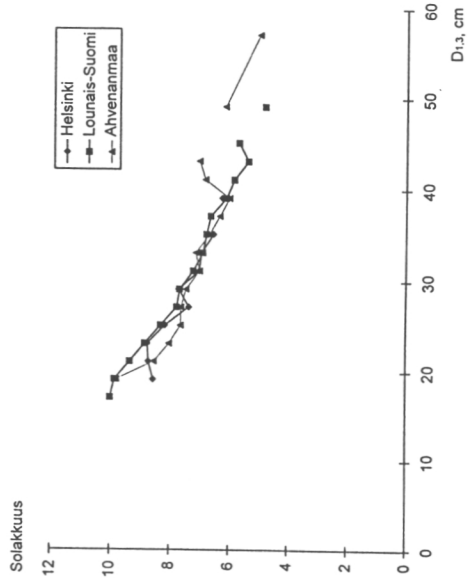
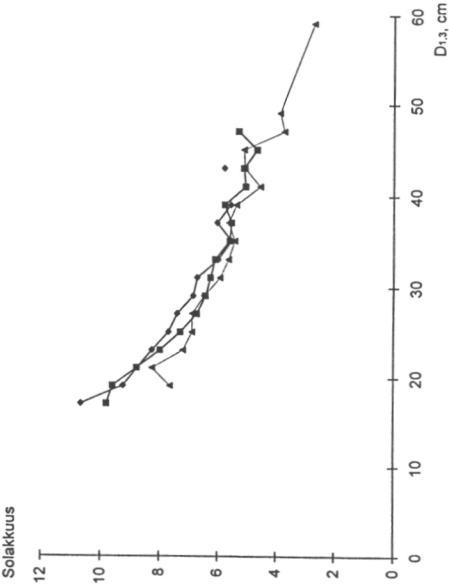
Männyllä elävien oksien paksuuserot eri paikkakuntien välillä olivat erittäin merkitsevät. Kuusella sen sijaan vain Lounais-Suomen aineiston oksien paksuus erosi merkitsevästi Ahvenanmaan runkojen oksanpaksuudesta. Ahvenanmaan kuusilla elävien oksien paksuus oli hieman pienempi kuin mantereen kuusilla. Männyllä ja kuusen oksanpaksuuksia selittävässä malleissa alueen merkitsevyydet ja selitysasteet olivat:

	F	Pr>F
Paksuin kuiva oksa		
mänty	174,17	0,0001
kuusi	61,12	0,0001
Paksuin elävä oksa		
mänty	195,93	0,0001
kuusi	111,98	0,0001

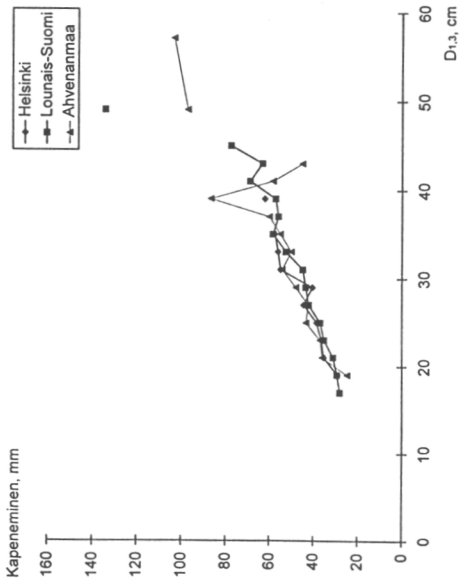
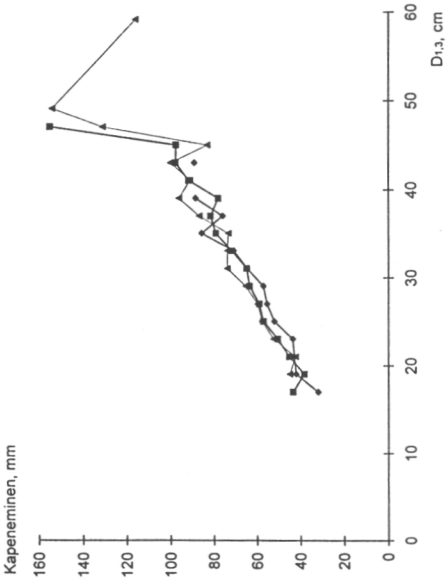
3.2 Runkojen muoto

Mäntyrungon muoto oli heikoin Ahvenanmaalla ja paras Helsingin lautakunnan alueella (kuva 5). Kapeneminen kasvoi tasaisesti läpimitan kasvaessa lukuunottamatta ylijäreitä runkoja, joilla kapeneminen oli erityisen suuri. Runkomuotoa voidaan tarkastella myös solakkuutena, jota kuvataan rungon rinnankorkeusläpimitan ja pituuden suhteena. Runkojen solakkuuden paremmuusjärjestys oli sama kuin kapenemisen tarkastelussakin, mutta myös ylijäreillä puilla solakkuus pieneni tasaisesti (kuva 6).

Kuusen kapeneminen oli läpi rungon läpimittasarjan pienempi kuin männyllä. Myös kuusella havaittiin mäntyä vastaava kapenemisen kasvaminen ylijäreillä rungoilla (kuva 5). Kapeneminen oli suurin Ahvenanmaalla, mutta lautakuntien väliset erot olivat pienet. Kuusen solakkuus pieneni tasaisemmin kuin männyllä rungon läpimitan kasvaessa.



Kuva 6. Mänty- ja kuusirunkojen solakuus rinnankorkeus-
läpimittaluokittain ja metsälautakunnittain.



Kuva 5. Mänty- ja kuusirunkojen kapeneminen rinnankorkeus-
läpimittaluokittain ja metsälautakunnittain.

Kovarianssianalyysillä, jossa muuttujina olivat piirimetsälautakunta ja rungon rinnankorkeusläpimita, testattiin alueiden välisiä kapenemisen eroja. Testin tulokset olivat puulajeittain seuraavat:

Parametri	\bar{x}	F-arvo	Pr>F	Estimaatti
Mänty				
H	56,8	}4,21	}0,0152	-4,7228
L-S	61,4			-1,6735
A	69,1	548,30	0,0001	0,2362
D _{1,3}				
Kuusi				
H	43,1	}3,69	}0,0254	-1,4190
L-S	41,7			-3,1573
A	44,9	375,95	0,0001	0,1722
D _{1,3}				

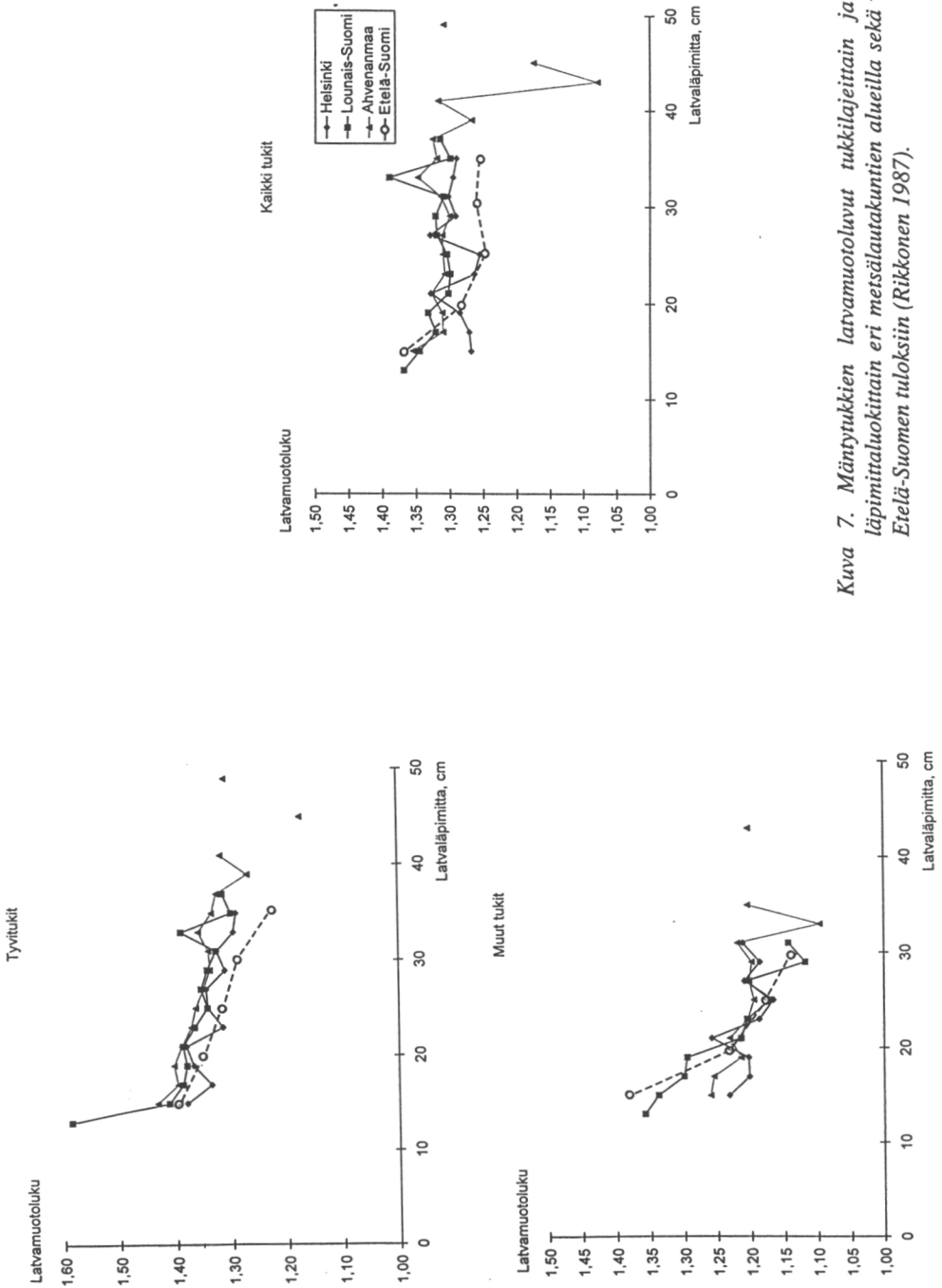
Runkojen kapenemisen erot eri alueiden välillä olivat pienet. Testin mukaan mäntyrunkojen kapenemiset erosivat toisistaan merkitsevästi Helsingin ja Ahvenanmaan lautakuntien välillä, kun rinnankorkeusläpimitan vaikutus oli eliminoitu. Kuusella kapenemisen erot olivat vain Lounais-Suomen ja Ahvenanmaan välillä mahdollisesti merkitsevät. Kapeneminen riippui voimakkaasti rinnankorkeusläpimitasta sekä männyllä että kuusella. Männyllä voitiin tarkasteltavien parametrien avulla selittää 45 % ja kuusella 38 % rungon kapenemisen vaihtelusta. Kapenemisen alueittaista vaihtelua kuvaavan mallin F-arvot ja selitysasteet olivat: mänty $F=202,10$, $Pr>F=0,0001$; kuusi $F=127,79$, $Pr>F=0,0001$.

3.3 Tukkien muoto ja laatu

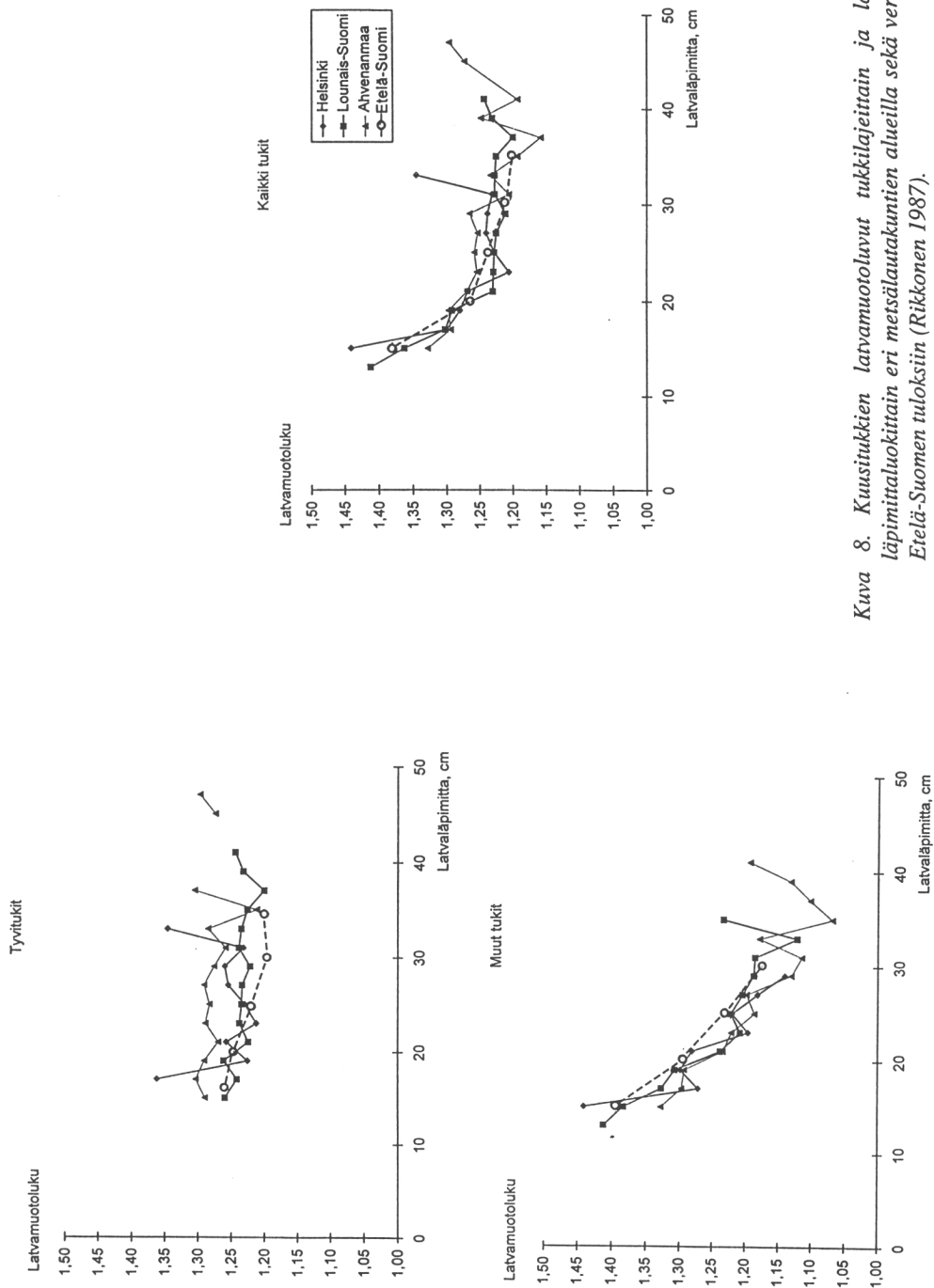
Tukkien muotoa kuvattiin tässä tutkimuksessa latvamuotoluvulla ja kapenemisella puulajeittain, metsälautakunnittain ja tukkilajeittain. Rungosta saadut väli- ja latvatukit käsiteltiin yhtenä ryhmänä. Helsingin ja Lounais-Suomen lautakunnat eroteltiin vertailussa toisistaan, vaikka erot niiden välillä olivat keskimäärin hyvin pienet. Vertailuun otettiin mukaan myös Etelä-Suomessa kerätty aineisto (Rikkonen 1987).

Latvamuotoluvulla tarkoitetaan tukin todellisen tilavuuden ja latvaläpimitan mukaisen sylinteritilavuuden suhdetta. Sen avulla voidaan vertailla havainnollisesti latvaläpimitaluokkien välisiä tilavuussuhteita. Latvamuotoluku riippuu tukin pituudesta, järeydestä ja kartiokkuudesta. Tyvitukissa on merkitystä myös tyvilaajentumalla. Tukin piteneminen ja kapenemisen lisääntyminen suurentavat latvamuotolukua, kun taas järeytyminen pienentää sitä.

Kuvissa 7 ja 8 on tarkasteltu tukkilajin ja järeyden vaikutusta mänty- ja kuusitukkien latvamuotolukuun sekä verrattu Ahvenanmaan ja etelä- ja lounaisrannikon tuloksia Etelä-Suomessa saatuihin muotolukuihin. Männyin tyvitukkien läpimitaluokittaiset muotoluvut olivat 12-15 % suuremmat kuin muiden tukkien. Järeytyminen pienensi muotolukua sekä männyllä että kuusella, muilla tukeilla kuitenkin eniten (Rikkonen &



Kuva 7. Mäntyrukkien latvamuotoluvut tukkilajeittain ja latvaläpimittaluokittain eri metsälahtakuntien alueilla sekä vertailu Etelä-Suomen tuloksiin (Rikkinen 1987).



Kuva 8. Kuusitukkien latvamuotoluvut tukkijäittain ja latvaläpimittaluokittain eri metsälahtakuntien alueilla sekä vertailu Etelä-Suomen tuloksiin (Rikkonen 1987).

Verkasalo 1988). Männyn muotoluku oli suurin ja siis tukkien muoto heikoin Ahvenanmaalla ja paras Etelä-Suomessa. Tyvitukeissa ero oli noin 5 % ja muissa tukeissa 1-8 %. Kaikkiaan ero tämän aineiston ja vertailuaineiston välillä oli 2-7 % eron kasvaessa tukkien järeytyessä.

Kuusen tyvitukkiin latvamuotoluvut olivat alle 21 cm:n läpimittaluokkia lukuunottamatta 4-15 % suuremmat kuin muilla tukeilla. Ahvenanmaan tyvitukit erottuivat tässäkin vertailussa muita heikkolaatuisempina. Yleisesti tämän aineiston tukkien muotoluku oli suurempi kuin Etelä-Suomen muotoluku eron kasvaessa tukkien järeytyessä.

Tutkimuksessa selvitettiin myös tukkien kapenemista, jolla tarkoitetaan tukin kuorellista latvakapenemista eli kuorellista keskusläpimitan ja latvaläpimitan eroa metriä kohti laskettuna. Männyn tyvitukit kapenivat keskimäärin 35 % enemmän kuin muut tukit. Kaikilla tukeilla kapeneminen oli noin 25 % suurempi kuin Etelä-Suomessa. Kuusen tyvitukit kapenivat keskimäärin 10 % vähemmän kuin muut tukit. Erot Etelä-Suomessa saatuihin tuloksiin olivat pienet.

Taulukossa 5 esitetään tukkien laatujakauma lautakunnittain ja vertailu Etelä-Suomen tukkien laatuun. Mäntytyukit olivat laadultaan Ahvenanmaalla muita alueita parempia. Erityisesti hyvälaatuisia tyvitukkeja oli runsaasti. Helsingin piirimetsälautakunnan alueella laatujakauma oli huonoin. Silmiinpistävintä oli parhaimman laatuluokan tukkien vähäisyys.

Myös kuusitukit olivat Ahvenanmaalla selvästi parempia kuin muiden metsälautakuntien alueilla. Laatujakauma oli Lounais-Suomen lautakunnan alueella parempi kuin Helsingin alueella erityisesti hyvälaatuisten tyvitukkiin suuren osuuden ansiosta.

Taulukko 5. Tukkiin laatuluokkajakauma ja vertailu Etelä-Suomen aineistoon (Rikkonen 1987).

Laatu- luokka	Tyvet				Tukkilaji Muut				Yhteensä			
	H	L-S	A	E-S	H	L-S	A	E-S	H	L-S	A	E-S
	Mänty											
1	19	32	31	64	2	0	2	8	12	15	21	33
2	54	50	41	29	19	13	20	38	39	30	34	34
3	24	15	25	6	68	63	56	49	43	41	35	30
Raakki	2	3	4	1	11	24	22	5	6	14	10	3
	Kuusi											
1	23	22	22	52	0	0	7	5	12	10	15	28
2	59	71	62	41	40	41	66	46	50	55	63	44
3	18	7	15	6	60	57	27	46	38	33	21	26
Raakki	0	0	1	1	0	2	0	3	0	1	1	2

Tukit olivat toisaalta laadultaan kaikilla tutkituilla alueilla Rikkosen (1987) luokittelun mukaan selvästi huonompia kuin Etelä-Suomen aineistossa (Rikkonen & Verkasalo 1988). Ero oli suuri varsinkin tyvitukeissa, joista kuului ensimmäiseen laatuluokkaan Etelä-Suomessa männyllä noin kaksinkertainen ja kuusella yli kaksinkertainen määrä tutkittuihin alueisiin verrattuna.

4 Tulosten tarkastelua

Mäntytukkipuuston laatu oli lähes kaikkia laatuominaisuuksia tarkastellen Ahvenanmaalla heikompi kuin Suomen etelä- ja lounaisrannikolla. Tarkasteltujen Helsingin ja Lounais-Suomen metsälautakuntien väliset laatuerot taas olivat pieniä. Puuston laatu oli Lounais-Suomessa jonkin verran parempi kuin Uudenmaan rannikkoalueella. Ahvenanmaalainen kuusi oli myös heikkolaatuisempaa kuin rannikkoalueiden kuuset, joskin erot olivat pienemmät kuin männyllä.

Tyypillisiä ahvenanmaalaisten mäntyrunkojen ominaisuuksia olivat oksista karsiutuneen rungonosan lyhyys ja vastaavasti kuivaoksaisten rungonosan pituus, paksuoksaisuus, tyvekkyys ja rungon tyviosan voimakas kapeneminen. Rungon kuivaoksainen osuus on käyttöarvoltaan heikkolaatuisinta ja kelpaa käytännössä lähinnä karkeisiin runkorakenteisiin, seinähirsiksi ja selluteollisuuden raaka-aineeksi.

Erityisesti männyn tuoreiden oksien paksuus oli Ahvenanmaalla myös tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin muilla tutkituilla alueilla, joiden välillä erot taas olivat vähäiset. Tuloksissa on osittain ristiriitaisuutta, sillä vaikka Ahvenanmaan mäntyrungot olivat oksikkaita, oli tukkien laatuluokkajakauma siellä hyvä. Ensimmäistä laatuluokkaa oli vähintään yhtä paljon kuin muilla alueilla. Jos otetaan mukaan myös toinen laatuluokka, oli laatujakauma Ahvenanmaalla paras. Tukkien visuaalinen laatuluokitus nähtävästi yliarvioi Ahvenanmaan mäntytukkien laatua, jolloin sisäisten vikojen vaikutus jää huomioon ottamatta. Tähän viittaa mm. Ahvenanmaan mäntyrunkojen paksuoksaisuus.

Myös kuusitukit olivat Ahvenanmaalla selvästi parempia kuin muilla tutkituilla alueilla. Sekä mänty- että kuusitukit olivat kuitenkin selvästi huonompia kuin Etelä-Suomessa yleensä.

Tutkimusaineiston runkojen ja tukkien laatua voidaan verrata myös Suomen muiden alueiden puuston laatuun. Suoranaisia vertailututkimuksia on kuitenkin vain niukasti, ja eräitä laatutunnuksia kuten oksikkuutta ei ole koskaan tutkittu kattavasti. Useat tutkimukset ovat lisäksi hyvin paikallisia. Elävän latvuksen alaraja oli tässä tutkimuksessa keskimäärin hieman ylempänä ja alin kuiva oksa rannikkoalueilla hieman mutta Ahvenanmaalla paljon alempana kuin Heiskasen (1965) ja Kärkkäisen (1980a) tutkimuksissa. Latvussuhde sen sijaan oli tässä ja Kärkkäisen tutkimuksessa likimain sama. Kuivaoksaraja ja latvusaraja olivat kuitenkin ylempänä kuin samankokoisilla rungoilla viljelymänniköissä. Viljelymännyt olivat sen sijaan pitempiä kuin tämän tutkimuksen männyt (Uusvaara 1974). Hakkilan ym. (1972) tutkimukseen verrattuna oksaton rungonosa oli Ahvenanmaan männyllä selvästi ja muilla alueilla hieman lyhyempi ja myös kuusella selvästi lyhyempi kuin Etelä-Suomessa keskimäärin. Heiskasen (1965) ja Uusvaaran (1974) mukaan tiettyssä

ikäluokassa kasvunopeus vaikuttaa siten, että heikoimmin karsiutuneita ovat metsikön pienimmät ja suurimmat puut. Viljelymänniköissä runkojen alaosan kuivat oksat olivat paksumpia kuin tämän tutkimuksen puiden vastaavat oksat. Kuusirungoista ei ole saatavissa edellisen kaltaista vertailuaineistoa.

Kärkkäisen (1980a) ja Heiskasen (1954) mukaan mäntyjen kapeneminen on Suomessa keskimäärin pienempi kuin nyt tutkituilla alueilla (kuva 5). Heidän mukaansa tukin oksaisuuslaatuluokalla ja rungon kapenemisella ei ole odotettua yhteyttä, vaan hyvien ja huonojen oksaisuuslaatuluokan tukkien kapenemiserot selittyvät rinnankorkeusläpimittojen erosta.

Sekä mänty- että kuusirungot olivat myös kapenevampia kuin Verkasalon & Lebanin (1996) tutkimuksessa, jonka sinänsä suppeahko aineisto oli kerätty näiden puulajien tyypillisiltä kasvupaikoilta Oulujoen eteläpuoleisesta osasta maata.

Laatuvertailua etelä- ja lounaisrannikon ja Ahvenanmaan ja toisaalta muun Suomen havusahatukkien välillä voidaan tehdä myös latvamuotolukujen pohjalta. Männyllä tyvitukit kapenivat kaikissa läpimittaluokissa mutta muut tukit vain suurissa läpimittaluokissa enemmän kuin Etelä-Suomen tukit (Rikkinen & Verkasalo 1988). Kuusella vain tyvitukit olivat Etelä-Suomen tukkeja kapenevampia.

Tukkien laatua kuvaa myös niiden keskipituus. Sekä männyllä että kuusella tukkien keskipituus oli Ahvenanmaalla pienempi kuin Lounais-Suomessa, ja molemmilla alueilla tukit olivat huomattavasti lyhyempiä kuin Etelä-Suomessa. Kärkkäisen & Salmen (1981) tutkimuksessa mäntytukkien keskipituus oli Länsi-Uudenmaan rannikolla 468 cm, joka oli enemmän kuin tässä tutkimuksessa mutta vähemmän kuin tukkien pituus keskimäärin Etelä-Suomessa. Pituuden todettiin alenevan laadun heiketessä. Luokan 1 tukkeja oli vain noin 2 %, kun niitä tässä tutkimuksessa oli eri alueilla keskimäärin 12 %. Rauman alueella tukkien keskipituus vaihteli tukin laadun mukaan 444-462 cm, mutta oli sielläkin pienempi kuin Etelä-Suomessa (Kärkkäinen 1980b).

Rungon sisäiset laatuominaisuudet korreloivat hyvin ulkoisten ominaisuuksien kanssa, samoin kuin esimerkiksi mäntyrungon paksuoksaisuus merkitsee myös muiden laatuominaisuuksien heikkenemistä. Näin ollen voidaan olettaa, että rannikon ja saariston tukkirungot ovat myös sisäisiltä ominaisuuksiltaan (oksikkuus, suorasyisyys, luston leveys ja lyhyisyys) heikompia kuin Suomen muiden osien puustot.

Tutkimuksen aineisto on kokonaisuudessaan varsin suuri, 1169 mänty- ja 710 kuusirunkoa, yhteensä 1879 runkoa. Tukkeja mitattiin 1798 mänty- ja 1625 kuusitukkaa, yhteensä 3419 tukkia. Aineisto oli kuitenkin suppeaa Helsingin piirimetsälautakunnan alueella. Etenkin kuusella tuloksia voidaankin pitää siltä alueelta lähinnä suuntaa antavina.

Aineiston edustavuus oli otantamenetelmän ansiosta hyvä. Lounais-Suomessa selvitettiin kolmen edellisen hakkuukauden leimausmäärät, alue jaettiin leimausmääriltään yhtä suuriin osa-alueisiin, joille tavoitteeksi asetettu erien määrä jaettiin leimausmäärien suhteessa. Kohteiden valinta tehtiin arpomalla. Myös

Ahvenanmaalla muodostettiin viisi hakkuumääriltään mahdollisimman yhtä suurta osa-aluetta, joille kiintiöt jaettiin samalla menetelmällä.

Käsillä olevan tutkimuksen materiaali on peräisin luonnonsyntyisistä ja vanhoista puustoista. Tulevaisuudessa hakkuut tulevat keskittymään yhä nuorempiin metsiin samalla kun viljelyn osuus metsien uudistamisessa lisääntyy. Tämä on omiaan jossakin määrin myös heikentämään tulosten vertailukelpoisuutta tulevaisuuden puustoihin.

Aineiston rakenteessa eri alueiden välillä on otettava huomioon, että harvennushakkuuta oli Lounais-Suomessa enemmän kuin Ahvenanmaalla. Tämä vaikuttaa jossakin määrin eri läpimittaluokkiin langenneen aineiston määriin. Kasvupaikkojen jakauma eri alueilla oli hyvin vertailukelpoinen lukuun ottamatta Helsingin alueen kuusiaineistoa, josta kerättiin muita alueita suurempi osuus aineistosta kuivilta kankailta. Metsätyyppien määrittäminen oli kuitenkin erittäin vaikeaa, koska aineistot kerättiin pääasiassa talviaikaan.

Kirjallisuus

- Hakkila, P. 1968. Geographical variation of some properties of pine and spruce pulpwood in Finland. Lyhennelmä: Eräitten mänty- ja kuusipaperipuun ominaisuuksien maantieteellinen vaihtelu Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 66(8). 60 s.
- Laasasenaho, J. & Oittinen, K. 1972. Korjuuteknisiä oksatietoja. Summary: Branch data for logging work. *Folia Forestalia* 147. 15 s.
- Heikinheimo, O. 1953. Puun rungon luontaisesta karsitumisesta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 41(5). 34 s.
- Heiskanen, V. 1954. Vuosiluston paksuuden ja sahatukin laadun välisestä riippuvuudesta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 44(5). 31 s.
- 1965. Puiden paksuuden ja nuoruuden kehityksen sekä oksaisuuden ja sahapuulaadun välisistä suhteista männiköissä. Summary: On the relations between the development of the early age and thickness of trees and their branchiness in pine stands. *Acta Forestalia Fennica* 80.2. 58 s.
- & Siimes, F.E. 1959. Tutkimus mäntysahatukien laatuluokituksesta. Paperi ja Puu 41(8):359-368.
- Kalela, A. 1937. Zur Synthese der Experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten. Puulajien ilmastorotuja koskevista kokeellisista tutkimuksista. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 26.1. 448 s.
- Kellomäki, S., Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1992. Männyn laatukasvatus. *Silva Carelica* 23. 133 s.
- & Väisänen, H. 1986. Kasvatustiheyden ja kasvupaikan viljavuuden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä. Malleihin perustuva tarkastelu. Summary: Effect of stand density and site fertility on the branchiness of Scots pines at pole stage. A study based on models. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 139. 38 s.
- Kärkkäinen, M. 1980a. Mäntyukkirunkojen laatuluokitus. Summary: Grading of pine sawlog stems. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 96(5). 152 s.

- 1980b. Tuloksia Rauman alueen mäntytukkien sahauksesta. Summary: Results on sawing pine logs in Rauma region, western Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 96(7):1-43.
- & Björklund, T. 1983. Suomussalmelaisten mäntytukkien koehaustuloksia. Summary: On the sawing of pine logs from Suomussalmi, north-eastern Finland. *Folia Forestalia* 543. 16 s.
- & Kallinen, J. 1982. Kemin seudun mäntytukkien sahauksia. Summary: On the sawing of pine logs from northern Finland, Kemi region. *Folia Forestalia* 521. 16 s.
- & Salmi, J. 1981. Länsi-Uudenmaan rannikon mäntytukkien ominaisuudet eräällä sahalaitoksella. Summary: Properties of pine logs in a coastal sawmill in Southern Finland. *Folia Forestalia* 458. 20 s.
- Rikkonen, P. 1987. Havutukkien kuorelliseen latvaläpimitaan perustuva tilavuuden määrittäminen. Summary: Volume of coniferous saw logs based on top diameter over bark. *Folia Forestalia* 684. 47 s.
- 1988. Havutukkien yksikkötilavuuslukujen jatkoselvitys Lounais-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 297. 25 s.
- & Verkasalo, E. 1988. Havusahatukkien mittaus Ahvenanmaalla kuorellisen latvaläpimitan perusteella. Referat: Mätning av barrsågtimmer på Åland enligt toppdiametern på bark. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 315. 41 s.
- Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestamplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 33(1). 268 s.
- 1956. Metsänhoidon tekniikka. Metsäkäsikirja I. Rauma. s. 498-564.
- Sirén, G. 1959. Eräitä havaintoja keskisuomalaisen ja paikallisen mäntyrodun biologisista ja teknillisistä ominaisuuksista Perä-Pohjolassa. Summary: Some observations on the biological and technical properties on the local and Central-Finnish pine provenances in North Finland. *Silva Fennica* 96(1). 30 s.
- Uusvaara, O. 1974. Wood quality in plantation-grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 80(2). 105 s.
- 1981. Viljelymänniköiden puun tekninen laatu ja arvo. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 28. 46 s.
- 1985. The quality and value of sawn goods from plantation-grown Scots pine. Seloste: Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 130. 53 s.
- Varmola, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. *Folia Forestalia* 451. 21 s.
- 1996. Nuorten viljelymänniköiden tuotos ja laatu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 585. 43 s.
- Velling, P. 1974. Männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyden fenotyypisistä ja geneettisestä vaihtelusta. Summary: Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). *Folia Forestalia* 188. 29 s.
- 1980. Variation in the density of wood of different Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) origins in provenance tests. Seloste: Mänty- ja kuusialkuperien puuaineen tiheyden vaihtelusta proveniessikoikeissa. *Silva Fennica* 14(1): 45-51.
- 1982. Genetic variation in quality characteristics of Scots pine. *Silva Fennica* 16(2): 129-134.

- 1984. Metsänjalostuksen mahdollisuudet vaikuttaa puiden tekniseen laatuun. III Itä-Suomen tiedepäivät 1.-2.3.1984, Joensuu. Metsä ja Puu 11: 4-7.
 - 1986. Metsänjalostuksella parannetaan pysyvästi puiden ominaisuuksia. Skogsträdsförädling förbättrar trädens egenskaper varaktigt. Metsänjalostus, 4. osa. Skogsträdsförädling 4. Teollisuuden Metsäviesti 2. Skogsaktuellt 2. s. 23-27.
 - 1987. Männyn ominaisuuksien maantieteellinen vaihtelu. Esimerkki nuoresta provenienssikoesarjasta. Abstract: Geographical variation of properties on Scots pine. An example of young series of provenance trials. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 250: 54-68.
 - & Nepveu, G. 1986. Männyn puuaineen laadun ja tuotoksen vaihtelu suomalaisessa provenienssikoesarjassa. Summary: Variation of wood quality and yield in a Finnish series of provenance trials on Scots pine. *Silva Fennica* 20(3): 211-231.
- Verkasalo, E. & Leben, J-M. 1996. External quality on the saw timber stock of Scots pine and Norway spruce in Finland and France. Tiivistelmä: Suomen ja Ranskan mänty- ja kuusitukkipuuston ulkoinen laatu. Paper ja Puu 78(5):313-322.

ISBN 951-40-1594-0
ISSN 0358-4283
HAKAPAINO Oy, 1998