METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT IN FINNLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE LA FINLANDE

34

HELSINKI 1946, 1947.

Olli Ilvessalo

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT IN FINNLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE LA FINLANDE

34

HELSINKI 1946, 1947.

Helsinki 1948. Valtioneuvoston kirjapaino.

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE
34

34, 1 Kujala, Viljo, Koivututkimuksia ..... 1— 34
Summary: Some recent research data on birches ..... 35— 36
34, 2 Saarnijoki, Sakari, Die Schlitzblättrigkeit der Erlen und Birken im Lichte von Rückschlägen und einigen Kreuzungen ..... 1— 65
Selostus: Lepän ja koivun liuskalehtisyys palautumien ja eräiden risteytysten valossa ..... 66— 68
34, 3 Lukkala, O. J., Korpimetsien luontainen uudistaminen 1—137
Referat: Die natürliche Verjüngung der Bruchwälder .... 138—150
34, 4 Ilvessalo, Yrjö, Pystypuiden kuutioimistaulukot .. 1—140
Summary: Volume tables for standing trees ..... 141—149

KOIVUTUTKIMUKSIA

VILJO KUJALA

SOME RECENT RESEARCH DATA ON BIRCHES

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1946

Helsinki 1946. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällysluettelo.

Sivu

Rauduskoivun ja hieskoivun eroittaminen 5
Kasvunopeus 13
Solujen koko ja lehtityyppi 14
Puuosan solujen koko 20
Puun ominaispaino ja vesipitoisuus 26
Lujuuskokeita 26
Loppupäätelmiä 32
Kirjallisuusluettelo 33
Summary: Some recent Research data on Birches 35

Koivututkimuksia.

Rauduskoivun ja hieskoivun eroittaminen.

Koivu on puulajeistamme se, jonka systemaattinen luokittelu on osoittautunut vaikeimmaksi. Linné luki puumaiset koivumme yhteen lajiin *Betula alba* L. Kansa on kuitenkin jo ikimuistoisista ajoista eroittanut kaksi koivulajia: hieskoivun eli suokon ja raudus- eli vihdaskoivun. Tämänlaatuisen kahtiajaon on Ehrhart (1790) tieteellisesti täsmällistänyt eroittamalla kaksi koivulajia *Betula pubescens* ja *B. verrucosa*. Näiden lisäksi on Ledebour eroittanut tunturikoivun eri lajiksi *B. tortuosa*.

Sekä metsätieteen että käytännön piirissä on meillä ja muuallakin vielä oltu suurin piirtein Linnén kannalla. Vaikka hyvin tiedetäänkin, että kaksi koivulajia on olemassa, todetaan niiden suuri vaihtelevaisuus ja päätellään, että ehkä suurin osa koivuista on sekasikiöitä, joita ei voida riittävän täsmällisesti pitää erossa toisistaan. Tällä kannalla ovat olleet useimmat tutkijat (Morgenthaler, Winkler, Kivilinna ym.). Uutta epävarmuutta koivujemme lajiryhmitykseen on aiheuttanut varsinkin ruotsalaisen Gunnarssonin koivututkimus v:lta 1925, jossa hän väittää, että koivulajeja Pohjolassa on alkuperäisesti viisi, eikä vain kaksi. Ehrhartin lajien ja *B. tortuosan* lisäksi, jotka myöskin määritellään entisestä eroavasti, olisi eroitettava *Betula concinna* Gunnarss. ja *B. coriacea* Gunnarss. Lisäksi Gunnarssonkin on sitä mieltä, että koivulajit risteytyvät erittäin suuressa määrässä keskenään, ja hänen suorittamiensa määräysten mukaan melkein kaikki Suomenkin koivut olisivat sekasikiöitä — enimmäkseen kolmen jopa varsin yleisesti neljän lajin tunnusmerkkejä omaavia.

Koivuaineistomme suuri muotorikkaus on kyllä kieltämätön tosiasia, mutta kuitenkin näyttää siltä, että tämä koskee etenkin hieskoivua — rauduskoivu on melkoisen yhtenäinen laji. On sitäpaitsi syytä varovaisesti suhtautua siihen otaksumaan, että koivujen muotokirjavuus aiheutuisi etupäässä lajiristeytymistä. On nimittäin silmäänpistävää, että Gunnarsson ja muut monilajisuus- ja sekasikiöisyyshypoteesin kannattajat ovat vetäneet koivulajeille niin ahtaat rajat, että vähäinen muutos sellaisissakin ominaisuuksissa, jotka muilla, tunnetusti

yhtenäisillä lajeilla kyllä vaihtelevat paljon, koivujen ollessa kyseessä tulkitaan poikkeuksetta toisen lajin sekotuksesta aiheutuvaksi. Näin onkin tuloksena ollut, että melkein kaikki koivut on ollut selitettävä sekasikiöiksi, puhtaiden lajien häipyessä olemattomiin tai muuttuessa teoreettisiksi konstruktioiksi, joilla ei ole vastinetta luonnossa. Kun tilastollisestikaan ei voida todeta, että esim. Gunnarssonin ilmoittamat lajiominaisuudet osoittaisivat huomattavaa taipumusta seurata toisiaan, voitaisiin luultavasti yhtä hyvillä perusteilla esittää toisenkinlaisia ominaisuuskombinaatioita »lajeina».

Koivumuotojen luokittelussa on kuitenkin lähdettävä luonnon todellisuudesta. Silloin näyttää selvimmän lajin, rauduskoivun, eroittaminen toisista ensi käden tehtävältä. Tämän koivulajin tuntomerkit onkin käsitykseni mukaan sattuvasti määritelty jo vanhemmissa kasvioissa, missä Gunnarssonin vaikutus ei vielä häiritse. Täydentäen määritelmiä kirjallisuustiedoilla ja muutamilla omillakin havainnoilla kuvaisin pääkoivulajimme lyhyesti seuraavasti.

Betula verrucosa Ehrh.

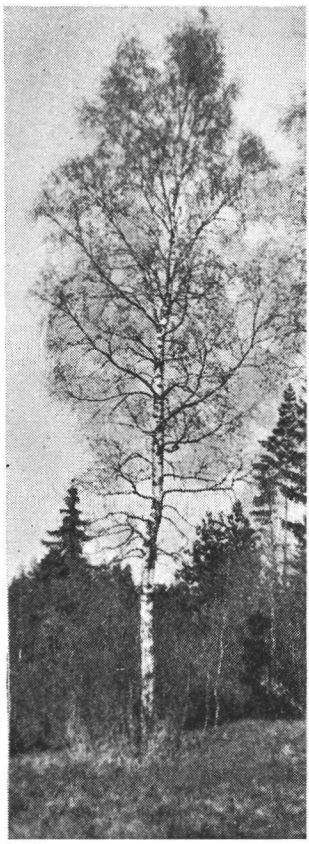
R u n k o nopeakasvuinen, kookas (metsikön vallitseviin puihin tavallisesti kuuluva), suora, mutta usein jonkinverran epäsäännöllisen liereä.

O k s a t suoria, voimakkaita, pitkiä ja melko pystyasentoisia, niiden kärkiosat usein, varsinkin puun vanhemmalla iällä, hentoja, pitkälti riippuvia (»riippakoivu»), kaljuja. Latvus on voimakkaasti ulkonevien oksien johdosta piirteiltään epäsäännöllinen ja laaja. Taimien ja vesojen nuorimmat kasvaimet ovat runsaista pihkanystyistä karheat, mutta vanhempien puiden oksissa ei nystyjä enää sanottavasti havaita. (Nuorien versojen karheanystyisyydestä tuntee rauduskoivun t a i m e t helposti niiden lehdettöminäkin ollessa, millä seikalla luonnollisesti on tärkeä merkitys taimia lajiteltaessa.)

T u o h i on vanhemmissa rungon osissa ulkopinnaltaan puhtaan valkea, sisäpinnalta valkeankeltainen tai ruskeahkon keltainen (O s t w a l d i n värikaavassa värityyppejä 04 ea, 08 nc ja 08 lc sekä näiden väliasteita vastaava). Nuorissa puissa ja vanhojen puiden latvaosissa tuohen väri on sitävastoin tumman ruskea. (Tuohen ulkopinnan väriä määriteltäessä on otettava huomioon, että siinä usein esiintyvä h a r m a a väri ei ole tuohen väri, vaan se aiheutuu mikroepifyyteistä, joita koivun tuohella meidän ilmasto-oloissamme on usein erittäin runsaasti. — Tuohen sisäpinnan väriä määrättäessä taas on huomioon otettava, että tuohi irtautuu alla olevasta kuoresta moitteettomasti vain kevätkesällä tuohi-(korkki-) jällen toiminta-aikana, myöhemmin sen solut muuttuvat paksuseinäisiksi, ja tuohi tarttuu silloin lujasti kuoreen kiinni, jonka takia tuohta kiskottaessa sen sisäpintaan helposti tarttuu aluskuoren pintakerroksen solukkoa antaen tuohelle kirjavan tai tasaisen tummahkon ruskean värin.) Varjossa kituen kasvavien rauduskoivujen kuori säilyy tavallista kauemmin ohuena ja säilyttää silloin myöskin »nuoruutensa tumman värin» sekä tulee erikoisen epifyyttirikkaaksi. Tällaisten koivujen tuohen lajinomaista väriä määriteltäessä on siis oltava kyllin varovainen, koska se voi riippua pal-



Kuva 1. Rauduskoivu *(Betula verrucosa)*. Helsinki, Huopalahti; varhaiskeväällä, lehdet eivät ole vielä kehittyneet.



Kuva 2. Hieskoivu *(Betula pubescens)*. Tuusula, Ruotsinkylä; lehteen puhkeamassa.

jon myös olosuhteista. Kuitenkin on varmaa, että löytyy muilta ominaisuuksiltaan rauduskoivuun liittyviä koivuja, joiden tuohi on ruskeahko, väliin melkoisen tumma. Edelleen on mainittava, että rauduskoivun kuori on yleensä paksunlaista, ja rungon tyvellä on useimmiten kaarnahalkeamia. Nuorissa puissa ei kaarnaa usein vielä havaita, ja tuoreilla mailla sitä on vähemmän kuin kuivilla, halkeamia tuskin lainkaan havaittavissa.

L e h d e t ovat täysikasvuisina väriltään harmahtavan vihreät, kaljut, lujaa sitkeätä solukkoa. Lavan muoto on kolmiomainen, sen levein osa on tyvipuolessa; kärki on pitkä ja kapeasuippuinen. Hammastus on useimmiten hyvin selvästi toiskertainen (harvassa isoja hampaita, joiden kupeissa pienempiä). Suonet ovat ohuita, vain lievästi kohonevia, suoniverkko tiheätä. Lapa rajoittuu usein jyrkkäkulmaisesti ruotiin, mutta oksien kärjissä ja latvuksen yläosassa olevat lehdet voivat kuitenkin olla varsin kapeakantaisiakin. Ruoti on pitkä ja ohut. — Rauduskoivu saa keväällä lehtensä ja kukkii noin viikkoa aikaisemmin kuin hieskoivu, sen nuoret lehdenalut ovat punertavia (sisältävät runsaasti anthocyaninia).



Kuva 3. Rauduskoivu (vas.) puhkeaa aikaisemmin lehteen kuin hieskoivu (oik.). Espoo, valkovuokon kukkimisaikana.

Hedelmänorkot ovat lyhyitä, mutta paksuja, ohut- ja pitkäperäisiä (vaihtelua tässä on kuitenkin paljon).

Norkkosuomujen sivuliuskat ovat jyrkästi sivuille suuntautuneet, kärkiosastaan alaspäin koukistuneet, ankkurimaiset (tässäkin paljon vaihtelua).

Hedelmä on sangen leveäsiipinen, muodoltaan usein kapea, mutta tämä ominaisuus vaihtelee hyvin paljon.

Talvisilmut ovat tylppiä (!) ja kuivan hartsin peittämiä.

Kasvupaikat ovat soistumattomia kangas- ja lehtomaita; pohjoisessa se keskittyy yksinomaan kuiville kankaille. Korpiin ja rämeille rauduskoivu ei tavallisesti mene, vaan rajoittuu jyrkästi kovalle maalle; poikkeuksena ehkä ovat ojitetut suot — varsinkin ojamaalla on niilläkin väliin runsaasti rauduskoivun taimistoa.

Rauduskoivun levenemisalue käsittää jokseenkin koko metsäalueemme Lapin koivuvyöhykettä lukuunottamatta. Petsamon suunnalla löytyy selviä rauduskoivuja Paatsjokilaaksossa ainakin Höyhenjärven seutuun asti; Enontekiössä sitä tavataan ainakin Ounastunturin korkeudelle asti.

Betula pubescens Ehrh.

Runko on pienempi kooltaan kuin rauduskoivun, kuitenkin tukkipuun koon saavuttava, ei myöskään niin suora kuin rauduskoivun, mutta mahdollisesti täytelämmän liereä.

Oksat ovat hennompia, lyhyempiä, mutkikkaampia, enemmän vaakasuorassa asennossa kuin rauduskoivun; väliin ovat alemmat oksat tyvestä alkaen alaspäin nuokkuvia, ja oksan kärkiosa voi niinikään nuokkua, mutta varsinaista riippaisuutta niissä ei ole. Latvus on yleensä alemmas ulottuva, tiheämpi ja säännöllisempi piirteiltään kuin rauduskoivun. Vuosikasvaimet ovat hyvin usein karvaisia. Taimien ja nuorien tyvivesojen kasvaimet ovat karvaiset, vailla karkeita pihkanystyjä, mistä ne lehdettöminäkin helposti tuntee. (Pihkaa erittäviä rauhasia on myöskin hieskoivun oksissa kyllä usein runsaastikin, mutta kun niiden erite on pehmeätä, päin vastoin kuin rauduskoivun, jonka hartsi on kovaa, ei rauduskoivulle ominaisia kyhmyjä synny.)

Tuohen ulkopinnan väri on väliin valkea, useimmin jonkinverran kellahko tai ruskeahko, joskus se on aivan tumman ruskea. Varsinkin kosteilla korpimailla kasvavien hieskoivujen kuori voi olla helposti kerroksittain irtautuva (»helpeilevä»). Nuoruudenaikainen kuori on tässäkin ruskea tai tumman ruskea. Sisäpinnaltaan tuohi vaihtelee kellanruskeasta mustanruskeaan (Ostwaldin värityypit 08 ic, 13 le, 17 pg, 17 pi esiintyvät). Kaarnahalkeamia ei rungon tyvessä ole. Vesottuu helposti.

Lehdet ovat väriltään puhtaan vihreitä — kellervän vihreitä, pehmeäsolukkoisia, melkein aina jonkinverran karvaisia. Lavan muoto vaihtelee paljon, ollen tavallisimmin ovaali, kärkisuippu puuttuu, mutta kärki voi kuitenkin olla melko pitkäkin, useimmin se kuitenkin on lyhyt. Hammastus on yksinkertainen tai vain lievästi kaksinkertainen (Lapissa esiintyvä *B. tortuosa* on useimmin epätasaisesti syvähampainen). Ruoti on lavan pituuteen verrattuna lyhyempi kuin rauduskoivulla, samalla leveämpi. Puhkeaa lehteen ja kukkii noin viikkoa myöhemmin kuin rauduskoivu; nuoret lehdenalut eivät ole punertavia.

Hedelmänorkot ovat yleensä pitempiä ja hoikempia sekä lyhytperäisempiä kuin rauduskoivun, mutta vaihtelu tässä on suurta.

Norkkosuomujen sivuliuskat ovat useimmin neliömäiset, sivulle tai vinosti eteenpäin suuntautuneet.

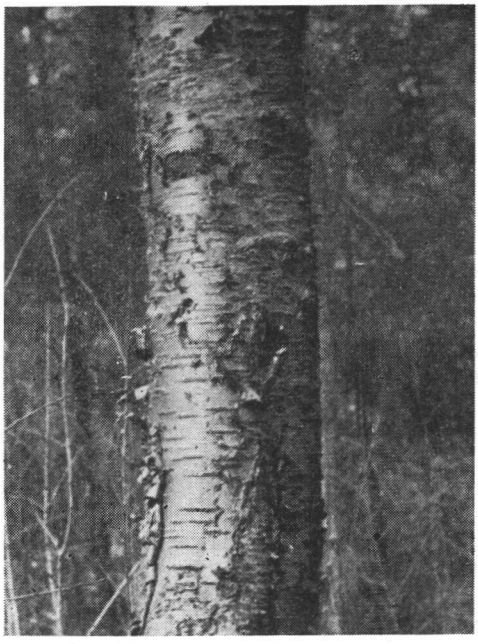
Hedelmä on muodoltaan leveämpi, sen siivet kapeammat kuin rauduskoivulla.

Talvisilmut ovat tahmean hartsin peittämät, muodoltaan erilaisia — tavallisesti suippoja, mutta löytyy (varsinkin Pohjois-Suomessa) myöskin aivan tylppäsilmuisia hieskoivuja, joissa ei kuitenkaan liene ainakaan rauduskoivua sekoituksena.

Kasvupaikat ovat suureksi osaksi samat kuin rauduskoivun, mutta hieskoivu menee myöskin korpiin, rämeille ym. märille maille; jos tunturikoivu luetaan tähän päälajiin, on hieskoivu myöskin koivuvyöhykkeessä yksinvallitseva laji.

Levenemisalue käsittää koko Suomen.

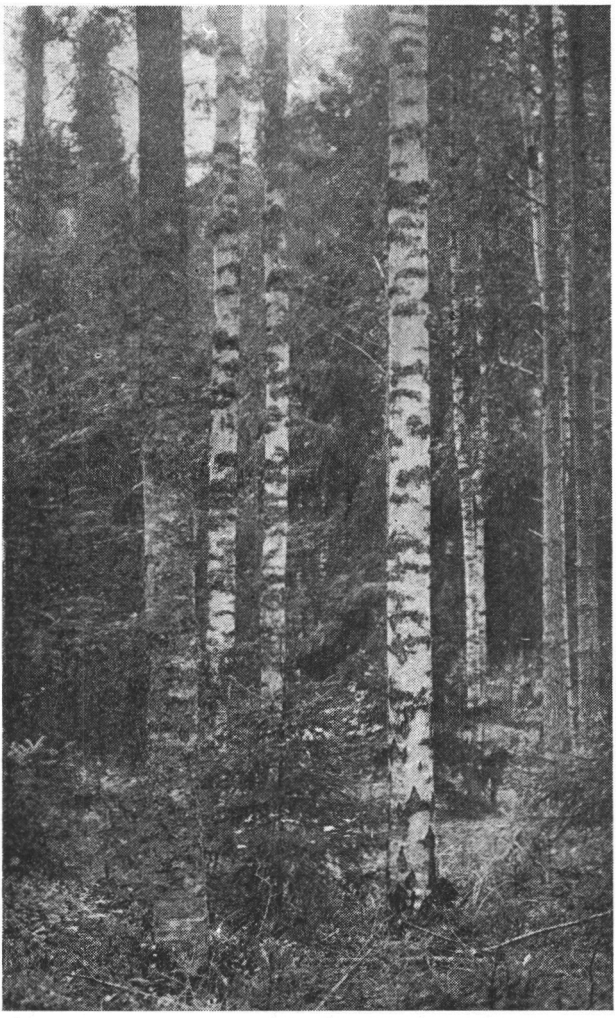
Hieskoivu on kuitenkin, kuten alussa jo huomautettiin, paljon monimuotoisempi kuin rauduskoivu, ja poikkeamia yllä mainituista tuntomerkeistä esiintyy usein. Mahdollista on, että hieskoivun piirissä voidaan eroittaa joitakin taksonomisia alayksiköitä, sitävastoin rauduskoivun piiristä tuskin on mahdollista niitä eroittaa. Epäilemättä rauduskoivu joskus risteytyy hieskoivun kanssa, mutta todennäköisesti melko harvoin. Syynä tähän voi olla m. m.. kasvupaikkadifferentaatio, kukkimisen eriaikaisuus, sekä ennen kaikkea solujen ja kromosoomiston erilaisuus. Hieskoivun somaattisissa soluissa on useiden tutkijain yhtäpitävien havainto-



Kuva 4. Ruskeakuorinen »helvekoivu» *(Betula pubescens)*. Helsinki, Huopalahti, saniaislehto.

jen mukaan 56, rauduskoivun vain 28 kromosoomia. Ilmeisesti tämä häiritsee hedelmöitystä ja aiheuttaa sekamuotojen sterilisyyttä. Kuitenkin on tavattu koivuja, joiden kromosoomimäärä todella on mainittujen määrien väliltä (esim. 42), ja joita siis hyvillä perusteilla voidaan pitää sekasikiöinä. Wettstein ja Propachin (1939) sekä Johnsson in (1941) kromosoomitutkimukset osoittavat kuitenkin, että ulkoisten tuntomerkkien perusteella »sekamuodoiksi» tulkittujen koivujen kromosoomimäärä on useimmiten normaali (28 tai 56). Johnsson onkin sitä mieltä, että näissä tapauksissa sekamuodot luultavasti eivät ole kyseessä, ja hän päättelee, että Ruotsin koivut ovat yleensä raudus- ja hieskoivuja, sekamuotoja on vain alle 1 %. Äsken ilmestyneessä tutkimuksessaan (1945) hän esittää, että kokeellisesti on erittäin vaikeata saada *B. verrucosa* ja *B. pubescens* risteytymään keskenään vähänkään. Suomessa asianlaita tuskin on toisenlainen.

Kun tiede ei vielä ole päässyt koivujen luokittelussa käytännön tarpeita tyydyttäviin tuloksiin, ovat myös käytännön miehet tarttuneet asiaan ja eroittaneet kokemuksensa nojalla koivulajeja. Sellaisia ovat m. m. metsänhoitaja Lehonkosken (1937) esittämä »kaskikoivu», »viitakoivu», »helvekoivu» ja »harmaa- eli korpikoivu». Niillä lienee käytännössä, esim. arvosteltaessa eri näköisten koivujen arvoa vaneripuina, huomattava merkitys. Sen sijaan niiden systemaattinen arvo on hämärän peitossa. Lehonkosken mukaan (1937, s. 81) niiden eroittelussa ei ole kiinni-



Kuva 5. »Harmaakoivu» (edessä vas.), lehdiltään *Betula verrucosaa*, normaalin rauduskoivun seassa. Vilppulan kokeilualue Vessari, OMT.

tetty huomiota esim. lehtimuotoihin, sen sijaan tuohi on ollut tärkeimpänä ulkonaisena tuntomerkkinä.

»Kaskikoivu» muodostaa pääosan metsiemme koivuista. Sen tuohi on puhtaan valkoinen, runko on tyveltä kulmikas, lyhyehkö, vahvaoksainen, runsaasti lahoja oksia sisältävä; erittäin huono vanerikoivu.

»Viitakoivun» tuohi on kiinteä, likaisen vaalea; Cronströmin (1936, s. 48) muk. sen kuori vivahtaa vaaleankeltaiseen—vaaleanpunaiseen. Runko karsiutuu oksista hitaasti, mutta tyvikappaleesta saadaan paremmankinlaatuista vaneria.

Taulukko 1. 9-vuotiaiden istutuskoivujen pituus Ruotsinkylän kokeilualueella eräällä MT-koealalla (viljelysala 316).

Pituus m	Betula pubescens		Betula verrucosa	
	kpl	%	kpl	%
1 —1.5	21	4.5	3	2.2
1.5—2	43	8.3	2	1.5
2 —2.5	82	15.7	14	10.3
2.5—3	108	20.7	19	14.0
3 —3.5	103	19.8	28	20.5
3.5—4	85	16.4	23	16.9
4 —4.5	44	8.5	17	12.5
4.5—5	23	4.4	14	10.3
5 —5.5	9	1.7	14	10.3
5.5—6	—	—	2	1.5
Yhteensä	518	100.0	136	100.0

»Helvekoivun» tuohi on punan- tai kellanruskeaa, pintaosat irtautuvat »helvemäisiksi levyiksi» (kuva 4); erittäin hyvä vaneripuuksi.

»Harmaa- eli korpikoivun» tuohi on »yleensä verrattain ohut, väriltään harmahtava, usein lepän kuorta muistuttava» (kuva 5). Runko on suora, täytelän liereä, heikko-oksainen; erittäin arvokas vaneripuu.

Epäilemättä näistä »kaskikoivu» on pääasiassa rauduskoivua, joka on luonnoltaan vahvaoksainen ja nopeakasvuisena helposti pääsee muista puulajeista edelle kasvussa ja kehittyy silloin oksikkaaksi susipuuksi. »Viitakoivu» on m. m. tuohen väristä ja oksaston laadusta päätellen hieskoivua. Ehkä myös »viita»-sana nimessä viittaa kosteihin kasvupaikkoihin, jotka ovat juuri hieskoivulle ominaisia. »Helvekoivu» on taas omien havaintojeni mukaan eräs hieskoivun muoto. Epäselvimmäksi on jäänyt »harmaa- eli korpikoivu». Mikäli se nimityksensä mukaisesti kasvaisi etupäässä korvessa (siis soistuneilla mailla), saattaisi sekin olla hieskoivua. Siihen soveltuisi myöskin tuohen tumma väri. Kuitenkaan ei koivun tuohi ole luonnostaan milloinkaan harmaa, vaan harmaus riippuu epifyyttikasvillisuudesta (etup. mikrojäkälistä), joita koivun tuohella voi väliin olla erittäin runsaasti; niin on laita m. m. korpimailla, missä tuohi kasvaa ja vaihtuu hitaasti. Sen sijaan tuohi voi olla väriltään ruskea, väliin jopa mustanruskea. Oikeastaan jokaisen koivun kuoren väri on nuorena tumman ruskea, mutta myöhemmin tumma kuori irtautuu ja vaihtuu valkeaan tai kellahkoon. Jos puu syystä taikka toisesta kehittyy, ja tuohi uudistuu hitaasti, saattaa nuoruuskuori säilyä tavallista kauemmin. Kuitenkin tavataan melko paksujakin koivuja, joiden tuohi verraten nopeasta kasvusta huolimatta on yhä tumma. Tavallisimmin ne ovat hieskoivuja (usein »helvekoivuja»), mutta joskus myös rauduskoivuja. Tummakuorisia rauduskoivuja on metsänh. Eric Cronström näyttänyt minulle Keuruulla Oy. Rosenlewin omistaman Heikkilän tilan metsässä. Siellä niitä oli aika runsaasti OMT:n kaskimaakoivikossa. Metsänhoitaja Cronström piti niitä tyypillisinä »harmaakoivuina». Siten »harmaa-

koivuun» on luettu myöskin rauduskoivuja, ja ehkä lopulta pääasiassa niitä. Koivujen kehitykseen ja runkojen laatuun vaikuttavat joka tapauksessa myöskin ulkoiset tekijät. Perinnöllisyysseikoista riippumatta saattaa määrätyissä olosuhteissa kehittyä aivan toisen arvoisia runkoja ja metsiköitä kuin toisissa, esim. väliin »kaski-», väliin »harmaa- eli korpikoivuja». Systemaattisten yksiköiden rajat on kuitenkin vedettävä yksinomaan perinnöllisten ominaisuuksien ja taipumusten nojalla.

Minun tutkimukseni ei ole niin pitkälle edistynyt, että saattaisin ottaa tässä koivujemme muuntelu- ja luokituskysymyksen kaikessa laajuudessaan käsiteltäväksi. Sen sijaan on tarkoituksena seuraavassa kiinnittää huomiota eräisiin käytännön kannalta tärkeisiin koivujemme ominaisuuksiin, jotka edellä esitetyllä tavalla eroitettavalla hies- ja rauduskoivulla ovat havaittavissa.

Kasvunopeus.

Jo edellä viitattiin siihen, että rauduskoivu on nopeakasvuisempi ja kookkaampi puu kuin hieskoivu. Heikinheimon havaintojen mukaan (1915, s. 216—217, 225 ja 233) on raudus- ja hieskoivun tavallinen suhde kaskimaakoivikoissa juuri se, että hieskoivu kehittyy hitaammin ja kuuluu alempiin latvuskerroksiin rauduskoivun kuuluessa kokonaan tai suurimmaksi osaksi valtaluokan puihin. Tämän voi pian jo silmämääräisinkin havainnoin oikeaksi todeta. Viittaan lisäksi taulukkoon 1, joka esittää pituusmittaustuloksen eräältä Ruotsinkylän koivukulttuurialalta, johon taimet on kasvatettu sekataimistona, siis samoissa olosuhteissa, ja istutettu yhtaikaa sekaisin samaan metsikköön (kylvö taimitarhaan 1930, istutus 1934, mittaus 8. 8. 1939). Pituusmitat osoittavat, että rauduskoivu on nopeakasvuisempi kuin hieskoivu. Taulukkoon 2 on merkitty muutamien kaskimaakoivikkokoealojen koivu-

Taulukko 2. Raudus- ja hieskoivun rinnankorkeusläpimitat eräissä nuorissa kaskimaakoivikoissa Vehkajärvellä (13. 8. 1935).

D cm	OMT (15 v.)		OMT (35 v.)		MT (40 v.)		OMT (45 v.)		OMT (50 v.)	
	verr.	pub.	verr.	pub.	verr.	pub.	verr.	pub.	verr.	pub.
1	0	7	0	0	0	10	0	22	0	7
3	2	32	1	6	5	45	1	38	0	16
5	3	27	0	20	10	51	12	35	3	17
7	6	17	5	7	13	24	10	25	1	8
9	16	9	8	1	37	10	13	12	3	14
11	6	5	11	4	26	9	15	17	6	13
13	5	5	21	3	30	8	11	8	4	16
15	7	—	17	0	31	—	18	5	3	7
17	8	—	8	1	21	—	16	2	6	6
19	3	—	11	2	17	—	10	1	5	5
21	1	—	4	—	5	—	8	1	3	3
23	2	—	2	—	4	—	4	—	7	1
25	—	—	—	—	1	—	1	—	9	0
27	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0
29	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1

jen läpimitat. Niillä ovat eroavaisuudet vielä räikeämpiä, mikä saattaa johtua siitä, että hieskoivua on myöhemmin tullut lisää, ja se on siten osittain nuorempaakin kuin päämetsikkö. Nämä koealat tarjoavat siten samalla hyvän esimerkin siitä muuallakin yleisestä ilmiöstä, että hieskoivu kykenee leviämään toisten puiden alle paljon paremmin kuin rauduskoivu. Viimemainitun pikkuvesoja onkin metsissä paljon vähemmän kuin hieskoivun siinäkin tapauksessa, että päämetsä on rauduskoivua.

Solujen koko ja lehtityyppi.

Tutkiessani ja vertaillessani koivujamme olen monesta syystä johtunut kiinnittämään erikoista huomiota raudus- ja hieskoivun solujen kokoon. Sillä on ilmeisesti sekä teoreettis-systemaattiselta että käytännön kannalta huomioon otettava merkityksensä.

Helms ja Jörgensen ovat jo todenneet, että rauduskoivun siitepölyhiukkaset ja ilmarakojen huulisolut ovat pienempiä kuin hieskoivun. Tämä eroavaisuus saattaa johtua niiden kromosoomimäärien erosta. Suurempi kromosoomimäärä edellyttää yleensä suurempia tumia ja soluja. Hieskoivuilla on kaksi kertaa niin paljon kromosoomeja kuin rauduskoivulla, joten tuntuu luonnolliselta, että sen solutkin ovat suurempia. Johnsson on (1941) todennutkin, että colchicinikäsittelyllä aikaansaaduilla polyploideilla koivuyksilöillä on suuremmat solut kuin alkuperäisillä. Hänkin on käyttänyt ilmarakojen huulisoluja mittauskohteena vertailussaan.

Omat havaintoni vahvistavat täysin nämä käsitykset raudus- ja hieskoivun solujen koon eroavaisuudesta.

Keväällä 1937 suoritti maist. Helvi Uutela johdollani mittauksia mm. siitepölyhiukkasten koosta.[1]) Ruotsinkylän kokeilualueelta otettiin

Taulukko 3. Siitepölyhiukkasten keskiläpimitta (μ).

Laji	Läpimittaluokat (μ)												Näytteiden lukumäärä
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
	Yksilöiden lukumäärä												
Betula verrucosa ...	—	1	1	7	8	3	3	1	1	—	—	—	25
B. pubescens Et.-Suomi	—	—	—	—	—	1	9	21	19	9	1	—	60
B. pubescens reg. alpina	—	—	—	—	—	—	1	13	12	16	5	1	48
B. nana	1	5	14	8	1	—	—	—	—	—	—	—	29
Yhteensä													162

[1]) Hänelle, samoinkuin maisteri Aune Muromalle, joka on suorittanut suurimman osan tässä julkaisussa esitettävistä mittauksista ja laskuista, lausun parhaat kiitokset.

60 hies- ja 25 rauduskoivusta hedenorkkoja ja määrättiin siitepölyhiukkasten keskiläpimitta kustakin puusta. Mittausta varten pantiin siitepöly alkohooliin, missä hiukkaset pyöristyvät turpoamatta. (Vedessä turpoavat elävät hiukkaset huomattavasti.) Rauduskoivusta saatiin arvo 21—28 μ (taulukko 3), hieskoivusta 25—30 μ. Lisäksi tutkittiin samalla tavalla Pallastunturin koivuvyöhykkeen hies- ja tunturikoivuaineistosta 48 puuta. Niiden siitepölyhiukkasten läpimitta oli 26—31 μ, siis keskimäärin jonkin verran suurempi kuin Etelä-Suomen hieskoivujen. *Betula nanan* siitepölyhiukkasten keskiläpimitaksi samaa menetelmää noudattaen olemme tänä keväänä (1945) saaneet 20—24 μ (näytteet Helsingin seudusta).

Jo pinnallisesti tarkastettaessa havaitaan, että rauduskoivun lehden suoniverkosto on paljon tiheämpi kuin hieskoivun; leikkauksista havaitaan, että tämä on yhteydessä sen kanssa, että rauduskoivun lehtisolut ovat selvästi pienemmät kuin hieskoivun. Tästä juuri johtuu edellä mainittu rauduskoivun lehden kiinteys hieskoivun lehteen verrattuna. (Kun Gunnarsson esittää, että rauduskoivun lehdet ovat pehmeät, on se siis ristiriidassa m. m. sen kanssa, mitä raudus- ja hieskoivun solujen koosta on todettu.) Saadaksemme jonkinlaisen yleiskäsityksen koivumuotojen solunkoon vaihtelusta olemme Metsätieteellisellä tutkimuslaitoksella ryhtyneet laajahkossa mitassa mittaamaan ilmarakojen huulisolujen pituutta, mikä tällaiseen tutkimukseen on monestakin syystä erittäin sopiva objekti. Huulisolut vaihtelevat pituudeltaan verrattain vähän, varsinkin jos näyte otetaan määrätystä lehden osasta; lisäksi siten tarjoutuu mahdollisuus saada selville myös herbaarionäytteistä verrattain vaivattomasti kasvin solunkoko.

Mittauspreparaatit olemme valmistaneet siten, että lehtinäytteitä on ensin kalilipeässä keitetty, jonka jälkeen alapinnan päällysketosta on repäisty ohut hitunen ja pantu se maitohappoon objektilasille. Mittaukset on suoritettu okulaarimikrometriä käyttäen. Kustakin lehdestä on mitattu 50 solua ja laskettu niiden keskiarvo. Tutkittavaksi valittiin paitsi tyypillisiä hies- ja rauduskoivuja, erityisesti myös niiden »välimuotoja» suuri määrä. Niinikään mitattiin tunturikoivujen ja vaivaiskoivujen sekä vaivaiskoivu-sekasikiöiden soluja.

Taulukkoon 4 on merkitty joukko tuloksia. Niinkuin siitä havaitaan, vaihtelevat keskiarvot rauduskoivuissa 26—36 μ, useimpien tapausten sijoittuessa 30—31 μ vaiheille. Etelä-Suomen hieskoivujen huulisolujen pituudet vaihtelevat 35—47 μ, useimpien keskiarvojen sijoittuessa 40—41 μ tienoille. Pohjois-Suomen hies- (incl. tunturi-)koivut ovat vielä suurisoluisempia, vaihtelu 37—49 μ, keskiarvoista useimmat 40—45 μ tienoilla. Vaivaiskoivun huulisolujen pituus vaihtelee 35—44 μ, lukuisimmin on yksilöitä 39 μ kohdalla; ne ovat siis hieman pienempiä kuin Etelä-Suomen hieskoivun vastaavat solut.

Taulukko 4. Eri koivulajien ilmarakojen huulisolujen pituus.

Laji	Solunpituus (μ)												Näytteitä kpl
	26—27	28—29	30—31	32—33	34—35	36—37	38—39	40—41	42—43	44—45	46—47	48—49	
	Näytteiden lukumäärä												
Betula verrucosa (Et.-S.)	6	20	47	24	11	2	—	—	—	—	—	—	110
Betuta pubescens (Et.-S.)	—	—	—	—	1	2	14	23	16	6	4	—	66
(Pohj.-S.)	—	—	—	—	—	2	5	13	13	18	4	3	58
Betula nana	—	—	—	—	3	6	14	7	2	2	—	—	34
Betula verrucosa (Unkari)	2	2	12	5	1	—	—	—	—	—	—	—	22
Betula pubescens (Unkari)	—	—	—	—	4	6	12	3	2	—	—	—	27
Betula verrucosa (Italia)	—	4	7	6	2	—	—	—	—	—	—	—	19
Betula nana × verrucosa	—	—	1	3	5	8	9	7	—	—	—	—	33
Betula nana × pubescens	—	—	—	—	—	5	20	24	16	6	4	—	75
Näytteitä yhteensä	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	444

Käytettävänä oli myös joukko Unkarista keräämiäni ja muutamia Itaaliasta saatuja koivuja.

Mielenkiintoista on todeta, että unkarilainen rauduskoivu vastaa solujensa suuruudelta hyvin Suomen rauduskoivua — siinäkin ovat useimmat 31 μ seudussa. Sen sijaan unkarilaisista hieskoivuista saadut arvot — 34—43 μ, useimmat 38—39 μ — osoittavat, että unkarilaisten hieskoivujen solunkoko on jonkinverran pienempi kuin Etelä-Suomen hieskoivujen.

Itaalialaisen rauduskoivun ilmarakojen huulisolujen koko on taasen, mikäli niukasta aineistostani voidaan päätellä, jokseenkin sama kuin eteläsuomalaisen. Hieskoivuja sieltä sain vain yhden näytteen Itä-Alpeilta, sen solunkoko on 43 μ.

Erityistä huomiota tässä on kohdistettava sellaisiin koivuihin, joilla on sekä raudus- että hieskoivun ominaisuuksia, ja jotka sen vuoksi on selitetty sekasikiöiksi. Tällaisia koivuja on suomalaisessa materiaalissa sangen runsaasti ja niitä sisältyy taulukon 4 aineistoonkin suuri määrä. Mutta niiden osalta voidaan vain todeta, että ne eivät solunkoon puolesta eroittaudu muusta materiaalista; »sekamuotojen» solunkoko ei ole intermediääri, vaan joko raudus- tai hieskoivun solunkokoa vastaava. Havaintomme osoittavat lisäksi selvästi, että se ominaisuus, jota solunkoko uskollisesti seuraa, on lehtityyppi. Jos lehti on rauduskoivulle kuuluvaa tyyppiä, on solunkoko pieni, jos hieskoivulle kuuluvaa, solunkoko on suuri. Tällainen on tulos suomalaisista koivuista. Tässä yhteydessä on kuitenkin viitattava vielä unkarilaisiin hieskoivuihin, joista jo edellä oli puhe.

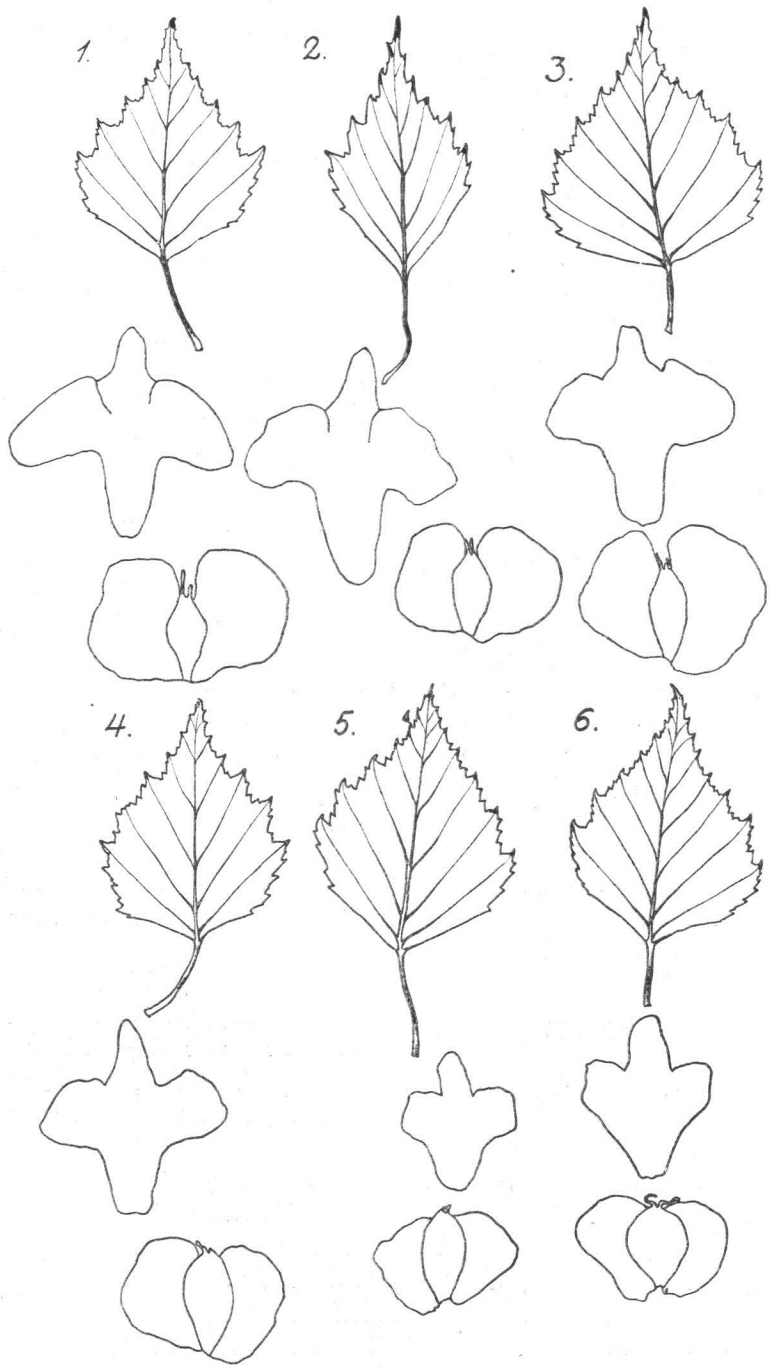
Niiden solunkoko on pienempi kuin eteläsuomalaisten hieskoivujen. Samalla niiden norkkosuomut ja hedelmät viittaavat voimakkaammin rauduskoivuun kuin Suomen hieskoivujen — niissä on rauduskoivun tyyppinen norkkosuomu suorastaan vallitsevana. Sekasikiöisyyshypoteesin kannalta voitaisiin unkarilaisen hieskoivun pienentynyt solunkokokin ehkä viedä rauduskoivun sekoituksen tilille.

Kun käytettävänäni on ollut myöskin joukko *Betula nana*-hybriidejä (pääasiassa pohjoissuomalaisia), olemme mitanneet myöskin niiden solunkoon. Taulukkoon 4 merkityistä arvoista havaitaan, että *B. nana* × *verrucosan* solut ovat selvästi jonkinverran pienempiä kuin *B. nana* × *pubescensin* solut. Ilmeisesti tämä on tulkittava siten, että edellisessä vaikuttaa rauduskoivun pieni solunkoko, jälkimmäisessä hieskoivun iso. Kysymyksessä ovat tässä ensipolven intermediäärit hybriidit; myöskin solunkoko on selvästi intermediääri näissä tapauksissa, joissa todellinen sekasikiö on kyseessä.

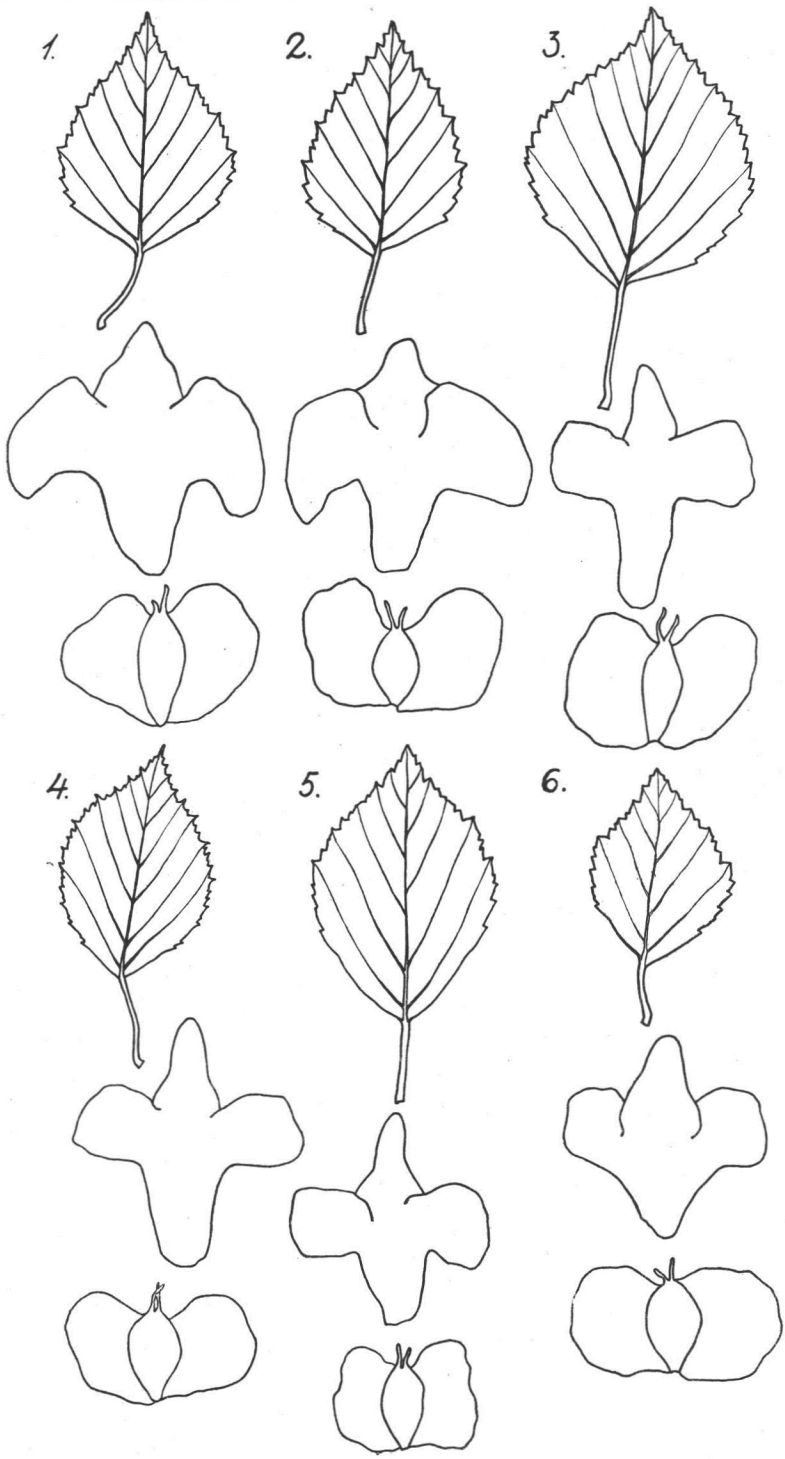
Näitä suhteita valaisevat lisäksi kuvat 6, 7 ja 8. — Kuva 6 esittää rauduskoivun lehtityypillä varustettujen koivujen lehtiä, norkkosuomuja ja hedelmiä. Koivuissa *1—3* ovat myös norkkosuomut ja hedelmät rauduskoivun tyyppisiä, sen sijaan ne ovat koivuissa *4—6* hieskoivun tyyppiä. Tästä huolimatta ilmarakojen huulisolujen keskipituudet ovat *1:* 35; *2:* 30; *3:* 28; *4:* 27; *5:* 31; *6:* 31 μ. — Kuva 7 esittää samoin eteläsuomalaisia hieskoivuja. Niiden lehtimuodot vaihtelevat enemmän, mutta eivät missään tapauksessa ole rauduskoivun tyyppiä. Norkkosuomut ja hedelmät vaihtelevat myöskin paljon. Koivujen *1* ja *2* norkkosuomut ovat rauduskoivun tyyppiä, samoin hedelmät; niinikään koivulla *3* on rauduskoivun tyyppinen hedelmä; toisilla myös norkkosuomut ja hedelmät ovat hieskoivun tyyppiä. Ilmarakojen huulisolujen pituudet määräytyvät tässäkin yksinomaan lehden tyypin mukaan. Ne ovat *1:* 44; *2:* 42; *3:* 46; *4:* 42; *5:* 45; *6:* 43.

Kuva 8 esittää unkarilaisia hieskoivuja Gödöllön ja Keczkemetin seudusta Unkarin alangolta. Koivut *1—3* ovat lehtityypiltään rauduskoivun tyyppiä. Solujen keskipituudet ovat *1:* 27; *2:* 33; *3:* 31 μ. Koivut 4—6 ovat hieskoivuja lehtityypiltään, mutta niidenkin norkkosuomut ovat rauduskoivun tyyppiä. Ilmarakojen huulisolujen pituus on *4:* 39; *5:* 38; *6:* 36 μ.

Itse asiassa voitanee hyvin käsittää, että lehtityyppi riippuu kiinteästi solunkoosta, joka ilmeisesti vaikuttaa sellaisiin tärkeihin seikkoihin kuin suoniverkon tiheyteen, lehden paksuuteen, lujuuteen ja väriin, luultavasti myöskin hammastukseen y. m. välittömästi. Epäilemättä varsin monet ominaisuudet ovat niin kiinteästi solunkokoon sidotut, että ne uskollisesti seuraavat sitä. Näihin ominaisuuksiin ei siis kuitenkaan kuulu esim. norkkosuomun muoto, hedelmän muoto ja siiven leveys, tuskin myöskään esim. silmujen muoto (suippous), sillä esim. unkarilaisella rauduskoivulla



Kuva 6. Suomalaisia rauduskoivuja *(Betula verrucosa)*. Lehti, norkkosuomu ja hedelmä samasta puusta alitusten.



Kuva 7. Suomalaisia hieskoivuja *(Betula pubescens)*. Lehti, norkkosuomu ja hedelmä samasta puusta alitusten.

3 on poikkeuksellisesti sangen suipot silmut, siitä huolimatta kaikki muut ominaisuudet ovat rauduskoivulle luonteenomaisia. Esim. karvaisuudesta voitaisiin esittää samantapaisia poikkeamia. Se ominaisuus, mitä solunkoko helposti havaittavasti ja uskollisesti seuraa, on siis varsinkin lehtityyppi.

Puuosan solujen koko.

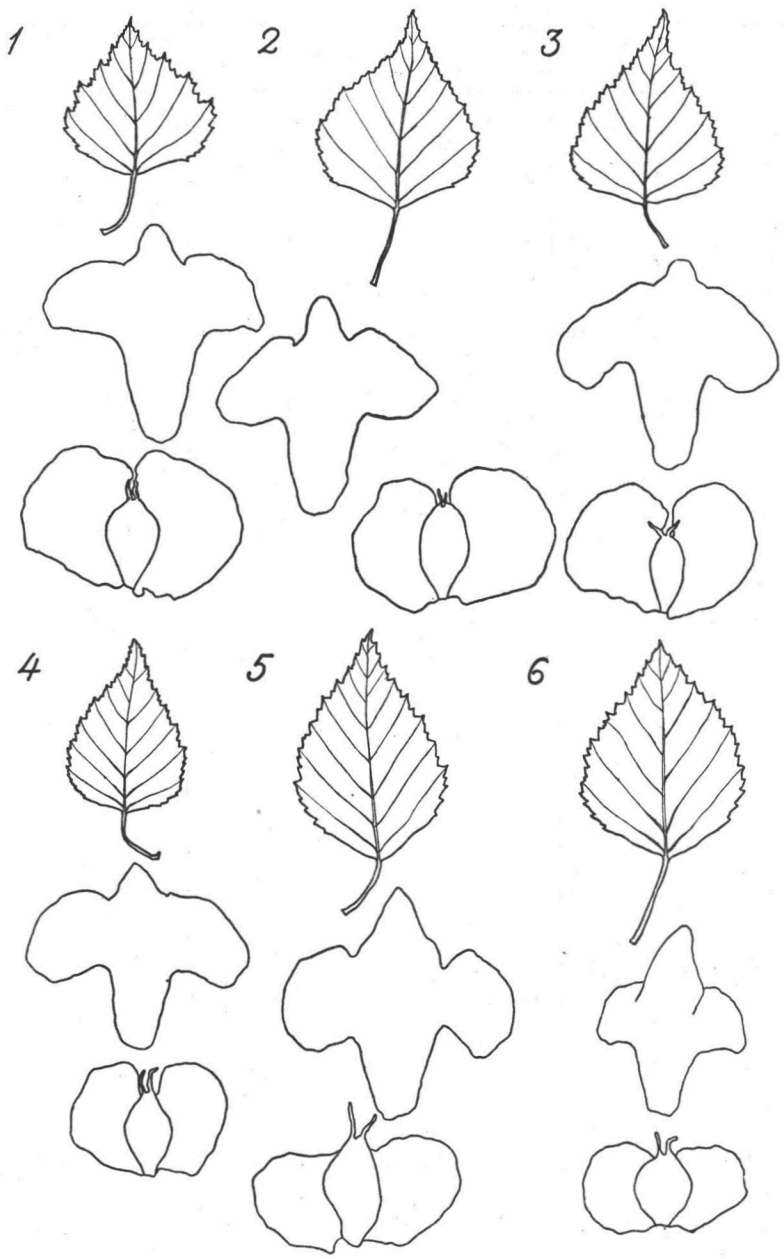
Vallan luonnollista on, että solunkoon eroavaisuus ulottuu läpi kasvin, siten myöskin puuosaan. Tarkastelemme seuraavassa tätä kysymystä hieman laajemmin.

Koivupuun soluja ovat teknologit tutkineet ja mittailleet jo useita kertoja silmälläpitäen koivun teknillisiä ominaisuuksia. Vaikkakaan näissä tutkimuksissa ei eri lajeja ole vertailtu, ovat ne valaisseet kysymystä solunkoon vaihtelusta puun eri osissa. Siten Stauffer (1892) toteaa, että libriformsolujen (puusyiden) pituus kasvaa koivun ytimestä pintaan päin ja päin vastoin pienenee alhaalta ylöspäin (vaihtelu oli 67-vuotiaassa koivussa 0.8736—1.1904 mm säteen suunnassa, pituussuunnassa 1.1904—0.8832 mm). Puusyiden pituuden lisääntyessä kasvaa myös niiden seinämien paksuus. Putkiloiden lukumäärän otaksuu Stauffer pysyvän samassa vuosilustossa suunnilleen samana eri korkeuksilla, mutta kun luston poikkipinta-ala pienenee ylöspäin, lisääntyy putkiloiden suhteellinen osuus siinä. Putkiloiden läpimitta suurenee pintaa kohden, mutta pienenee ylöspäin. Lisäksi hän toteaa, että parenkymisolujen määrä lisääntyy pinnasta ytimeen ja alhaalta ylöspäin. — Stauffer ei mainitse, mitä koivulajia hänen havaintonsa koskevat.

Suomessa otti Waltiala (Walldén, 1934) erikoisesti selvittääkseen millainen riippuvaisuussuhde vallitsee toisaalta koivupuun puusyiden pituuden sekä putkiloiden suhteellisen osuuden, toisaalta taivutuslujuuden sekä ominaispainon välillä. Hänen materiaalinsa käsitti 20 hieskoivua, joista kustakin otettiin 6 m:n korkeudelta 2 näytettä pintapuusta ja 2 ytimen luota. Toinen aineisto otettiin yhdestä, lajilta määrittelemättömästä puusta, josta tutkittiin pintapuunäytteitä neljältä eri korkeudelta.

Waltiala päättelee, että koivupuun lujuus on sitä suurempi, mitä pitempiä libriformsolut ovat ja mitä pienempi on putkiloiden suhteellinen osuus puussa. Puun lujuus ei kuitenkaan tarkalleen noudata puusyiden pituusvaihtelua eri korkeuksilla tai puun eri puolilla (mihin syynä ehkä on korrelatiosuhteiden moninaisuus).

Venäjältä ovat Savina ja Perelygin (1936) tutkineet yhden lajilta tarkemmin määräämättömän koivunrungon anatomisia ja teknologisia ominaisuuksia. Heidän päätuloksensa, jotka käyvät yksiin Hartigin pyökistä ja Staufferin koivusta saamien tulosten kanssa, ovat seuraavat.



Kuva 8. *1–3*: Unkarilaisia rauduskoivuja *(Betula verrucosa)* Keczkemetin ja Gödöllön seudusta. Lehti, norkkosuomu ja hedelmä alitusten samasta puusta. *4–6*: Unkarilaisia hieskoivuja *(Betula pubescens)* samasta seudusta.

Puusyiden ja putkilojatkeiden pituus pienenee pinnasta ytimeen ja alhaalta ylöspäin; kuitenkaan ei suurin pituus esiinny aivan tyvellä, vaan

Taulukko 5. Puusyiden pituus (μ) eri vuosilustoissa ytimestä pintaan eri korkeuksilta otetuissa kiekoissa.

Vuosilusto	Betula verrucosa					Betula pubescens				
	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5
ydin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	454	—	—	—	489	472
2	589	577	584	562	—	—	506	550	642	—
3	660	711	572	653	—	—	746	721	655	—
4	734	778	715	781	—	885	769	757	743	—
5	786	867	766	826	—	849	907	760	875	—
6	847	893	843	859	—	943	919	873	92	—
7	—	—	—	941	—	954	979	—	—	—
8	—	—	—	839	—	965	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	1 046	—	—	—	—
11	1 056	1 029	1 025	—	—	—	—	1 051	969	—
12	—	—	—	—	—	—	1 110	—	—	—
13	—	—	—	957	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	1 084	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	1 129	—
16	1 022	1 126	996	—	—	—	—	1 201	—	—
17	—	—	—	—	—	—	1 182	—	—	—
18	—	—	—	1 042	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	1 120	—	—	—	—
21	1 166	1 236	1 159	—	—	—	—	1 259	—	—
22	—	—	—	977	—	—	1 124	—	—	—
24	—	—	—	—	—	1 209	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	1 175	—	—
26	1 204	1 294	1 215	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	1 273	—	—	—
29	—	—	—	—	—	1 185	—	—	—	—
31	1 180	1 200	1 224	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	1 237	—	—	—
34	—	—	—	—	—	1 267	—	—	—	—
35	—	—	1 092	—	—	—	—	—	—	—
36	1 252	1 264	—	—	—	—	—	—	—	—
37	—	—	—	—	—	—	1 300	—	—	—
39	—	—	—	—	—	1 298	—	—	—	—
41	1 273	1 291	—	—	—	—	1 292	—	—	—
44	—	—	—	—	—	1 310	—	—	—	—
46	1 336	1 254	—	—	—	—	—	—	—	—
48	—	—	—	—	—	1 285	—	—	—	—
50	—	1 277	—	—	—	—	—	—	—	—
51	1 174	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	1 248	—	—	—	—	—	—	—	—	—
pinta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

pintapuussa vasta n. 3 m korkeudella, sydänpuussa vielä ylempänä. — Putkilo- ja puuparenkyymi-% kasvaa ylöspäin.

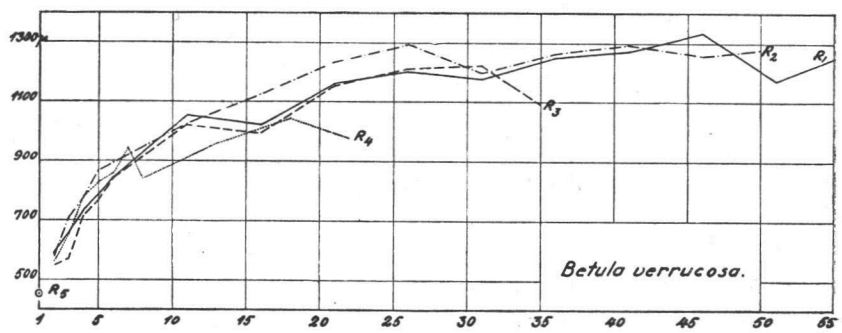
Yhdenmukaisesti näiden anatoomisten suhteiden kanssa puun ominaispaino ja lujuus vähenee pinnasta ytimeen ja tyvestä latvaan päin, maksimin ollessa kuitenkin 3 m korkeudella.

Näissä teknologisissa tutkimuksissa ei siis ole lainkaan vertailtu eri koivulajeja keskenään. Siihen on ilmeisesti kuitenkin aihetta, kun tiedetään, että raudus- ja hieskoivun solut eroavat kooltaan varsin huomattavasti.

Jotta saisin tarkemman omakohtaisen käsityksen koivupuun solujen koon vaihtelusta, solunkoon käyttökelpoisuudesta koivumuototutkimuksessa ja sen käytännöllisestä merkityksestä, päätin suorittaa puun solunkoon mittauksia ja niiden yhteydessä myös jonkinverran lujuuskokeita.

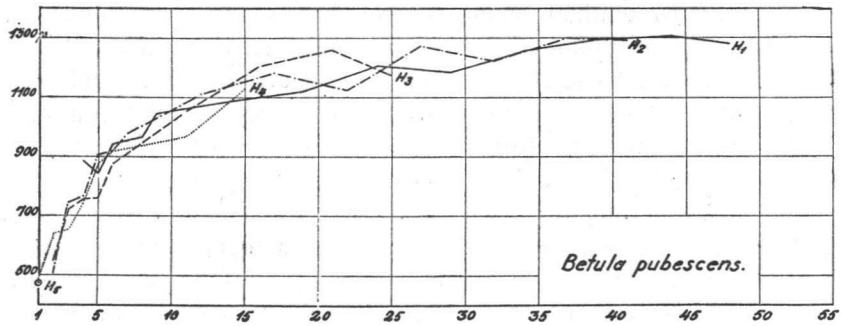
Tutkittavaksi valittiin Ruotsinkylän kokeilualueelta samasta koivukuusi-mänty-sekametsiköstä yksi valtaluokan hies- ja rauduskoivuyksilö. Niinkuin tavallista, metsikön rauduskoivut olivat huomattavasti järeämpiä kuin hieskoivut. Sen vuoksi myöskin hieskoivukoepuun rinnankorkeusläpimitta oli vain 14.5 cm, rauduskoivun ollessa 19 cm; hieskoivussa oli 50 vuosilustoa rinnankorkeudella, rauduskoivussa 55. Mahdollisesti oli hieskoivu siis pari kolme vuotta nuorempi kuin rauduskoivu.

Jotta saataisiin aluksi selvä käsitys siitä, miten puusyiden pituus tutkittavana olevissa rungoissa vaihtelee, sahattiin kumpaisestakin koepuusta kiekko neljältä eri korkeudelta (1.3 m, 5 m, 10 m ja 13 m). Rauduskoivun kiekot merkittiin R_1—R_4, hieskoivun vastaavasti H_1—H_4. Näistä kiekoista selvitettiin kunkin yksityisen vuosiluston rajat ja otettiin puunäytteitä määrätyistä lustoista. Kustakin näin otetusta näytteestä valmistettiin maseroimalla mikroskooppi-preparaatteja puusyiden pituuden määräystä varten. Kustakin näytteestä mitattiin 100 puusyytä ja laskettiin niiden pituuden keskiarvot, jotka on merkitty taulukkoon 5, jonka perusteella on piirretty diagrammit 1 ja 2.



Diagrammi 1. Rauduskoivun *(Betula verrucosa)* puusyiden pituusvaihtelu. Abscissalla vuosiluston järjestysluku ytimestä pintaan päin, ordinatalla syiden pituus mm:eissä. R_1 rinnankorkeudelta otetussa kiekossa, R_2 5 m korkeudelta, R_3 13 m korkeudelta, R_4 13 m korkeudelta, R_5 latvakasvaimesta.

Niinkuin taulukon arvoista ja diagrammien murtoviivojen kulusta havaitaan, lisääntyy puusyiden pituus pintaa kohden eri korkeuksilla varsin yhdenmukaisesti. Lisäys on lähellä ydintä nopeata, hidastuakseen puun pintaan päin yhä enemmän. Eri korkeuksilta otetuilla kiekoilla ei tässä suhteessa ole suurtakaan eroa. Kuitenkin näyttäisi siltä, että 5 m korkeudella (murtoviivat R_2 ja H_2) puusyyt olisivat vähän pitempiä kuin alempaa tai ylempää otetuissa kiekoissa.



Diagrammi 2. Hieskoivun *(Betula pubescens)* puusyiden pituusvaihtelu. Merkinnät kuten diagrammissa 1.

Toteamme näin ollen, että koivun puusyiden pituus riippuu pääasiassa siitä, kuinka läheltä puun ydintä näyte on otettu. Sikäli kuin näiden (verraten nuorien) koepuiden nojalla voidaan päätellä, näyttäisivät täysimittaiset puusyyt alkavan noin 35. vuosilustosta ytimestä lukien. Oletettavasti tapahtuu puusyiden pituuden lisääntymistä kuitenkin vielä siitäkin pintaan päin, mutta se lienee jo paljon vähäisempää. Esim. Hartigin mittaukset vanhoista tammista antoivat sen tuloksen, että tracheidien ja kuitutracheidien (Fasertracheid) pituus rinnankorkeudella kasvaa puun ytimestä 40. vuosirenkaaseen nopeasti, siitä pintaan enää vain hyvin vähän (1894, s. 188). Tämä tulos vahvistaa yllämainittua toteamustani. Helanderin (1933) havupuusta esittämät arvot osoittavat solunpituuden lisääntyvän huomattavasti vielä myöhemmälläkin iällä.

Nämä mittaustulokset osoittavat joka tapauksessa, että puusyiden pituutta mitattaessa ja vertailtaessa on kiinnitettävä — varsinkin jos kysymyksessä ovat nuoret puut ja puun sisusosat — tarkkaa huomiota siihen, että verrataan ytimestä laskien vastaavien vuosilustojen soluja; yli 35-vuotiaitten runkojen ja rungonosien pinnasta saadaan kuitenkin jo jotakuinkin verrannollisia solu-mittoja, mutta siinäkin on vielä jonkinverran kiinnitettävä huomiota puun ikään.

Kun rauduskoivun ja hieskoivun solujen pituutta vastaavissa lustoissa vertaillaan taulukon 5 nojalla, havaitaan, että hieskoivun solut ovat selvästi pitempiä kuin rauduskoivun, mutta joukossa on kyllä anomaalisiakin arvoja.

Puusyiden pituusmittauksen lisäksi kiinnitettiin jonkinverran huomiota myöskin putkiloiden runsauteen ja kokoon. Rinnankorkeudelta otetuista kiekoista sahattiin pinnasta ytimeen ulottuvat sektorin tapaiset kappaleet, jotka paloiteltiin vuosilustojen suuntaisesti viiteen osaan. Näin saadut rauduskoivun kappaleet merkittiin pinnasta ytimeen päin R I—R V, hieskoivun kappaleet H I—H V. Kuhunkin koekappaleeseen tuli 10-kunta lustoa; rajat vedettiin kuitenkin niin, että kussakin

kappaleessa oli suunnilleen samalevyisiä lustoja, mikä tässä tapauksessa kävi hyvin päinsä. Sen jälkeen tehtiin mikroskooppisia poikkileikkauksia. Ne projisoitiin okulaariprisman avulla mm-paperille. Siihen piirrettiin putkiloiden rajat tarkalleen määrätyn vuosiluston keskelle sijoitetulta »koealalta», jonka laajuus mm-paperilla oli 7 × 7 cm², todellisuudessa 1.1025 mm². Näin mm-paperille tehdystä piirroksesta luettiin putkiloiden lukumäärät ja poikkileikkauspinta-alat, jonka perusteella laskettiin putkiloiden osuus koealasta (putkilo-%). Kustakin koekappaleesta tutkittiin näin 5 vuosilustoa eli sekä raudus- että hieskoivusta 25 koealaa kumpaisestakin. Saadut putkilo-%:t on merkitty taulukkoon 6.

Taulukko 6. Rauduskoivun (R) ja hieskoivun (H) koekappaleiden ominaispaino, vesimäärä, putkilo-% ja putkiloiden keskimääräinen paksuus 1.3 m korkeudella maasta. Näytteet numeroitu pinnasta ytimeen (I—V).

Koekappale	Lustojen ikä vuotta	Ominaispaino	Vesimäärä puussa mg/mm³	Putkilo-%	Putkiloiden paksuus (suhdeluku)
R I	2—6	0.573	0.563	9.4	10.9
R II	19—23	0.577	0.564	9.9	9.3
R III	37—41	0.516	0.603	12.1	9.0
R IV	44—48	0.473	0.631	12.2	9.2
R V	50—54	0.439	0.648	14.1	7.1
H I	3—7	0.554	0.560	12.5	11.9
H II	14—18	0.531	0.585	12.2	11.1
H III	25—29	0.513	0.601	13.7	9.3
H IV	34—40	0.491	0.659	14.2	8.3
H V	43—48	0.271	0.843	15.1	5.1

Yksityisten vuosilustojen (koealojen) putkilo-%:t vaihtelevat melko epäsäännöllisesti, mutta kun lasketaan koekappaleille keskiarvot, voidaan selvään todeta, että putkilo-% pienenee ytimestä pintaan päin. Saman tuloksen ovat jo Staufferin, Waltialan ja Savina & Perelyginin tutkimukset antaneet. Taulukkoon on merkitty myöskin putkilon keskimääräinen poikkileikkauspinta-ala (redusoimaton arvo) kussakin koekappaleessa. Tämä tilasto ei nähtävästi ole riittävän laaja säännönmukaisuuden täsmälliseen ilmi tuomiseen. Kuitenkin näyttää ainakin hieskoivussa putkiloiden paksuus kasvavan ytimestä pintaan päin. Tämän tuloksen vahvistaa myöskin toinen koesarja, joka otettiin pinta- ja sydänpuusta eri korkeuksilta. Sen mukaan ovat sekä raudus- että hieskoivun sydänpuun putkilot hoikempia kuin pintapuun. Samaan tulokseen on Waltiala tullut; sen sijaan Staufferin tulos on päinvastainen, Savina & Perelyginin havainnot (taulukko 1, s. 509) eivät osoita tässä säännöllisyyttä. Myöskin ylöspäin näyttää putkiloiden paksuus selvästi pienenevän.

Kun raudus- ja hieskoivua vertaillaan, havaitaan, kuten odotettavissa on, että hieskoivun putkilot ovat paksumpia kuin vas-

taavat rauduskoivun putkilot; poikkeavat arvot, joita jokunen esiintyy, ovat ilmeisesti epänormaaleja.

Puun ominaispaino ja vesipitoisuus.

Taulukkoon 6 on merkitty myöskin näiden koekappaleiden ominaispaino ja vesipitoisuus. Nämä arvot saatiin siten, että koekappaleet pantiin veteen pulloon, joka yhdistettiin vesijohto-imulaitteeseen, jolloin ilma puusta poistui jokseenkin tarkoin. Oltuaan 2 päivää imulaitteessa annettiin kappaleiden vielä vettyä pari päivää. Sitten ne punnittiin vedessä ja ilmassa, kuivatettiin 120°:ssa ja punnittiin uudelleen. Näin saaduista arvoista laskettiin puukappaleiden ominaispainot ja niiden sisältämät maksimaaliset vesimäärät.

Niinkuin taulukon arvoista havaitaan ja mm. putkilo-%-arvojen perusteella odotettavissa on, lisääntyy ominaispaino ytimestä pintaan päin huomattavasti sekä raudus- että hieskoivussa (Stauffer, Waltiala ja Savina & Perelygin ovat tämän jo myöskin osoittaneet), ja samalla rauduskoivun ominaispaino on jonkinverran suurempi kuin hieskoivun. Vesipitoisuus taas pienenee puun pintaa kohden huomattavasti ja se on ilmeisesti hieskoivussa jonkin verran suurempi kuin rauduskoivussa.

Lujuuskokeita.

Jotta kävisi selville, minkä verran solunkoko ja sen yhteydessä olevat seikat vaikuttavat puun lujuuteen, päätin suorittaa muutamia yksinkertaisia lujuuskokeita. Materiaalin ottamisessa näitä varten ja kokeiden suorituksessa olen saanut prof. Matti Jalavalta arvokasta opastusta ja apua, mistä lausun hänelle parhaat kiitokset. Kokeet saatiin suorittaa Yliopiston metsäteknologisessa laboratoriossa.

Kokeilua varten sahattiin edellä mainituista koepuista 64 cm pituinen pölkky noin 1.3 m, 5 m ja 10 m korkeudelta. Ylin näyte oli heti latvuksen alarajalta. Myöhemmin otettiin vielä näyte latvuksen sisältä 13 m korkeudelta sekä ylimmistä kasvaimista.

Rungosta otetut koepölkyt sahattiin 32 cm pituisiksi 1″ × 1″ vahvuisiksi tangoiksi, jotka heti silitettiin höyläkoneessa ja pantiin kuivumisen estämiseksi kosteaan paikkaan ulos. Kultakin korkeudelta otetut näytteet ryhmitettiin sahattaessa 3 ryhmään: a) sydänpuu-, b) välipuu- ja c) pintapuunäytteet. 10 m korkeudelta saatiin kuitenkin vain 2 ryhmää, jotka ominaisuuksiltaan vastaavat sydän- ja välipuuta.

Yllä mainituilla n. 2 × 2 × 32 cm:n koekappaleilla suoritettiin heti niitä lainkaan kuivattamatta taivutuslujuuskoe. Kappaleesta otettiin tarkka leveys- ja korkeusmitta taivutuskohdasta. Jänneväli

kojeessa oli 24 cm. Täysin virheettömiä koekappaleita oli vähän, mutta huomioon katsottiin voitavan ottaa sellaisiakin, joissa oli vähäisiä terveitä oksia etempänä taivutuskohdasta. Jos kappale kokeessa kuitenkin halkesi tai murtui epänormaalisti jonkin vian vuoksi, se hylättiin. Näin hylättyjä kappaleita oli kuitenkin vain pari. Kappale asetettiin kojeeseen siten, että pintapuoli tuli suurimman rasituksen alaiseksi, siis taivutuskohdan selkäpuolelle. Kun vuosilustot kuitenkin kulkivat väliin myöskin vinoon kappaleen poikkileikkauskuviossa, ei tätä sääntöä voitu tarkalleen noudattaa. Yleensä näytti siltä, että vuosilustojen syrjällään olo hieman alentaa lujuusarvoa. Keskiarvojen verrannollisuuteen tämä seikka ei kuitenkaan vaikuta sanottavia, kun tällä tavoin eroavia koekappaleita on melko tasaisesti eri näyteryhmissä. Absoluuttisiin lujuusarvoihin ei taas näyttänyt olevan syytä näissä kokeiluissa pyrkiäkään.

Taivutuslujuusarvot (kg/cm^2) laskettiin yleisesti käytetystä kaavasta: $\frac{1.5 \times \text{kuorma} \times \text{jänneväli (24 cm)}}{\text{koekappaleen leveys} \times (\text{sen korkeus})^2}$. Tulokset on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Tulokset taivutuslujuuskokeista.

Betula verrucosa					Betula pubescens				
Näytesarja	kokeiden lukumäärä	kg/cm^2 keskiarvo	kg/cm^2 ääriarvot	painuma mm	Näytesarja	kokeiden lukumäärä	kg/cm^2 keskiarvo	kg/cm^2 ääriarvot	painuma mm
1.3 m korkeud.:					1.5 m korkeud.:				
sydänpuu	13	553.6	431—624 (765)	16.5	sydänpuu	4	513.8	467—682	22.7
välipuu	21	702.0	627—831	14.9	välipuu	12	644.3	554—711	—
pintapuu	17	843.7	(623) 754—917	13.0	pintapuu	24	722.5	(599) 638—805	20.3
5 m korkeud.:					5 m korkeud.:				
sydänpuu	7	508.7	470—546	17.4	sydänpuu	8	568.1	452—644	18.6
välipuu	11	754.1	630—854	11.9	välipuu	6	718.8	582—789	16.3
pintapuu	22	799.0	(563) 730—915	11.4	pintapuu	13	734.9	663—784	14.1
10 m korkeud.:					10 m korkeud.:				
sydänpuu	8	584.0	543—630	18.0	sydänpuu	3	548.7	544—556	20.7
»välipuu»	12	741.9	642—796	14.8	»välipuu»	9	713.2	633—755	15.7

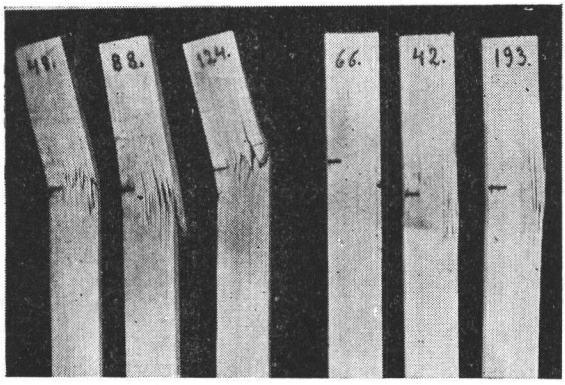
Rauduskoivusta saatiin 111 kelvollista koetta, hieskoivusta 79, ja ne jakaantuivat eri korkeuksille sekä sydän-, väli- ja pintapuun osille siten kuin taulukosta nähdään. Hieskoivusta saatiin sydänpuunäytteitä 10 m korkeudelta siis vain 3 ja 1.5 m korkeudelta 4, muista ryhmistä enemmän. Keskivirhelaskelmia ei suoritettu, sen sijaan on taulukkoon merkitty myös kunkin koesarjan ääriarvot, ja milloin jokin niistä näytti kovin poikkeuk-

selliselta, se on merkitty sulkuihin ja viereen seuraava arvo. (Huomattava on, että muutamat koekappaleet ovat tietysti sijainneet sydän- ja välipuun tai väli- ja pintapuun rajalla, jonka vuoksi niiden antamat arvot eivät ole varsinkaan erillisinä edustavia.)

Niinkuin taulukon 7 arvoista voidaan todeta, taivutuslujuus kasvaa sydänpuusta pintaan päin varsin huomattavasti kaikilla korkeuksilla, niinkuin myös kaikki entiset tutkimukset sekä koivusta että muista puulajeista ovat osoittaneet.

Kun raudus- ja hieskoivun antamia vastaavia arvoja verrataan keskenään, havaitaan, että rauduskoivu on säännöllisesti koko joukon lujempaa puuta kuin hieskoivu. Eroavaisuus rauduskoivun hyväksi on n. 10—15 %. Poikkeuksellinen arvo on saatu vain rauduskoivun sydänpuusta 5 m korkeudelta, mutta se on ilmeisestikin anomaalinen, liian alhainen arvo; toisaalta vastaava hieskoivun arvo saattaa olla jonkinverran liian korkea.

Vaikka rauduskoivu näin osoittautui suurempaa kuormitusta kestäväksi kuin hieskoivu, havaittiin koekappaleista kuitenkin selvästi, että hieskoivu on laadultaan sitkeämpää puuta kuin rauduskoivu. Tähän suuntaan viittaavat jo taulukkoon 7 merkityt »painuma-arvot», jotka osoittavat, montako mm koekappaleet taipuivat, ennenkuin murtuivat. Näitä painuma-arvoja ei kuitenkaan voitu määrätä varsin tarkoin, sillä murtuma tapahtui tavallisesti liian äkillisesti, mutta oikean suunnan ne joka tapauksessa osoittavat. Hies- ja rauduskoivupuun laatueroavaisuus havaitaan vielä selvemmin itse koekappaleista (kuva 9). Rauduskoivu-koekappaleet murtuvat kuormituk-



Kuva 9. Murtumakohta rauduskoivun *(Betula verrucosa*, n:ot *48*, *88* ja *124*) ja hieskoivun *B. pubescens*, (n:ot *66*, *42* ja *193*) taivutuskoekappaleissa (tuore puu). — Kuormituksen saavuttaessa rajakorkeutensa rauduskoivu murtuu jyrkästi — monasti aivan erilleen — poikki; hieskoivun murtuma on epäselvä, säröilevä, puolikkaat pysyvät lujasti kiinni toisissaan.

sen saavuttaessa puun kestorajan miltei erilleen poikki; hieskoivuun sitävastoin syntyy vain epäselvä murtuma puolikkaiden pysyessä toisissaan lujasti kiinni. Eroavaisuus raudus- ja hieskoivun lujuudessa on siis saman suuntainen kuin esim. karaistun teräksen ja raudan välillä: toinen on lujempaa, mutta helpommin murtuvaa kuin toinen.

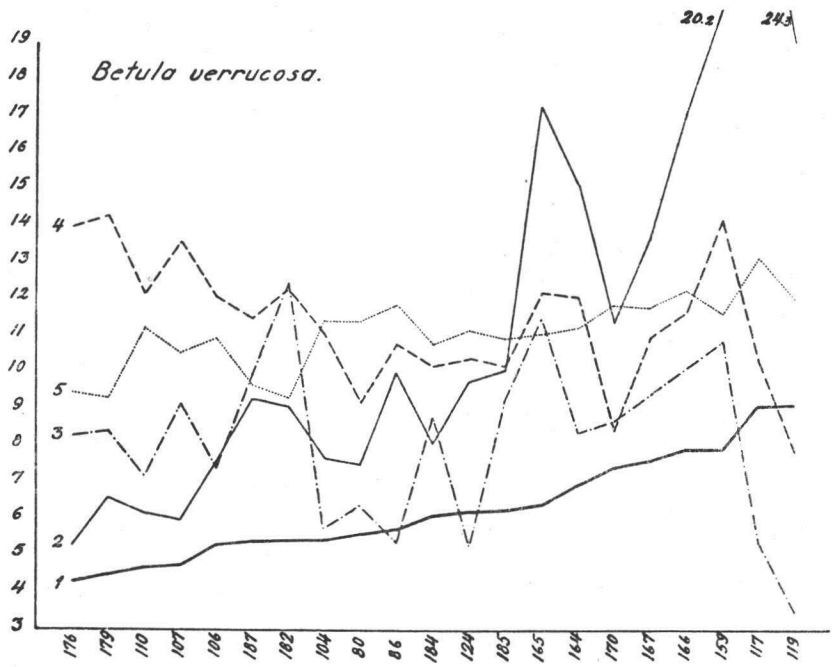
Paitsi taivutuskoetta päätettiin samalla suorittaa myöskin pituussuuntainen puristuskoe. Sitä varten sahattiin taivutuskappaleista ehyestä kohdasta 2 perättäistä 2 cm pituista palasta (kuutiota). Kun oli pelättävissä, että osa niistä ehtisi kuivua ennen kokeiden suoritusta, pantiin nämä kuutiot kaikki veteen 2 vuorokaudeksi ennen kokeiden alkua. Ennen koetta otettiin kappaleesta tarkat paksuusmitat. Koe suoritettiin vain toisella koekappaleella; toinen, siihen välittömästi liittyvä, talletettiin myöhempiä selvittelyjä varten. Välittömästi puristuskokeen jälkeen kukin koekappale punnittiin ja siirrettiin kuivatuskaappiin muutamiksi päiviksi. Sen jälkeen ne punnittiin uudelleen ja laskettiin niiden vesipitoisuus-% puristuskokeessa. Samoin tehtiin niihin liittyvistä rinnakkaiskappaleista putkiloiden kokoa ja putkilo-%:a koskevia analyysejä.

Pituussuuntaisessa puristuskokeessa saadut keskiarvot, niiden ääriarvot sekä vastaava keskimääräinen vesipitoisuus-% on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Tulokset puun pituussuuntaisista puristuskokeista.

Betula verrucosa					Betula pubescens				
Näytesarja	kokeiden lukumäärä	kg/cm² keskiarvo	kg/cm² ääriarvot	vesipit. %	Näytesarja	kokeiden lukumäärä	kg/cm² keskiarvo	kg/cm² ääriarvot	vesipit. %
1.3 m korkeud.:					1.5 m korkeud.:				
sydänpuu	12	198.6	167—264	76.5	sydänpuu	4	206.6	192—228	(72.5)
välipuu	10	243.5	207—299	67.9	välipuu	12	228.7	190—265	68.3
pintapuu	4	306.7	291—326	58.7	pintapuu	4	256.2	243—264	70.6
5 m korkeud.:					5 m korkeud.:				
sydänpuu	7	180.8	168—209	83.1	sydänpuu	8	201.1	174—244	91.6
välipuu	11	254.7	230—289	71.1	välipuu	6	251.1	216—264	81.5
pintapuu	4	316.9	310—320	67.8	pintapuu	4	261.7	228—292	85.7
10 m korkeud.:					10 m korkeud.:				
sydänpuu	7	206.5	193—219	83.3	sydänpuu	4	170.5	167—176	89.4
»välipuu»	4	262.1	251—275	78.1	»välipuu»	4	237.2	230—251	91.2

Lujuus laskettiin tavanmukaisesti jakamalla kuormitus poikkileikkauspinta-alan cm²-määrällä (korkeutta — n. 2 cm — ei siis oteta huomioon).



Diagrammi 3. Eräiden rauduskoivun *(Betula verrucosa)* koekappaleiden taivutuslujuus ja siihen vaikuttavia tekijöitä. — *1.* Taivutuslujuus (sadoissa kg/cm²); *2.* vuosilustojen lukumäärä 20 mm:n matkalla; *3.* putkiloiden lukumäärä 1 103 mm²:n alalla (kymmenissä). *4.* Putkilo-%; *5.* Puusyiden pituus (sadoissa μ:issä).

Kuten taulukosta havaitaan, ovat arvot tässä samansuuntaiset kuin taivutuskokeessa. Pituussuuntainen puristuslujuus kasvaa huomattavasti sydänpuusta pintapuuhun, eroavaisuuden ollessa rauduskoivussa sydän- ja välipuun välillä noin 20 %, välipuun ja pintapuun välillä yhä edelleen noin 20 %. Hieskoivusta saadut eroavaisuudet ovat epätasaisempia, yleensä jonkinverran pienempiä, mutta nousevat siinäkin kymmeniin prosentteihin.

Kun verrataan raudus- ja hieskoivua keskenään, havaitaan, että r a u d u s k o i v u o n t ä s s ä k i n k o k e e s s a l u j e m p a a p u u t a. Poikkeuksena ovat sydänpuun arvot 1.5 ja 5 m korkeudella. Viimeksi mainittu arvo oli jo taivutuskokeessa samaan suuntaan epänormaali, eikä ilmeisesti tässäkään osoita säännönmukaista suhdetta (koekappaleet olivatkin samoja!). Ero raudus- ja hieskoivun lujuudessa näyttäisi nyt olevan n. 10—18 %. Pitemmälle meneviin päätelmiin ei niukka aineistoni kehoita.

Jotta vielä saataisiin yleiskuva lujuuteen vaikuttavain tekijäin vuorovaikutuksesta, suoritettiin muutamista koekappaleista, jotka edustavat taivutuslujuudeltaan näyteryhmänsä ääriarvoja, lisämittaukset vuosilustojen lukumäärästä 20 mm:n matkalla, putkiloiden lukumäärästä ja pinta-ala-%:sta 1.1025 mm²:n koealoilla sekä puusyiden pituudesta.



Diagrammi 4. Eräiden hieskoivun *(Betula pubescens)* koekappaleiden taivutuslujuus ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Merkinnät kuten diagrammissa 3.

Näiden arvojen perusteella on piirretty diagrammit 3 ja 4. Näytteet on järjestetty taivutuslujuuden perusteella ja niiden n:ot on merkitty abscissalle.

Jos vertaillaan vuosilustojen lukumäärän suhdetta (murtoviiva 2) taivutuslujuuteen, havaitaan, että lustomäärä kasvaa taivutuslujuuden kasvaessa hyvin selvästi. Putkiloiden lukumäärän (murtoviiva 3) suhde taivutuslujuuteen on häilyvämpi, mutta yleensä kuitenkin lujuuden lisääntyessä putkilomäärä pienenee. Samansuuntainen on putkilo-%:n (murtoviiva 4) ja lujuuden välinen suhde; varsinkin rauduskoivun putkilo-%-murtoviivalla on laskeva suunta, hieskoivun viivalla tuskin havaittavasti. Varsin selvä on puusyiden pituuden (murtoviiva 5) ja taivutuslujuuden välinen suhde; lujuuden kasvaessa pitenevät puusyyt.

Anomalioja havaitaan murtoviivojen kuluessa kuitenkin aika paljon. Jotkut niistä eliminoituvat vastakkaisiin suuntiin vaikuttavien tekijäin voimasta, mutta eivät kaikki. Väliin taas useat tekijät vaikuttavat samaan suuntaan — esim. puun pinta-osassa on tavallisesti sekä lustotiheys että solujen pituus tavallista suurempi, ja puu siksi tavallista lujempaa. Joka tapauksessa on tällöin muistettava, että myöskään lujuusarvot, joita tässä on vertausperustana käytetty, eivät ole ehdottoman tarkkoja. Oletettavasti olisi lisäksi huomioon otettava muitakin lujuuteen vaikuttavia tekijöitä kuin tässä todetut. Sen takia ei vähäisen materiaalin anomalioihin kannata erityisesti syventyä; tässä on tyydyttävä vain toteamaan murtoviivojen yleinen kulkusuunta toisiinsa verrattuna.

Loppupäätelmiä.

Edellä esitetyt tutkimustulokset raudus- ja hieskoivun vertailusta ovat osoittaneet, että nämä puulajit voidaan hyvin toisistaan eroittaa. Varsinkin on lehtityyppi rauduskoivun hyvä tuntomerkki.

Monet myöskin käytännön kannalta huomionarvoiset ominaisuudet liittyvät näin eroitettavaan raudus- ja hieskoivuun. Siten rauduskoivu on hieskoivuun verrattuna kookkaampi, suorarunkoisempi, karkeaoksaisempi, enemmän valoa vaativa, aikaisemmin lehteen puhkeava, vähemmän suomailla ja toisten puiden varjossa viihtyvä puulaji kuin hieskoivu.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä näiden puulajien solunkoon eroavaisuuteen: hieskoivun solut ovat suurempia kuin rauduskoivun. Solunkoko seuraa erityisesti lehtityyppiä, sen sijaan se ei seuraa esim. norkkosuomujen ja hedelmän muotoa. Solunkoko aiheuttaa eroavaisuuksia myös lujuusominaisuuksiin. Rauduskoivun lehdet ovat lujempia kuin hieskoivun, samaten sen puu on lujempaa kuin hieskoivun. Hieskoivun puu on sen sijaan taipuisampaa kuin rauduskoivun.

Kirjallisuutta.

Cronström, Eric. 1936. Gråbjörken. Forstl. Tidskr. LIII, n:o 3, s. 47—49.

Eichhorn. 1895. Untersuchungen über das Holz der Roteiche. Forstl. — naturwissensch. Zeitschr. IV. Jahrg. München.

Gunnarsson, J. G. 1925. Monografi över Skandinaviens Betulae. Arlöv.

Hartig, Robert. 1894. Untersuchungen über die Entstehung und die Eigenschaften des Eichenholzes. Forstl.-naturwissensch. Zeitschr. III. Jahrg. München.

Heikinheimo, Olli. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Metsähallituksen julkaisuja II. Helsinki.

Helander, A. Benj. 1933. Kuusen ja männyn vesisolujen pituusvaihtelut. — *Summary:* Variations in tracheid length of pine and spruce. Puutekniikan kannatusyhdist. julk. n:o 14. Helsinki.

Helms, Anna & Jørgensen, C. A. 1927. Birkene paa Maglemosen. (Henning E. Petersen, Maglemose i Gribskov. Undersøgelser over Vegetationen paa en nord-Sjaellandsk Mose.) Botan. Tidsskr. 39, S. 57—135.

Johnsson, Helge. 1941. Växtförädling av björk — mål och medel. Medd. fr. Fören. för växtförädling av skogsträd. Nr 20. Separat ur Svensk Pappers-tidning Nr. 25. 1940—6.

—»— Interspecific hybridization within the genus Betula. Separat ur Hereditas XXXI, p. 163—176.

Kivilinna, Väinö. 1936. Suomalaisia koivumuotoja, eräs selvitysyritys. Vanamon kasvitiet. julk., osa 8. n:o 1, s. I—VI, 1—40. — *Referat:* Finnische Birkenformen, S. 41—45.

Larsen, Muhle C. 1940. Masurbirk. Dansk Skovför. Tidsskr.

Lehonkoski, N. A. 1937. Koivu faneeriteollisuuden raaka-aineena. Yksityismetsänhoitajayhdistyksen vuosik. X, s. 75—84.

—»— 1939. Tunnetko koivikkosi? — Keskusmetsäseura Tapio.

Morgenthaler, H. 1916. Beiträge zur Kentniss des Formenkreises der Sammelart B. alba L. mit variationsstatischer Analyse der Phaenotypen. Vierteljahrschr. d. naturf. Gesellsch. Zürich, 60.

Stauffer, D. 1892. Untersuchungen über spezifisches Trockengewicht, sowie anatomischen Bau des Holzes der Birke. Forstl.-naturwissensch. Zeitschr., I. Jahrg. S. 145—163. München.

Walldén (Waltiala), Paul. 1934. Tutkimuksia koivupuun anatoomisen rakenteen ja teknillisten ominaisuuksien keskinäisestä riippuvaisuudesta solumittauksien perusteella. — *Referat:* Untersuchungen über die Abhängigkeit der technischen Eigenschaften vom anatomischen Bau des Birkenholzes nach Zellenmessungen. Acta forest. fenn. 40, s. 329—366.

Wettstein, W. von und Probach, H. 1930. Sichtungsarbeit zur Birkenzüchtung. Der Züchter, Heft 9, S. 289—290.

Winkler, Hubert. 1930. Der gegenwärtige Stand der Betula-Systematik. Mitt. d. Deutsch. Dendr. Ges. 42, S. 46—60.

Winkler, Hubert und Anton, Ernst. 1933. Studien über Betula alba L. im Auschluss an Morgenthaler und Gunnarsson. Cohns Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, 21, S. 256—299.

Woodworth, Robert H. 1929. Cytological Studies in the Betulaceae I. Betula. Botan. Gazette, 87, p. 331—362.

—»— 1931. Polyploidy in the Betulaceae. Journ. Arnold Arbor. XII, 3, p. 206—217.

Савина, А. В. и Перелыгин, Л. М. 1936. Анатомическое строение древесны березы и связь его с ее физико-механическими свойствами. *(Ref.:* Savina, A. V. und Perelygin, L. M.: Der anatomische Bau des Birkenholzes und dessen Zusammenhang mit den physikalisch mechanischen Eigenschaften.) — Journal botanique de l'URSS, Tome 21, 1936, p. 507—522.

Some recent Research data on Birches.

Summary.

Considering the work done in differentiating between the properties of the various species of trees native in Finland, the taxonomy of the birches has proved to be by far the most difficult of all. However, in practice, it seems to be possible to distinguish between the rather uniform species of Betula verrucosa Ehrh. (the common birch) from the polymorphous Betula pubescens Ehrh. (white birch). In fact, the latest cytological researches and experiments on hybridization (Johnsson and others) have shown, that hybridism between these two species is not so common as some morphological observations have led one to presume.

Also, with regard to utilization, B. verrucosa and B. pubescens have several notable differences. The former grows faster and is taller, its stem is straighter but perhaps more angular, and its branches coarser, than those of the latter. It is more heliofilic, preferring drier habitats — does not enter upon marshy grounds. It bursts into leaf about a week earlier than B. pubescens, the young leaves are reddish, as against pure green of the latter. Birches with curly and wavy grained wood belong to the species B. verrucosa. — B. pubescens, on account of its slenderer branches and more cylindriform stem, perhaps is better suited for plywood, than B. verrucosa, but it is smaller and its stem more crooked or curved. It is more shade-enduring, and is the dominant tree on marshes and in the birch region of Lapland. (Gunnarsson's B. concinna and B. coriacea belong to this species.)

Tables 1 and 2 give the sizes of B. pubescens and B. verrucosa in certain even-aged young stands. The latter, being taller, is the dominant tree.

Since it is evident, that many commercially important characteristics of wood depend largely on the size of its individual cells, the author has taken these for a special investigation. In table 3 are given some average pollen diameters. It shows, as even earlier investigations (Helms & Jørgensen, etc.) have done, that the pollen grains of B. verrucosa are considerably smaller than those of B. pubescens; furthermore the pollen of B. pubescens in the North of Finland is larger than in the southern parts of the country, while that of B. nana is the smallest.

Table 4 gives the average length of the guard cells of the stomata. It can be seen, that there is a great difference between the two species, B. verrucosa and B. pubescens, and also, that here again the northern birch has sligthly larger cells than the southern one. The samples taken included also many forms, which are regarded as hybrids between B. pubescens and B. verrucosa. It is interesting to note, that these are not intermediaries as far as the size of the cells is concerned. The one characteristic, which accompanies the size of cells, is the type of leaf: if the leaf is of the B. verrucosa-type, the cells are always small, if of B. pubescens-type, the cells are large. On the other hand, the cell-size never has any connection with for inst. the form of scales in the catkins, or with the form of the fruit (compare figs. 6—8). The Hun-

garian B. verrucosa (Gödöllö, Keczkemet) gives the same results as the Finnish one; however B. pubescens down there has slightly smaller cells than here in Finland. The cells of the Italian B. verrucosa are comparable in size to the Finnish. — The guard cells of the stomata of B. nana are quite large, averaging 39 μ; hybrids with this species have cells intermediary in size. B. nana × verrucosa has distinctly smaller cells on the average, than B. nana × pubescens.

The difference in the cell-size appears also in the ligneous tissues, the woody fibres, tracheids and vessels of B. pubescens being larger than those of B. verrucosa.

Table 5 and diagrams 1 and 2 give the lengths of fibres on both B. verrucosa and B. pubescens from the same plot, samples having been taken from annual rings from pith to surface, and at heights of 1.3, 5, 10 and 13 metres from the ground. It is to be noted, that the length of the fibres increases uniformly, from the pith outwards, at the different heights; and that fibres of B. pubescens are longer than those of B. verrucosa.

Table 6 gives, for samples from the same stems, the percentage of vessels, going from surface to pith, as well as the specific weight and the maximum water content. It can be seen, that the vessels of B. pubescens are larger, their percentage greater, likewise the moisture content greater, and the specific weight smaller, than those of B. verrucosa.

Since it was to be presumed, that differences in the cellular tissues would cause differences in the strength characteristics of the wood, a series of breaking and compression tests were made. The results of the breaking tests are given in Table 7, which shows, that the wood of B. verrucosa is considerably stronger than the corresponding tissue of B. pubescens. On the other hand, a test bar of the latter can be bent more without rupture, and when breaking, the two halves continue to stick firmly together, while B. verrucosa, in breaking, falls clearly apart (Fig. 9; freshly felled trees were used for samples, and no drying up allowed before tests.)

The results of longitudinal compression tests are given in Table 8. Here also B. verrucosa proved to be clearly stronger than B. pubescens.

To end with, diagrams 3 and 4 are given to show the interaction between soms of the strength factors in the sample pieces.

The results of this investigation show, that even for practical purposes Betula verrucosa should be distinguished from Betula pubescens. An important factor for that purpose is the leaf-type.

DIE SCHLITZBLÄTTRIGKEIT DER ERLEN UND BIRKEN IM LICHTE VON RÜCKSCHLÄGEN UND EINIGEN KREUZUNGEN

SAKARI SAARNIJOKI

LEPÄN JA KOIVUN LIUSKALEHTISYYS PALAUTUMIEN JA ERÄIDEN RISTEYTYSTEN VALOSSA

SELOSTUS

HELSINKI 1946

Helsinki 1946. Valtioneuvoston kirjapaino.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 5
Das Kreuzungsverfahren 7
Die Elternbäume und ihre Eigenschaften 9
Alnus incana 9
Betula verrucosa und *B. pubescens* 14
Was ist, anatomisch-morphologisch betrachtet, die Schlitzblättrigkeit der Erlen- und Birkenformen? 21
Die Schlitzblättrigkeit im Lichte der Kreuzungsergebnisse 37
Was erweisen die Eigenschaften der Kreuzungsnachkommen? 37
Die Kreuzungsformen und ihre Rückschläge im Lichte der F_1-Generation .. 47
Alnus incana 47
Betula verrucosa und *B. pubescens* 55
Schlussbetrachtungen 61
Literaturverzeichnis 64
Selostus 66

Einleitung.

Man kennt bei zahlreichen Pflanzenarten eine ganze Anzahl von abwechselnd als Abarten, Varietäten, Lusi u. dgl. m. bezeichneten, hinsichtlich ihrer Merkmale von den normalen abweichende Individuen, die, trotzdem sie verschiedenen Arten und sogar verschiedenen Gattungen angehören, in bezug auf diese abweichende Eigenschaft untereinander dennoch weitgehende Übereinstimmungen an den Tag legen. Solche, sog. Parallelformen finden wir u. a. in den pyramidigen (*fastigiata*), kugeligen (*globosa*) oder hängenden (*pendula*) Wachstumsformen, ferner in den rotblättrigen (*atropurpurea*), buntblättrigen (*variegata*) und schlitzblättrigen (*laciniata*) Formen vieler Laubbäume. Durch ihre Besonderheit und auch ihren hohen dekorativen Wert haben viele von diesen verschieden benannten Formen zum Teil schon sehr früh ihren Weg in Parke und Gärten gefunden. Aber ebenso lange, wie ihre Kultur angedauert hat, weiss man auch, dass ihre Vermehrung am sichersten nur auf vegetativem Wege durch Pfropfung, Okulation u. dgl. m. gelingt, denn bei samenbürtigen Individuen tritt die betreffende Erscheinung oft gar nicht mehr hervor (vgl. z. B. Reuter 1896, p. 219). Man kennt ausserdem eine ganze Anzahl von Fällen, wo diese Merkmale in irgendeinem Teil des Geästs »zurückgeschlagen» haben, d. h. entweder direkt oder über Zwischenstufen auf den ursprünglichen Zustand, also denjenigen der Normalform zurückgegangen ist, so dass Zweige mit normalblättrigem Laub, sog. Rückschläge, entstanden sind. Solche, seinerzeit bald als Chimären, bald wiederum als Knospenmutationen, Atavismen oder vegetative Hybridabspaltungen gedeutete Rückschlagfälle sind auch bei den *laciniata*-Formen verschiedener Holzarten bekannt. Zu den bekanntesten unter ihnen dürfte die schlitzblättrige *asplenifolia*-Form der Buche gehören (Loudon 1838, p. 1962; Beissner 1895; Hesselman 1911; Küster 1921; Lagerberg 1937; Langlet 1939; u. a.). — Vom genetischen Standpunkt aus ist aber die Erscheinung bei diesen Holzarten nicht untersucht worden. Schon de Vries (1906, p. 114) bemerkt, dass es erstaunlich sei, dass »diese Frage noch ungelöst ist, wo doch so manche Bäume atavistische Zweige tragen, welche während langer Reihen von Jahren auf denselben bleiben. Aber viele solcher Zweige blühen überhaupt nicht», fährt er fort, »oder wenn

sie blühen und Samen tragen, so ist nicht darauf geachtet worden, Kreuzbefruchtung mit den übrigen Blüten derselben Pflanze zu verhüten ——»

Da bisher keine experimentellen Kreuzungsversuche an Bäumen durchgeführt worden sind, so ist es verständlich, wenn auch diejenigen zahlreichen Angaben, die über die Eigenschaften aus Naturkreuzungen hervorgegangener Pflanzen vorliegen, oft auch an dem Teil ein und derselben schlitzblättrigen Form widersprechend gewesen sind, indem keine volle Klarheit darüber vorgelegen hat, ob man es mit Selbstbestäubung oder mit einer Kreuzbefruchtung mit hinsichtlich ihrer Eigenschaften anders beschaffenen Individuen zu tun gehabt hat. Teils schon auf Grund dieser, insbesondere aber derjenigen Ergebnisse, zu denen man durch genetische, über mehrere Generationen des Versuchsobjektes ausgedehnte Untersuchungen an entsprechenden Formen krautiger Pflanzen gekommen ist, weiss man jedoch, dass die Schlitzblättrigkeit gegenüber der Normalblättrigkeit rezessiv ist. Eines der bekanntesten und zugleich ältesten Beispiele in dieser Hinsicht bildet die *laciniatum*-Form von *Chelidonium majus*, jene etwa um das Jahr 1590 entstandene »Mutation», die bei Selbstbestäubung fortgesetzt schlitzblättrige Nachkommen liefert, aber bei Kreuzungen mit *Ch. majus* dem Mendelschen Gesetz folgt (vgl. z. B. de Vries op. c., p. 374). Später haben u. a. Baur (1926) bei *Antirrhinum* und Lilienfeld (1929) bei *Malva* solche Formen genetisch untersucht, vor allem ist aber durch die Untersuchungen des Japaners Imai (1930) über die Vererbung der verschiedenen Blattformen bei der Convolvulazee *Pharbitis Nil*, bei welcher neben den normalen, efeuähnlichen Blättern Varianten mit Ahornblättern, einfach herzförmigen, tiefgeteilten, lang zugespitzten, kurz abgerundeten und gekräuselten Blättern vorkommen, hervorgegangen, dass bei dieser Pflanze schon mehr als 20 auf die Blattform einwirkende Gene vorhanden sind.

Bei der vorliegenden, sich auf die Ergebnisse eigens durchgeführter Kreuzungsversuche gründenden Untersuchungen ist eine Anzahl verschieden benennter Schlitzblattformen von *Alnus incana*, *Betula verrucosa* und *B. pubescens* einer näheren Betrachtung unterzogen worden. Es handelt sich zum Teil um Parkbäume, zum Teil aber auch um Individuen, die an ursprünglichen Naturstandorten aufgewachsen sind, und in beiden Gruppen sind Individuen vorgekommen, bei denen die Schlitzblättrigkeit, sogar über Zwischenformen, zur Normalblättrigkeit zurückgeschlagen hat. Schon durch diesen stufenweisen Übergang des Schlitzblattes in ein mehr oder minder typisches Normalblatt hat sich sowohl vom morphologischen als vom anatomischen Standpunkt aus ein Ausgangspunkt für die Klärung dessen ergeben, was die Schlitzblättrigkeit bei den fraglichen Formen eigentlich ist. Und da sich anderseits mehrere von diesen, verschiedenen Formen zugehörenden Baumindividuen wenigstens in den Jahren 1937 und 1939 einigermassen fertil erwiesen, gab dies den Anlass auch zur

Durchführung einiger künstlichen Bestäubungen neben denjenigen Kreuzungsversuchen, die die Forstliche Forschungsanstalt Finlands in ihr Programm aufgenommen hatte. Auch wenn die Ergebnisse der Kreuzungen, die sich heute also erst auf die erste, noch im Keimpflanzenstadium befindliche Baumgeneration (F_1) gründen, uns keine volle Klarheit über die Erblichkeitsverhältnisse der Schlitzblättrigkeit bei der Erle und der Birke zu geben vermögen, sind immerhin schon Schlüsse darüber möglich, wie die Schlitzblättrigkeit der in Frage stehen den Elternbäume und vor allem die konstatierten Rückschläge genetisch zu deuten sind. Weil die Aufzucht der die volle Entscheidung bringenden F_2-Generation noch geraume Zeit erfordert, erhält die vorliegende Darstellung hinsichtlich ihrer genetischen Seite gewissermassen den Sinn einer vorläufigen Mitteilung.

Es ist mir in diesem Zusammenhang eine angenehme Pflicht, meinen Vorgesetzten an der Forstlichen Forschungsanstalt, Herrn Professor Dr. Olli Heikinheimo und Professor Dr. Viljo Kujala für den Beistand und das wohlwollende Interesse, das sie mir während des Fortschreitens meiner Arbeit erwiesen haben, meinen ehrenden Dank auszusprechen. In Dankesschuld stehe ich ebenfalls den Vorständen des Botanischen Gartens der Universität Helsinki, Herrn Professor Dr. K. Linkola (†) und Professor Dr. R. Collander dafür, dass es durch ihr freundliches Entgegenkommen möglich wurde, einen Teil der Kreuzungsversuche unter ungestörten Verhältnissen im genannten Garten auszuführen. Herrn Obergärtner, Ökonomiedirektor K. E. Liljeström gebührt dabei ebenfalls mein herzlicher Dank. Auch danke ich an dieser Stelle Herrn Doz. Dr. Esko Suomalainen, der den genetischen Teil des Manuskriptes überprüfte und mir auch sonst wertvolle Fingerweise in bezug auf dasselbe gegeben hat.

Bei der praktischen Durchführung der Untersuchungen in der Forstlichen Forschungsanstalt haben mir Mag. phil. Aune Muroma Mag. phil. Katri Salmela und Frau Elsa Airamo und im Versuchsrevier Ruotsinkylä Förster Viljo Vestala grosse Hilfe geleistet. Ich benutze die Gelegenheit, ihnen auch hier meinen besten Dank auszusprechen. Herrn H. Edelmann danke ich für die Übertragung des Manuskriptes ins Deutche.

Die Kreuzungsverfahren.

Die Kreuzungsversuche wurden zur Hauptsache nach dem von Dengler (1932) entwickelten Verfahren durchgeführt. Vor dem Aufblühen und nach vorheriger, vollständiger Kastration, d. h. nach Beseitigung der männlichen Infloreszenzen wurden die weiblichen Blütenstände in doppelwandige, 22 × 35 cm grosse, aus Pergaminpapier wasserfest geklebte

Tüten[1]) eingehüllt, aus denen sie erst befreit wurden, nachdem keine Gefahr von Fremdbestäubung mehr vorlag. Nur für die kurze Zeit der künstlichen Bestäubung wurden die Tüten geöffnet. Da aber dieses Verfahren, wie Syrach Larsen (1934) bemerkt, immerhin nicht imstande ist, die theoretische Möglichkeit einer eben in dem fraglichen Augenblick eintretenden Fremdbestäubung ganz auszuschliessen, wurde daneben auch ein vom genannten Autor ausgearbeitetes, sorgfältigeres Kreuzungsverfahren benutzt. Bei diesem erfolgt die Bestäubung so, dass die Tüten überhaupt nicht geöffnet werden, sondern es wird der Blütenstaub den in der Tüte eingeschlossenen weiblichen Infloreszenzen vermittels eines Gummigebläses durch ein in die Tütenwandung mit einer pollengefüllten Glaspipette eingestochenes Loch zugeführt, wonach letzteres unmittelbar zugeklebt wird. Die geringe Menge des eingesammelten Pollens verhinderte indessen im vorliegenden Fall den konsequenten Gebrauch dieser im allgemeinen grosse Pollenmengen erfordernden Methode, die darum nur den Selbstbestäubungsversuchen vorbehalten wurde. Zur Kontrolle liess man ferner den Inhalt einiger Isolationstüten ganz unbestäubt. Diese letzteren blieben entweder dauernd verschlossen oder sie wurden für die der künstlichen Bestäubung entsprechende Zeit geöffnet, um zu ermitteln, ob erstens die Isolierung genug effektiv war und zweitens, ob mit Fehlermöglichkeiten in Form von ungehöriger Fremdbestäubung während des Öffnens der Tüten zu rechnen ist.

Der für die Kreuzungen benötigte Pollen wurde, ebenfalls gemäss Dengler, auf die Weise eingesammelt, dass man im Zimmer zum Blühen gebrachte männliche Infloreszenzen ihren Pollen auf ein untergelegtes Papier streuen liess. Das Verfahren ist von mir bereits in einem anderen Zusammenhang (Saarnijoki 1941, p. 4) geschildert worden. Die in Wassergefässe gestellten treibenden Zweige jedes betreffenden Baumindividuums stehen dabei voneinander isoliert unter je ihrer besonderen Schutzhülle aus Papier. Der Pollen wird dann in verschliessbare Glasröhren aufgesammelt, in deren Korken ein aus einem Eisendraht und Wattebausch bestehender Bestäubungspinsel angebracht ist. Diese Röhren, in grössere Glasgefässe eingeschlossen, wurden bei den betreffenden Versuchen an dunklem, kühlem Ort im Laboratorium aufbewahrt. Die für die Pollengewinnung bestimmten Zweige konnten indessen nicht immer unmittelbar vor dem Aufbrechen der Blüten in der Natur eingesammelt werden, wie doch im Hinblick auf die Keimfähigkeit des Pollens zu wünschen gewesen wäre (vgl. z. B. op. c., p. 13), sondern dies erfolgte im allgemeinen gleichzeitig mit der Isolierung der weiblichen Blütenstände allein schon deshalb, weil die Elternbäume sich weit voneinander in verschiedenen Ortschaften befunden haben.

[1]) Hersteller Paperityö Oy, Helsinki.

Der Hauptteil der geernteten Früchte wurde erst im folgenden Frühjahr unter Glas im Freien, ein kleinerer Teil im Gewächshaus, jede Kreuzung für sich, ausgesät. Nach der im Anfang des ersten Sommers vorgenommenen Zählung des Keimlingsbestandes hat jedoch die beginnende Entwicklung der Baumkeimlinge, den Kriegsverhältnissen zufolge, nicht eingehender verfolgt werden können; doch ist ihnen während der ganzen Zeit fortgesetzte Pflege zuteil geworden. Sämtliche Keimlinge sind im Alter von zwei Jahren in den Forstgarten in Ruotsinkylä versetzt worden und haben erst im Verlauf der dritten Vegetationsperiode näher analysiert werden können.

Die Elternbäume und ihre Eigenschaften.

Weil sich die an den nachstehend behandelten Erlen- und Birkenformen durchgeführten Bestäubungsversuche zur Hauptsache neben anderen Kreuzungsversuchen ergeben haben, hat es an Gelegenheit gefehlt, sie im vollen Umfang zu realisieren. Darum sind z. B. die reziproken Kreuzungen im allgemeinen ausgeblieben. Auch die weit über das Land verstreute Lage der den verschiedenen Formen zugehörenden Bäume hätte die Ausführung solcher Bestäubungen im Laufe eines einzigen Frühjahres unmöglich gemacht. Nur bei je zwei schlitzblättrigen und einem normalblättrigen Erlen- und Birkenindividuum ist nach vorheriger Isolation Kunstbestäubung durchgeführt worden. Diese Individuen werden im folgenden die Kreuzungsmutterbäume genannt, zum Unterschied von den Kreuzungsvaterbäumen, die also lediglich den für die Versuche benötigten Pollen geliefert haben.

Alnus incana.

Die Mutterbäume.

Nr. *1.* Die normalblättrige *typica*-Form ist in den Versuchen durch eine etwa 6 m hohe, am Rande der Baumschule in Ruotsinkylä stehende Grauerle (Blatt in Abb. 1: 1) vertreten. Die an diesem Individuum im Jahre 1939 durchgeführten Kreuzungsversuche wurden am 31. März mit der Isolation der weiblichen Blütenstände eingeleitet. Die künstliche Bestäubung erfolgte am 15. April und die Isolation wurde am 9. Mai wieder aufgehoben. Die Anzahl der Isolationstüten betrug an diesem Baum 10, und die am 29. September eingesammelten Früchte repräsentieren fünf verschiedene künstliche Kreuzungen.

Nr. *2* und *3.* Als schlitzblättrige Mutterbäume wiederum haben zwei im Botanischen Garten der Universität Helsinki stehende, *Alnus incana* var. *vulgaris* Spach f. *laciniata* Call. benannte Individuen (Abb. 1: 6) gedient. Die Lage der Bäume in unmittelbarer Nähe der Obergärtnerwohnung hat eine gewisse Gewähr für das ungestörte Gelingen der Versuche gegeben, die sonst vielleicht nicht in dem gleichen Masse vorhanden gewesen wäre. Der eine von den Bäumen (Nr. *2*), auf

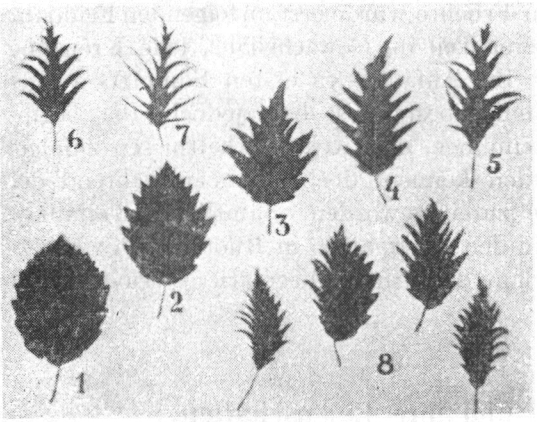


Abb. 1. Blattproben der an den Kreuzungen teilgenommenen Erlenformen. — 1. *Alnus incana* f. *typica*, 2. f. *sublobulata*, 3. f. *lobulata*, 4. f. *sublaciniata*, 5 und 6. f. *laciniata*, 7. f. *pinnatipartita*. Die Blätter 2—5 vertreten die Umwandlungsreihe der *laciniata—sublobulata*-Klone von Hämeenlinna, bei 8 sieht man aus verschiedenen Rückschlagskomponenten derselben Bäume zusammengesetzte Blätter, bei denen die Grenzlinie längs dem Mittelnerv verläuft. — 1/5. Aufn. S. S—i.

der Südseite des Hauses, ist 8.5 m hoch und zweistämmig, der zweite (Nr. *3*), auf der Ostseite der Wohnung, hat einen geraden Stamm, ist aber nur 5 m hoch. Beide sind nachweislich aus Wurzelsprossen ein und desselben, im Garten bis zum Jahre 1906 gestandenen schlitzblättrigen Individuums hervorgegangen und sind also heute wohl etwa 40 Jahre alt. Nach Elfving (1913, p. 21—22) stammt die fragliche, Form ursprünglich aus dem Kirchspiel Iitti in Südfinnland (vgl. auch Hjelt 1902, p. 50). Es handelt sich offenbar um denselben Baum, der von Hjelt (op. c., p. 51) unter dem Namen *A. incana* f. *pinnatifida* Spach erwähnt wird, einem Namen, der auch in der zweiten Auflage des »Herbarium Musei Fennici» von Saelan, Kihlman und Hjelt (1889, p. 129) aufgenommen ist. Callier (1918, p. 138—139) hat in seiner *Alnus*-Monographie unter anderem auch dieses Erlenindividuum erwähnt, allerdings unter einer neuen Benennung, *A. incana* var. *vulgaris* Spach f. *acuminata* (Regel) Call. — An dem einen dieser Bäume (Nr. *1*) wurden schon i. J. 1937 dreierlei Kreuzungen in insgesamt zehn Isolationstüten durchgeführt. Die Bestäubung erfolgte am 10. IV. und die Isolation dauerte vom 6. IV. bis zum 31. V. Wiederum im Jahre 1939, als der Versuch auf beide Bäume ausgedehnt wurde, wobei insgesamt 10 Kreuzungen (entspr. 43 Einzelbestäubungen) durchgeführt wurden, begann die Isolation am 31. III. und wurde am 9. V. aufgehoben, während die Bestäubung am 15. IV. erfolgte. Aus den gleichzeitig, am 27. IV. eingesammelten, als Folge natürlicher Bestäubung entstandenen Nüsschen gingen nur normale Pflanzen hervor. Die relativ hohe Fertilität der Bäume in dem fraglichen Sommer leitet sich möglicherweise von den bekanntlich für den Pflanzenwuchs ausserordentlich günstigen Verhältnissen der Jahre 1937—39 her und ist daher wohl mehr als zufällig zu betrachten, denn diese Form hat sich sonst wenigstens bisher als steril erwiesen (vgl. Hjelt l. c.; Saelan, Kihlman & Hjelt l. c.).

Die Vaterbäume.

Ausser der obenerwähnten f. *typica* (N:o *1*) und den beiden schlitzblättrigen Individuen (Nr *2* und *3*) wurden als eigentliche Vaterbäume bei den Versuchen auch folgende Erlen benutzt. Diese ordnen sich nach dem Grad der Schlitzblättrigkeit, wie folgt.

Nr. *4*. Ein in der blütenbiologischen Abteilung des Universitätsgartens in Helsinki stehender, *Alnus incana* f. *pinnatipartita* benannter Baum (Blatt in Abb. 1:7). Das Individuum stammt nach Elfving (1913, p. 22) aus Pyhäjärvi in Südfinnland (pflanzengeographische Provinz N) und ist also nicht dasselbe, auf welches Norrlin (1871, p. 151) seine auf diese Form bezügliche Beschreibung begründet hat. Nach Callier (1918, p. 145) sind die Blätter dieser letzterwähnten, *A. incana* var. *argentata* f. *pinnatipartita* (Norrl.) Call. benannten Form tief eingeschnitten wie bei var. *vulgaris* f. *acuminata*, aber die Bekleidung ist wie bei var. *argentata*; demnach wäre also die Form als Parallelform der var. *vulgaris* f. *laciniata* anzusprechen (vgl. auch Schotte 1920, p. 98). Aus Abb. 1 ist indessen zu ersehen, dass die Blätter wenigstens bei dem jetzigen, sich offenbar von anderswo herleitenden *pinnatipartita*-Individuum des Botanischen Gartens deutlich stärker und tiefer geteilt sind, als es der Fall bei der entsprechenden *laciniata*-Form des Gartens gewesen ist (vgl. auch Hiitonen 1933, p. 247). Der i. J. 1901 an seinen heutigen Ort verpflanzte und i. J. 1913 erst 1.6 m hohe Baum (Elfving l. c.) misst auch gegenwärtig, also nach 40 Jahren, nicht mehr als 3 m an Höhe. — Von dem Baum, der nur i. J. 1937 einige sowohl männliche als weibliche Infloreszenzen gebildet hatte, konnten nur sehr geringe Pollenmengen gewonnen werden. Der Baum ist bisweilen auch schon früher von seiner sonst ebenfalls kennzeichnenden Sterilität (vgl. Hjelt 1902, p. 51) abgewichen. Dabei lieferten, wie Obergärtner K. E. Liljeström mir berichtet hat, die geernteten Früchte, gleicherweise wie die jetzt eingesammelten, ausschliesslich normalblättrige Individuen.

Nr. *5*. Eine der f. *laciniata* des Botanischen Gartens ähnliche geschlitztblättrige Erle im Park der Agricola-Kirche in Viipuri (heute russisches Gebiet). Über die Herkunft dieser Form liegt keine andere Kunde vor, als dass sie als die »schlitzblättrige Erle von Lapinlahti» bekannt ist [1]. Der Pollen wurde von überwinternden, mit der Post am 30. III. 1938 eingesandten Zweigen eingesammelt. Früchte wurden dagegen von diesem Baum nicht erhalten. Auf Grund der Blätter, die sich an zimmertreibenden Zweigen i. J. 1943 bildeten, liegt völlige Übereinstimmung mit den *A. incana* f. *laciniata*-Mutterbäumen vor.

Im Gegensatz zu den obenangeführten Erlen, bei denen also das gesamte Geäst nur die einzige Blattform aufweist, vertreten die nachstehend beschriebenen Vaterbäume schon solche Fälle, wo die Schlitzblättrigkeit sukzessiv auf Normalblättrigkeit zurückgeschlagen hat. Von diesen, in den Parkanlagen der Stadt Hämeenlinna wachsenden Bäumen, auf die Prof. Dr. O. Heikinheimo den Verfasser schon früher aufmerksam gemacht hatte (vgl. auch Heikinheimo 1939, p. 20), ist die älteste, im Uferpark der Stadt stehende Erle heute schon nahezu 15 m hoch und in 1 m Höhe 49 cm dick und hat sich 1.5 über dem Boden in zwei gleichstarke Teilstämme gegabelt. Der Baum ist möglicherweise derselbe, auf den Hjelt (l. c.) — ohne allerdings die besagte Rückschlagserscheinung zu erwähnen — gerade im Zusammenhang mit seiner f. *laciniata* hinweist.

[1] Deutet diese von Stadtgärtner E. Laaksonen mitgeteilte Angabe vielleicht auf ein im Lapinlahti-Friedhof in Helsinki auch heute noch stehendes stattliches Individuum dieser Form hin oder stammt dieser in Viipuri wachsende Baum von woanders her, etwa von der seinerzeit in der Umgebung der Stadt selbst vorgekommenen, entsprechend gearteten *laciniata*-Form (vgl. Hjelt l. c.), ist schwierig zu entscheidem, wo es sich ja überdies um eine in Parken häufig angepflanzte Zierform handelt.

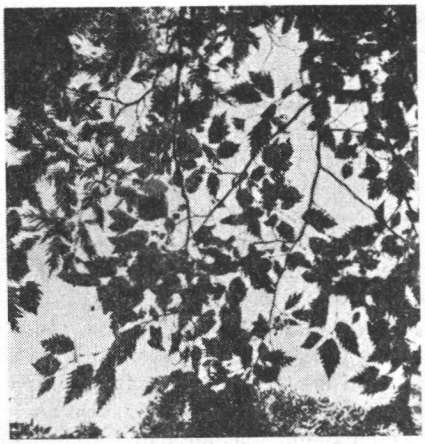


Abb. 2. Aus den Komponenten *laciniata* und *lobulata* zusammengesetztes Geäst des *Alnus incana* - Individuums von Hämeenlinna, von unten gesehen.
Aufn. S. S—i.

Es handelt sich um einen zum grössten Teil typischen Vertreter der *laciniata*-Form (Abb. 1: 5), vielenorts im Geäst treten aber Rückschläge auf, deren Blätter sich von den anderen durch ihre schwächere oder fast nicht mehr vorhandene Teilung unterscheiden (Abb. 2). Zusammen lassen sich diese verschiedenen Blattformen zu einer Reihe anordnen, die eine mehr oder minder sukzessive Abschwächung der Blattrandteilung widerspiegelt, so dass es möglich ist, von den Blättern ein und desselben Baumes eine Reihe von Zwischenformen vom mehr oder minder typischen Normalblatt zum typischen *laciniata*-Blatt herzustellen (Abb. 1: 2—5). Einige von diesen fügen sich mittelwegs zwischen den genannten Extremformen ein und ähneln dadurch am nächsten der f. *lobulata*, auch wenn sie nicht vollends der von Callier (1918, p. 156) einschlägig benannten, aber durch kleinere Blätter gekennzeichneten Form entsprechen. Einige Blätter wiederum können zwischen der *laciniata*- und der *lobulata*-Form, andere wiederum zwischen dieser und der f. *typica* untergebracht werden. Die ersteren, die hier f. *sublaciniata* benannt werden mögen (Abb. 1: 4), sind an dem Baum jedoch in zurücktretender Anzahl vorhanden, während die sich schon stark dem Normalblatt nähernden, hier als f. *sublobulata* bezeichneten Blätter und die durch diese Blattform gekennzeichneten Teile des Geästs (Abb. 1: 2) in mosaikartiger Verteilung über die ganze Baumkrone am zahlreichsten vertreten sind. Diese vier verschiedenen, je durch ihre Blattform gekennzeichneten Komponenten des Geästs sind stets scharf gegeneinander abgegrenzt, wie es Blattproben von den Grenzstellen erweisen, indem hier die Grenze öfters sogar dem Mittelnerv entlang verläuft, so dass beide Blatthälften verschiedenen Komponenten zufallen (Abb. 1: 8). Ausserdem kann aus der gegenseitigen Lage der besagten Geästkomponenten leicht gefolgert werden, dass es sich stets um eine Umwandlung zum weniger geteilten Typ gehandelt hat, nie aber umgekehrt. In den vorliegenden Fällen hat die Entwicklung von f. *laciniata* entweder direkt zu f. *sublobulata* geführt (Abb. 3), oder sie hat bei den Zwischenformen *lobulata* bzw. *sublaciniata* »haltgemacht».

In dem um den Stammgrund herum gebildeten dichten und ausgedehnten Bestand von Wurzelschösslingen kann die gleiche Erscheinung fest-

gestellt werden, indem hier nebeneinander alle oben aufgezählten Formen vertreten sind. Da solche Wurzeltriebe schon früher in grosser Zahl an verschiedenen Stellen, u. a. im Stadtpark von Hämeenlinna ausgepflanzt worden sind, kann man auch unter diesen, heute schon 5—9 m hohen Bäumen die verschiedenen Grade der besagten Umwandlungsreihe der Blattform repräsentiert finden. Weil der für die Kreuzungen erforderliche Pollenstaub bei der Erle schon in einem so frühen Zeitpunkt einzusammeln ist, dass sich das Laub noch nicht entwickelt hat, würde z. B. in betreff eines solchen Baumes, wie der oben beschriebene, keinerlei Gewähr dafür vorhanden sein, dass sich der die verschiedenen Komponenten des Blattformenmosaiks vertretende Pollen nicht vermischte. Darum haben auch die in den Stadtpark verpflanzten, also auf vegetativem Wege entstandenen und der gleichen *sublobulata — laciniata*-Klone angehörenden Erlenindividuen bessere Voraussetzungen für die Auswahl der folgenden, ihrer Blattform nach möglichst reinen und einheitlichen Vaterbäume als Repräsentanten der verschiedenen Formen der genannten Umwandlungsreihe dargeboten. Zu diesen, aus den Wurzelschösslingen der Erle Nr. *5* hervorgegangenen Individuen gehören sämtliche nachstehend besprochenen Vaterbäume (Nr. *6—9*). Von allen angeführten Formen konnte Pollen gewonnen werden ausser von f. *sublaciniata*, weil blühende Individuen von dieser Form nicht aufzubringen waren.

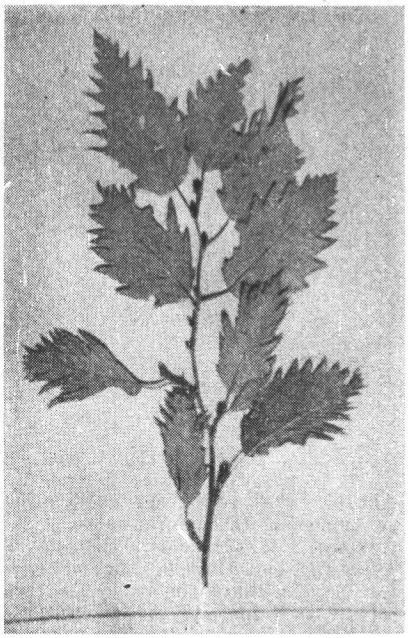


Abb. 3. *Alnus incana* f. *laciniata*-Zweig, dessen Endabschnitt auf f. *sublobulata* zurückgeschlagen hat.
Aufn. S. S—i.

Nr. *6*. Ein im Stadtpark stehender, 6 m hoher Baum, dessen Geäst durchgehends die typische *laciniata*-Form vertritt; unter den Wurzeltrieben des Baumes befanden sich indessen einige, bei denen die Blätter nicht ganz so stark geteilt waren. Der Baum repräsentiert also offensichtlich einen Fall, wo die für die dortige f. *laciniata* typischen »Rückschläge» im Geäst noch nicht in Gang gekommen sind; der für die Kreuzungen verwendete Pollen stammt mithin aus einer noch völlig unveränderten *laciniata*-Krone. Dieser Baum blühte i. J. 1939 am schwächsten von allen in Rede stehenden Erlen des Stadtparks und lieferte daher nur spärliche Früchte, und auch aus diesen gingen später nur insgesamt 3 normalblättrige Erlenkeimlinge hervor.

Nr. *7*. Nicht weit von der Erle Nr. *6* steht weiter oben am Hang eine Gruppe von drei Bäumen. Der südlichste von diesen ist 5 m hoch und besitzt zum grössten

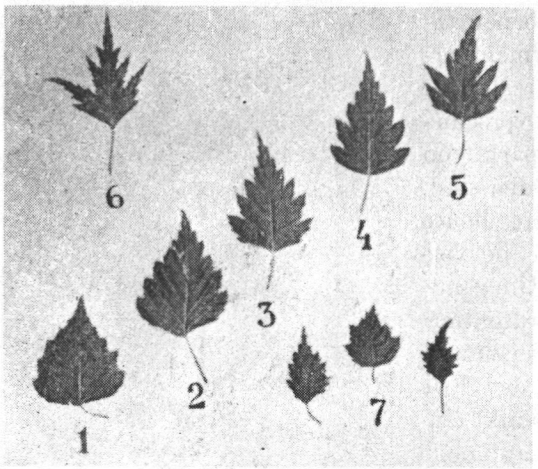


Abb. 4. Blattproben der an den Kreuzungen teilgenommenen Birkenformen. — 1. *Betula verrucosa* f. *typica*, 2. f. *sublobulata*, 3. f. *lobulata*, 4. f. *subbircalensis*, 5. f. *bircalensis*, 6. f. *dalecarlica*, 7. *B. pubescens* f. *urticifolia*, Blatt vom Kurztrieb (in der Mitte) und zwei Blätter vom Langtrieb. — 1/4.
Aufn. S. S—i.

Teil ein *laciniata*-Geäst, doch hier und da, in den Randpartien der Krone verstreut, kamen auch Zweige mit *lobulata*-ähnlichen Blattformen vor. Da mithin unter den zur Hauptsache im *laciniata*-Teil eingesammelten Pollen auch *lobulata*-Pollen geraten sein kann, dürfte der Pollen bei den Bestäubungsversuchen nicht mehr als reiner Vertreter der f. *laciniata* angesprochen werden können.

Nr. *8*. Das mittlere, 6.5 m hohe Individuum derselben Baumgruppe vertritt einen Fall, wo die *lobulata*-Form im grössten Teil des Geästs vorherrscht, während einige von den untersten Zweigen schon der f. *sublobulata* zufallen. In betreff des Pollens wäre also dasselbe zu sagen wie im vorhergehenden Falle, wenn nicht die beiden Blattformkomponenten eine so deutlich geschiedene Lage im Geäst aufwiesen. Da der Pollen im Wipfelteil der Krone eingesammelt wurde, vertritt also der für die Kreuzungen verwendete Pollen die *lobulata*-Form in der Umwandlungsreihe *sublobulata — laciniata*.

Nr. *9*. Der nördlichste Baum in derselben Gruppe ist 7 m hoch. Hier liegt schon die *sublobulata*-Form in reiner Ausbildung vor, indem im ganzen Geäst keine Fälle von stärkerer Teilung des Blattrandes beobachtet werden konnten. Der eingesammelte Pollen stammt also mit völliger Sicherheit von Zweigen, die in der Klone *sublobulata — laciniata* das in bezug auf den Grad der Schlitzblättrigkeit der Normalform am nächsten stehende Endstadium der Umwandlungsreihe vertreten. Dasselbe gilt auch für die wenigen Früchte, die von diesem Baum eingesammelt werden konnten und die später insgesamt nur 2 normalblättrige Erlenkeimlinge lieferten.

Betula verrucosa und *B. pubescens*.

Bei den mit Birkenformen ausgeführten Kreuzungsversuchen haben als Mutterbäume drei Individuen gedient, die sich alle in bezug auf ihre Blattform voneinander unterscheiden. Der eingesammelte Pollen wiederum repräsentiert insgesamt 5 verschiedene Formen (Abb. 4).

Die Mutterbäume.

Nr. *1*. Als normalblättriger Mutterbaum hat wie bei den Erlen ein im Versuchsrevier Ruotsinkylä stehendes typisches *Betula verrucosa*-Individuum gedient. Die

Isolation der männlichen Infloreszenzen erfolgte am 15. V., die künstliche Bestäubung der weiblichen Blüten am 19. V., die Abnahme der Isolationstüten am 6. VI.; insgesamt 4 Kreuzungen in 16 Bestäubungen.

Als weitere Mutterbäume haben zwei untereinander verschiedene, am Standort der schon in den 1880er Jahren gestorbenen schlitzblättrigen »Pirkkala-Birke», *B. verrucosa* f. *bircalensis* Mela stehende, durch natürliche Besamung entstandene Nachkommen dieses Baumes (vgl. Saarnijoki 1937) gedient, von denen der eine, nachstehend als Nr. *2* bezeichnete, hinsichtlich der Blattform dem Mutterbaum sehr nahesteht.

Nr. *2*. Nach Gunnarsson (1925, p. 103) handelte es sich um die vierfache Hybridform *B. concinna* × *coriacea* × *pubescens* * *sieccica* × *verrucosa* f. *bircalensis* (Mela) Gunnarss. Die Blattform (Abb. 4: 5) ähnelt in grossem Masse derjenigen der von Gunnarsson (l. c.) gleichfalls derselben Hybridform zugezählten f. *dolecarlica* L. fil. (f. *laciniata* Wg) (Abb. 4: 6), unterscheidet sich aber von dieser durch die weniger starke Teilung der Blattfläche und auch die schwächere Zähnung des Blattrandes (Mela 1877, p. 117; Saelan, Kihlman & Hjelt 1889, p. 129). Hier und da im Geäst verstreut kommen jedoch Zweigpartien vor, bei denen die Schlitzblättrigkeit noch schwächer als im Hauptteil der Krone entwickelt ist — die Birke vertritt also bei den Kreuzungen offenbar einen ganz ähnlichen Rückschlagsfall (siehe Saarnijoki op. c., p. 36), wie er oben bei der *sublobulata—laciniata*-Erle von Hämeenlinna schon beschrieben wurde. Obwohl in geringerer Anzahl vorkommend, bilden diese verschiedenen Komponenten auch hier eine ähnliche Umwandlungsreihe von stärkerer Schlitzblättrigkeit zur schwächeren hin (Abb. 4: 2—5), indem ein Teil der Blätter in bezug auf diese Eigenschaft eine Mittelstellung zwischen der normalen *typica*-Form und der f. *bircalensis* einnimmt und wie bei der Erle als f. *lobulata* bezeichnet werden kann (Abb. 4: 3), während ein anderer sich zwischen der genannten Form und der f. *bircalensis* einreiht und daher entsprechenderweise als f. *subbircalensis* bezeichnet werden möge (Abb. 4: 4); der Rest wiederum, f. *sublobulata*, nähert sich schon stark dem Normalblatt (Abb. 4: 2). Abb. 5 z. B. zeigt einen Fall, wo ein und derselbe kleine Zweig Blätter der Formen *sublobulata*, *lobulata* und *bircalensis* in wohlgetrennter Anordnung trägt. — Die künstlichen Bestäubungen wurden in dem am stärksten schlitzblättrigen, der f. *bircalensis* entsprechenden Teil des Baumes am 24. V. ausgeführt; die Grenzdaten der Isolation

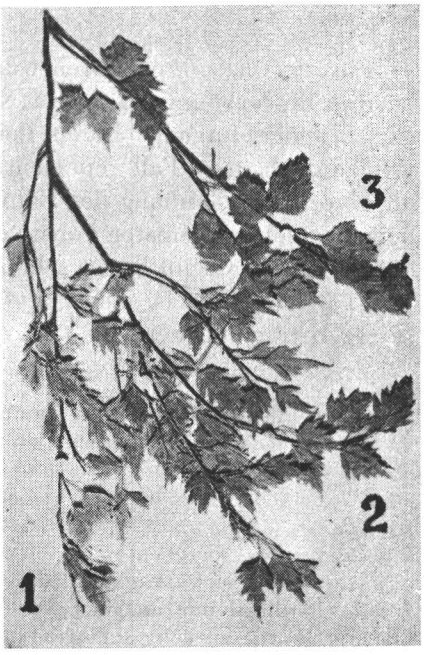


Abb. 5. Zweig von *Betula verrucosa* f. *bircalensis* (1), dessen kräftiger ausgewachsene Seitenverästelungen die Formen *lobulata* (2) und *sublobulata* (3) vertreten.
Aufn. S. S–i.

sind 17. V. und 4. VI. und innerhalb derselben wurden 6 Kreuzungen in 22 Bestäubungen ausgeführt. Die Früchte wurden am 20. VII. eingesammelt. Aus den gleichzeitig geernteten, als Folge natürlicher Bestäubung entstandenen Früchten des *bircalensis*-Teiles gingen später neben normalen zum Teil auch schlitzblättrige Birkenkeimlinge hervor.

Nr. *3*. Der zweite von den obenerwähnten Nachkommen der alten Pirkkala-Birke zeichnet sich schon durch eine sehr schwache Teilung der Blattfläche aus — man hätte am ehesten nur von einer sehr groben Zähnung des Blattrandes zu sprechen. Auch dieser Baum ist in bezug auf seine Blattform am nächsten zwischen den Formen *typica* und *lobulata* unterzubringen (vgl. Saarnijoki op. c., p. 34) und wird daher auch im folgenden als f. *sublobulata* bezeichnet, wenngleich Gunnarsson (l. c.) das besagte Baumindividuum der f. *lobulata* (C. And.) Gunnarss. derselben erwähnten vierfachen Hybridform sensu Gunnarsson zugewiesen hat. Im Gegensatz zu f. *bircalensis* zeichnet sich dieser Baum durch seine durchgehends einheitliche Blattform aus. Es wurden 6 Kreuzungen in 17 Bestäubungen ausgeführt; die Daten sind die gleichen wie im vorhergehenden Falle. Auch bei diesem Baum lieferten die auf natürlichem Wege bestäubten Früchte neben normalen auch schlitzblättrige Nachkommen.

Die Vaterbäume.

Für die Birkenkreuzungen wurde Pollen auch von den oben dargestellten drei Mutterbäumen, f. *typica* (Nr. *1*), f. *sublobulata* (Nr. *3*) und f. *bircalensis* (Nr. *2*) eingesammelt. Indem der letztgenannte von diesen einen mosaikartig aufgebauten Fall repräsentiert, liegt die Möglichkeit vor, dass der noch vor der Belaubung des Baumes geerntete Pollen die *bircalensis*-Komponente nicht in reinster Form vertritt. Da aber die Lage der abweichenden Komponente im Geäst schon im voraus bekannt war (vgl. Saarnijoki 1937, Abb. 1), muss diese Fehlermöglichkeit immerhin als recht gering betrachtet werden.

Nr. *4*. Als eigentlicher Vaterbaum der schlitzblättrigen *B. verrucosa*-Kreuzungen hat ein am gleichen Ort, aber von den beiden anderen etwas entfernt stehender Baum, ebenfalls ein Nachkommen der alten Pirkkala-Birke (siehe Saarnijoki op. c., Abb. 2) gedient. Wie die vorhergehenden, wird auch dieses Individuum von Gunnarsson (1925, p. 102) am nächsten als eine typische f. *lobulata* bei derselben Hybridform wie die obenerwähnten Mutterbäume Nr. *2* und *3* untergebracht. Auch hier handelt es sich um einen Rückschlagsfall, bei dem die sonst typische *lobulata*-Form allerdings nur an einer Stelle im unteren Teil der Krone auf die normalblättrige Form zurückgeschlagen hat (vgl. Saarnijoki op. c., p. 35); beide Blattformen erhellen aus Abb. 4: 1, 3. Im Gegensatz zu dem vorhergehenden, mosaikartig aufgebauten Baum Nr. *2* ist es im vorliegenden Falle leicht gewesen, den Pollen des *lobulata*- und des *typica*-Teiles genau auseinanderzuhalten. — Die aus den beiden Teilen eingesammelten Früchte ergaben im Gegensatz zu den vorhergehenden Fällen nur normalblättrige Nachkommen (22 Stück).

Es war ursprünglich die Absicht, für die Kreuzungsversuche auch die eingangs schon erwähnte, in Parken häufig angepflanzte *B. verrucosa* f. *dalecarlica* als Vaterbaum heranzuziehen. Dieser Plan musste jedoch aufgegeben werden, denn obwohl die Erkundigungen insgesamt 35 in den Parkanlagen der Städte Helsinki, Tampere und Viipuri stehende Bäume verschiedener Grösse betrafen, gelang es von der besagten Form nur einige männliche Infloreszenzen zu erhalten, und auch diese stammten durchgehends lediglich von niedrigen, 4—8 m hohen Individuen. Dieser Ausfall der männlichen Blüten ist nicht einzig auf das in Frage stehende Jahr der Erkundigung beschränkt gewesen, sondern hat sich auch in allen späteren Jahren regelmässig wiederholt. Anderseits sind weibliche Blütenstände durchgehends an allen Bäumen alljährlich in grosser Zahl aufgetreten. Und weiter: ganz offenbar beschränkt sich das Fehlen männlicher Blütenstände nicht einmal einzig auf die hier erwähnten Baumindividuen, sondern betrifft wahrscheinlich jene gesamte vegetativ durch Impfung vermehrte Klone, die sich von dem alten *dalecarlica*-Stammbaum in Dalarne herleitet (vgl. z. B. Schneider 1906, p. 112; Geete 1937, p. 237). Auf dieselbe Erscheinung deutet übrigens auch schon die alte, aus dem 18. Jahrhundert stammende Angabe von Blom (1786, p. 190) hin, dass auch beim alten Stammbaum gar keine männlichen Infloreszenzen angetroffen worden seien [1]. Spätere Erwähnungen über diese Erscheinung sind ebenso wenig wie irgendwelche Erklärungen derselben in der zur Verfügung stehenden Literatur aufzubringen gewesen.

Dagegen fehlt es keineswegs an Angaben über Keimungsversuche mit Früchten von diesem Baum. Die entstandenen Keimlinge sind im allgemeinen normalblättrig gewesen (vgl. z. B. de Vries 1903, p. 382), aber wenigstens zweimal haben gross angelegte Keimungsversuche neben normalblättrigen Keimlingen auch eine Anzahl schlitzblättrige ergeben (Lindgren, Pihl & Löwegren 1879, p. 39; Örtenblad 1902, p. 76). Aus den im Anschluss an die vorliegenden Kreuzungsversuche ausgesäten Früchten dieser Birkenform (Helsinki, Observatoriumberg; Viipuri, Salakkalahti-Park) gingen jedoch nur normalblättrige Individuen, insgesamt 128, hervor.

Nr. 5. Der letzte von den Vaterbäumen schliesslich ist die ebenfalls in Parken angepflanzte *urticifolia*-Form von *Betula pubescens* (Abb. 4: 7) gewesen. Der fragliche, aus einer Impfung hervorgegangene nesselblättrige Baum steht in den Parkanlagen des Freiluftsmuseums Seurasaari bei Helsinki und ist heute etwa 7.5 m hoch. Er passt in seinen Merkmalen durchaus z. B. auf die Beschreibung von Schneider (1906, p. 117—118) ein und gehört daher auch augenscheinlich derselben, ursprünglich aus Värmland in Schweden stammenden Klone an, die schon seit langem, von

[1] Diese Fertilitätsschwächung gab übrigens, bezeichnenderweise für die demaligen Auffassungen, den Anlass, diesen als *Betula hybrida* Blom getauften Baum für einen Bastarden zwischen Ahorn und Birke zu erklären.

den Baumschulen aus durch Impfung vermehrt, ihres grossen Zierwertes wegen den Weg in die Parke gefunden hat (vgl. z. B. Regel 1866, p. 24; Aschersons & Graebner 1908, p. 400). Ausser in bezug auf die Blattform besteht auch hinsichtlich der Deckschuppen und Früchte (vgl. Abb. 11: 6) eine völlige Übereinstimmung mit den entsprechenden Abbildungen bei Schneider (op. c., p. 106, Abb. 57 p) und Jahn (1932, Taf. 7, Abb. 2 e). Ebenso ähneln sie mehr der von Gunnarsson (1925) beschriebenen kultivierten Form (op. c., Taf. 1, Fig. 12) als der wilden (op. c., Taf. 2, Fig. 13). Nach dem letztgenannten Autor (op. c., p. 91—93) ändert nämlich die von ihm beschriebene und dem dreifachen Hybriden *concinna* × *pubescens* × *verrucosa* zugezählte *urticifolia*-Form stark ab; ausser in Parken ist man ihr nämlich sowohl in Schweden als auch bei uns (Hiitonen 1933, p. 244; Auer 1935, p. 27; Siivonen 1935, p. 184—185) fortgesetzt auch in der Natur begegnet. Fälle von Knospenmutationen, wie man sie bei den meisten kultivierten Individuen dieser Form und auch bei der Värmlandsbirke kennt (Beissner 1900, p. 255; Schneider op. c., p. 117; Gunnarsson l. c.), konnten weder bei dem vorliegenden Individuum noch bei dem anderen, in den städtischen Parkanlagen von Helsinki wachsenden Baum festgestellt werden. — Die von der einsamen Seurasaari-Birke eingesammelten Früchte lieferten, wie auch in Jahns Versuchen (op. c., p. 69) mit der fraglichen Form, auch schlitz-, d. h. nesselblättrige Individuen.

Die Schlitzblättrigkeit der oben erörterten Erlen- und Birkenindividuen ist also, wie hervorgegangen sein dürfte, deutlich zweierlei Art. In dem einen Falle hat sich die Blattform von Jahr zu Jahr unverändert beibehalten, sofern man von der gelinden Heterophyllie absieht, die bei den betreffenden Individuen ähnlich wie auch bei entsprechenden Formen anderer Holzarten (vgl. z. B. Jahn 1933, p. 249) z. B. zwischen den Kurz- und Langtrieben desselben Sommers und auch zwischen den Blättern ein und desselben Jahrestriebes (vgl. z. B. Abb. 4: 7) auftritt. Bei den anderen Versuchsbäumen hinwieder sind neben diesen Blattunterschieden auch offenbare »Rückschläge» zu verzeichnen, und zwar nicht nur bei der Birke, sondern auch bei der Erle, bezüglich welcher die zur Verfügung gestandene Literatur indessen nur über einen einzigen Fall zu berichten gewusst hat (Beissner 1900; Söderberg 1917). Bei diesem sowohl bei der Erle als bei der Birke wahrscheinlich zu verschiedenen Zeiten entstandenen, fortgesetzt bestehenden und daher in bezug auf ihren Umfang verschiedenen, scharf abgegrenzten Astwerkkomponenten ist die Schlitzblättrigkeit entweder direkt zur Normalblättrigkeit zurückgekehrt oder sie hat gleichsam bei verschiedenen Zwischenformen haltgemacht, die sich zusammen nach abnehmender Blatteilung zu einer mehr oder minder zusammenhängenden Umwandlungsreihe anordnen lassen. Bei der Erle treten jene Rückschläge in der grössten Zahl auf, und zwar nicht nur im Geäst, sondern auch unter den Wurzeltrieben, während sie bei *Betula verrucosa* spärlicher an Zahl gewesen und nur an einer bzw. an einigen

wenigen Stellen im Geäst aufgetreten sind. Ihre sowohl absolute als gegenseitige Lage im Geäst lässt auch schliessen, dass der Rückschlag stets nach der Richtung der abnehmenden Schlitzblättrigkeit hin, nie aber umgekehrt stattgefunden hat. Die verschiedenen Komponenten lassen sich mithin durchaus z. B. den bei *Fagus silvatica* f. *asplenifolia* bekannten Rückschlagfällen gleichstellen. Auch bei diesen treten nämlich, wie Hesselman (1911, p. 191) hierüber erwähnt, bei den ganzblättrigen Zweigen nie schlitzblättrige Sprosse auf, sie verhalten sich völlig konstant, wachsen kräftig weiter, ihre Sprosse werden dicker als bei *asplenifolia* und scheinen auch das Vermögen zu haben, *asplenifolia*-blättrige zu unterdrücken. (vgl. z. B. Abb. 5).

Zusammen vertreten also diese ihrem Ursprung nach verschiedenen *Alnus incana*- und *Betula verrucosa*-Individuen oder deren Blattformkomponenten in erster Hand sechs verschieden benannte Formen mit variierender Ausbildung des Blattrandes, während von *B. pubescens* an den Kreuzungen nur ein diesen entsprechendes schlitzblättriges Individuum teilgenommen hat. Beginnend von *Alnus incana* f. *pinnatipartita* und *Betula verrucosa* f. *dalecarlica*, bei denen die Blatteilung ihren höchsten Grad erreicht, bis zur normalblättrigen *typica*-Form dieser beiden Arten, bilden sich also deutliche, eine sukzessive Abnahme der Schlitzblättrigkeit darstellende Reihen, wie man leicht schon aus den Abbildungen 1 und 4 ersehen kann. Noch anschaulicher tritt dies aber hervor, wenn man berechnet, um einen wie grossen Betrag die Blattfläche bei den verschiedenen Formen durch die Schlitzblättrigkeit vermindert worden ist (Tab. 1) [1].

Man sieht also, wie sich die verschiedenen Formen, die der Kürze halber auch durch Zahlen (I—VI) wiedergegeben werden können, nach abneh-

Tabelle 1. Die Verkleinerung der Blattfläche bei den verschiedenen Erlen- und Birkenformen als Folge der Schlitzblättrigkeit, in Prozenten sowie im Verhältnis zum Normalblatt (= 100) angegeben.

Blatttyp	*Alnus incana*	%	Verh.	*Betula verrucosa*	%	Verh.
I	f. *typica*	—	100	f. *typica*	—	100
II	f. *sublobulata*	10.6	86	f. *sublobulata*	9.5	92
III	f. *lobulata*	26.6	71	f. *lobulata*	12.9	83
IV	f. *sublaciniata*	38.8	57	f. *subbircalensis*	20.3	75
V	f. *laciniata* .... [57.9 [2]	57.3	43	f. *bircalensis*	33.2	66
VI	f. *pinnatipartita*	68.5	31	f. *dalecarlica*	41.7	58
				Betula pubescens		
				f. *urticifolia*	20.4	80

[1] Bei der Bestimmung der Werte sind stets nur solche gleichgrosse normale bzw. geteilte Blätter zum Vergleich herangezogen worden, die sich in einander entsprechenden Teilen der Langtriebe befunden haben. Die Prozentzahlen sind Mittelwerte von zehn auf diese Weise miteinander auf ihren Flächeninhalt hin paarweise verglichenen Blättern.

[2] Botanischer Garten der Universität, Helsinki.

mender Blattfläche zu deutlichen Umwandlungsreihen anordnen. Dabei vertreten jedoch nur die Typen I—V zur Hauptsache in ein und demselben Baum, bei den Gliedern ein und derselben Klone oder bei genetisch nahestehenden Baumindividuen als Rückschläge in Erscheinung tretende einheitlichere Umwandlungsreihen. Vorausgesetzt, dass das Material der Blattmessungen hinreichend gross gewesen wäre und die unterschiedenen Typen richtig gewählt, hätte die Verwandlung der die Rückschlagsreihe angebenden Zahlen eine gleichmässigere sein müssen. Indem der mittlere Unterschied der den verschiedenen Blattypen entsprechenden Prozentwerte bei der Erle 14.3 beträgt, müssten also die korrigierten Werte auf 14, 29, 43 und 57, und entsprechend bei der Birke, wo der mittlere Unterschied 8.4 betrug, auf 8, 17, 25 und 34 lauten. Dagegen brauchen sich die übrigen Glieder der Reihe in bezug auf die die Verminderung der Blattfläche angebenden Zahlen gar nicht ebenso fest an die vorigen anzuschliessen, handelt es sich doch bei ihnen um mehr oder minder parallele, in verschiedenen Teilen der Verbreitungsgebiete der betreffenden Arten, also weit voneinander, entstandene Formen. Man erkennt jedoch, dass sich die *laciniata*-Erle des Botanischen Gartens sogar ziemlich genau der entsprechenden Form von Hämeenlinna anreiht. (Bei der *laciniata*-Erle von Viipuri wurden diesbezügliche Berechnungen in Ermanglung von Material nicht ausgeführt.) Auch die *pinnatipartita*-Form der Erle und die *dalecarlica*-Form der Birke scheinen sich in bezug auf ihre einschlägigen Prozentwerte ungezwungen in die erhaltene Reihe einzufügen, doch dürfte dies schon eher als ein Zufall zu deuten sein. — Noch deutlicher als von den Prozentwerten, wird die sukzessive Verminderung der relativen Blattfläche von den Verhältniszahlen veranschaulicht, die man erhält, wenn man das Normalblatt (f. *typica*) mit 100 ansetzt und für die übrigen Typen die obigen korrigierten Werte verwendet. Und wie vorhin die Prozentwerte, zeigen auch diese Zahlen, dass die einzelnen Typen bei der Erle und der Birke einander — trotz gleicher Typenbezeichnung — hinsichtlich des Grades der Schlitzblättrigkeit keineswegs genau entsprechen, sondern es ist diese Eigenschaft bei den Erlen nahezu doppelt so stark wie bei den Birken ausgebildet. Auch lässt sich z. B. die *urticifolia*-Form von *Betula pubescens* nicht der am stärksten schlitzblättrigen Form der *B. verrucosa* gleichstellen, sondern entspricht zunächst der *lobulata*-Form bei dieser Birkenart.

Ausser in bezug auf den verschiedenen Ausbildungsgrad der Schlitzblättrigkeit kann man aus den hier mitgeteilten Abbildungen der Blätter auch einige andere Umwandlungsreihen einschlägiger Art herausstellen, so vor allem in bezug auf die Zähnung des Blattrandes, die Blattaderung sowie die Längen- und Breitenvariation des Blattes. Zumal gerade die Rückschlagsreihen (I—V) lassen deutlich erkennen, dass der Blattgrund um so schmäler, die Blattspitze um so schärfer und die Zähnung um so schwächer ist, mit einer je stärker geteilten Blattform man es zu tun hat.

Auch die Blattaderung, vor allem der eigentümliche, sowohl bei Erle als Birke vom Normalen abweichende Verlauf der Seitennerven, indem diese — besonders typisch bei der am stärksten schlitzblättrigen Form — in ihrem Endabschnitt seitwärts abbiegen, unterliegt von Typ zu Typ einer ähnlichen sukzessiven Veränderung. Zumal bei denjenigen, an der Grenze verschiedener Blattformkomponenten befindlichen Blättern, bei denen die beiden Blatthälften je ihren eigenen Typ repräsentieren, treten diese Unterschiede besonders deutlich hervor (man betrachte z. B. die Abbildungen 1: 8, 3 und 7). Und nicht nur bei den Blättern, sondern auch in anderen Teilen der Triebe erkennt man — sowohl bei den Bäumen der jetzt in Frage stehenden Umwandlungsreihe als bei einzelnen Rückschlagsfällen — gewisse, der Schlitzblättrigkeit entsprechend variable Merkmale. Solche sind z. B. der zarte Bau des Triebes und der Knospen und anscheinend im Anschluss daran auch deren Neigung zum trägen Wachstum, die für derlei Formen bekanntlich kennzeichnend ist. Und wie die Verminderung der Blattfläche, sind wieder auch diese Eigenschaften bei den Erlenformen stärker als bei den entsprechenden Birkenformen ausgeprägt. Aus alledem ist zu folgern, dass, wenn die Schlitzblättrigkeit in irgendeinem Teil des Baumes entweder direkt oder über Zwischenformen auf Normalblättrigkeit zurückschlägt, ihr auch die übrigen genannten Eigenschaften unter Bildung von entsprechenden, durch den abnehmenden Grad ihrer Intensität geprägten Umwandlungsreihen folgen. Unter solchen Umständen erhebt sich schon hier die Frage, ob wir in diesen Umwandlungsreihen tatsächlich die Auswirkung einer entsprechenden Anzahl von gleichzeitig wirkenden und in einschlägiger Weise zurückschlagenden Erbfaktoren zu erblicken haben oder ob es sich möglicherweise dennoch um die verschiedenen Wirkungsformen eines einzigen, sich ähnlich verhaltenden Faktors handelt.

Was ist, anatomisch-morphologisch betrachtet, die Schlitzblättrigkeit bei den Erlen- und Birkenformen?

Es ist schon lange bekannt, dass mit der Schlitzblättrigkeit auch eine Art von Verkümmerung der Blattspreite verknüpft ist. Masters (1886, p. 517) hat nämlich seinerzeit darauf hingewiesen, dass eine solche »unregelmässige Verkleinerung», »Abortion der Blätter» oft mit einer ungewöhnlichen Spaltung oder Zerschlitzung des Randes verbunden ist. Da diese offenbare Verkümmerungserscheinung auch bei den vorliegenden Erlen- und Birkenformen klar hervortritt, lässt sich dieser Vorgang zumal gerade bei den sich zu den oben besprochenen Umwandlungsreihen anordnenden Blattypen Schritt für Schritt verfolgen. Man spürt ihn u. a. in dem sonderbar bogigen Verlauf der Seitennerven, als dessen Folge die am stärksten geteilten Blätter gleichsam Leierform annehmen (vgl. z. B. Abb. 1: 5—7

und 4: 6). Misst man bei den verschiedenen Blattypen die Winkel, die sich einerseits zwischen den Basalteilen des Mittelnervs und der Seitennerven und anderseitz zwischen dem Mittelnerv und der von der aus- und rückwärts gebogenen Spitze eines Seitennervs zur Nervenbasis gezogenen Geraden bilden, so erhält man ein klares Bild von jenen Veränderungen im Verlauf der Nerven (Tab. 2; die Berechnungen gründen sich auf dieselben, den verschiedenen Typen zufallenden Blätter, an denen auch die Blattspreitenmessungen vorgenommen wurden, und stellen bei der Erle Mittelwerte vom 2., 3. und 4. und bei der Birke solche vom 1., 2. und 3. Seitennerv, vom Blattgrund aus gerechnet, dar).

Man ersieht, dass die Seitennerven einen um so schärferen Winkel mit dem Hauptnerv bilden, um einen je stärker geteilten Blattyp es sich handelt, während hinwieder ihre Spitzen sich durch ihre Biegung gleichsam zu ihren »früheren», normalen Orten zurücksuchen. Aus diesem gebogenen Verlauf der Seitennerven kann geschlossen werden, dass bei den zwischenliegenden Teilen der Blattspreite eine Schrumpfung eingetreten sein muss, und zwar eine um so stärkere, mit einem je stärker geteilten Blattyp man

Tab. 2. Die von Hauptnerv und den Seitennerven gebildeten Winkel sowie das Verhältnis Länge/Breite der Blattspreite bei den verschiedenen Blatttypen von Erle und Birke.

Blattyp	Winkel zwischen dem Hauptnerv und dem Basal- (a) bzw. dem Spitzenteil (b) des Seitennervs								Verhältnis Länge/Breite
	1.		2.		3.		4.		
	a	b	a	b	a	b	a	b	
A. incana									
I			53	53	46	49	46	40	1.28
II			46	52	43	45	43	43	1.47
III			40	50	39	44	37	45	1.55
IV			37	49	35	42	32	39	1.59
V			34	43	25	37	25	37	1.73
VI			32	50	26	44	25	41	1.49
B. verrucosa									
I	68	60	51	46	43	39			1.25
II	69	62	52	48	45	38			1.27
III	63	59	50	45	42	36			1.31
IV	64	63	50	45	43	37			1.36
V	60	61	45	45	42	35			1.30
VI	30	46	26	38	25	30			1.21
B. pubescens [1]									
I	61	59	48	47	46	42			1.14
II	60	61	47	48	42	41			1.17
III	53	53	43	44	40	39			1.22
IV	44	45	29	32	29	28			1.27
V	33	44	25	35	23	27			1.51

[1] Bei *Betula pubescens* gründen sich die Werte der Typen I—V auf später zur Sprache kommende, als Folge natürlicher Bestäubung hervorgegangene Pflanzen.

es zu tun hat. Diese Schrumpfung hat die Seitennerven gleichsam einander näher gedrängt, während dieselben von dem erwähnten Einfluss sofort befreit werden, wie es der geteilte Blattrand nur erlaubt. Sehr anschaulich tritt diese Wandlung im Verlauf der Seitennerven z. B. bei denjenigen Rückschlagsfällen in Erscheinung, bei denen beide Blatthälften verschiedenen Typen zufallen (vgl. Abb. 1: 8, 3, 7). Die offenbare Schrumpfung der zwischen den Seitennerven gelegenen Teile der Blattspreite geht auch aus denjenigen Werten der Tabelle hervor, die das Verhältnis der Länge zu der (zwischen den Spitzen zweier gegenüberliegenden Seitennerven gemessenen) Breite des Blattes angeben, und zwar ausserordentlich deutlich gerade bei den den Blattypen II—V zufallenden Formen, also bei denen, die sowohl bei *Alnus incana* als bei *Betula verrucosa* der gleichen Umwandlungsreihe angehören. Was wiederum die *pinnatipartita*-Form der Erle und die *dalecarlica*-Form der Birke, also die Vertreter des VI. Blattyps betrifft, so können sich die Unterschiede im Verhältnis Länge/Breite bei ihnen den vorhergehenden gegenüber ausser davon, dass sie ihrem Ursprung nach den genannten Reihen eigentlich nicht näher angehören, auch von ihrer stärkeren Schlitzblättrigkeit herleiten. Bei diesen Formen ist nämlich die Zerschlitzung des Blattrandes schon so weit, fast bis zum Mittelnerv fortgeschritten, dass die so entstandenen Blattzipfel schon vom Grunde aus freigeworden sind und es den Seitennerven ermöglicht haben, zumal ihre Spitzenteile wieder die ursprüngliche Lage einnehmen zu lassen (vgl. Tab. 2), wodurch sich die das Länge-Breite-Verhältnis der Blattspreite angebenden Werte schon dem Normalen nähern.

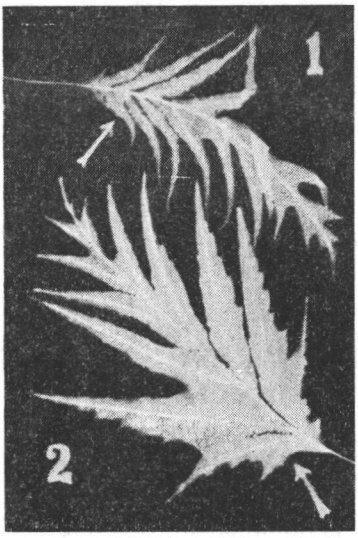


Abb. 6. Blätter von *Alnus incana* f. *pinnatipartita* (1) und f. *laciniata* (2) mit ausgebildetem Trennungsgewebe. — Die Bilder sind sog. Selbstdrucke, d. h. durch direktes Auflegen der Blätter auf das Kopierpapier erhalten, welches dann belichtet wurde. Darum sind die bei den Pfeilen sichtbaren, vom Blattrand gegen den Mittelnerv verlaufenden toten und leichter lichtdurchlässigen Gewebsteile als dunkle Zonen zum Vorschein getreten. — 2/3.
Aufn. S. S—i.

Schon bei den Blattflächenmessungen stellte es sich heraus, dass die Blattspreite ausser durch die Schlitzblättrigkeit auch sonst an Umfang, vor allem an Breite verloren hat. Daher kann auch die Rekonstruktion nicht etwa in der Weise erfolgen, dass man die Endzähne der Blattzipfel verbindet, sondern es sind stets gleichlange und an einander entsprechenden Stellen der Triebe gelegene normale und geteilte Blätter miteinander zu vergleichen.

Auch in dem grünen Gebiet zwischen den Blattnerven treten bei den Formen

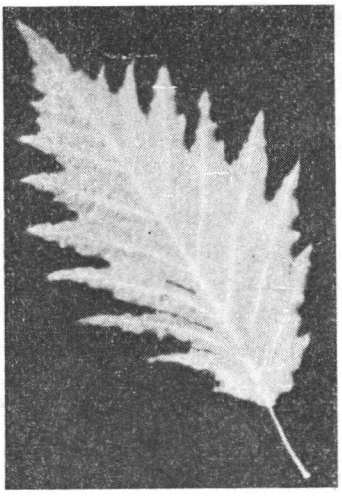


Abb. 7. Blatt von *Alnus incana*, dessen linke untere Ecke der f. *laciniata* zufällt, während das übrige Blatt die *lobulata*-Form vertritt. Man bemerke den abweichenden Verlauf der Seitennerven sowie das Trennungsgewebe, das nur im *laciniata*-Teil des Blattes deutlich hervortritt. — Selbstdruck, 2/3. Aufn. S. S—i.

der besprochenen Umwandlungsreihen Merkmale auf, die unzweideutig auf einen Verkümmerungsvorgang hindeuten. Ein solches ist z. B. gewissermassen die Unregelmässigkeit, die sich u. a. darin äussert, dass die typischen Quadratfelder der Normaladerung sich nach Massgabe der Schlitzblättrigkeit in der Richtung der Seitennerven ausgedehnt haben. Ausserdem kann man also bei den *pinnatipartita-*, *laciniata-* und *sublaciniata*-Formen der Erle, bei den Typen VI und V, mitunter auch IV, gerade in diesem Zwischengewebe, zumal im Basalteil des Blattes, schmale, zusammenhängende oder auch unterbrochene, durchscheinende Gewebsteile vom Grunde der Blattzipfel sich gegen den Mittelnerv hinziehen sehen (Abb. 6, 7 und 8: 1), während solche bei den dem Normalblatt näher stehenden Typen fehlen. In einem Querschnitt durch das Blattgewebe erscheinen diese Teile als deutlich nach oben gewölbte, aus toten Zellen gebildete Brücken, bei denen man ausser der oberen und unteren Epidermis noch etwa vier undifferenzierte Zellschichten unterscheiden kann, und zu deren beiden Seiten das normale Blattgewebe eine Art von mehr oder minder typisch blattrandähnlichen Wülsten mit Palisadenzellen gebildet hat (Abb. 8: 2).

Untersucht man bei der Erle die Entstehung und Entwicklung dieser Gebilde näher (Abb. 8: 3 a-d), so stellt es sich heraus, dass zu dem Zeitpunkt, wenn das Blatt sich in der geschlossenen Knospe befindet und die stark gefaltete Blattspreite noch aus völlig undifferenzierten Zellschichten besteht (a), von ihnen nicht oder jedenfalls keine deutliche Spur wahrgenommen werden kann. Erst später, wenn die Differenzierung der Blattgewebe schon eingesetzt hat, beginnen zwischen den Seitennerven, genau im Rücken je einer Falte, gewisse Veränderungen sichtbar zu werden (b). Es lässt hier nämlich die Differenzierung der Zellen ganz sichtlich nach und hört schliesslich vollends auf, so dass die Blattspreite an dieser Stelle dünner als in der Umgebung bleibt. Während sich die übrigen Gewebsteile des Blattes, zumals das Palisadenparenchym, normal weiterentwickeln, bildet sich unter dieser dünneren Stelle, also auf der Unterseite des Blattes, ein Hohlraum, der sich in dem Masse immer weiter öffnet, wie sich das Blatt entfaltet (c). Schliesslich ergibt sich beim ausgewachsenen Blatt das oben schon beschriebene Querschnittsbild (d). Die beiderseits des

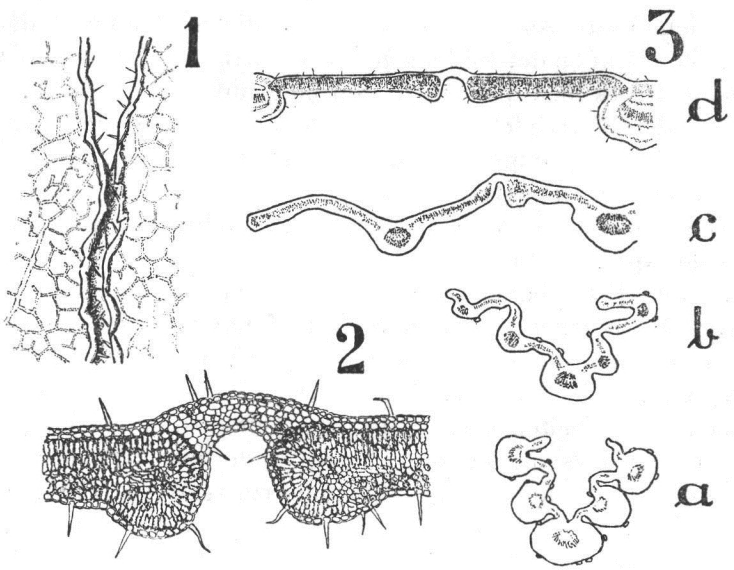


Abb. 8. *Alnus incana* f. *laciniata*. — 1. Blatt von unten an einer Stelle, wo ein Blattausschnitt endet und in das im Bilde rinnenförmig hervortretende tote Trennungsgewebe übergeht. — 2. Schnitt durch das Blatt quer gegen die erwähnte Rinne mit dem Trennungsgewebe. — 3 a-d. Querschnitte, die die Entwicklung des Trennungsgewebes zeigen: a und b zwei frühe Entwicklungsstadien der noch gefalteten, noch von den Knospenschuppen umschlossenen Blattanlage, c sich eben öffnendes Blatt, d Schnitt durch das Blatt zwischen zwei Seitennerven.
Orig.

toten Gewebes sichtbaren Wülste mit Palisadenzellen (Abb. 8: 2) sind also nichts anderes als typisch gebaute Blattränder, deren direkte Fortsetzungen sie vielenorts in der Tat auch sind (vgl. Abb. 8: 1); m. a. W., wir hätten es im vorliegenden Fall mit zwei einander gegenüberliegenden Blatträndern zu tun, die noch von dem toten Zwischengewebe zusammengehalten werden.

Durchaus entsprechende »sowohl isolierte als auch vom Blattrand kommende farblose, derbe, schwimmhautähnliche Gewebemassen zwischen den Sekundärnerven» sind nach Lingelsheim (1918, p. 487) auch bei mehreren anderen Schlitzblattformen der *Fagales*-Gruppe zu finden. Auch bei der *dalecarlica*-Form der Birke sind sie nach ihm, obwohl in schwächerem Masse, vorhanden, während man sie schon bei der *lobulata*-Form gänzlich vermisst. Als seine persönliche Auffassung vornehmlich über die erwähnten »Wülste mit Palisadenzellen» bringt Lingelsheim hervor, dass es scheint, »als ob die starke Reduktion an assimilierendem Gewebe, welche ihre Ursache in der Entwicklung nur schmaler Blattsäume bei grossen Ausschnitten findet, hier zwangsweise durch Übergreifen des Blattrandes und durch Bildung flächenvergrössernder Intumescenzen ausgeglichen werden sollte» (op. c., p. 488). Auf Grund des Obigen läge jedoch

viel eher der Grund vor, anzunehmen, dass die Schrumpfung der grünen Spreitenteile direkt zu der Bildung gerade derartiger Gebilde führen könnte. Dabei handelte es sich auch nicht um eine unvollständige Verwachsung (Kohäsion) der Blattzipfel, wie Küster (1921, p. 140; 1925, p. 356) für diese Erscheinung annimmt, sondern wahrscheinlich um einen Vorgang ganz entgegengesetzter Art.

Da sich nun die durchscheinenden, toten Stellen der Blattspreite erst während der späteren Entwicklung des Blattes gerade in dem Knie einer sich öffnenden Falte bilden, so ist es wahrscheinlich, dass man auch in ihnen eine Folge jener primären Schrumpfungserscheinung zu erblicken hat, die ihren sichtbaren Ausdruck u. a. in der Verschmälerung des Blattes und der Auswärtsbeigung der Seitennerven findet. Diese Schrumpfung der zwischen den Seitennerven gelegenen Gewebsteile einerseits und der normale Entfaltungsvorgang des Blattes anderseits führen offenbar zu gewissen, durch den unnormalen Spannungszustand bedingten Störungen in der Blattspreite. Dies wird anschaulich, wenn wir uns das Schlitzblatt und das normale Blatt in ihrer Entfaltungsphase vorstellen (Abb. 9: 1, 2). Man kann dann schliessen, dass sich jene Störungen beim Einsetzen der Spannung — wie auch durchaus begreiflich ist — zuerst in den Randteilen der Blattspreite geltend zu machen beginnen, und zwar am stärksten gerade im basalen Abschnitt des Blattes, wo die längsten Seitennerven gelegen sind. Von dort schreiten sie dann gegen die Blattmitte fort, und zwar vornehmlich dem Rücken einer Falte folgend, so dass das sich entfaltende Blatt als Folge des ebenerwähnten unnormalen Spannungszustandes an jenen Stellen »reisst» und so zum Schlitzblatt wird. Je stärker die Schrumpfung des Blattes ist, desto tiefer teilt sich auch das Blatt. Weil aber der Vorgang näher dem Mittelnerv offenbar nicht mehr mit der gleichen Leichtigkeit fortschreiten kann, indem ja der Spannungszustand vom Blattrand gegen die Blattmitte hin sukzessiv abnimmt, wäre zu erwarten, dass man wenigstens in denjenigen Fällen, wo die Zerschlitzung des Blattes eine starke, noch nicht aber eine vollständige ist, in der Nähe des Mittelnervs noch einem solchen, aus diesem oder jenem Grunde unaufgerissen gebliebenen Reiss- oder Trennungsgewebe begegnen

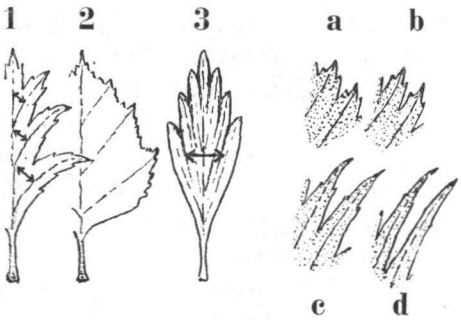


Abb. 9. Schematische Darstellung über die Vorgänge bei der Entstehung eines Schlitzblattes. — 1. Schlitzblatt und 2. Normalblatt in der Entfaltungsphase, 3. noch unentfaltet. Die Pfeile geben die Richtung an, in welcher der Verschmälerungsprozess jeweils zur Auswirkung gelangt. — a-d. Aufeinanderfolgende Stadien der parallel mit der Zerschlitzung der Blattfläche bis zum endgültigen Erlöschen erfolgenden Abschwächung der Blattrandzähnung.
Orig.

könnte. Wie wir sahen, ist dies auch — und zwar gerade an der breitesten Stelle des Blattes — bei der Erle von der *sublaciniata*-Form an, also nachdem die Verkümmerung der Blattspreite auf 43 % gestiegen ist, der Fall; bei den Birkenformen beträgt dieser Grenzwert 41 %, angenommen, dass die Erscheinung auch bei der *dalecarlica*-Form auftritt, wenngleich sie bei den in diesem Zusammenhang untersuchten Individuen nicht wahrgenommen wurde. Dagegen entbehrt schon die *urticifolia*-Form von *Betula pubescens* eines solchen Reissgewebes, wie aus dem niedrigen Verkleinerungswert der Blattspreite bei dieser Form auch geschlossen werden kann.

Auf Grund des Obigen wäre also zu ersehen, dass die Zerschlitzung des Blattrandes an und für sich nicht zur Verminderung der Blattfläche führt, sondern lediglich die Folge jener primären Schrumpfung darstellt, deren Wirkung ihren Ausdruck gerade in einer bestimmtgerichteten Verschmälerung, gleichsam Zusammenziehung der zwischen den Nerven gelegenen Blatteile findet (siehe die Pfeile in Abb. 9: 1). Weil der Mittel- und die Seitennerven des Blattes offenbar ihre ursprüngliche Länge beibehalten, so wirkt sich diese Schrumpfung als ein Aufreissen namentlich gerade des zwischen den Nerven gelegenen »lockreren» Gewebes, und auch dort in dessen schwächstem Teil, dem »Scharnier» aus. Und indem eben diese Auswirkungen schon in der Blattanlage zum Ausdruck treten, ist diese primäre Schrumpfung nichts anderes als eine in ganz bestimmter Richtung erfolgende Verschmälerung, m. a. W., es handelt sich im Grunde genommen um eine Verschmälerung der noch im Anfang ihrer Entwicklung befindlichen, noch nicht entfalteten Blattanlage. Man erkennt nämlich, dass diejenige Richtung, in welcher sich das Schlitzblatt anscheinend verschmälert hat, in Wirklichkeit ursprünglich, als sich das Blatt noch im Schutze der Knospenschuppen befand, eine andere gewesen ist (man vergleiche die Abbildungen 9: 1 und 9: 3 und die in dieselben eingezeichneten, die erwähnte Verschmälerungsrichtung angebenden Pfeile). Die besprochene Schrumpfung ist also quer gegen die Längsrichtung des Blattes, d. h. quer gegen sowohl den Mittelnerv als die in diesem Stadium noch mehr oder minder parallel mit demselben gelegenen Seitennerven erfolgt. Es ist daher auch verständlich, dass sich jene bestimmtgerichtete Verschmälerung erst bei der Entfaltung des Blattes zu der erwähnten »unregelmässigen Verkleinerung» artet, von welcher Masters (1886, p. 517) spricht, indem die Seitennerven des Blattgrundes beim vollentfalteten Blatt ihre Lage um fast 90° verändert haben, während sie im Spitzenteil des Blattes noch nahezu in ihrer ursprünglichen Richtung liegen.

Dem Obigen gemäss wäre also bei den Schlitzblattformen auch die Verschmälerung der Blattspitze und des Blattgrundes eigentlich lediglich gegen den Hinter-

grund dieses primären Verschmälerungsprozesses zu betrachten. Aus diesem Grunde weisen auch die am stärksten geteilten Blattformen durch ihre eigenartige scharfwinkelige Nervatur und ihren zugespitzteren Blattgrund wohlbegreifliche Übereinstimmungen mit der noch in der Knospe liegenden oder sich eben entfaltenden Blattanlage auf.

Ferner mag die sich mit der zunehmenden Zerschlitzung bis zur völligen Erlöschung abschwächende Zähnung des Blattrandes ebenfalls durch die erwähnte Schrumpfung und das durch sie verursachte Aufreissen der Blattspreite erklärt werden können. Als gemeinsamer Zug für alle Schlitzblattformen ergibt sich nämlich, dass die doppelte Zähnung des normalen Blattrandes bei seiner Zerschlitzung geschwächt wird, doch so, dass zwar die ursprüngliche Anzahl der Zähne beibehalten wird, diese sich aber je nachdem, wie die Ausschnitte des Blattrandes Hand in Hand mit der Zerschlitzung tiefer gegen die Blattmitte vordringen, unter gleichzeitiger Abflachung und transversaler Dehnung voneinander entfernen (Abb. 9: a-d). Ebenso deuten auch ihre Anzahl und Lage auf jenen Vorgang. Nur der Endzahn hat sich bei den extremen Typen noch erhalten, aber auch er nicht mehr in seiner ursprünglichen Ausbildung, sondern er hat zusammen mit dem verlängerten und nun schon eine effektivere Festigung erfordernden Blattrand (vgl. Abb. 8: 1, 2) derbe Struktur angenommen. Bei der *pinnatipartita*-Form der Erle ist die Zähnung schon gänzlich verschwunden und auch bei der Birke kann der Vorgang vom II. bis zum V. Typ der Umwandlungsreihe Schritt für Schritt verfolgt werden, bis die Zähnung bei der *bircalensis*-Form schon fast erloschen ist (vgl. z. B, Saelan, Kihlman & Hjelt 1889, p. 129; Gunnarsson 1925, p. 102). Obwohl sich die noch stärker schlitzblättrige *dalecarlica*-Form in der besagten Hinsicht nicht ebenso zwanglos an die vorhergehenden anschliesst, zeichnet sich diese Form dennoch u. a. durch scharf ungleich gesägte Lappen (Aschersson—Graebner 1908, p. 394) aus. Und auch bei der *urticifolia*-Form von *Betula pubescens* tritt uns dieselbe Erscheinung entgegen, obwohl entsprechend schwächer, wie man es von einem weniger geteilten und einer geringeren Schrumpfung unterlegenen Blattyp auch zu erwarten hat; zu den Merkmalen dieser Form gehören nämlich ebenfalls u. a. jene entsprechenden, der Art sonst fremden scharf doppelt gesägten Lappen (Aschersson—Graebner op. c., p. 399; Gunnarsson op. c., p. 91).

Anderseits schiene es, wie wenn ausser den Unterschieden, die sich von der Intensität des Verkümmerungsvorgangs selbst herleiten, bei den die verschiedenen Blattypen repräsentierenden Umwandlungsreihen also auch eine gewisse Variation bezüglich der Leichtigkeit des Aufreissens wie auch in bezug auf die Erlöschungsgeschwindigkeit der Blattrandzähnung bestünde. Der der *urticifolia*-Form von *Betula pubescens* eigene

wellige Blattrand wie auch die Runzelung der Blattspreite mögen eine grössere Widerstandsfähigkeit der Blattzellengewebe gegen Schrumpfungsspannungen bezeugen. Darauf hätte vielleicht auch der Umstand hinzudeuten, dass bei dieser Form die Blattnerven (siehe Tab. 2) in schärferen Winkeln verlaufen, als bei der nächstentsprechenden Form in der *B. verrucosa*-Reihe, f. *lobulata*, auch wenn sich zwar die Schrumpfungswerte der Blattspreite annähernd decken. Anderseits mag auch die Erhaltung der Zähnung bei der *dalecarlica*-Form als Hinweis darauf gelten können, dass auch innerhalb ein und derselben Art in dieser Beziehung Unterschiede vorkommen können. Einen ganz analogen Fall bei der Erle repräsentiert offenbar die von B r e n n e r (1904, p. 26) mitgeteilte und von ihm benannte, der *pinnatipartita*-Form entsprechende *bipinnatifida*-Form von *Alnus incana*, bei welcher der Blattrand ebenfalls feingesägt ist (vgl. z. B. H e r t z 1933).

Aus der obigen Betrachtung ergibt sich also, dass die parallelen Eigenschaften, die stets in Verbindung mit der Schlitzblättrigkeit auftreten und zusammen mit dieser in den Rückschlagsfällen geschwächt und schliesslich vollends aufgehoben werden, offenbar nichts anderes als die Folgeerscheinungen ein und desselben Verschmälerungsvorgangs darstellen. Lediglich von der Intensität dieser, die Blattspreite treffenden Schrumpfung hinge es dann ab, wie deutlich jene Merkmale im jeweiligen Fall zutageträten.

Auch im anatomischen Bau der Blätter können ähnliche Wandlungen festgestellt werden. Zumal bei denjenigen, an den Grenzen zweier Blatttypen gelegenen Blättern, deren beide Hälften je ihre verschiedene Blattform repräsentieren, treten diese Veränderungen oft ausserordentlich klar zum Vorschein (Abb. 10). Und wie man sieht, beschränken sie sich nicht nur auf die eigentliche Blattspreite, sondern betreffen auch den Blattstiel. Ein deutlicher Unterschied besteht z. B. zwischen der stark geschrumpften *laciniata*-Form der einen Blatthälfte und der bereits bis zum *sublobulata*-Stadium zurückgeschlagenen anderen Blatthälfte sowohl in betreff der Leit-, Stütz- und Grundgewebe. Und nicht genug damit. Indem nämlich nicht nur die Blattspreite und der Blattstiel, sondern auch die N e b e n b l ä t t e r von den Veränderungen betroffen werden, ist in

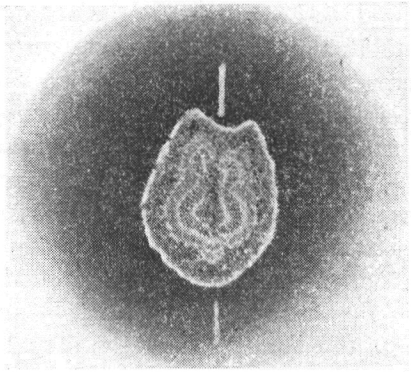


Abb. 10. Querschnitt durch den Blattstiel eines je zur Hälfte der *sublobulata*- (links) und der *laciniata*-Form (rechts) zufallenden Blattes von *Alnus incana*. Man bemerke die deutlich kräftigere Ausbildung der linken, auf die *sublobulata*-Form zurückgeschlagenen Hälfte. — Mikrophotographie, 35/1.
Aufn. S. S—i.

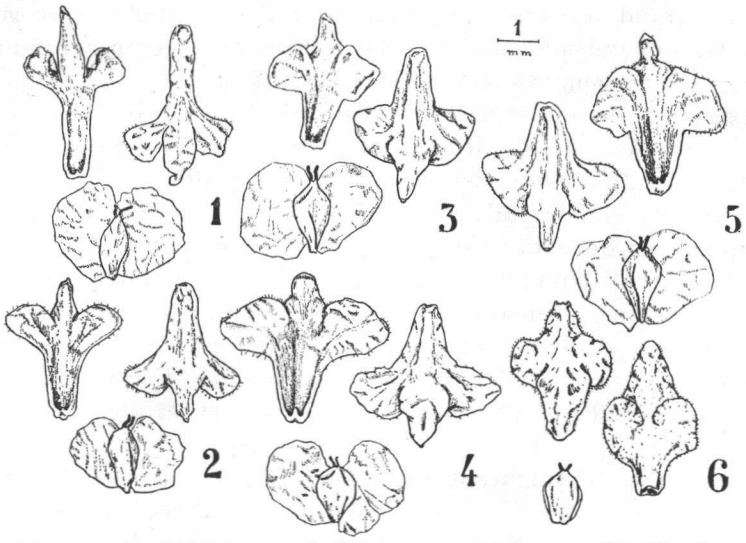


Abb. 11. Deckschuppen und Früchte verschiedener schlitzblättriger Birkenformen. — 1. *Betula verrucosa* f. *dalecarlica*, 2. f. *bircalensis*, 3. f. *lobulata* und 4. deren *typica*-Teil, 5. f. *sublobulata*; 6. *B. pubescens* f. *urticifolia*.
Orig.

der Tat das ganze grüne Blatt in ihren Kreis einbezogen. Und noch mehr: sie treten in mehr oder minder deutlicher Ausprägung auch beim funktionell umgebildeten Blatt zutage. So kann man bei den Knospenschuppen eine ganz ähnliche primäre Schrumpfung, Verschmälerung wahrnehmen, der zufolge offenbar auch die Knospen bei den schlitzblättrigen Formen zarter und schlanker gebaut sind. Ganz besonders tritt diese Eigenschaft neben den extremen Schlitzblattformen der Erle bei der Pirkkala-Birke und zumal bei der *dalecarlica*-Form von *Betula verrucosa* in Erscheinung (vgl. z. B. Gunnarsson op. c., p. 101).

Man kann noch weiter gehen: auch bei den Deckschuppen der weiblichen Infloreszenzen zeigt sich diese mit der Schlitzblättrigkeit verbundene Verschmälerungstendenz (Abb. 11). Es lässt sich nämlich bei der Birke feststellen, dass, um einen je stärker geteilten Typ es sich handelt, desto schmäler und zarter gebaut ist diese vom Stützblatt und den zwei Vorblättern gebildete Schuppe. Ausser bei *Betula verrucosa* f. *dalecarlica* (1) und f. *bircalensis* (2) kann diese Erscheinung auf der Abbildung auch bei den Figuren 3 und 4 wahrgenommen werden, die also *lobulata*- und *typica*-Komponenten von ein und demselben Baum repräsentieren. Die Deckschuppe der f. *sublobulata* (5) hinwieder fügt sich etwa mittelwegs zwischen diesen beiden ein. Derselbe zarte Bau scheint ferner auch *B. pubescens* f. *urticifolia* eigen zu sein, und auch Jahn (1932, p. 70) hat auf die »Neigung zur Verschmälerung und Bil-

dung von Einschnitten» bei der Deckschuppe dieser Form hingewiesen. Doch auch an Hand der von ihm wiedergegebenen Zeichnung (Taf. 2, Fig. 2 c) ebenso wie der hier beigefügten Figur 6 wäre es eher wohl richtiger, statt von jener »Bildung von Einschnitten» von einer die Nesselblattform kennzeichnenden und beim grünen Laubblatt so deutlich ausgeprägten Runzligkeit zu reden.

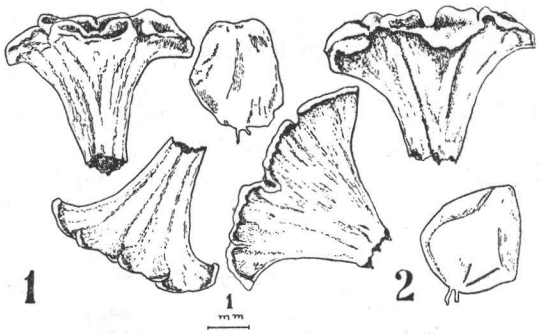


Abb. 12. Frucht und mittlere Deckschuppe von *Alnus incana* f. *pinnatipartita* (1) und f. *typica* (2). Orig.

Auch bei der Deckschuppe der Erle zeigt sich derselbe Verschmälerungsvorgang, obwohl nicht so deutlich wie bei der Birke (Abb. 12). Wie bei dieser, ist zumal die Basis der aus dem Stützblatt nebst vier Vorblättern gebildete Deckschuppe bei den extrem schlitzblättrigen Formen verschmälert.

Und nicht nur bei den Deckschuppen, sondern wahrscheinlich auch bei den Früchten lassen sich einschlägige Umwandlungserscheinungen nachspüren (Abb. 11 und 12). Vor allem tritt diese Hand in Hand mit der Schlitzblättrigkeit zunehmende Verschmälerung bei den mit durchscheinenden Flügelsäumen versehenen Früchten der Birke zum Vorschein, während sie bei den zwar entsprechend gebauten, aber vollständig verholzten Früchten der Erle nicht ebenso leicht zu erfassen ist. Sie ist ausser für die verschiedenen schlitzblättrigen Formen von *Betula verrucosa*— namentlich kommt auch hier wieder vor allem die *dalecarlica*-Form in Betracht (vgl. auch Schneider 1904, p. 57; Gunnarsson 1925, Taf. 1, Fig. 8—11) — typisch auch für *B. pubescens* f. *urticifolia* (Gunnarsson op. c., Taf. 2, Fig. 13), die u. a. gerade wegen der sonst für *B. pubescens* befremdend schmalen Frucht und anderseits wegen der mehr oder minder vollständigen Verkümmerung des Flügelsaumes lange für eine selbständige Art gehalten wurde, bis Beissner (1900, p. 256) an einem Rückschlag in den Typ von *pubescens* an einer *urticifolia* konstatierte, dass es sich lediglich um die schlitzblättrige Form der genannten Art handelte, was übrigens zuvor schon Regel (1866, p. 24) angenommen hatte. Bei den übrigen in Frage stehenden Birkenformen kann eine ähnliche Rückbildung der Flügelsäume dagegen nicht wahrgenommen werden.

Analog wie es bei den Knospen gefunden wurde, drückt jener Verschmälerungsvorgang sein Gepräge auch auf den weiblichen Blütenstand im ganzen. Vor allem bei den länglichen Blütenzapfen

der Birke tritt diese Erscheinung deutlich zutage, weniger ausgeprägt dagegen bei den gedrungeneren Zapfen der Erle.

Tabelle 3. Der Antherenschwund bei den verschiedenen Schlitzblattformen der Erle und Birke. — Für *Alnus incana* f. *sublobulata* und *Betula verrucosa* f. *subbircalensis* sind in der Tabelle keine Werte angeführt, weil von diesen Formen keine männlichen Blütenstände erhalten werden konnten.

Blattyp	Anzahl der untersuchten Dichasien St.	Schwund der Antherenhälften, %			Blattflächenschrumpfung %
		Vollständig rückgebildet	Zurückgeblieben	Zus.	
Alnus incana					
I f *typica*	—	—	—	—	—
II f. *sublobulata*	10	17.6	9.2	26.8	14
III f. *lobulata*	13	26.5	5.6	32.1	28
IV f. *sublaciniata*	—	—	—	—	43
V f. *laciniata*	16	52.0	13.6	65.6	57
VI f. *pinnatipartita*	15	75.0	6.3	81.3	71
Betula verrucosa					
I f. *typica*	—	—	—	—	—
II f. *sublobulata*	11	2.4	9.5	11.9	8
III f. *lobulata*	11	24.2	19.7	43.9	17
IV f. *subbircalensis*	—	—	—	—	25
V f. *bircalensis*	25	36.0	29.0	65.0	34
VI f. *dalecarlica*	10	100.0	—	100.0	42
B. pubescens					
f. *urticifolia*	6	1.5	15.3	16.8	20

Geht man sodann zu den männlichen Blütenständen über, so gilt für sie prinzipiell offenbar dasselbe, doch nicht mehr so viel in bezug auf die kleinen und zarten, schuppenförmigen Stütz- und Vorblätter und die entsprechend ausgebildeten Perianthblätter als vielmehr in bezug auf die Staubblätter selbst. Schon die Pollenernte fiel bei den verschiedenen schlitzblättrigen Erlen- und Birkenformen, auch wenn man von der durch die herabgesetzte Fertilität selbst verursachte Knappheit absah, unerwartet schwach aus. Eine nähere Untersuchung des Sachverhalts ergab, dass die Staubblätter bei den verschiedenen Formen in verschiedenem Grade rückgebildet waren (Abb. 13). Es ist aber von dieser Rückbildung nicht immer das ganze Androzeum gleichmässig, nicht einmal das einzelne Staubblatt in seiner Gänze betroffen worden, sondern oft nur die eine von den beiden Antherenhälften. Wie aus Tab. 3 zu ersehen ist, besteht jedoch zwischen dieser Verkümmerungserscheinung und der mit der Schlitzblättrigkeit zunehmenden Verkleinerung der Blattfläche ein deutlicher Zusammenhang.

Obwohl die Staubblattwerte und die Blattflächenverkleinerung an sich

wohl nicht einen direkten Vergleich erlauben, so tritt in den Zahlenreihen trotz des verhältnismässig knappen Materials immerhin eine recht grosse Übereinstimmung zutage, und zwar, wie so oft bisher, sowohl bei der Erle als bei der Birke vornehmlich bei den Gliedern I—V der besprochenen Umwandlungsreihen, während sich der Blattyp VI abermals schärfer von den anderen abhebt. Bei der Erle decken sich die Prozentwerte des vollständigen Schwundes der einen Antherenhälfte und die der Blattflächenverkleinerung fast gänzlich, indem die Summe der ersteren und der Verkümmerten nur etwas höher als die entsprechenden Blattschrumpfungswerte liegt, während der Unterschied bei *Betula verrucosa* oft schon ein zweifacher ist. Eine Ausnahme von der Regel bildet abermals *B. pubescens* f. *urticifolia*, bei welcherdie Schrumpfungswerte im Gegenteil über den entsprechenden Werten für den Antherenschwund liegen. Anderseits repräsentiert die *dalecarlica*-Form von *B. verrucosa* das entgegengesetzte Extrem, denn in den seltenen Fällen, wo es bei ihr zur Bildung von männlichen Blütenständen kommt, verkümmern diese antherenlosen Gebilde (Abb. 13: 2 a) oft schon im Laufe der Vegetationsperiode und fallen ab. Dies hat denn auch dazu geführt, dass die Individuen der besagten Form stets ausschliesslich weibliche Blüten tragend, m. a. W. scheinbar monözisch vorgefunden worden sind.

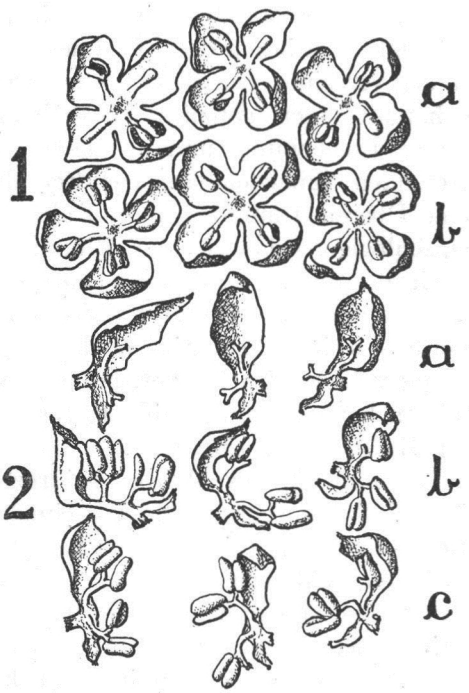


Abb. 13. Männliche Blüten einiger schlitzblättrigen Erlen- und Birkenformen mit ihren mehr oder minder verkümmerten Staubblättern. — 1. *Alnus incana* (a f. *laciniata*, b f. *lobulata*), 2. *Betula verrucosa* (a f. *dalecarlica*, b f. *bircalensis*, c f. *lobulata*).
Orig.

Aus dem geschilderten Antherenschwund folgt auch, dass sich die Pollenknappheit am empfindlichsten gerade bei den Birkenformen geltend macht, deren Blüten ja in Wirklichkeit nur halb so viele Staubblätter wie die Erle, d. h. statt der scheinbaren vier nur zwei gespaltene, besitzen. Handelt es sich bei den Staubblättern um dieselbe primäre Schrumpfungserscheinung wie beim grünen Laubblatt, so kann gedacht werden, dass sie aus diesem Grunde entsprechend kräftiger bei den in geringerer Zahl vorhandenen Staubblatteilen der Birke als bei der Erle zur Auswirkung

käme. Anderseits lässt aber das behandelte Material auf keinerlei Regelmässigkeit in bezug darauf schliessen, welche Anthere oder Antherenhälfte in den verschiedenen Blüten je eines Dichasiums jeweils in der Entwicklung gehemmt oder gänzlich rückgebildet wird. Doch besteht zwischen dieser Erscheinung und der beim entfalteten Laubblatt zum Vorschein tretenden »ungleichmässigen» Zellschrumpfung dennoch gewissermassen eine Übereinstimmung, die nur als ein Hinweis darauf zu deuten ist, dass einschlägige, schon in der Blütenanlage wirkende Wachstumsstörungen auch hier die Ursache dieser »unregelmässigen» Erscheinung sein könnten. Und da auch die generativen Zellen aus den subepidermalen Zellschichten der Staub- bzw. Fruchtblätter hervorgehen, erstreckt sich die Übereinstimmung vollends bis hierher, indem sich ja die Schrumpfung und das Aufreissen beim grünen Laubblatt gerade in den der Epidermis untergelagerten Zellschichten abspielen.

Da nun die sowohl beim Andrözeum als beim Gynäzeum wahrnehmbare Verkümmerungs- und Verschmälerungserscheinung bei den fraglichen Erlen- und Birkenformen offenbare Schwächung der Fertilität verursacht, so ist es recht wahrscheinlich, dass wir eben in diesem Vorgang jene Zunahme der Sterilität, also eine Kräftigung jener Eigenschaft zu erblicken haben, die, wie man weiss, für so manche geschlitztblättrige Form typisch ist. Auch Imai (1930) bemerkt hierüber im Zusammenhang mit der Convolvulazee *Pharbitis*, bei der die Individuen mit extremer Verschmälerung und Zerschlitzung der Blattspreite bereits völlig steril aufgetreten sind, und ähnliche Störungen (herabgesetzte ♀-Fertilität und sogar völlige ♂-Sterilität) sind u. a. von entsprechenden Formen des Löwenmauls, *Antirrhinum majus*, bekannt (vgl. z. B. Elisabeth Schiemann 1941). Bei den Umwandlungsreihen sowohl der Erle als der Birke hat sich dieser Vorgang indessen offenbar erst in seinen Anfängen befunden, doch so, dass die Blütenbildung bei der Erle schwächer als bei den entsprechenden Formen der Birke gewesen ist, wie im Falle einer kräftigeren Rückbildung auch durchaus zu erwarten ist.

Abgesehen davon, dass jener sowohl bei den grünen Laubblättern als bei den funktionell mehr oder minder stark metamorphosierten Blättern der Erle und Birke wahrnehmbare Verkümmerungsvorgang sein Gepräge auf die morphologischen Eigenschaften des Blattes drückt, können seine Auswirkungen alleweil auch von physiologischer Art sein und zu Erscheinungen führen, die Abweichungen vom normalen Lebenslauf der betreffenden Organe herbeiführen. Demzufolge kann die Auseinanderhaltung jener primären und sekundären Prozesse Schwierigkeiten bereiten. Vor allem kann gerade die Reduktion der assimilierenden Fläche bei den grünen Laubblättern durch die veränderte Assimilations- und Stoffwechseltätigkeit zu physiologisch leicht verständlichen Folgeerscheinungen führen, denen auch die zunehmende Sterilität wenigstens zum

Teil zugezählt werden könnte. Auch das träge Wachstum der in Frage stehenden Formen ist allgemein auf die beeinträchtigte Assimilationstätigkeit zurückgeführt worden (Elfving 1913, p. 22), desgleichen ihr meist schwächeres Gedeihen. Dieselbe Erscheinung ergibt sich gewissermassen auch bei den jetzt vorliegenden Elternbäumen, indem wenigstens die stärker schlitzblättrigen Formen der Erle ein unzweideutig trägeres Wachstum als die entsprechenden Birkenformen an den Tag gelegt haben[1]. Auch jener zarte und schlanke Bau des Sprosses und des gesamten Geästs sowie die dadurch bedingte Neigung zur Ausbildung von Hängeformen, wie sie für die schlitzblättrigsten Erlen- (Norrlin 1871, p. 151) und Birkenformen (Gunnarsson 1925, p. 101) kennzeichnend ist, könnte als eine einschlägige Eigenschaft anzusprechen sein. Hesselman (1911, p. 182) erwähnt bei Rede von *Fagus silvatica* f. *asplenifolia*, dass der Holzteil bei dieser Form schwächer entwickelt, die Gefässe weniger zahlreich und überhaupt der Spross zarter gebaut ist als bei der normalblättrigen Buche. Eine nähere anatomische Untersuchung gibt zur Hand, dass dies möglicherweise wenigstens auch für die extrem schlitzblättrigen Erlenformen zutrifft (Abb. 14). Wie bei den Blättern, lässt sich dieser Vergleich abermals am sichersten an denjenigen Stellen durchführen, wo die beiden Hälften je ihre Komponente in der Umwandlungsreihe repräsentieren. Betrachtet man einen solchen periklinären, aus den Komponenten *sublobulata* und *laciniata* aufgebauten Erlentrieb im Querschnitt, so stellt es sich heraus, dass sich die schwächere Ausbildung der *laciniata*-Komponente offenbar nicht einzig auf das Xylem beschränkt — die Unterschiede sind allerdings hier keineswegs bedeutend —, sondern sich auch auf die anderen Gewebe, darunter die Rinde, erstreckt. Auch der Kambiumring zeigt im Bereich des *laciniata*-Teiles

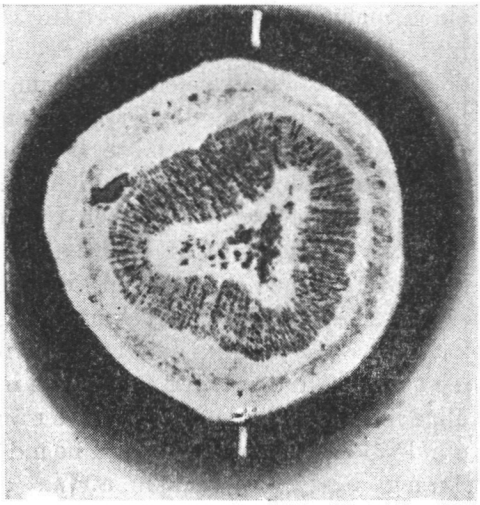


Abb. 14. Querschnitt durch eine sektorial aus den Komponenten *sublobulata* (links) und *laciniata* (rechts) aufgebauten Sprossachse von *Alnus incana*. — Mikrophotographie, 35/1. Aufn. S. S—i.

[1] Da über das Alter der für die Kreuzungen verwendeten Bäume keine sichere Kunde vorliegt, kann ein Vergleich der in ihrer Wachstumsgeschwindigkeit auftretenden Unterschiede nicht unternommen werden. Nur auf Grund der Höhe einiger offenbar gleichzeitig gepflanzter Repräsentanten der Erlenklone *sublobulata*—*laciniata* liessen sich möglicherweise diesbezügliche Schlüsse ziehen, indem die nahe beieinander aufgewachsenen Vaterbäume Nr. *9* (f. *sublobulata)* 7 m, Nr. *8* (f. *lobulata*) 6.5 m und Nr. *7* (f. *laciniata)* nur 5 m hoch gefunden wurden.

einen mehr geschlängelten Verlauf als auf der normaleren Seite des Triebes. Diese anatomischen Unterschiede treten indessen selbst noch bei der Erle, also bei derjenigen Form, die im vorliegenden Falle den weitesten Grad der Reduktion repräsentiert, dermassen schwach zum Vorschein, dass z. B. die exakte Bestimmung der Grenze zwischen den beiden Komponenten nicht möglich ist. Zellenmessungen führen gleichfalls nicht zum Nachweis grösserer Unterschiede. Doch lässt die Wiederkehr der beim einschlägig aufgebauten Blatt hervortretenden Verhältnisse auch beim Sprossquerschnitt wohl vermuten, dass man es auch hier mit derselben, sich in einer Verschmälerung äussernden Reduktionserscheinung zu tun hat. Demnach wäre nicht nur das Blatt, sondern in der Tat die ganze Pflanze von der, die obengeschilderten Veränderungen bei der Erle und Birke hervorrufenden Schrumpfungserscheinung betroffen, m. a. W., es wären sämtliche Teile der Pflanze im Verhältnis zu ihrer Länge einer Verschmälerung unterworfen.

Die vielfältigen Veränderungen, die, wie wir sahen, bei zunehmender Schlitzblättrigkeit immer mehr an Deutlichkeit gwinnen bzw. sich Hand in Hand mit ihr verwischen, und zwar nicht nur bei den einzelnen Baumindividuen, sondern auch bei deren verschiedenen Rückschlagskomponenten, wären also entweder direkt oder indirekt als Folgen lediglich ein und derselben Reduktionserscheinung aufzufassen, die sukzessiv auf den Normalzustand zurückschlägt. Auf ihrer Intensität beruhten demnach der Verschmälerungs- und Zerschlitzungsgrad der Blattspreite wie auch die immer klarer hervortretende Eigenart im Verlauf der Blattnerven. Ebenso führte sie bei funktionell veränderten Blättern, wie bei den Knospen- und Kätzchenschuppen, zu einer immer grösseren Zartheit des Baus, ja durch ihre besondere Einwirkung auf die Staub- und Fruchtblätter auch zu zunehmender Sterilität. Und entweder direkt oder indirekt, wäre sie die Ursache vieler leicht verständlicher Wandlungen sowohl im Habitus als in den Wachstumsverhältnissen sowie im Gedeihen der von ihr betroffenen Bäume. Gleichzeitig wäre zu sehen, dass diese Verkümmerungserscheinung auch in systematischer Hinsicht wichtigen Pflanzenteilen ihr Gepräge aufdrückt, indem sie z. B. das Verhältnis von Blattlänge zu Blattbreite, die Zähnung des Blattrandes, die Form der Deckschuppen und Früchte, den Bau der Knospe und des Sprosses, u. a. m., verändernd beeinflusst. Wenn wir im folgenden dazu übergehen, die Erblichkeitsverhältnisse dieser vielen verschiedenen Eigenschaften in der ersten Filialgeneration einer näheren Betrachtung zu unterziehen, so können einstweilen hauptsächlich nur solche Eigenschaften von Spross, Knospe und Blatt berücksichtigt werden, die bei den vorläufig erst im Keimpflanzenstadium befindlichen Bäumen hervortreten.

Die Schlitzblättrigkeit im Lichte der Kreuzungsergebnisse.

Was erweisen die Eigenschaften der Kreuzungsnachkommen?

Die verschiedenen Ergebnisse, die neben der Naturbestäubung durch künstliche Bestäubung der als Versuchsobjekte gewählten Erlen- und Birkenindividuen mit eigenem oder fremdem, von verschiedenen Formen angehörenden Vaterbäumen stammendem Pollen gewonnen wurden, sind in den Tabellen 4 und 5 zusammengestellt. Vor allem wegen der schwachen Fertilität der betreffenden schlitzblättrigen Formen sowie der dadurch bedingten Pollenknappheit haben diese Kreuzungen weitaus nicht in dem geplanten und nicht einmal in dem erforderlichen Umfang durchgeführt werden können. Ihre ursprüngliche Zahl wird durch die in den Tabellen angegebenen Mengen der bestäubten weiblichen Infloreszenzen zum Ausdruck gebracht, diese vermögen aber nicht z. B. die Anzahl der tatsächlich gelungenen Bestäubungen anzugeben, weil die Erle und auch die Birke parthenokarpische Bäume sind, d. h. bei ihnen bei ausbleibender Befruchtung die Blüten nicht abfallen, sondern sich zur tauben Frucht entwickeln (vgl. z. B. H u m m e l 1930, p. 370). Diese Parthenokarpie tritt uns ausserordentlich überzeugend auch auf denjenigen Zeilen der Tabellen entgegen, die die Verhältnisse bei den unbestäubt gelassenen Infloreszenzen darstellen. Da die aus diesen sowohl geöffneten als völlig geschlossenen Isolationstüten erhaltenen, der Kontrolle halber unbestäubt belassenen Früchte sämtlich leer und keimungsunfähig gewesen sind (vgl. S. 8), sind die diesbezüglichen Ergebnisse in der Tabelle nicht getrennt aufgeführt worden. Die Zahlen geben zur Hand, dass wenigstens bei der Erle die Isolation zu guter Zeit erfolgt ist, sowie anderseits, dass das verwendete Kreuzungsverfahren jedenfalls alle grösseren Möglichkeiten zu unerwünschter Fremdbestäubung ausgeschlossen hat. Dagegen vermögen die Resultate in bezug auf die Birke nichts anderes zu besagen, als dass der richtige Zeitpunkt der Isolation anscheinend verpasst worden ist, da sowohl aus den geöffneten als auch aus den geschlossenen Isolationstüten keimungsfähige Früchte erhalten wurden. Darum können auch die Ergebnisse bei der Birke keinen ebenso grossen Anspruch auf Exaktheit machen, wie bei der Erle.

Aus den Tabellen ist ferner zu ersehen, dass die Keimungsprozente zumal an dem Teil der aus den künstlichen Kreuzungen hervorgegangenen Früchte ziemlich niedrig geblieben sind. Da sich die Zahlen nicht auf Keimungsversuche im Laboratorium, sondern lediglich auf die Ergebnisse der im ersten Sommer durchgeführten Kastensaaten gründen, können die Werte auch hierdurch niedriger ausgefallen sein. Dieser letztgenannte Umstand erklärt vielleicht auch die abweichend geringen Keimungswerte der Naturbestäubungen.

Ausser der verspäteten bzw. zu frühen Durchführung der Bestäubun-

Tabelle 4. Ergebnisse der Erlenkreuzungen.

Nr.	Nr. und Art der Kreuzung	Nr. des Vaterbaumes	Anzahl der weiblichen Infloreszenzen	Keimungsprozent des Früchte	Keimlinge: Sterblichkeit	Keimlinge: Anzahl	Prozentische Verteilung der Keimlinge auf die verschiedenen Blattypen: I	II	III	IV	V
					%						
	Alnus incana f. *typica* (Nr. *1*)										
1	Naturbestäubung	?	—	11.1	32.0	28	100	—	—	—	—
2	Unbestäubt	—	13	0.0	—	—	—	—	—	—	—
3	Selbstbestäubung	*1*	22	0.0	—	—	—	—	—	—	—
4	*A. i.* f. *laciniata*	*2*	62	0.7	39.5	8	100	—	—	—	—
5	» f. *pinnatipartita*	*4*	8	2.6	36.6	4	100	—	—	—	—
6	» f. *lobulata*	*8*	176	2.6	48.4	71	100	—	—	—	—
7	» f. *sublobulata*	*9*	182	0.8	22.3	34	100	—	—	—	—
	Alnus incana f. *laciniata* (Nr. *2*)										
1	Naturbestäubung	?	—	1.0	24.2	17	100	—	—	—	—
2	Unbestäubt	—	26	0.0	—	—	—	—	—	—	—
3	Selbstbestäubung	*2 & 3*	173+22	0.0	—	—	—	—	—	—	—
4	*A. i.* f. *typica*	*1*	230	6.0	40.5	247	100	—	—	—	—
5	» f. *laciniata*	*5*	272	3.5	63.6	104	—	—	—	—	100
6	» f. *pinnatipartita*	*4*	46	4.5	74.5	16	—	—	—	—	100
7	» f. *laciniata*	*6*	58	1.6	50.0	14	—	7.2	21.4	21.4	50.0
8	» f. *laciniata*	*7*	44	0.6	50.0	4	—	—	50.0	25.0	25.0
9	» f. *sublobulata*	*9*	141	2.6	53.2	88	—	58.0	6.8	21.6	13.6
10	» f. *lobulata*	*8*	122	2.1	44.3	43	—	20.9	34.9	16.3	27.9
	Alnus incana f. *laciniata* (Nr. *3*)										
1	Naturbestäubung	?	—	1.6	25.0	8	100	—	—	—	—
2	Unbestäubt	—	29	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Selbstbestäubung	*2 & 3*	51+45	—	—	—	—	—	—	—	—
4	*A. i.* f. *typica*	*1*	127	4.5	50.8	87	100	—	—	—	—
5	» f. *laciniata*	*5*	19	1.0	30.7	4	—	—	—	—	100
10	» f. *lobulata*	*8*	49	3.2	36.1	30	—	20.0	43.4	13.3	23.3

gen sind am wahrscheinlichsten die Isolations- und Bestäubungsmethoden selbst schuld an der schwachen Keimfähigkeit der künstlichen Kreuzungen gewesen. Die durch die früh begonnene und lange andauernde Lagerung herabgesetzte Keimfähigkeit des Pollens hat als eine solche Ursache zu gelten. Wie wir sahen, hat sich diese Zeit bei der Erle durch den Zwang der Verhältnisse auf 12—16 Tage und bei der Birke auf 17—21 Tage oder also auf zwei bis drei Wochen ausgedehnt. Wie u. a. gerade in bezug auf die Keimfähigkeit des für die vorliegenden Kreuzungen verwendeten Pollens schon in einem früheren Zusammenhang (Saarnijoki 1941, p. 13) hervorgegangen ist, wären nach einem derart langen Lagern als Gewähr für ein sichereres Gelingen der Befruchtung schon bedeutend grössere Pollenmengen nötig als diejenigen, die für die vorliegenden Versuche zur Verfügung standen. Auch die bei diesen frühblühenden Holzarten innerhalb der Isolationstüten herrschenden abweichenden Verhältnisse können sicherlich nicht ohne einen nachteiligen Einfluss auf die Befruchtung selbst geblieben sein. Indem die Zeit der Isolation bei der Erle 39—41 Tage und bei der unter den später schon günstigeren

Tabelle 5. Ergebnisse der Birkenkreuzungen.

Nr. und Art der Kreuzung	Nr. des Vaterbaumes	Anzahl der weiblichen Inflorescenzen	Keimungsprozent der Früchte	Keimlinge: Sterblichkeit	Keimlinge: Anzahl	Prozentische Verteilung der Keimlinge auf die verschiedenen Blattypen: I	II	III	IV	V
				%						
Betula verrucosa f. *typica* (Nr. *1*)										
1 Naturbestäubung	?	—	9.2	36.4	16	100	—	—	—	—
2 Unbestäubt	—	13	0.1	75.0	1	100	—	—	—	—
3 Selbstbestäubung	*1*	24	—	—	—	—	—	—	—	—
4 *B. v.* f. *bircalensis*	*2*	12	0.7	45.6	14	100	—	—	—	—
5 » f. *lobulata*	*4*	4	1.9	22.3	19	100	—	—	—	—
6 » f. *sublobulata*	*3*	5	2.4	28.8	24	100	—	—	—	—
Betula verrucosa f. *bircalensis* (Nr. *2*)										
1 Naturbestäubung	?	—	15.3	76·6	36	64.0	11.1	13.9	5.5	5.5
2 Unbestäubt	—	—	—	50.0	2	50.0	—	—	50.0	—
3 Selbstbestäubung	*2*	11	0.6	70·0	6	33.3	50.0	16.7	—	—
4 *B. v.* f. *typica*	*1*	12	2.3	26.2	62	100	—	—	—	—
5 » f. *lobulata*	*4*	25	2.9	34.1	145	49.7	7.6	20.0	11.7	11.0
6 » f. *typica*		23	3.2	60.0	89	44.9	21.3	13.5	12.4	7.9
7 » f. *sublobulata*	*3*	18	2.0	14.4	95	61.1	14.7	11.6	10.5	2.1
8 *B. p.* f. *urticifolia*	*5*	23	0.3	43.2	12	41.7	41.7	16.6	—	—
Betula verrucosa f. *sublobulata* (Nr. *3*)										
1 Naturbestäubung	?	—	43.5	11.8	45	82.2	17.8	—	—	—
2 Unbestäubt	—	6	—	—	1	100	—	—	—	—
3 Selbstbestäubung	*3*	11	0.6	50.0	2	100	—	—	—	—
4 *B. v.* f. *typica*	*1*	23	1.1	57.8	32	100	—	—	—	—
5 » f. *bircalensis*	*2*	10	3.5	46.9	61	70.5	8.2	11.5	8.2	1.6
6 » f. *lobulata*	*4*	31	1.0	36.4	61	85.3	9.8	4.9	—	—
7 » f. *typica*		7	2.5	61.5	20	85.0	10.0	5.0	—	—
8 *B. p.* f. *urticifolia*	*5*	11	0.4	50.0	7	57.1	28.6	14.3	—	—

Bedingungen raschblütigen Birke 18 Tage betrug, entwickelten die in den Isolationstüten eingeschlossenen Sprossteile an sonnigen Tagen infolge des Wärmeschutzes ein intensifiertes Wachstum, so dass sie, als die Tüten abgenommen wurden, z. B. bei der Erle oft schon beinahe im vollen Laub standen, während die übrigen Teile des Geästs erst im beginnenden Ausschlagen begriffen waren.

Da nun die Keimungsprozente durch die Einwirkung mannigfacher störender Faktoren sehr niedrig ausgefallen sind, lassen diese Werte auch keine Schlüsse darüber zu, ob eine ähnliche Fertilitätsschwächung, wie sie in bezug auf die männlichen Blüten gefunden wurde, bei den in Frage stehenden schlitzblättrigen Erlen- und Birkenformen auch hinsichtlich der weiblichen Blüten zu konstatieren sei [1]. Auch aus den auf die Naturbestäubungen bezüglichen Werten ist dieser Umstand nicht zu ersehen, denn auch dort haben manche zufällige Faktoren, u. a. bei der Bestäubung und der Keimung, störend mitgespielt.

[1] Wenigstens bei den reziproken Erlenkreuzungen *typica* (Nr. *1*) × *laciniata* (Nr. *2*) und *laciniata* (Nr. *2*) × *laciniata* (Nr. *3*) und den einschlägigen Birkenkreuzungen *typica* (Nr. *1*) × *bircalensis* (Nr. *2*) und *sublobulata* (Nr. *3*) × *bircalensis* (Nr. *2*) kann Derartiges nicht wahrgenommen werden.

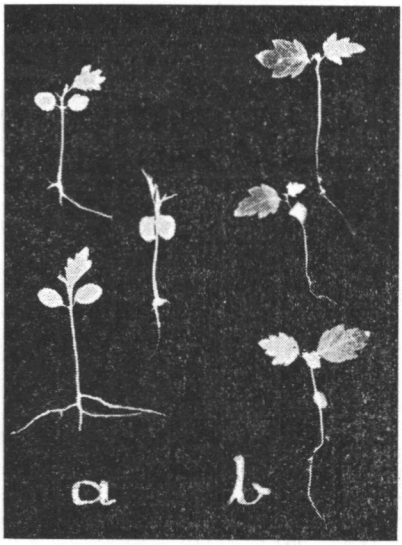


Abb. 15. Verschiedene Blattformen vertretende Samenkeimlinge von *Alnus incana* (a) und *Betula verrucosa* (b). — Selbstdrucke, nat. Gr. Aufn. S. S—i.

Demgegenüber geht aus der Tabelle 4 klar und eindeutig hervor, dass Selbstbestäubung bei der Erle stets zu tauben Früchten führt. Dieser Befund erweist überzeugend, dass wenigstens die hier in Frage stehenden Erlenindividuen selbststeril gewesen sind. Weiter bemerkt man, dass das Ergebnis bei den Mutterbäumen der *laciniata*-Form auch dann negativ war, wenn die weiblichen Blüten mit Pollen des anderen, aber seinem Ursprung nach identischen Individuums aus dem Botanischen Garten der Universität bestäubt wurden. Diese Tatsache kann wohl nicht anders gedeutet werden, als dass die Angaben über den Ursprung dieser Bäume stimmen. Dagegen kann in betreff der Birke wegen der verspäteten Isolation nichts Sicheres über die Selbststerilität ausgesagt werden, wenngleich die Ergebnisse bei den in Frage stehenden Baumindividuen (Tab. 5) wohl nach derselben Richtung deuten.

Aus den Tabellen geht ferner hervor, dass die verschiedenen ausgesäten Fruchtportionen je nach der Art der Bestäubung in bezug auf die Schlitzblättrigkeit verschiedentypige Nachkommen geliefert haben. Die diesbezüglichen Unterschiede treten oft schon beim ganz jungen Keimling klar zutage (Abb. 15). Zwar ist die Form der Keimblätter keinen besonders grossen Schwankungen unterworfen, doch verspürt man eine gewisse Tendenz zu ihrer Verschmälerung, auch ist zumal bei den Erlenkeimlingen die Herzform der Keimblattbasis weniger deutlich ausgeprägt (vgl. Abb. 15 a). Dagegen weisen schon die ersten Primordialblätter in bezug auf die Teilung des Blattrandes bei den verschiedenen Keimlingen Unterschiede auf.

Die geringe Grösse der Keimlinge sowie die Kleinheit und spärliche Zahl ihrer Blätter bewirken es jedoch, dass eine genaue Gruppierung der Keimlinge wenigstens auf Grund dieser Merkmale während der ersten Vegetationsperiode noch nicht durchführbar ist. Viel besser gestalten sich die Voraussetzungen schon am Ende des dritten Sommers, als im vorliegenden Falle die erste Analyse unternommen werden konnte und wenn die Keimlinge schon typische Lang- und Kurztriebe tragen, doch

ist eine völlig exakte Gruppierung zumal bei gelinderer Schlitzblättrigkeit auch dann noch mit Schwierigkeiten verbunden.

Wie man aus den Tabellen und insbesondere aus Abb. 16 ersehen kann, ordnen sich die aus den verschiedenen Kreuzungen hervorgegangenen dreijährigen Erlen- und Birkenkeimlinge zu ganz ähnlichen Umwandlungsreihen von stärkster Schlitzblättrigkeit bis zur normalen Blattform an, wie sie bei einigen von den Elternbäumen vorgefunden wurden. Und wie man sieht, gilt dies nicht nur für die Kreuzungen von *Alnus incana* (1) und *Betula verrucosa* (2), sondern auch für die Naturbestäubungsprodukte von *B. pubescens* f. *urticifolia* (3) sowie die aus den künstlichen Kreuzungen der letzteren und der *B. verrucosa*-Formen (4) hervorgegangenen Keimlinge.

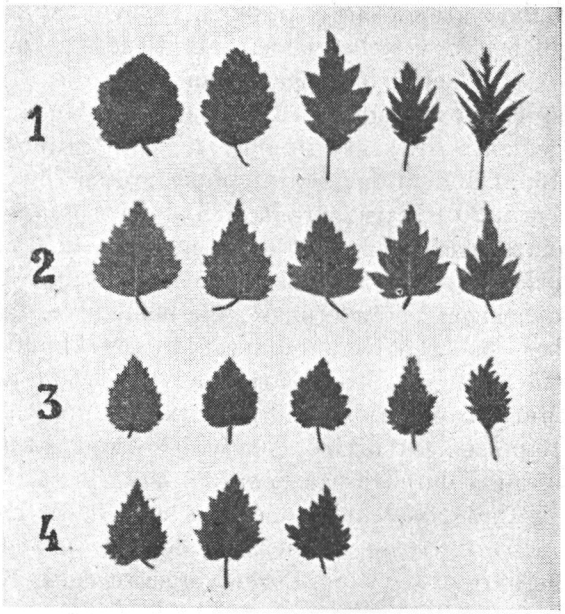


Abb. 16. Blattypenreihen der Nachkommen verschiedener Erlen- und Birkenkreuzungen. — 1. *Alnus incana*, 2. *Betula verrucosa*, 3. *B. pubescens*, 4. *B. verrucosa (typica — bircalensis*-Klone*)* × *B. pubescens* f. *urticifolia*. (1, 2 und 4 künstl. Kreuzungen, 3 Naturbestäubung.) — 1/2.
Aufn. S. S—i.

Die aus den Kreuzungen der verschiedenen Erlenformen hervorgegangenen Keimlinge lassen sich also, wie man sieht, genau nach den bei den Elternbäumen unterschiedenen Blattypen I—V gruppieren, und zwar treten bei den Blättern der verschiedenen Typen neben der Teilung des Blattrandes gerade dieselben Eigenschaften in Erscheinung, die auch bereits von den Elternbäumen erwähnt wurden: Verschmälerung sowohl des ganzen Blattes als auch seiner Spitze und Basis, geschwächte Zähnung des Blattrandes und Veränderungen im Verlauf der Blattnerven.

Für *Betula verrucosa* gilt Ähnliches. Und wie das bei den Elternbäumen der Fall war, so treten die besagten Eigenschaften auch bei den Keimlingen der Birke schwächer als bei der entsprechenden Umwandlungsreihe der Erle in Erscheinung.

Auch die durch Naturbestäubung hervorgegangenen Keimlinge der *urticifolia*-Form von *Betula pubescens* scheinen eine ähnliche Umwandlungs-

reihe zu repräsentieren, deren Glieder sich ebenfalls auf fünf verschiedene Blattypen verteilen lassen. Im Gegensatz zu Jahn (1932, p. 70), der als extrem schlitzblättrige Form noch die *asplenifolia*-Form anführt, entsprechen diejenigen Keimlinge, bei denen die Blatteilung am weitesten gediehen ist, genau ihrem *urticifolia*-Mutterbaum (vgl. z. B. Abb. 4: 7 und 16: 3). Indem das Schrumpfungsprozent der Blattspreite bei der *urticifolia*-Form 20.4 betrug, ergibt sich als durchschnittliche Differenz zwischen den einzelnen Typen 4.1, woraus man für die Typen II—V die Schrumpfungsprozente 4, 8, 16 und 20 errechnen kann. Und weiter geht hervor, dass diejenigen Veränderungen, die bei den vorhergehenden Arten fest mit den besprochenen Umwandlungsreihen verknüpft erscheinen, auch bei den am stärksten geteilten Blattypen von *Betula pubescens*, allerdings wie beim Mutterbaum bedeutend geschwächt, zum Ausdruck gelangen, wie das von Repräsentanten einer nur halb so weit geführten Schlitzblättrigkeit auch diesmal durchaus zu erwarten ist.

Und schliesslich ordnen sich auch die aus den zwischen den verschiedenen *Betula verrucosa*-Formen und der *urticifolia*-Form von *B. pubescens* durchgeführten Kreuzungen hervorgegangenen Keimlinge zu einer ähnlichen Umwandlungsreihe an. Indem hier die am stärksten geteilten Blattypen das Schrumpfungsprozent 20 aufweisen, entspricht also die Umwandlungsreihe genau derjenigen bei *B. pubescens*. Gruppiert man dagegen die Keimlinge, wie in Tab. 5, nach den Blattypen von *B. verrucosa*, so stellen sich die schlitzblättrigsten von ihnen am nächsten neben f. *lobulata* auf, während die übrigen also lediglich den *sublobulata*- und *typica*-Formen entsprechen. Und ähnlich und ebenso schwach wie in der *B. pubescens*-Reihe oder bei den *sublobulata*- und *lobulata*-Formen von *B. verrucosa* treten auch hier dieselben Eigenschaften zutage, die bei den vorhergehenden Formen fest mit dem in Frage stehenden Umwandlungsprozess verknüpft erscheinen.

Und gleicherweise wie die Blattmerkmale, scheinen auch einige andere, bei den Elternbäumen bereits besprochene Eigenschaften schon bei den dreijährigen Erlen- und Birkenkeimlingen ausgeprägt zu sein. Dieselbe Zartheit im Bau der Knospe, des Sprosses und sogar des Hauptstammes scheint auch hier bei den schlitzblättrigsten Typen der verschiedenen Umwandlungsreihen hervorzutreten; desgleichen hat die Neigung zur Ausbildung von Hängeformen in gleichem Masse zugenommen. Diese letztgenannte Besonderheit kann auch bei den Erlenkeimlingen wahrgenommen werden, indem die Seitenäste bei den schlitzblättrigsten Formen fast waagerecht vom Stamm abstehen.

Auch im Höhenwachstum und Gedeihen der den verschiedenen Blattypen zufallenden Keimlinge sind leicht wahrnehmbare Unterschiede zu verzeichnen gewesen (Abb. 17). Ausser dass die Erlen- und Birkenkeimlinge ein um so trägeres Wachstum entwickelt haben, eine je

stärkere Teilung ihre Blätter aufweisen, lassen sich ihre mittleren Höhen, wie es das Diagramm zeigt, in grossen Zügen, in gewissen Fällen sogar ziemlich genau, den die Blattflächenverkleinerung angebenden Verhältniszahlen an die Seite stellen. Und weiter kann festgestellt werden, dass bei der Erle, bei welcher die Reduktion der assimilierenden Blattfläche den höchsten Betrag erreicht hat, auch die Höhenunterschiede der Keimlinge grösser ausgefallen sind, während sich *Betula pubescens* abermals mit dem letzten Platz zu bescheiden hat.

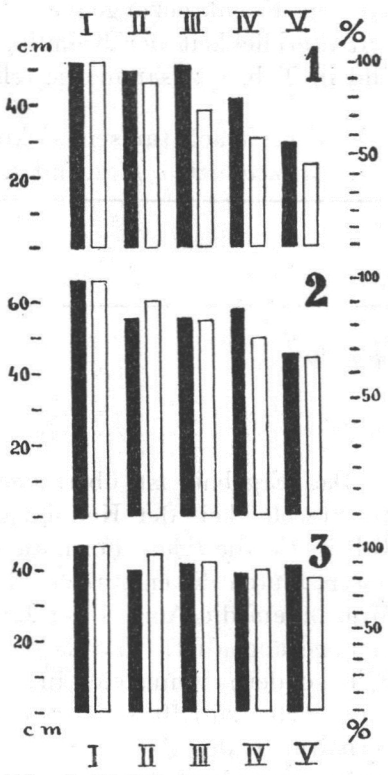


Abb. 17. Verhältnis der mittleren Höhe (schwarz) zu den entsprechenden Blattflächenprozenten (weiss) bei dreijährigen den Blattypen I—V zufallenden Nachkommen von *Alnus incana* (1), *Betula verrucosa* (2) und *B. pubescens* (3).

Der Wachstumsgeschwindigkeit entsprechend hat sich auch das allgemeine Gedeihen der Keimlinge bei den schlitzblättrigsten Formen als am schwächsten erwiesen. So ist die jährliche Sterblichkeit unter den Keimlingen der verschiedenen Kreuzungen in der Regel grösser bei denjenigen Saaten gewesen, die entweder durchgehends oder zum Teil schlitzblättrige Typen repräsentieren, wie das auch schon aus den Tabellen 4 und 5 hervorgeht. Abgesehen davon, dass die durch die Blatteilung zuwegegebrachte Einschränkung der assimilierenden Fläche direkt zu der besagten Erscheinung führte, könnte die grosse Sterblichkeit der geschlitztblättrigen Keimlinge auch durch Schwäche der Knospen herbeigeführt sein, wie Jahn (1933, p. 296) in betreff entsprechendartiger Schlitzblattkeimlinge von *Acer* bemerkt. Auch bei den extrem schlitzblättrigen Formen von Erle und Birke sind die verschmälerten Blätter und Knospenschuppen auch gemeinsam offenbar nicht mehr imstande, den Vegetationspunkt ebenso effektiv wie im normalen Falle zu schützen. Dass aber selbst schon zu recht stattlichen Pflanzen herangewachsene Keimlinge in ihrer Gänze eingehen, so dass z. B. nicht einmal die von der winterlichen Schneedecke geschützten Triebe diesem Schicksal entgehen, kann wohl nur so gedeutet werden, dass es sich mit grösster Wahrscheinlichkeit dennoch nicht so viel um die Auswirkungen eines zarten Knospenbaus als vielmehr um eine allgemeine Konstitutionsschwäche der Keimlinge handelt. — Bei den zwei

ältesten Erlenkreuzungen aus dem Jahre 1937 konnten Höhenzuwachs und Sterblichkeit der Keimlinge jährlich verfolgt werden; die Ergebnisse sind in Tab. 6 zusammengestellt.

Tabelle 6. Wachstumsentwicklung und Sterblichkeit der Keimlinge von *Alnus incana* f. *typica* und f. *laciniata* während der Jahre 1939—42.

	1939		1940		1941		1942	
	Anzahl	Mittlere Höhe cm	Anzahl	Mittlere Höhe cm	Anzahl	Mittlere Höhe cm	Anzahl	Mittlere Höhe cm
Alnus incana f. *typica*	17	8.2	16	85.6	14	98.6	13	186.8
f. *laciniata*	64	5.9	54	50.1	38	54.1	16	112.9

Das Ergebnis ist überzeugend, sowohl was das Höhenwachstum als die Sterblichkeit der Keimlinge betrifft. Während sich nämlich aus der Tabelle für die *typica*-Form die Sterblichkeitsprozente 5.9—12.6 berechnen lassen, lauten die entsprechenden Werte für die *laciniata*-Form auf 15.6—57.9, indem die Anzahl der Keimlinge in vier Jahren von 64 auf nur 16 herabgegangen ist. Und da dies offenbar nicht nur für die Keimlinge der Erle, sondern, wenngleich in schwächerem Grade, auch für die der beiden Birkenarten zutrifft, so ist es natürlich, dass sich die gegenseitigen Mengenverhältnisse der den verschiedenen Blattypen zufallenden Keimlinge so verändert haben, dass der Anteil der stärker geteilten im Vergleich zu den normaleren fortgesetzt gesunken ist. Da die Keimlinge erst in ihrer dritten Vegetationsperiode nach den Blattypen gruppiert werden konnten, ist es klar, dass die grössere Sterblichkeit der schlitzblättrigen Keimlinge vor allem bei denjenigen Kreuzungen störend einwirkt, in deren Keimlingsbestand die grösste Zahl von verschiedenen Typen repräsentiert gewesen ist.

Ferner sind unter den Keimlingen Fälle (bisher allerdings nur drei) zu verzeichnen gewesen, bei denen die Schlitzblättrigkeit wie bei den Elternbäumen auf einen weniger geteilten Blattyp zurückgeschlagen hat. In dem einen von diesen weist der eine Teilast des gegabelten, aus der Kreuzung *Alnus incana* f. *laciniata* × f. *lobulata* hervorgegangenen Keimlings *laciniata*-Eigenschaften auf, während der andere, jüngere Teilast die Merkmale der *sublobulata*-Form trägt. In den beiden anderen Fällen hat je einer von den Seitenzweigen zweier Nachkommen der Kreuzung *Betula verrucosa* f. *bircalensis* × f. *lobulata* sektorial auf die normalblättrige Form zurückgeschlagen (Abb. 18) [1]. Und in allen drei Fällen treten uns wieder die

[1]. Der eine von diesen zwei letztgenannten Keimlingen ist zusammen mit einer Anzahl anderer dem Botanischen Garden der Universität in Helsinki überlassen worden.

gleichen Veränderungen im Bau der Blätter, Knospen und des ganzen Sprosses entgegen, wie sie bei den Elternbäumen festgestellt wurden.

Aus den Kreuzungsergebnissen ist also zu ersehen, dass alle diejenigen Veränderungen der Merkmale, die bei den dreijährigen Keimlingen und ihren Rückschlägen wahrgenommen werden können, bei ihnen ganz in derselben Weise wie bei den eingangs behandelten Elternbäumen zutagetreten, m. a. W., es bildet sich aus ihnen eine genau entsprechende Umwandlungsreihe in bezug auf Blattfläche, Teilung und Zähnung des Blattrandes, Nervatur, Knospenform, Sprossbau u. dgl. m., und zwar trifft dies sowohl für die Erle als für die beiden Birkenarten wie auch für die Kreuzungsprodukte der letzteren zu. Trägt man diese verschiedenen Blattypen der Keimlinge in ein Diagramm ein, in welchem man ausser den Blattflächenwerten auch einige Kardinalpunkte jenes Umwandlungsvorgangs, wie z. B. die das Verschwinden der Blattzähnung und auch das Erscheinen des Trennungsgewebes angebenden Grenzgebiete verzeichnet (Abb. 19), so geht daraus anschaulich hervor, dass sich die verschiedenen Arten nur durch die Stärke und Klarheit dieser Eigenschaften unterscheiden. Am deutlichsten tritt dies bei der die stärkste Blattteilung repräsentierenden Umwandlungsreihe der Erle hervor, etwas schwächer schon bei der nur halb so stark zerschlitzten *Betula verrucosa* und am undeutlichsten bei den Nachkommen von *B. pubescens* nebst deren Kreuzungen mit *B. verrucosa*, bei denen sich die Schrumpfung ebenfalls — durch einen Zufall? — nur halb so stark wie bei der letztgenannten Art erwies. Irgendwelche Aufspaltung dieser Eigenschaften ist also bei den Keimlingen der F_1-Generation nicht eingetreten. Und indem ander-

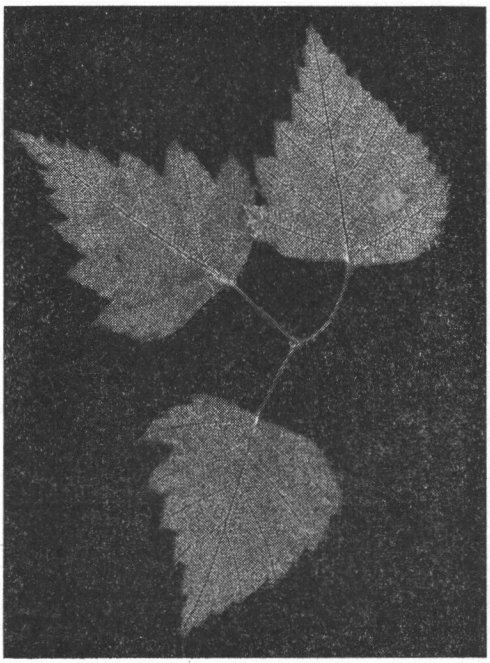


Abb. 18. Kurztrieb eines *Betula verrucosa* f. *lobulata*-Keimlings von einer Grenzstelle der *typica*- und *lobulata*-Komponenten. Man bemerke die Unterschiede z. B. in der Blattgrösse und im Verlauf der Nerven bei den verschiedenen Hälften der rechtsliegenden Blätter, bei denen die Grenze der Komponenten dem Mittelnerv entlang verläuft. — Selbstdruck, 2/3.
Aufn. S. S—i.

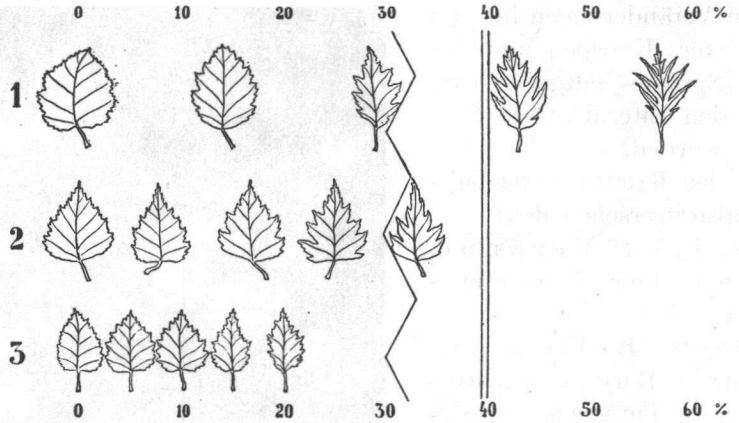


Abb. 19. Schematische Darstellung des gegenseitigen Verhältnisses der Blattypen bei Keimlingen von *Alnus incana* (1), *Betula verrucosa* (2) und *B. pubescens* (3), wenn die Blätter nach den Verkleinerungsprozenten der Blattspreite in ein gemeinsames Diagramm eingezeichnet werden. Die Zickzacklinie gibt die Grenze an, hinter welcher die Zähnung der Blattzipfel schon deutlich geschwächt erscheint, die Doppellinie wiederum diejenige Grenze, bei welcher die ersten Anzeichen eines Trennungsgewebes in Erscheinung treten.
Aufn. S. S—i.

seits die den verschiedenen Typen zufallenden Keimlinge der *B. verrucosa* zweifelsohne schon viel spätere Generationen repräsentieren — sind sie doch als offenbare Keuzungsprodukte der Nachkommen der alten Pirkkala-Birke aufzufassen —, so erweist dies, dass eine derartige Aufspaltung auch in der fortgesetzten Generationsfolge nicht stattgefunden hat. Diesen Befunden gemäss wird also die Schlitzblättrigkeit jedenfalls weder bei den Nachkommen der jetzt in Frage stehenden *B. pubescens*-Kreuzungen noch bei den anderen Keimlingen durch »mehrere Gene, ein verschmälerndes und mehrere in verschiedener Weise schlitzende» verursacht, wie Jahn (1932, p. 71) annimmt, sondern offenbar durch ein und denselben, seiner Intensität nach wechselnden, eine Gewebeschrumpfung hervorrufenden Faktor, der auch bei den Elternbäumen (vgl. S. 36) festgestellt wurde und der gleichfalls, direkt oder über Zwischenformen, mitsamt allen seinen Begleiterscheinungen auf die Normalblättrigkeit zurückschlägt.

Aus dem Obigen folgt weiter, dass diese Reduktionserscheinung ihr Gepräge wie bei den Elternbäumen auch den systematischen Eigenschaften u. a. der Blätter und der Knospen aufdrückt. Demnach wären nur die Behaarung des Sprosses und der Knospen, desgleichen ihr Harzgehalt als solche systematische Eigenschaften anzusprechen, bei denen die in Frage stehende Schrumpfungserscheinung offenbar nicht wirkt. Trotzdem es sich erst um dreijährige Bäumchen handelt, kann leicht festgestellt werden, dass die Keimlinge einer jeden Umwandlungsreihe in bezug auf

die besagten Eigenschaften untereinander sehr ähnlich sind; m. a. W., die Kreuzungsnachkommen der *B. verrucosa*-Formen tragen die Merkmale dieser Art, die der *B. pubescens*-Formen wiederum die der ihrigen, während gegenseitige Kreuzungen in dieser Hinsicht deutlich intermediär beschaffen sind (man vergleiche auch die normalen Blattypen in Abb. 16 untereinander). Daher dürfte die Auffassung Gunnarssons (1925) von der drei- bis vierfachen Bastardnatur der fraglichen schlitzblättrigen Elternbäume, in deren jeden wenigstens die beiden am deutlichsten nachweisbaren Artkomponenten *verrucosa* und *pubescens* eingingen, nicht stichhaltig sein. Handelte es sich nämlich um Kreuzungen zwischen solchen Individuen hybridogenen Ursprungs, so müsste die Aufspaltung der Artmerkmale schon auf dem Keimlingsstadium weit deutlicher zutagetreten, als wie es bei den Nachkommen der vorliegenden Kreuzungen der Fall war. Es ist darum durchaus verständlich, dass die eines systematischen Wertes entbehrenden Merkmalsvariationen, die diese primäre Schrumpfungserscheinung an verschiedenen Pflanzenteilen hervorruft, leicht irreführen können und es veranlassen, dass jene Anomalien als Anzeichen von Bastardnatur, also von der Gegenwart mehrerer Arten aufgefasst werden.

Die Kreuzungsformen und ihre Rückschläge im Lichte der F_1-Generation.

Alnus incana.

Wie aus dem vorhergehenden bereits hervorgegangen sein dürfte, sind aus den eingesammelten naturbestäubten Früchten der schlitzblättrigen Erlenformen nur normalblättrige Keimlinge hervorgegangen. Zum Teil wegen der schwachen Fertilität konnte jedoch nicht von allen Bäumen Samen erhalten werden, und anderseits ist auch die Keimlingsmenge oft ziemlich niedrig geblieben. Dies gilt insbesondere den beiden extremen Formen der *sublobulata*—*laciniata*-Klone von Hämeenlinna. Die erstere von diesen, der *sublobulata*-Vaterbaum Nr. *9*, lieferte nur zwei, die zweite, der *laciniata*-Vaterbaum Nr. *6*, nur drei solche normale Keimlinge. Dagegen liegt ihre Anzahl bei den stattlicheren Mutterbäumen der *laciniata*-Form schon höher, insges. 25. Schon aus den unkontrollierten Naturbestäubungen tritt uns also die im allgemeinen auch für entsprechende Parallelformen anderer Pflanzen typische Eigenheit entgegen, dass ihre Nachkommen normalblättrig sind. Ist die Erle, wie auf Grund des Obigen zu schliessen wäre, regelmässig selbststeril, so wären diese Befunde leicht verständlich. Vorausgesetzt, dass der Naturpollen von normalblättrigen Individuen stammt und diese Eigenschaft des Blattes gegenüber der Schlitzblättrigkeit dominiert — wie z. B. bei *Chelidonium majus* — so wäre gerade dies das Ergebnis.

Nun tritt auch die Dominanz der Normalblättrigkeit und die Rezessivität der Schlitzblättrigkeit, wie aus Tab. 4 zu ersehen ist, bei den Nachkommen derjenigen Kreuzungen, die durch künstliche Bestäubung der f. *typica* mit Pollen von f. *pinnatipartita*, *laciniata*, *lobulata* und *sublobulata* erhalten wurden, in der Tat deutlich in Erscheinung.

Bezeichnet man den Normal — Schlitzblättrigkeit verursachenden Erbfaktor mit dem Buchstaben L — den dominierenden mit einem grossen L und den rezessiven mit einem kleinen l — so enthalten die Kreuzungsnachkommen des vorliegenden Falles bei der Erle in der F_1-Generation das Allelenpaar Ll. Fügen wir zu diesen Symbolen noch die die Blattypen I—VI bezeichnenden Ziffern 1—6 — also 1 für Normalblättrigkeit, 2 für f. *sublobulata*, 3 für f. *lobulata*, usw. — hinzu, so sind also die der Kreuzung f. *typica* × f. *lobulata* entsprungenen Keimlinge in bezug auf dieses Allelenpaar gleich L_1l_3. Die aus sämtlichen diesen Kreuzungen hervorgegangenen Keimlinge sind also Heterozygoten, bei denen L_1 stets über die Schlitzblättrigkeit dominiert. Auf Grund der Kreuzungen ist also zu ersehen, dass bei den fraglichen Erlen die Normalblättrigkeit, L_1, wenigstens über l_2, l_3, l_5 und l_6 dominiert; und augenscheinlich auch über l_4, obwohl dieser Typ wegen der schwachen Fertilität des betreffenden Baumes nicht in die vorliegenden Kreuzungen miteinbezogen werden konnte.

Nur bei Belegung der weiblichen Blüten eines schlitzblättrigen Baumindividuums mit Pollen eines anderen schlitzblättrigen wären also dem Obigen gemäss in der F_1-Generation auch andersartige Keimlinge zu erwarten. Dieser Umstand erhellt aus den Kreuzungsergebnissen an der *laciniata*-Erle des Botanischen Gartens, die gleichfalls in Tab. 4 aufgenommen sind. Weil sich beide Bäume als Mitglieder ein und derselben Klone erwiesen haben, könnten die einander entsprechenden Kreuzungen sowohl des Mutterbaumes Nr. *2* als Nr. *3* recht wohl auch vereinigt werden, wie in betreff der Selbstbestäubungen auch geschehen ist.

Untersuchen wir dann die blattypenmässige Gruppierung der aus diesen verschiedenen künstlichen Kreuzungen hervorgegangenen Keimlinge, so geht erstens aus der reziproken Kreuzung der schlitzblättrigen *laciniata*-Form und der normalblättrigen *typica*-Form (Nr. 4) noch überzeugender hervor, dass L_1 über l_6 dominiert, indem sämtliche 342 Keimlinge durchaus normalblättrig waren. Zweitens ist zu sehen, dass, wenn der Pollen von der dem Mutterbaum ähnlichen *laciniata*-Erle in Viipuri stammte, das Ergebnis, wie die Kreuzung Nr. 5 erweist, gleichfalls durchaus den Erwartungen entsprach: jeder von den 108 Keimlingen trägt nämlich *laciniata*-Blätter, es sind also die L_5L_5-Keimlinge hinsichtlich ihrer Erbanlagen homozygotisch, wie es auch die beiden Elternbäume waren. Weiter kann geschlossen werden, dass, obwohl der Ursprung des Vaterbaumes nicht bekannt ist, schon das gute Gelingen der Kreuzung erweist, dass er jeden-

falls nicht derselben Klone angehören kann, wie die Mutterbäume des Botanischen Gartens.

Bei Kreuzung der *laciniata*-Form mit der noch extremer schlitzblättrigen, schon dem Blattyp VI zufallenden *pinnatipartita*-Form sind die Keimlinge, wie es die Kreuzung Nr. 6 zeigt, hundertprozentig der schwächer geteilten *laciniata*-Form gleich. Das Ergebnis schliesst sich insofern an die vorhergehenden an, als daraus hervorgeht, dass die schwächer schlitzblättrige *laciniata*-Form über die stärker geteilte *pinnatipartita*-Form dominiert. Indem der Mutterbaum hinsichtlich seines Allelenpaares vom Typ L_5L_5 und der Vaterbaum entsprechend vom Typ L_6L_6 gewesen ist, besitzen also die Nachkommen der F_1-Generation das Allelenpaar L_5l_6 und sind demgemäss der f. *laciniata* gleich[1].

Ob auch die anderen schwächer geschlitzten Formen regelmässig über den stärkeren Grad der Schlitzblättrigkeit dominieren, ist eine Frage, die schon durch die Kreuzungen der *laciniata*-Erle des Botanischen Gartens mit den verschieden stark geteilten Formen der *sublobulata*—*laciniata*-Klone von Hämeenlinna ihre Beantwortung finden könnte. Bei künstlicher Bestäubung der weiblichen Blüten von f. *laciniata* mit Pollen der *sublobulata*-Erle vom Blattyp II müssten also der letzteren ähnliche L_2l_5-Keimlinge, bei Verwendung von *lobulata*-Pollen *lobulata*-ähnliche L_3l_5-Keimlinge, usw., entstehen. Die durchgeführten Kreuzungen Nr. 7—10 erweisen denn auch, dass, wenn man die weiblichen Blüten der *laciniata*-Erle des Botanischen Gartens mit Pollen verschieden stark geschlitzter Erlen der *laciniata*—*sublobulata*-Klone von Hämeenlinna belegt, man unter den Nachkommen stets sämtliche Blattypen von II bis V repräsentiert findet, die auch bei der Klone selbst als Rückschläge in Erscheinung traten.

Für dieses Ergebnis kann kein anderer Grund vorgebracht werden, als dass der eine von den Elternbäumen dieser Kreuzungen ein Heterozygot gewesen sein muss, der in sich sämtliche Erbfaktoren von L_2 bis L_5 vereint hat. Da es auf Grund der vorhergehenden Kreuzungen keinem Zweifel unterliegen kann, dass die *laciniata*-Erle des Botanischen Gartens ein homozygotisches L_5L_5-Individuum ist, kommen hierbei also nur die Vaterbäume in Betracht.

Wie man aus der Tabelle ersieht, ergab nicht einmal die Kreuzung Nr. 7 zwischen den *laciniata*-Erlen des Botanischen Gartens und der Hämeenlinna-Klone ausschliesslich *laciniata*-Keimlinge, wie zu erwarten gewesen wäre. Die tatsächlich erhaltenen Prozentzahlen (I 0 %, II 7.2 %, III 21.4 %, IV 21.4 %, V 50.0 %) deuten auf eine unbestreitbare Ver-

[1]. Im nachfolgenden ist, vom üblichen Gebrauch abweichend, die dominierende Allele stets mit einem grossen Buchstaben bezeichnet.

schiebung zu den weniger stark geteilten Blattypen hin, doch so, dass der höchste Prozentsatz immer noch der *laciniata*-Form zufällt. Es ist offenbar, dass dieser Wert — wenn man sich die grosse Sterblichkeit dieser schlitzblättrigen Keimlinge vergegenwärtigt — anfangs noch grösser gewesen ist. Es muss also der Pollen des Vaterbaumes, dessen durchweg *laciniata*-ähnliches Geäst den vorhergehenden Kreuzungsergebnissen gemäss nur als homozygotisch (L_5L_5) erklärt werden konnte, dennoch schon Gene der Typen L_2—L_4 enthalten haben. Dabei könnte in erster Linie gedacht werden, dass sich bei den männlichen Infloreszenzen ähnliche, für die Klone kennzeichnende und als Rückschläge zum Vorschein tretende Umwandlungen vollzogen haben, wie sie bei den somatischen Zellen dieser *sublobulata*—*laciniata*-Klone zu beobachten sind, und zwar wären dieselben in den am weitesten gediehenen Fällen auch hier bereits bei der der normalblättrigen am nächsten stehenden *sublobulata*-Form angelangt, während der Hauptteil allerdings schon bei der *lobulata*- und insbesondere bei der *sublaciniata*-Form haltgemacht hat. Dieses zurückmutierende Gen L_5 beim Vaterbaum könnte etwa durch $\leftarrow L_5$ ausgedrückt werden, wo der oben vom Buchstaben nach links wegweisende Pfeil die in Verbindung mit der Geschlechtszellenbildung hervortretende Tendenz zu Rückschlägen auf den Normaltyp angibt. Je nachdem, ob jene Rückschlagstendenz bei beiden oder nur bei einer von den Erbeinheiten der Allele L_5L_5 zur Auswirkung kommt, wäre der Vaterbaum mit $\leftarrow L_5 \leftarrow L_5$ bzw. mit $\leftarrow L_5L_5$ zu bezeichnen. Eine Kreuzung $\leftarrow L_5 \leftarrow L_5 \times L_5L_5$ würde als Resultat Keimlinge vom Typ $\leftarrow L_5L_5$ liefern, wonach also sämtliche Keimlinge im Vergleich zu den Elternbäumen schwächer geteilte Blattypen repräsentieren könnten. Bei der Kreuzung $\leftarrow L_5L_5 \times L_5L_5$ wiederum wären 50 % der Keimlinge vom Typ L_5L_5 und 50 % vom Typ $\leftarrow L_5L_5$ und es wären höchstens nur bei der Hälfte von den Keimlingen Rückschläge zu verzeichnen. Wie die vorliegenden Ergebnisse zeigen, ist dies tatsächlich auch der Fall gewesen; in Anbetracht der hohen Sterblichkeit der stärker geschlitzten Keimlinge ist jedoch der ursprüngliche Prozentsatz derjenigen Pflanzen, bei denen Umwandlungen von der oben angedeuteten Art aufgetreten sind, wahrscheinlich höher anzusetzen. Der Vaterbaum Nr. *6* der *sublobulata*—*laciniata*-Klone dürfte demnach nichts anderes als den Fall $\leftarrow L_5 \leftarrow L_5$ repräsentieren können, wo die für die Klone kennzeichnenden Rückmutationen allerdings noch nicht bei den somatischen Zellen des Geästs, wohl aber schon beim Pollen — offenbar in Verbindung mit der Geschlechtszellenbildung — in reichlicher Zahl nach dem Normaltyp hin fortbestanden haben.

Durchaus dem obigen entsprechend ist auch das Resultat der Kreuzung Nr. 8. Da jedoch keine volle Sicherheit darüber besteht, ob der bei dieser Kreuzung zur Verwendung gekommene Pollen wirklich aus dem zum Blatt-

typ V gehörenden Teil des Geästs dieses schon mosaikartig aufgebauten *laciniata — lobulata*-Baumes (Nr. 7) stammt oder ob er möglicherweise als Beimischung auch solchen aus den eine schwächere Teilung des Blattes repräsentierenden Teilen des Geästs enthalten hat, ist eine völlig einwandfreie Nebeneinanderstellung der Ergebnisse nicht möglich. Wäre das aber der Fall, so müsste der Schwerpunkt im Vergleich zu der vorhergehenden Kreuzung noch mehr links, bei den schwächer geteilten Blattypen liegen. Die geringe Anzahl der Nachkommen aus dieser Kreuzung erlaubt indessen keine sicheren Schlüsse hinsichtlich ihrer Verteilung auf die verschiedenen Blattypen, doch repräsentiert dieses Mitglied der Klone offenbar schon einen weiter gediehenen Rückschlagsfall, wo also diese Erscheinung sowohl in den somatischen Zellen des Geästs als in Verbindung mit der Geschlechtszellenbildung eingetreten ist.

Auch die Kreuzung Nr. 9 zwischen der *laciniata*-Erle des Botanischen Gartens und der *sublobulata*-Form der Hämeenlinna-Klone ergab nicht hundertprozentig Keimlinge vom Blattyp II, wie zu erwarten gewesen wäre, sondern die Nachkommenschaft enthält offenbar neben L_2L_5-Keimlingen auch solche von den Typen L_3l_5, L_4l_5 und L_5L_5. Dieser die zweite Extreme, das zweifellose Endergebnis der *laciniata — sublobulata*-Klone repräsentierende Vaterbaum ist also gleichfalls gewissermassen ein Heterozygot, der in sich sämtliche Gene der verschieden starken Schlitzblättrigkeit einschliesst, welche aber allem Anschein nach von dem dominierenden L_2 überdeckt werden. Da unter den Keimlingen beide extremen Blattypen, II und V, vertreten sind, muss der Pollen wenigstens teilweise einem solchen Teil des Geästs entstammen, wo nur eines von den Allelenpaaren in den somatischen Zellen zurückmutiert hat. Dieses eine, seinem Ursprung nach L_5-Gen der Klone, der also in den somatischen Zellen der f. *sublobulata* auf L_2 zurückgeschlagen hat, könnte im Gegensatz zu dem bei der Geschlechtszellenbildung in Erscheinung tretenden mit $L_{2\leftarrow 5}$ oder kurz nur mit $L_{2\leftarrow}$ bezeichnet werden, wo der unten nach links auf die Indexzahl deutende Pfeil also den als somatische Knospenmutation entstandenen Blattyp andeutete. So aufgefasst, wären mithin aus der Kreuzung $L_5L_5 \times L_{2\leftarrow}l_5$, also aus der Kreuzung eines in bezug auf eine Eigenschaft Homozygoten und eines ähnlicherweise Heterozygoten, gleichgrosse Mengen von Keimlingen des *sublobulata*- (II) und des *laciniata*-Typs (V) zu erwarten. Das erzielte Ergebnis (I 0 %, II 58.0 %, III 6.8 %, IV 21.6 %, V 13.6 %) mag tatsächlich dahin gedeutet werden können, wenn man sich vergegenwärtigt, dass auch das andere vom ursprünglichen Allelenpaar L_5L_5 der Klone gleicherweise einer Mutation unterliegen kann. Es ist hier nämlich eine deutliche Gleichsinnigkeit mit der Kreuzung Nr. 7 vorhanden, obwohl sich die Keimlinge zum Hauptteil nach den weniger geteilten Blattypen hin gruppiert haben. Offenbar hat der eine von den Faktoren des $L_{2\leftarrow}l_5$-Vaterbaumes auch hier erst bei der Pollenbildung

»zurückgeschlagen». Die am weitesten gediehenen Rückmutationen dieses, also mit $\leftarrow L_5$ zu bezeichnenden Faktors haben offenbar, wie ersichtlich, die Menge der *sublobulata*-Keimlinge über Erwartung gesteigert. Ein Teil der Rückschläge hat bei der *lobulata*- und insbesondere bei der *sublobulata*-Form haltgemacht, wie wir es auch bei der Kreuzung Nr. 7 sahen. Indem also unter der Nachkommenschaft der Kreuzung $L_5L_5 \times L_{2\leftarrow}{}^{\leftarrow}l_5$ nur bei den *laciniata*-Keimlingen und auch bei diesen nur die eine von den Komponenten des Allelenpaares $\leftarrow L_5L_5$, nämlich das paternelle $\leftarrow L_5$-Gen alleinig zurückschlagen kann, so ersieht man, dass sich die Neigung zur Rückmutation auf 70 % vom Grösstmöglichen beläuft. Diese Abweichung im Vergleich zur Kreuzung Nr. 7, wo der einschlägig berechnete Prozentwert 50 betrug, kann auch anders als lediglich durch die verschiedene Sterblichkeit der Keimlinge erklärt werden. Wegen des dominierenden $L_{2\leftarrow}$-Faktors kann nämlich auf Grund des Blattyps nicht geschlossen werden, ob sich die Mutationen ausschliesslich in Verbindung mit der Pollenbildung vollzogen haben oder ob auch bei einem Teil der somatischen Zellen solche »unsichtbaren» Mutationsfälle eingetreten sind. Der *sublobulata*-Baum von Hämeenlinna könnte nämlich gleichfalls den für die meisten Mitglieder der Klone kennzeichnenden Mosaikaufbau besitzen, mit z. B. von beiden Faktoren zurückmutierten $L_{2\leftarrow}L_{2\leftarrow}$-, $L_{2\leftarrow}l_{3\leftarrow}$- oder $L_{2\leftarrow}l_{4\leftarrow}$-Komponenten, die indessen durch den dominierenden $L_{2\leftarrow}$-Faktor daran verhindert werden, sichtbar in Erscheinung zu treten. Es ist möglich, dass irgendeiner von denselben Gelegenheit erhalten hat, einigermassen auf die Ergebnisse einzuwirken und die Hauptmenge der Keimlinge nach links, den schwächer geteilten Blattypen entgegen zu verschieben. — Entstammt wiederum der verwendete Pollen sämtlichen jenen Geästkomponenten, so kann durchaus mit der Möglichkeit gerechnet werden, dass unter den Keimlingen sämtliche Typen vertreten sind. Dabei wäre jedoch ihre klassenmässige Verteilung durch den Zufall, d. h. dadurch bedingt, ob und in welchem Masse alle verschiedenen Geästkomponenten Vertretung gefunden haben. Beim Betrachten des Keimlingsbestandes erscheint es jedoch wahrscheinlicher, dass sich der Pollen zur Hauptsache von einem solchen Teil des Geästs herleitet, der die Formel $L_{2\leftarrow}{}^{\leftarrow}l_5$ repräsentiert. Hier vertritt die eine von den Komponenten des Allelenpaares das auf somatischem Wege zustandegekommene Endergebnis der Rückschläge, die zweite die im Zusammenhang mit der Pollenbildung kräftig eingeleitete, entsprechende Phase der Entwicklung.

Einen einschlägigen, wenngleich wahrschienlich noch verwickelteren Fall repräsentiert offenbar die *laciniata* × *lobulata*-Kreuzung Nr. 10. Da auch sie wider Erwartung nicht hundertprozentig *lobulata*-Keimlinge lieferte, zeigt dies, dass der betreffende Vaterbaum (Nr. *8*) ebenfalls heterozygotisch gewesen sein muss. Da der Pollen von den *lobulata*-Zweigen eingesammelt wurde, kann als sein eines Gen nur L_3 in Betracht kommen.

Das andere dürfte auch nicht ein anderer sein können als L_5, da sich unter den Keimlingen auch noch solche von der *laciniata*-Form befinden. Ganz offenbar vertritt dieses zu der *laciniata*—*sublobulata*-Klone zählende *lobulata*-Individuum einen solchen, auf somatischem Wege entstandenen Rückschlagsfall, wo die Rückmutation nicht bis zur *sublobulata*-Form, also bis zum Endergebnis fortgeschritten, sondern gleichsam bei der durch $L_{3\leftarrow}$ ausdrückbaren Zwischenphase stehengeblieben ist. Die Nachkommen der Kreuzung $L_5L_5 \times L_{3\leftarrow}l_5$ würden sich demnach zur Hälfte auf den Blatttyp III und zur Hälfte auf den Typ V verteilen. Das tatsächliche Ergebnis (I 0 %, II 20.6 %, III 38.4 %, IV 15.0 %, V 26.0 %) erweist denn auch, dass der Hauptanteil der Keimlinge eben diesen Blattypen zugefallen ist; gleichzeitig konstatiert man aber auch eine unzweideutige Linksverschiebung der Keimlinge zu den schwächer geteilten Blattypen hin. Demnach hätten sich also auch bei dem *lobulata*-Individuum der besagten Klone in Verbindung mit der Pollenbildung Rückmutationen bei beiden Genen vollzogen, und zwar ist, wie man sieht, diese Neigung zu Rückschlägen beim L_5-Gen abermals eine 50-prozentige. Der Hauptteil von diesen Rückmutationen ist auch hier bei der *sublobulata*-Form stehengeblieben, 11 % sind jedoch noch weiter links, den schwächer geteilten Blattypen entgegen gerückt. Auf Grund dessen kann auch berechnet werden, dass die beim $L_{3\leftarrow}$-Gen in Verbindung mit der Geschlechtszellenbildung eingetretenen *sublobulata*-Mutationen jedenfalls nahe an diese 50 % herankommen. Allerdings liegt auch hier die gleiche Möglichkeit wie bei der vorhergehenden Kreuzung vor, nämlich dass das *lobulata*-Individuum der Klone durch Einwirkung des dominierenden L_3-Gens in Wirklichkeit verdeckt mosaikartig aufgebaut sein kann. Als Komponenten könnten hierbei jedoch nur $L_{3\leftarrow}L_{3\leftarrow}$ und $L_{3\leftarrow}l_{4\leftarrow}$ in Frage kommen. Angesichts der Gruppierung der Keimlinge erscheint diese Möglichkeit indessen gering, da irgendwelche kräftigere Verschiebung zu den betreffenden Typen hin nicht zu verspüren ist. Der Baum Nr. *8* verträte mithin das zwischen den beiden Extremen der *sublobulata*—*laciniata*-Klone stehengebliebene Zwischenstadium $\leftarrow L_{3\leftarrow}$ $\leftarrow l_5$, bei dem beide Allelenpaare, nämlich sowohl das auf somatischem Wege entstandene $L_{3\leftarrow}$-Gen als das immer noch unverändert fortbestehende L_5-Gen, in Verbindung mit der Pollenbildung abermals kräftiger nach den schwächer geteilten Blattypen hin zurückzumutieren begonnen haben.

Nach den Resultaten der mit den fraglichen Erlenformen ausgeführten künstlichen Kreuzungen wären also, wenn man sich erinnert, dass Normalblättrigkeit stets über die Schlitzblättrigkeit dominiert und dass sich wenigstens die Mutterbäume als selbststeril erwiesen haben, die Resultate der Naturbestäubungen durchaus verständlich. Da die *laciniata*-Individuen des Botanischen Gartens nicht durch eigenen Pollen befruchtet worden sein können, haben sie solchen von ihren normalblättrigen Nachbarn

empfangen müssen, und deshalb ist auch ihre Nachkommenschaft normalblättrig ausgefallen. Und genau ebenso dürfte es sich auch mit den anderen Erlenformen verhalten haben, von denen oben die Rede gewesen ist. Da die Früchte des keimfähigen Samen erzeugenden *pinnatipartita*-Individuums des Botanischen Gartens sowie sämtlicher zur *sublobulata—laciniata*-Klone von Hämeenlinna gehörenden Bäume ausschliesslich normalblättrige Keimlinge lieferten, kann dies nicht anders gedeutet werden, als dass auch diese Bäume selbststeril gewesen sind und die Schlitzblättrigkeit auch bei ihnen wegen der Fremdbestäubung von der Normalblättrigkeit überdeckt worden ist. Überdies hat diese Selbststerilität z. B. im Bereich der *sublobulata — laciniata*-Klone von Hämeenlinna offenbar nicht einzig den eigenen Pollen des jeweils in Frage stehenden Baumes, sondern wahrscheinlich, wie das auch bei den *laciniata*-Mutterbäumen Nr. *1* und *2* der Fall war, denjenigen sämtlicher, sogar verschiedenen Blattypen zufallender Glieder der besagten Klone betroffen. Wenn nämlich die Bäume der *sublobulata — laciniata*-Klone, trotzdem sie an ihren heutigen Standorten in unmittelbarer Nähe voneinander wachsen, einige sich sogar mit ihren Ästen berühren, einige überdies noch mosaikartig aus verschiedenen Blattformkomponenten aufgebaut sind, keinen einzigen schlitzblättrigen Keimling geliefert haben, so kann dies nur als der Ausdruck der inneren Selbststerilität der Klone gelten. Zwar können es die charakteristische Verkümmerung des Androzeums und die dadurch bedingte Pollenknappheit bei den schlitzblättrigen Formen anderseits bewirkt haben, dass in den meistens unbedeutenden Keimlingsmengen der Naturbestäubungen keine möglicherweise aus Selbstbestäubung hervorgegangene Pflanzen enthalten gewesen sind. Vielleicht mag diese Möglichkeit noch weiterhin durch den bei der Erle als Metandrie (Kirchner 1914, p. 217) zum Ausdruck kommenden Zeitunterschied der Pollen- und Narbenreife eingeschränkt werden können.

Ferner wäre aus den Kreuzungsergebnissen zu entnehmen, dass schwächere Schlitzblättrigkeit über stärkere dominiert, wie wir das in dem Verhältnis von f. *laciniata* zu f. *pinnatipartita* sahen. Dagegen erlauben die Bäume der *sublobulata — laciniata*-Klone in dieser Hinsicht keine sichere Feststellung, weil in der Nachkommenschaft ihrer Kreuzungen mit der *laciniata*-Form sämtliche innerhalb dieser Umwandlungsreihe vorkommenden Blattypen repräsentiert sind. Falls aber auch hier, wie es die Gruppierung der Keimlinge schliessen lässt, die gleiche Regelmässigkeit obwaltet, so erhält das Auftreten von Pflanzen verschiedener Blattypen schon in der F_1-Generation eine recht natürlich anmutende Erklärung. Demnach erhielten die schon bei den somatischen Zellen als Rückschläge in Erscheinung tretenden, auf Normalblättrigkeit zurückschlagenden Mutationen Gelegenheit, zumal in Verbindung mit der Pollenbildung in überaus reichlicher Zahl stattzufinden, wonach also die Glieder der *sublobulata—laciniata*-

Umwandlungsreihe zum Teil sogar sehr verwickelt aufgebaute Mosaikbäume darstellten. Treten solche, bei der Geschlechtszellenbildung wahrscheinlich im Anschluss an die Reduktionsteilungen stattfindenden Veränderungen auch bei den weiblichen Infloreszenzen auf, hat durch die jetzt in Frage stehenden einseitigen Kreuzungen ebenso wenig wie durch die Resultate der Naturbestäubungen geklärt werden können. Dagegen vermögen die nachstehend zur Sprache kommenden Ergebnisse der zwischen Vertretern einschlägiger Birkenformen durchgeführten Kreuzungen mehr Licht in diese Seite der Frage zu bringen.

Betula verrucosa und *B. pubescens.*

Wenn man sich erinnert, dass die Isolation der weiblichen Blütenstände bei der Birke zu spät erfolgte, nachdem Naturbestäubung zum Teil schon stattgefunden haben konnte, sind die Resultate der bei den Birkenformen durchgeführten Kreuzungen hinsichtlich ihrer Exaktheit nicht ohne weiteres mit denjenigen der Erle vergleichbar. Da aber diese relativ geringfügig aufgetretenen Fehlermöglichkeiten nicht imstande gewesen sind, die vielen Übereinstimmungen völlig zu verdecken, die zwischen den bei den Birken- und Erlenformen erzielten Resultaten immerhin zu bestehen scheinen, ist eine nähere Verfolgung der Kreuzungsresultate bei der Birke wenigstens mit dem erwähnten Vorbehalt möglich.

Tab. 5 zeigt wie bei der Erle abermals, dass alle Kreuzungen Nr. 4—6 der normalblättrigen *typica*-Form mit den verschiedenen schlitzblättrigen Formen nur normalblättrige Nachkommen geliefert haben. Dehnen wir die bei den Erlenformen eingeführte Bezeichnungsweise auch auf die Birke aus, so ergibt sich, dass L_1 auch bei der Birke über sowohl l_2, l_3 als l_5 dominiert. Dasselbe erweisen die mit den *bircalensis*- und *sublobulata*-Mutterbäumen durchführten reziproken Kreuzungen Nr. 4. Dagegen deuten schon die Bestäubungsresultate der schlitzblättrigen Formen unter sich unzweideutig darauf hin, dass man es, wie schon der mosaikartige Aufbau der meisten Bäume schliessen lässt, offenbar mit ähnlichen zurückmutierenden, komplizierten Homo- und Heterozygoten zu tun hat, wie sie bei der *sublobulata*—*laciniata*-Erlenklone bereits besprochen wurden. Als augenfälligster Unterschied in bezug auf die Gruppierung der Keimlinge ergibt sich nur, dass sich ihr Schwerpunkt schon deutlich links, zu den schwächer geteilten Blattypen hin verlegt hat. Auch die Rückschläge scheinen bei der Birke vollends bis zum Normalblatt gediehen zu sein, im Gegensatz zu der Erle, wo dieses entsprechende Endergebnis der Umwandlungsreihe vornehmlich bei der *sublobulata*-Form gelegen hat.

Für beide Holzarten scheint also, sowohl was die somatischen wie auch die im Zusammenhang mit der Geschlechtszellenbildung entstehenden Rückmutationsfälle betrifft, das gleiche Verhältnis zu gelten. In betreff der am *bircalensis*-Mutterbaum durchgeführten Kreuzungen Nr. 4—7 kann geschlossen werden, dass, indem die künstlichen Bestäubungen nur in dem zum Blattyp V gehörenden Teil des Geästs erfolgten, der Mutterbaum in diesem Teil am nächsten das Allelenpaar L_5L_5 besitzt. Eine Kreuzung mit der *lobulata*-Form ergibt dann nicht, wie man erwarten könnte, ausschliesslich *lobulata*-Keimlinge, sondern alle Blattypen von I bis V, und zwar so, dass die Hauptanteile den *typica*- und *lobulata*-Formen zufallen, wie es die Kreuzung Nr. *5* zeigt. Wenn sich unter den Keimlingen schon solche befinden, die eine stärkere Blatteilung als der Vaterbaum besitzen, so kann dies nicht anders zu verstehen sein, als dass dieser ein entweder auf somatischem Wege oder durch Kreuzungen entstandener L_3L_5-Heterozygot ist. Seine Kreuzungsnachkommen mit einem L_5L_5-Baum müssten also je zur Hälfte den Blattypen III und V zufallen. In Wirklichkeit ergibt sich folgendes Resultat: I 49.7 %, II 7.6 %, III 20.0 %, IV 11.7 %, V 11.0 %. Wir hätten es hier also mit einer in bezug auf ihren Blattyp ganz entsprechenden Kreuzung wie vorhin bei der Erle zu tun. Ein Unterschied liegt vor allem darin, dass die Neigung zu Rückschlägen hier z. B. beim Blattyp V viel grösser erscheint, als bei der Erle. Ausser in der durch die verspätete Isolation gegebenen Fehlermöglichkeit, die danach angetan sein könnte, den Anteil der normalblättrigeren Keimlinge zu erhöhen, mag die Ursache dazu vielleicht dennoch darin zu suchen sein, dass es sich um die Kreuzung zweier solcher Formen handelt, die beide eine Neigung zu Rückmutationen aufweisen. Ausser dass es beim *lobulata*-Vaterbaum in Verbindung mit der Pollenbildung zu Rückmutationen gekommen ist, sind genau ebensolche offenbar auch bei den weiblichen Infloreszenzen der f. *bircalensis* zu verzeichnen. Demnach wäre diesem ursprünglich homozygotischen L_5L_5-Baum das Allelenpaar $\leftarrow L_5 \leftarrow L_5$ zuzuschreiben. Bei seiner Kreuzung mit $\leftarrow L_3 \leftarrow l_5$ könnten also die Rückmutationsmöglichkeiten in der Nachkommenschaft doppelt so zahlreich in Erscheinung treten.

Die obige Kreuzung erlaubt uns direkt abzuleiten, dass die *typica*-Komponente des *lobulata*-Vaterbaumes am nächsten also das Allelenpaar $L_1 \leftarrow l_5$ besitzen müsste. Seine Kreuzung mit L_5L_5 (die Kreuzung Nr. 6) müsste also zur Hälfte normalblättrige und zur Hälfte *bircalensis*-Keimlinge liefern. Die tatsächliche Verteilung der Keimlingsmengen (I 44.9 %, II 21.3 %, III 13.5 %, IV 12.4 %, V 7.9 %) könnte mit den gleichen Voraussetzungen wie oben die sowohl beim Vaterbaum wie beim Mutterbaum stattgefundene Rückmutation widerspiegeln. Nur die Zahl der Keimlinge vom Blattyp I ist, wie man sieht, geringer als erwartet. Trotzdem in den fraglichen *typica*-Zweig, ebenso wie vorhin, auch von dem dominierenden

$L_{1\leftarrow}$Gen überdeckte $L_{1\leftarrow}l_{2\leftarrow}$-, $L_{1\leftarrow}l_{3\leftarrow}$- usw. Komponenten eingehen können, vermögen auch sie nicht jene, vielleicht durch den Zufall bedingte schwache Vertretung der normalblättrigen Keimlinge zu erklären.

Nach der gleichen Richtung hin deutet das Ergebnis der Kreuzung Nr. 7 zwischen der *bircalensis*- und der *sublobulata*-Form, die also völlig der Kreuzung zwischen den Blattypen II und V bei der Erle zu entsprechen hätte. Auch dieser Vaterbaum muss also, nach dem Keimlingsbestand zu schliessen, heterozygotisch sein, mit dem Allelenpaar L_2l_5, und demnach einen entsprechenden, entweder auf somatischem Wege oder durch Kreuzung zustandegekommenen Fall, wie f. *lobulata*, repräsentieren. Aus seiner Kreuzung mit L_5L_5 wären je zur Hälfte Keimlinge von den Blattypen II und V zu erwarten. Das Ergebnis (I 61.1 %, II 14.7 %, III 11.6 %, IV 10.5 %, V 2.1 %) zeigt, dass ähnliche Umwandlungen offenbar auch hier eingetreten sind. Demnach wäre also der *sublobulata*-Baum seines Allelenpaares nach ein zurückmutierender $\leftarrow L_{2\leftarrow}\leftarrow l_5$. Anderseits spricht gegen diese Neigung zur Rückmutation der Umstand, dass das Geäst der f. *sublobulata* jedenfalls keine sichtbaren Rückschlagsfälle aufzuweisen hatte.

Besseres Licht in diese Frage vermögen diejenigen Kreuzungen zu bringen, bei denen als Mutterbaum gerade die *sublobulata*-Form gedient hat. Die reziproke Bestäubung Nr. 5, bei welcher *bircalensis*-Pollen zur Anwendung kam, hat, wie man sieht, ein fast ähnliches Resultat geliefert. Es muss sich also um $\leftarrow L_{2\leftarrow}\leftarrow l_5 \times \leftarrow L_5\leftarrow L_5$ oder also um die Kreuzung eines solchen Homozygoten und Heterozygoten handeln, bei welchen beiden ausserdem in Verbindung mit der Geschlechtszellenbildung Rückmutationen stattfinden.

Ferner ist aus der Kreuzung Nr. 6 zwischen den Formen *sublobulata* und *lobulata* zu ersehen, dass sich der Schwerpunkt der Keimlinge schon weitgehend zu den normalen Typen hin verlegt hat, wie bei gegenseitiger Kreuzung von schwächer schlitzblättrigen Formen auch zu erwarten ist. Ausserdem repräsentiert das Ergebnis der Kreuzung $L_2l_5 \times L_3l_5$ schon einen neuartigen Fall. Hier müssten sich die Keimlinge, wie bei einer Kreuzung zweier Heterozygoten zu erwarten, zu 50 % auf einen Blattyp (II) und zu je 25 % auf zwei andere (III) und (V) verteilen. Das tatsächliche Ergebnis (I 85.3 %, II 9.8 %, III 4.9 %, IV und V je 0 %) gibt jedoch an, dass der Rückschlag z. B. beim Blattyp V schon ein hundertprozentiger gewesen ist.

Durchaus eindeutig ist das Resultat auch bei der Kreuzung Nr. 7, wo weibliche *sublobulata*-Blüten mit Pollen aus dem normalblättrigen Teil einer f. *lobulata* belegt wurden. Dass die Resultate hier nicht von denjenigen der vorhergehenden Kreuzung abweichen, beruht wohl auf der relativ geringen Menge der aus dieser Kreuzung hervorgegangenen Keimlinge (nur etwa $^1/_3$ von der Keimlingszahl der vorhergehenden Kreuzung).

Die Ergebnisse der künstlich ausgeführten Kreuzungen hätten also als Hinweis darauf zu gelten, dass auch die f. *sublobulata* trotz des Fehlens von sichtbaren Rückschlägen im Geäst eine ebensolche, leicht zu Rückmutationen neigende Form wie die übrigen Nachkommen der alten Pirkkala-Birke ist. Anderseits ist der Unterschied zwischen der normalblättrigen *typica*-Form und der f. *sublobulata* sowohl bei den Elternbäumen als bei den Kreuzungsnachkommen schon sehr gering. Ausser den Fehlermöglichkeiten bei der Keimlingsgruppierung können die im Geäst des *sublobulata*-Mutterbaumes selbst etwa auftretenden Rückschläge schon viel schwieriger zu erkennen sein, als es bei den anderen, schlitzblättrigeren Birkenformen der Fall gewesen ist. Weil ausserdem somatische Knospenmutationen auch bei den anderen betreffenden Birken geringer an Zahl als z. B. bei der Erle gewesen sind — auch der *lobulata*-Vaterbaum hat ihrer nur eine aufgewiesen — kann dies anderseits eine Erklärung dafür bieten, dass sich solche bei der f. *sublobulata* aus diesem oder jenem Grunde noch nicht gebildet haben, denn ein gewisses Verhältnis zwischen der Stärke der Schlitzblättrigkeit und der Neigung zu Rückschlägen kann ebenfalls verspürt werden.

Durch die oben besprochenen Birkenkreuzungen werden auch die Resultate der Naturbestäubungen wenigstens an dem Teil der Mutterbäume in ein durchaus verständliches Licht gestellt, obzwar aus den Früchten derselben neben normalblättrigen auch schlitzblättrige Keimlinge hervorgegangen sind. Beide Mutterbäume der fraglichen Birkenformen sind nämlich an ihren ursprünglichen Standorten aufgewachsen, wo sie einst als Nachkommen der alten Pirkkala-Birke entstanden, so dass verschiedene Kreuzbestäubungen zwischen diesen unmittelbar benachbarten Bäumen auch schon in der Natur möglich sind. Ausser diesen schlitzblättrigen Individuen können an der Stelle auch andere, normalblättrige Nachkommen der gleichen alten Pirkkala-Birke vorhanden sein, die als somatische oder als Kreuzungsheterozygoten auf die Naturbestäubungen einwirken können. Da man weiss, dass dieser alte, in den 1880er Jahren gestorbene Mutterbaum schon damals ein stattlicher Baum war, liesse sich das Auftreten jener verschiedenen Formen an dem fraglichen Standort ungezwungen erklären. Die heutigen Bäume sind schon auf Grund ihres Alters (vgl. Saarnijoki 1937, p. 37) offenbar als Kreuzungen entweder der alten Pirkkala-Birke und ihrer Nachkommen in der F_1-Generation oder als gegenseitige Kreuzungen der letzteren aufzufassen. Ist überdies die Schlitzblättrigkeitspotenz so schwach ausgebildet, dass mit ihr auch früher eine wie bei den heutigen Bäumen und deren Nachkommen in Erscheinung tretende Neigung zu Rückschlägen verbunden gewesen ist, so führte dies anderseits zum Auftreten vorhin beschriebener, den verschiedenen Typen der Umwandlungsreihe zufallender Formen unter den späteren Generationen. Sind die fraglichen Birkenformen selbst-

steril, was durch die Kreuzungsversuche zwar nicht einwandfrei geklärt, immerhin doch möglich gemacht worden ist, so wäre die obige Annahme, dass die heutigen sowohl homo- als heterozygotischen Individuen schon die F_2-Generation repräsentieren, durchaus stichhaltig.

Auf Selbststerilität deutet auch die Normalblättrigkeit der Naturbestäubungsnachkommen des etwa 300 m von den obigen entfernt stehenden *lobulata*-Vaterbaumes hin. Da indessen auch dieser Baum eine ähnliche zurückmutierende Form repräsentiert, bei welcher schlitzblättrige Nachkommen in geringerer Zahl, als erwartet, entstehen, kann anderseits auch mit der Möglichkeit zu rechnen sein, dass letztere eben wegen der geringen Keimlingsmenge im Keimlingsbestand gefehlt haben.

Da die *dalecarlica*-Form, soweit bekannt, unter den vorliegenden Birkenformen die einzige ist, bei der keine Neigung zu Rückschlägen festzustellen gewesen ist, könnten die Resultate der auf sie bezüglichen Kunst- und Naturbestäubungen möglicherweise ein besseres Licht u. a. auf das Vorhandensein der Selbststerilität werfen. Allein wegen des Antherenschwundes, von dem wenigstens die hier in Frage stehenden *dalecarlica*-Birken restlos betroffen worden sind, lassen nicht einmal die Naturbestäubungen irgendwelche diesbezüglichen Schlüsse zu, weil die erhaltenen Keimlinge als Folge der einzig möglichen, nämlich der Kreuzbestäubung entstanden und erwartungsgemäss in erster Hand normalblättrig gewesen sind. Ist diese Verkümmerung der männlichen Infloreszenzen in gleich hohem Grade gemeinsam für die ganze einst von Dalarne ausgegangene Klone, die heute überall in den Parken gehegt wird, so sind mithin die wenigen schlitzblättrigen Keimlinge, die von dieser Birke zu verzeichnen gewesen sind (vgl. S. 17), offenbare Produkte von Kreuzungen mit irgendeiner anderen, schwächer schlitzblättrigen Form, was zum Teil auch durch die weniger starke Teilung des Blattrandes (vgl. Örtenblad 1902, Taf. 24) angedeutet wäre[1].

Demgegenüber können uns die verschiedenen Typen zufallenden schlitzblättrigen Keimlinge, die aus den naturbestäubten Früchten der *Betula pubescens* f. *urticifolia*, jenes einsamstehenden Kreuzungsvaterbaumes hervorgegangen sind, nichts anderes besagen, als dass das fraglige Baumindividuum selbstfertil sein muss. Zu dem gleichen Ergebnis ist auch Jahn (1932, p. 71) bei seinen einschlägigen Versuchspflanzungen gekommen. Indem auch er jene aus Naturbestäubungen hervorgegangenen Keimlinge in fünf Klassen einteilt, die überdies, wie wir sahen, auch hinsichtlich ihrer Blattypen den in der vorliegenden Untersuchung unter-

[1] Später, in diesem Jahre durchgeführte, reziproke Kreuzung *Betula verrucosa* f. *dalecarlica* (♀) × f. *bircalensis* (♂) hat, indem von dem aus ihr hervorgegangenen Keimpflanzen etwa 50 % der f. *bircalensis* zufallen und der Rest weniger geteilt bzw. normalblätrig ist, unter anderem erwiesen, dass die Neigung zur Rückmutation also auch bei der *bircalensis*-Form ungefähr derjenigen ähnlich gewesen ist, wie es die entsprechenden Kreuzungen bei der *laciniata*-Form der Erle gezeigt haben, während sie hinwieder bei der f. *dalecarliga* offenbar gefehlt hat.

schiedenen entsprechen (vgl. Jahn 1935, Abb. 1 c), lassen sich seine und die vorliegenden Ergebnisse (jene umfassen 10, diese insgesamt 52 Keimlinge) in Form der folgenden Zusammenstellung nebeneinanderstellen, die zeigt, wie sich die Keimlingsmengen prozentisch auf die verschiedenen Blattypen verteilen.

	I	II	III	IV	V
Jahn	60	10	10	10	10
Saarnijoki	32.7	25.0	13.5	13.5	15.3

Trotzdem die obere Reihe für zwei- und die untere für dreijährige Pflanzen gilt, ist eine Übereinstimmung immerhin deutlich zu erkennen. Ebenso zeigen die Ergebnisse Verwandtschaft z. B. mit den an der *bircalensis*-Form durch Natur- und Selbstbestäubung erzielten Resultaten. Wie eingangs erwähnt worden ist, nimmt Jahn an, die f. *urticifolia* repräsentiere eine intermediäre Kreuzung zwischen der extrem schlitzblättrigen f. *asplenifolia* und der normalen *typica*-Form. Wie aber auch Jahn selbst bemerkt, gruppieren sich die als Folge der vermuteten Selbstbestäubung entstandenen Pflanzen nicht annähernd in der erwarteten Weise. Die Ursache dazu wäre darin zu erblicken, dass man es nicht mit einem Faktorenpaar, sondern mit mehreren zu tun habe, nämlich »einem verschmälernden und mehreren in verschiedener Weise schlitzenden», die »unabhängig auf die Form des Blattes wirken» (1932, l.c.). Da indessen bei diesen Pflanzen sowohl die Schlitzblättrigkeit wie u. a. auch die Verschmälerung des Blattes stets gleichzeitig niedergeerbt worden sind, dürften diese Ergebnisse weit leichter ähnlich wie bei den anderen in Frage stehenden Formen aufzufassen sein, und zwar um so mehr, als im Bereich der *urticifolia*-Klone wenigstens bei gewissen Individuen auch somatische Rückmutationen bekannt geworden sind.

Eine Stütze des Obigen bilden auch die in der Tabelle sichtbaren Ergebnisse der beiden Kreuzungen Nr. 8, wo *bircalensis*- und *sublobulata*-Blüten mit Pollen von f. *urticifolia* belegt wurden. Die erhaltenen, allerdings nur wenigen Keimlinge gruppieren sich hier auf die *verrucosa*-Typen I—III. Das Resultat ist aber durchaus verständlich. Vergegenwärtigt man sich, dass die *urticifolia*-Form hinsichtlich ihres Betrages der Blattflächenverminderung (20 %) am nächsten der *lobulata*-Form von *Betula verrucosa* gleichkommt, wäre also die nesselblättrige Form in der *verrucosa*-Umwandlungsreihe statt des eigenen L_5L_5 am ehesten mit L_3L_3 zu bezeichnen (vgl. S. 46), und ihre Nachkommen aus der Kreuzung mit der *bircalensis*-Form ($\leftarrow L_5$ $\leftarrow L_5$) wären zu 100 % L_3l_5-Keimlinge. Das Ergebnis (I 41.7 %, II 41.7 %, III 16.6 %, IV und V je 0 %) zeigt, dass bei beiden Elternindividuen, d. h. auch bei der f. *urticifolia*, Rückschlagserscheinungen stattgefunden haben müssen, denen zufolge dieser Homo-

zygot das Allelenpaar $\leftarrow L_3 \leftarrow L_3$ oder in der eigenen Blattypenreihe also das Allelenpaar $\leftarrow L_5 \leftarrow L_5$ besässe.

Gleicherweise müsste die Kreuzung *urticifolia* (L_3L_3) × *sublobulata* ($\leftarrow L_2 \leftarrow l_5$) je zur Hälfte zweierlei Keimlinge, nämlich $\leftarrow L_2 \leftarrow l_3$ und $L_3 \leftarrow l_5$ ergeben. Die in Wirklichkeit erzielten Prozentwerte (I 57.1 %, II 28.6 %, III 14.3 %, IV und V je 0 %) hätten demnach auch hier als Ausdruck der gleichen Rückschlagserscheinungen zu gelten.

Im Lichte dieser Ergebnisse wäre also auch der an den Kreuzungen teilgenommene *urticifolia*-Baum gleicherweise wie einige von den oben besprochenen Birken- und Erlenindividuen eine Form mit zumal in Verbindung mit der Geschlechtszellenbildung leichter Neigung zu Rückmutation auf Normalblättrigkeit. Ebenso könnte der von Jahn (1932) geschilderte Fall, einiger Widersprüche ungeachtet, in ähnlicher Weise aufgefasst werden. Da der in Frage stehende Baum auch nach ihm selbst schon als Abkömmling eines älteren *urticifolia*-Baums anzusehen ist (vgl. auch Schneider 1904, p. 117), so ist es keineswegs unwahrscheinlich, dass seine *asplenifolia*-Keimlinge (op. c., Abb. 1 c) nichts anderes als f. *urticifolia* sind und sein *urticifolia*-Mutterbaum (op. c., Abb. 1 a) lediglich eine um einen Grad schwächer geteilte Rückschlagsform des alten *urticifolia*-Baumes darstellt (vgl. Abb. 4: 7 und 16: 3 der vorliegenden Untersuchung). Auch die von Schneider gerade von diesem Baum (op. c., Abb. 64, m—m^1) sowie von einer *urticifolia* anderer Herkunft (op. c., Abb. 64, m^2—m^3) abgebildeten Blattypen stützen diese Deutung. Wenn also ein aus der *urticifolia*-Form durch Rückmutation hervorgegangener heterozygotischer Baum auch solche Keimlinge liefert, die, ganz wie Jahn erwähnt, eine noch stärkere Blatteilung als der Mutterbaum selbst aufweisen, so ist dies durchaus verständlich.

Schlussbetrachtungen.

Es erscheint auf Grund der vorstehenden Ausführungen wahrscheinlich, dass es sich bei den schlitzblättrigen Formen ebenso wie bei deren verschiedenartigen Rückschlägen sowohl bei der Erle und Birke als vielleicht auch bei vielen anderen Bäumen um die Auswirkungen lediglich eines Merkmalspaares, nämlich entweder eines Normalblättrigkeit verursachenden Erbfaktors einerseits oder eines Schlitzblättrigkeit verursachenden anderseits, und nicht etwa um »ein verschmälerndes und mehrere in verschiedener Weise schlitzende Gene» handelt, die »unabhängig auf die Form des Blattes wirken». Auch die anatomisch-morphologischen Eigenschaften der verschiedenen Erlen- und Birkenformen sowie der aus ihren Kreuzun-

gen hervorgegangenen Keimlinge geben zur Hand, dass man es hier mit ein und demselben, die Zellengewebe der Pflanze nur in wechselnder Stärke treffenden Schrumpfungsvorgang zu tun hat, dessen eng miteinander verknüpfte Folgeerscheinungen ausser als Schlitzblättrigkeit vor allem auch als eine Verschmälerung zutagetreten, von welcher verschiedene Teile der Pflanze betroffen werden. Es ist demnach wahrscheinlich, dass es sich bei Rede von schlitzblättrigen Formen der Erle und Birke gerade um ähnliche sog. Faktormutationen handelt, die sich rezessiv gegenüber den Ausgangsformen verhalten und die zugleich zu mannigfachen pathologischen Anomalien und oft selbst »zur Entstehung von Lethalfaktoren» führen, wie es anderseits die Hand in Hand mit der Schlitzblättrigkeit zunehmende Mortalität der Keimlinge erweist. Überdies sind gerade bei jenen Faktormutationen zahlreiche entsprechendartige Rückschlagsfälle bekannt, die »dauernd vom rezessiven zum dominanten Typ zurückmutieren» (vgl. B a u r 1930, p. 325). Es wäre demnach auch weit natürlicher, statt von Schlitzblättrigkeit von einem Schrumpfungsvorgang zu sprechen, von welchem die Pflanze in ihrer Gesamtheit betroffen worden ist. Auf der Intensität dieses Schrumpfungsvorgangs beruhten der Verschmälerungs- und Zerschlitzungsgrad der Blattspreite wie auch der gebogene Verlauf der Seitennerven. Ebenso führte er bei funktionell veränderten Blättern, wie bei den Knospen- und Kätzchenschuppen, zu einer immer grösseren Zartheit des Baus, ja durch seine besondere Einwirkung auf die Staub- und Fruchtblätter auch zu zunehmender Sterilität. Und entweder direkt oder indirekt wäre er die Ursache vieler leicht verständlicher Wandlungen sowohl im Habitus als in den Wachstumsverhältnissen sowie im Gedeihen der von ihm betroffenen Bäume. Gleichzeitig wäre zu sehen, dass diese Verkümmerungserscheinung auch in systematischer Hinsicht wichtigen Pflanzenteilen ihr Gepräge aufdrückt, indem sie z. B. das Verhältnis von Blattlänge zur Blattbreite, die Zähnung des Blattrandes, die Form der Deckschuppen und Früchte, den Bau der Knospe und des Sprosses, u. a. m., verändernd beeinflusst.

Am nächsten dürften wohl die in Frage stehenden Fälle den bei entsprechenden schmal- und schlitzblättrigen Formen von *Antirrhinum* (B a u r 1926) und *Pharbitis* (I m a i 1930) an die Seite zu stellen sein. Ein Unterschied besteht jedoch darin, dass bei *Pharbitis* diese Rückmutation nur bei der Sexualzellenbildung, nie aber in den somatischen Zellen erfolgt, während von *Antirrhinum* nur somatische Rückschläge bekannt sind. Demnach repräsentierten Birke und Erle in den genannten Beziehungen gleichsam eine Kombination beider jener Fälle (vgl. S t u b b e 1933). Ferner wäre leicht zu verstehen, dass die fraglichen Holzarten als mehrjährige Pflanzen für das Zustandekommen solcher, namentlich somatischer Knospenmutationen im Vergleich zu den vorgenannten in der Tat grössere Voraussetzungen darzubieten vermögen.

Die Lage und die gegenseitigen Beziehungen der so entstandenen, verschiedenen beschaffenen Komponenten lassen sich durchaus z. B. jenen »zurückmutierten, roten Zellkomplexen in einer gelben *Antirrhinum*-Pflanze» nebenstellen, von denen man (B a u r 1930, p. 327) weiss, dass, »wenn die Rückmutationen schon in jungen Stadien der Ontogenese, also im Vegetationspunkt selbst oder bei der ersten Anlage der jungen Organe vor sich gehen, dann entstehen g r o s s e rote Flecken oder ganz rote Sektoren und rote Äste. Erfolgen die Rückmutationen aber erst spät in der Ontogenese, also erst bei einer der letzten Teilungen vor Abschluss des Organ-Wachstums, dann sind die Pflanzen mit k l e i n e n roten Pünktchen und Fleckchen übersät.» Ganz offenbar handelt es sich bei den somatischen Rückschlägen der Erle und Birke um ganze Geästpartien umfassende Knospenmutationen ersterwähnter Art und nicht um lediglich in verschiedenen Teilen der Blätter auftretende getrennte Gewebspartien — ein Fall, wie er am nächsten vielleicht durch die *asplenifolia*-Form der Buche vertreten sein mag. Und schliesslich könnte die exzeptionell anmutende Eigenschaft, dass die Schlitzblättrigkeit in den fraglichen Fällen nicht geradeswegs, sondern schrittweise auf die Normalblättrigkeit zurückschlägt, direkt darauf hindeuten, dass man es hier gerade mit einem »multiplen Allelomorphismus» zu tun hätte und die Rückschlagsreihen demnach lediglich durch ein und denselben unilokalen Faktor zustandegebracht wären. Die Resultate wären dann in vielen Beziehungen denjenigen ähnlich, zu denen L i l i e n f e l d (1929) in ihrer mir erst bei der Drucklegung der vorliegenden Arbeit zugegangenen Untersuchung über die *laciniata*-Sippe von *Malva parviflora* gekommen ist. Wie dort, so handelt es sich auch bei den jetzt beschriebenen Fällen bei Erle und Birke offenbar um ein labiles Gen, das in verschiedenen Zuständen von wechselnder Dauer verschiedene Grade der Schlitzblättrigkeit bedingt. Doch, obwohl die hier geäusserten Vermutungen durch mehrere Umstände gestützt erscheinen, die endgültige Klarheit über jene bei den schlitzblättrigen Formen von Erle und Birke auftretenden Besonderheiten kann ausschliesslich erst dann erlangt werden, wenn die F_2-Generation der ausgeführten Kreuzungen den Untersuchungen zugänglich ist.

Litteraturverzeichnis.

Ahlgren, J. & Hesselman, H. 1905. Meddelanden om naturminnen. 6. Ett exemplar af flikbladig gråal — *Alnus incana* (L.) Willd. v. *laciniata* Callier — i Dalarne. Skogsvårdsfören. tidskr. 3, p. 150—153.

Aschersons, P. & Graebner, P. 1908. Synopsis der mitteleuropäischen Flora. IV. Leipzig.

Auer, A. V. 1935. Nokkoslehtinen koivu (*Betula* sp. f. *urticifolia* (Spach) Gunnarss.) Raisiossa. Luonnon Ystävä 39, p. 184—185.

Baur, E. 1926. Untersuchungen über Faktormutationen. I. *Antirrhinum majus* mut. *phantastica*. Zschr. indukt. Abst.- u. Vererbungsl. 41, p. 47—53.

—»— 1930. Einführung in die Vererbungslehre. 7.—11. Aufl. Berlin.

Beissner, L. 1895. Knospenvariation. Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 4, p. 132—138.

—»— 1900. Reiseerinnerungen. Ibid. 9, p. 239—262.

Blom, C. M. 1786. *Betula hybrida*, Ornäs-Björken. Sv. Vet.-Akad. Handl. 1786, p. 186—192.

Brenner, M. 1904. Om gråalens och andra s.k. litorifoba arters förekomst på Finlands sydkust. Medd. Soc. F. Fl. Fenn. 29, p. 22—26.

Callier, A. 1918. *Alnus* Formen der europäischen Herbarien und Gärten. Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 27, p. 39—185.

Dengler, A. 1932. Künstliche Bestäubungsversuche an Kiefern. Zschr. Forst- u. Jagdwesen 64, p. 513—555.

Elfving, Fr. 1913. Vedväxterna i Universitetets i Helsingfors Botaniska trädgård. Inbjudningsskrift. Helsingfors.

Geete, E. 1937. Ornäsbjörken — ett femtioårsminne. Skogen 24, p. 237—238.

Gunnarsson, J. G. 1925. Monografi över Skandinaviens *Betulae*. Arlöv.

Heikinheimo, O. 1939. Metsäpuiden roduista ja niiden jalostamisesta. Suomen Metsänhoitoyhd. vuosik. 8, p. 13—44.

Hertz, M. 1933. Outoja leppiä. Metsätal. aikak. 50. Huomioita I, p. 1—4.

Hesselman, H. 1911. Über sektorial geteilte Sprosse bei *Fagus silvatica* l. *asplenifolia* Lodd. und ihre Entwicklung. Svensk bot. tidskr. 5, p. 174—195.

Hiitonen, I. 1933. Suomen kasvio. Helsinki.

Hjelt, Hj. 1902. Conspectus Florae Fennicae. II: 1. Acta Soc. F. Fl. Fenn. 21, n:o 1, p. 1—261.

Hummel, O. 1930. Aus der Biologie des Samentragens der Bäume. Einiges über Parthenokarpie und Parthenospermie. Zschr. Forst- u. Jagdwesen 62, p. 363—371.

Imai, Y. 1930. A genetic monograph on the leaf of *Pharbitis Nil*. Zschr. indukt. Abst.- u. Verebungsl. 55, p. 1—107.

Jahn, E. 1932. Bemerkenswerte Gehölze im Botanischen Forstgarten der Forstlichen Hochschule in Hann.-Münden. III. 4. *Betula urticifolia* Regel. Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 44, p. 69—72.

Jahn, E. 1933. Id. 6. Über das genetische Verhalten eines schlitzblättrigen Silberahorns. Ibid. 45, p. 293—298.
Küster, E. 1921. Über *Fagus silvatica* var. *asplenifolia*. Ibid. 31, p. 137—140.
—»— 1925. Pathologische Pflanzenanatomie. 3. Aufl. Jena.
Lagerberg, T. 1937. Vilda växter i Norden. I. Stockholm.
Langlet, O. 1939. Fall av varierande bladform hos *Quercus robur* L. och *Rhamnus frangula* L. Svensk bot. tidskr. 3, p. 419—423.
Larsen, C. Syrach. 1934. Forest tree breeding. Kong. Veter.- og Agr. Landbohøjsk. Aarsskr. 1934, p. 93—113.
Lilienfeld, F. A. 1929. Vererbungsversuche mit schlitzblättrigen Sippen von *Malva parviflora*. I. Die *laciniata*-Sippe. Biblioth. genet. 13, p. 1—214.
Lindgren, E., Pihl, A. & Löwegren, G. 1879. Handbok i svenska trädgårdsskötseln. V. Stockholm.
Lingelsheim, A. 1918. Über das Auftreten von Palissadenparenchym an der Unterseite bifacialer Blätter. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 36, p. 485—491.
Loudon, J. C. 1838. Arboretum et fruticetum Britannicum. I—VI. London.
Masters, T. M. 1886. Pflanzen-Teratologie. Ins Deutsche von U. Dammer übertragen. Leipzig.
Mela (Malmberg), A. J. 1877. Lyhykäinen kasvioppi ja kasvio. Helsinki.
Norrlin, J. P. 1871. Bidrag till sydöstra Tavastlands flora. Notis. Sällsk. F. Fl. Fenn. förh. 11 (ny ser. 8), p. 73—196.
Örtenblad, Th. 1902. Anteckningar om trädens biologi. Bihang till Årsskrift fr. föreningen f. skogsv. i Norrland 1901. Stockholm.
Regel, E. 1866. Bemerkungen über die Gattungen *Betula* und *Alnus* nebst Beschreibung einiger neuer Arten. Moskau.
Reuter, A. 1896. Resultate der Samenvermehrung verschiedener Gehölz-Varietäten. Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 5, p. 218—221.
Saarnijoki, S. 1937. Einiges über die »Pirkkala-Birken» von heute. Ann. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. Vanamo 9, n:o 7, p. 27—38.
—»— 1941. Versuche über die Keimung von Waldbaumpollen. Comm. Inst. Forest. Fenn. 19, n:o 3, p. 1—17.
Saelan, Th., Kihlman, A. O. & Hjelt, Hj. 1889. Herbarium Musei Fennici. Ed. secunda, I, Plantae vasculares. Helsingforsiae.
Schiemann, Elisabeth. 1941. *Antirrhinum majus*, mut. *filiforme*, zugleich ein Beitrag zur Chimärfrage. Zschr. indukt. Abst.- u. Vererbungsl. 79, p. 50—82.
Schneider, C. K. 1904. Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde. I. Jena.
Schotte, G. 1920. En ny form av flikbladig gråal. *Alnus incana* f. *oxyacanthoides*. n.f. Lustgården 1, p. 96—101.
Siivonen, L. 1935. Nokkoslehtinen koivu (*Betula concinna* × *pubescens* × *verrucosa* f. *urticifolia* (Spach) Gunnarss.). Luonnon Ystävä 39, p. 27.
Söderberg, E. 1917. En knoppvariation hos *Alnus glutinosa* Gaertn. Svensk bot. tidskr. 11, p. 401—402.
Stubbe, H. 1933. Labile Gene. Bibliogr. genet. 10, p. 299—355.
Vries, H. de. 1901, 1903. Die Mutationstheorie. I, II. Leipzig.
—»— 1906. Arten und Varietäten und ihre Entstehung durch Mutation. Ins Deutsche von H. Klebahn übertragen. Berlin.

SELOSTUS:

LEPÄN JA KOIVUN LIUSKALEHTISYYS PALAUTUMIEN JA ERÄIDEN RISTEYTYSTEN VALOSSA.

Selostettu tutkimus on julkaisuna ensimmäinen niistä vuosina 1937 ja 1939 suoritetuista keinollisista puitten risteytyskokeista, joita Metsätieteellisellä tutkimuslaitoksella silloin oli työohjelmassa. Kun tulokset tällaisista, varsinkin juuri puulajeilla suoritettavista kokeista ovat vasta vuosien, jopa vuosikymmenien kuluttua lopullisesti todettavissa, liitettiin niihin eräänä nopeammin päätökseen vievänä myös liuskalehtisyyden periytymistä koskeva selvittely, joka perustui siis lehdessä ja näin ollen jo taimiasteella havaittavan ominaisuuden ilmenemiseen.

Tutkimuksen kohteena on ollut kaikkiaan kuusi erilaista lepän ja koivun liuskalehtistä muotoa (kuva 1 ja 4, s. 10 ja 14), joista osa on kasvanut puistoistutuksilla, osa taasen alkuperäisillä luonnonkasvupaikoilla. Kumpaankin ryhmään on sisältynyt sitäpaitsi yksilöitä, joissa liuskalehtisyys on muuttumassa, vieläpä monien väliasteitten kautta normaalilehtisyydeksi, joten tällaisessa puussa on ollut p a l a u t u m i a s. o. lehdiltään lievemmin liuskaisia taikka täysin normaaleja versonosia (kuva 3, s. 13), versoja (kuva 5, s. 15), jopa oksiakin (kuva 2, s. 12), ja tästä johtuen puun oksisto on ollut aivan kuin erilaisista mosaikkimaisista, selvärajaisista osista rakentunut. Kun useat näistä puista osoittautuivat näinä kasvusuhteiltaan edullisina vuosina ainakin jossain määrin fertiileiksi, joka yleensä liuskalehtisille muodoille on harvinaista, antoi sekin aiheen suorittaa niillä eräitä keinollisia pölytyksiä. Tarkoituksena oli selvittää, paitsi miten liuskalehtisyys po. puulajeilla periytyy, myös mitä ja millaisia mainitut palautumat geneettisessä suhteessa ovat.

Mitä on liuskalehtisyys anatomis- morfologisesti?

Liuskalehtisyyden asteettainen muuttuminen yhä normaalisemmaksi lehdeksi, jota kehitystä kuvien 1 ja 4 (s. 10 ja 14) lehtityypit 5—1 edustavat, on tarjonnut myös niin morfologisilta kuin anatomisiltakin ominaisuuksiltaan lähtökohdan päätelmille, mistä itse liuskalehtisyys koivulla ja lepällä lähinnä johtuu. Lehtimuodon muuttumissarjoista on ensinnäkin selvinnyt, että lehden erikoinen ulkonäkö, varsinkin sivusuonien ja- liuskojen taaksepäin kaartuva kulkutapa — lyyramaisuus, lehtilavan kapeatyvisyys ja -kärkisyys sekä lehtilaidan hammastuksen heikkeneminen, jotka ominaisuudet käyvät liuskottumisen mukana yhä selvemmiksi, ovat merkkejä eräänlaisesta lehden kapenemis-kutistumisilmiöstä. Se on tapahtunut jo lehtiaiheessa ja lisäksi kohtisuoraan pääsuonta ja sen kanssa vielä yhdensuuntaisia sivusuonia ja niiden välistä poimuun painunutta lehtilapaa vasten (kuva 9: 3, s. 26). On selvinnyt, että tällaisen lehden avautuessa syntyy toisaalta tämän normaalin toiminnan ja toisaalta taasen tapahtuneen kapenemisen vaikutuksesta lehtilavassa jännitystä. Sen seurauksena on lehtilavan suonien välisen »löyhemmän» osan repeäminen, joka alkaa lehtilaidoilta käsin ja jatkuu sitä syvemmälle mitä voimakkaampana syntynyt

jännitys tuntuu, toisin sanoen mitä suuremmassa määrässä siis lehtilapa on kaventunut (kuva 9: 1, s. 26). Lehden normaalin hammastuksen heikkeneminen taikka täydellinen häviäminen (kuva 9 a-d) on samanaikainen seuraus tästä ilmiöstä, jota toisaalta myös erilleen repeytyvien liuskojen taaksekäsin, alkuperäisemmille paikoille suuntautuva kaartuminen myös osoittaa (kuva 9: 1 ja 2).

Anatomisestikin on ollut todettavissa, että tähän lehden liuskottumiseen liittyy eräänlainen repeytymissolukko, joka syntyy poimuuntuneen lehtilavan taiveosaan, ja jota pitkin liuskottuminen sitten tapahtuu (kuva 8, s. 25). Eräissä lehdissä, eikä vain lepällä ja koivulla vaan muidenkin puulajien vastaavanlaisilla muodoilla, se saattaa säilyä paikoin ehjänäkin, ja silloin tämä muodostuma jonka merkitystä ei ole aiemmin voitu tyydyttävästi selittää, näkyy ohuempana kuolleitten, läpikuultavien solujen muodostamana uurteena, joka kulkee yhtäjaksoisena taikka katkeillen suonien välisen lehtilavan keskiosassa kohti pääsuonta (kuva 6 ja 7, s. 23 ja 24). Kun tämä lehden kapenemisesta johtuva pinta-alan pieneneminen, jota taulukon 1 (s. 19) luvut myös osoittavat, on lepän liuskalehtisillä muodoilla ja niiden palautumilla ollut kahta vertaa voimakkaampaa kuin koivulla, on tämän perusteella voitu myös päätellä, että näiden muutosten on täytynyt ollakin edellisellä lajilla paljon selvempinä nähtävissä kuin koivulla.

Sama primäärinen kapenemis-kutistumisilmiö on painanut leimansa muihinkin kasvinosiin. Anatomisestikin se on selvästi havaittavissa varsinkin juuri palautumien rajakohdilla siis paikoilla, joissa kasvinosan toinen puoli edustaa toista, toinen taasen toista lehtityyppiä (kuva 10 ja 14, s. 29 ja 35). Se saa aikaan koko versossa hentorakenteisuutta ja siitä todennäköisesti johtuu myös liuskalehtisimmille muodoille varsin tyypillinen oksien riippaisuus. Silmuissa ja silmusuomuissa, norkoissa ja norkkosuomuissa, jopa pähkylöissäkin se on huomattu ilmenevän (kuva 11 ja 12, s. 30 ja 31), joten jokainen näistä kasvinosista on selvästi kaventunut suhteessa pituuteensa. Eikä vain emilehdissä vaan myös heteissä samanlainen surkastumisilmiö on havaittavissa (kuva 13, s. 33). Po. muodoille ominainen, rinnan liuskalehtisyyden voimistumisen kanssa tapahtuva fertiilisyyden aleneminenkin (taulukko 3, s. 32) olisi siis suoranainen seuraus vain tästä samasta tapahtumasta. Kun kasvia kokonaisuudessaan kohdannut kapenemis-kutistumisilmiö on painanut näin leimansa myös systemaattisessa suhteessa tärkeisiin kasvinosiin, sen vaikuttaessa siis muuntelevasti esim. lehden pituuden ja leveyden väliseen suhteeseen, lehtilaidan hammastukseen, norkkosuomujen ja pähkylöiden samoin kuin silmujenkin muotoon, johtuu tästä, ettei näille ominaisuuksille voida antaa sellaista systemaattista merkitystä, kuin mitä aikaisemmin varsinkin koivuun nähden on tapahtunut.

Liuskalehtisyys risteytysten valossa.

Vaikkakin eri muotojen risteytystaimet edustavatkin vasta ensimmäistä, vielä taimiasteella olevaa F_1-puusukupolvea, on kuitenkin voitu päätellä, varsinkin kun on otettu huomioon tulokset vastaavanlaisilla ruohovartisilla kasveilla suoritetuista pitkäaikaisista tutkimuksista, mitä liuskalehtisyys geneettisesti po. puulajeilla on. Näistä risteytyksistä saatujen taimien joukossa on nimittäin ollut lehdiltään sekä normaaleja että liuskottuneita (kuva 15, s. 40). Niin liuskottumistapansa, hammastuksensa, kuin lehtilavan surkastumisarvonsakin puolesta viimeksimainitut taimet ovat vastanneet tarkalleen emopuitten lehtityyppejä (kuva 16 ja 19, s. 41 ja 46). Kun minkäänlaista näiden ominaisuuksien hajaantumista ei ole risteytysaineistossa tapahtunut, on tämän perusteella päätelty, että kyseessä on vain yhden ainoan, joko normaalilehtisyyttä taikka aste asteelta voimistuvaa liuskalehtisyyttä s.o. kasvin surkastumista aiheuttavan perintötekijän, geenin vaikutus. Kaavamaisesti se

on ilmaistu merkeillä L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 ja L_6, joissa kirjaimeen liitetty numero 1 osoittaa normaalilehtisyyttä, ja 2—6 voimistuvan liuskalehtisyyden eli toisin sanoen surkastumisilmiön eri asteita.

Edelleen risteytyksistä saatujen taimien ryhmittymisestä eri lehtityyppeihin (taulukko 4 ja 5, s. 38 ja 39) on selvinnyt, että samoin kuin jo aikaisemmin tässä suhteessa tutkituilla ruohovartisilla kasvilajeilla, lepällä ja koivullakin liuskalehtisyys on ollut resessiivistä. L_1-geeni on dominoinut l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, ja vastaavasti normaalisempi L_5 eniten liuskottuneisuutta aiheuttavaan l_6 nähden. Tällaisista risteytyksistä saadut heterozygoottiset taimet ovat näinollen olleet aina keskenään samaa lehtityyppiä. Sitävastoin tulokset eivät ole seuranneet tätä sääntöä niissä risteytyksissä, joissa toinen taikka molemmat vanhemmista ovat edustaneet mosaikkimaisesti rakentuneita palautumapuita. Taimien joukossa ovat nimittäin tällöin olleet kaikki taikka ainakin useimmat lehtityypit todettavissa. Tämä poikkeavaisuus on selitetty johtuneen siitä, että sukusolujen muodostumisen yhteydessä on emopuun kukinnoissakin tapahtunut aivan samanlaisia muutoksia kuin sen somaattisissa osissa.

Kun edellisiä, siis pysyvästi liuskalehtisyytensä säilyttäneitä puuyksilöitä on merkitty kaavalla

$$L_5\ L_5,$$

ovat jälkimmäiset puut ja niiden palautumat edustaneet risteytysten mukaan jo varsin monimutkaisia, osaksi somaattista tietä syntyneitä homo- taikka heterozygootteja, joiden joukossa kaavoilla

$$L_1{\leftarrow}{\leftarrow}l_5,\ L_2{\leftarrow}{\leftarrow}l_5,\ L_3{\leftarrow}{\leftarrow}l_5,\ L_4{\leftarrow}{\leftarrow}l_5 \text{ ja } L_5{\leftarrow}{\leftarrow}L_5$$

merkityt ovat olleet kaikkein ilmeisimpiä edustajia. Kirjaimen eteen sen yläosaan sijoitettuna nuoli kaavassa osoittaa sukusolujen muodostumisen yhteydessä, normaalisuuteen päin tapahtuvaa palautumistaipumusta, alaosaan kirjaimen numeroon viittaavana se taasen merkitsee vastaavasti somaattista tietä, puun oksistossa jo sattunutta, määrättyyn vaiheeseen pysähtynyttä palautumatapausta. Tämän mukaisesti liuskalehtisyys on käsitetty johtuneen siis eräänlaisesta geenin toiminnassa tapahtuneesta häiriöstä (faktorimutaattiosta), jonka voimakkuus vain on vaihdellut lepän samoin kuin koivunkin eri muodoilla. Toisissa niistä tämä geenihäiriö on ollut pysyvää, ja tällaisessa puussa lehtityyppi on ollut jatkuvasti säilyvää, toisissa geenin toiminta on aste asteelta milloin voimakkaammin milloin lievemmin »parantunut» normaalisemmaksi, ja sen mukaisesti puuhun on ilmestynyt lehtityypiltään vähemmän liuskaisia, selvärajaisesti muusta oksistosta erottuvia palautumaosia.

KORPIMETSIEN LUONTAINEN UUDISTAMINEN

O. J. LUKKALA

DIE NATÜRLICHE VERJÜNGUNG DER BRUCHWÄLDER

Referat

HELSINKI 1946

Helsinki 1946. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällysluettelo.

Sivu

Johdanto 5
Tutkimusalueet ja tutkimusmenetelmät 9
Pohjaveden tason ja sademäärän sekä ilman ja maan lämpötilan mittaukset 11
Siementymis- ja taimettumiskokeet 13
Taimistoja ja puustoja koskevat tutkimukset 13
Kaistalehakkausaloilla suoritetut tutkimukset 16
Melkankorpi, Loimola 16
Pohjavesi-, sade- ja lämpötilahavaintoja 18
Taimien määrä ja laatu 23
Välimetsiköiden puusto- ja kasvusuhteet 28
V. 1942 suoritetut jatkotutkimukset 29
Pahkakorpi, Viitasaari 32
Pohjavesi-, sade- ja lämpötilahavaintoja 34
Taimien määrä ja laatu 38
Välimetsiköiden puusto- ja kasvusuhteet 43
V. 1942 suoritetut jatkotutkimukset 44
Kovansuon korpi, Keitele 46
Pohjavesi-, sade- ja lämpötilahavaintoja 48
Taimien määrä ja laatu 51
Välimetsiköiden puusto- ja kasvusuhteet 53
V. 1942 suoritetut jatkotutkimukset 54
Ahonkorpi, Hauho 56
Pohjavesi-, sade- ja lämpötilahavaintoja 59
Taimien määrä ja laatu 62
Välimetsiköiden puusto- ja kasvusuhteet 64
V. 1942 suoritetut jatkotutkimukset 65
Lohkohakkausaloilla suoritetut tutkimukset 67
Kesonkorpi, Hämeenlinnan maalaiskunta 67
Taimien määrä ja laatu 68
Reunametsän puusto- ja kasvusuhteet 70
V. 1942 suoritetut jatkotutkimukset 70
Eräitä lisätutkimuksia etupäässä lohkoharsintametsiköissä 73
Pyöreänsuon korpi, Viitasaari 73
Jaakkoinsuo, Vilppula 76
Vuorennevan korpi, Kankaanpää 79
Vesijaon kokeilualue, Padasjoki 81
Varsinaisen korven vanhoja korpikuusikoita 81
Paljaaksihakattu korpinotkelma 83
Ojitettu ruoho- ja heinäkorpi 85
Mustakotisen korpi, Evo 88
Ent. Raivolan kokeilualue 89
Lapinjärven kokeilualue 93
Röisuo, Pernaja 94

Sivu

Tutkimustulosten vertailevaa tarkastelua 95
Puuston vaikutuksesta pohjaveden tasoon ja sateista metsissä maahan asti tulevaan vesimäärään 95
Metsän vaikutuksesta ilman ja maan lämpötiloihin 99
Siementymis- ja taimettumiskokeita 102
Paljaaksihakkauksen aiheuttamista muutoksista aluskasvillisuuteen ja turvesuhteisiin 104
Kaistaleiden metsittyminen 106
Taimien ikä- ja kasvusuhteet 113
Kaistalemetsiköiden kehitys yleispiirtein 118
Välimetsiköiden puusto- ja kasvusuhteet 119
Katsaus tutkittujen siemenpuuhakkauksien ja lohkoharsintojen tuloksiin 121
Metsänhoidollisia sovellutuksia 124
Väljennys-kaistalehakkaus 124
Valmistushakkaus 124
Kaistaleiden hakkaus 125
Kaistaleiden välisten metsiköiden uudistaminen 127
Lisänäkökohtia 128
Muita uudistushakkaustapoja, erityisestikin lohkoharsinta (keskitetty harsinta) 131
Lehtokorpien, ruoho- ja heinäkorpien sekä nevakorpien metsien uudistaminen 133
Kirjallisuusluettelo 134
Referat 138

Johdanto.

II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa saatujen tulosten mukaan (Ilvessalo 1942) jakamattomassa Suomessa oli korpia runsaasti 2.5 milj. hehtaaria. Niistä luettiin kasvullisiin metsämaihin kuuluviksi 1.9 milj. ha. Vaikka tästä korpialasta välirauhan teossa likimain kymmenesosa menetettiinkin, kohdistuvat maamme metsien hakkuut edelleen melkoiseksi osaksi myös korpimetsiin.

Toistaiseksi ei ole selvitelty, minkälaisin hakkauksin korpimetsiä olisi kasvatettava ja minkälaisin uudistettava. Tätä kysymystä on metsäkirjallisuudessakin vain niukasti käsitelty. Norjassa Barth (1920) huomioi soistuvat maat sikäli, että hän esittää soistumisen alkuvaiheita osoittavan ohuen ja hajanaisen karhunsammal- ja rahkasammalpeitteen tavallisesti häviävän, kun metsä hakataan, esimerkiksi voimakkaasti väljentäen, jolloin ilman vaihto paranee ja maa pääsee auringon kuivatettavaksi. Ruotsissa on selvitelty Norrlannin enemmän tai vähemmän soistuneiden kuusikkomaiden metsien käsittelyä paljonkin, mutta varsinaisten korpimetsien hakkauksista en ole huomannut puhuttavan ruotsalaisessakaan metsänhoitokirjallisuudessa. Wahlgren (1922) mainitsee tunnetussa oppikirjassaan, että harsintaa voidaan puoltaa soistuneilla mailla, missä ei ole mahdollista keinollisesti tai maanparannusmenetelmin saada aikaan tyydyttävää nuorennosta. Myös Lundberg (1926) esittää näkökohtia ojitettujen ja ojittamattomienkin soiden metsien käsittelystä, mutta hänenkään esityksensä ei kohdistu korpimetsien uudistamiseen.

Vain vähän korpimetsien hakkauksista on puhuttu kotimaisessakin metsäkirjallisuudessa. Cajander (1910) esittää eri uudistushakkauksia toisiinsa verratessaan ajatuksen, ettei harsintahakkaus soveltune kuusellekaan muualla kuin mahdollisesti ns. kuusikorvissa, joissa kuusi tuntuu nuorentuvan hyvinkin synkkänä metsänä. Hannikaisen (1919) mukaan kaistalehakkausta voidaan käyttää tasaikäisissä metsiköissä kuten korpikuusikoissa. Toisaalla hän mainitsee, että varsinainen harsinta soveltuu kuusikorpiin, missä kuusi nuorentuu hyvinkin tiheänä metsänä.

Heikinheimo (1922) suosittelee Pohjois-Suomen kuusimetsiä uudistettavaksi 100 m:n ja ehkä vähän leveämminkin kaistalein, joiden välille jätettäisiin 75—100 m:n levyisiä metsäsarkoja hakkaamatta. Ne uudistettaisiin sitten aikanaan lohkoharsintaa käyttäen. Hakkausalan leveys riippuisi myös tiluskuvion mittasuhteista siten, että esimerkiksi kapeahkossa kuusikorvessa hakkausalan reuna suurin piirtein noudattaisi korven rajaviivoja kuitenkin jyrkimpiä mutkia oikoen ja kapeita niemekkeitä katkoen.

Laitakarin (1930 a ja 1930 b) mukaan korpijuottien kohdalla voidaan toimittaa kaistalepaljaaksihakkauksia, samalla kuin viereisillä kankailla käytetään muita uudistustapoja. Myöskin hän nimenomaan mainitsee, että korpijuotteja paljaaksihakattaessa voidaan noudattaa tiluskuvion muotoa. Siemenpuuhakkauksien edellytyksiä tarkastellessaan Laitakari esittää, että tuulenaroilla paikoilla ei tulisi käyttää kuusisiemenpuuasentoa, sekä jatkaa, että vaara on sitä suurempi, jos metsä on hoitamatonta ja jos maa on pehmeää ja vesiperäistä, esimerkiksi korpimaata.

Multamäki (1937) julkaisee tuloksia kuusen uudistumisesta vesiperäisillä mailla. Selvitellessään kuusen taimien paleltumista hän on kohdistanut tutkimuksensa myös korpikaistaleisiin ja esittää (1942), että korpimetsiä voidaan edullisesti uudistaa kaistaleittain, parhaiten kapein. enintään 40 m levein kaistalein. Hiljattain ilmestyneessä oppikirjassaan Kalela (1945) mainitsee, että korpisoiden vanhoissa kuusikoissa kaistalehakkaus on osoittautunut erittäin edulliseksi. Myös käsillä olevan julkaisun kirjoittaja (Lukkala 1940) on esittänyt kaistaleittaisen paljaaksihakkauksen sekä tietyissä oloissa lohkoharsinnan soveltuvan vanhoihin korpikuusikkoihin, joissa ojituskin pääsee mainittavasti tehoamaan vasta uudistushakkauksen jälkeen.

Käytännössä ei korpimetsien hakkauksissa ole noudatettu mitään erityistä suuntausta. Aikaisemmin toimeenpantiin hirren harsintoja ja tukkipuiden määrämittahakkauksia korpimetsissä samaan tapaan kuin muillakin metsämailla. Kun paperipuillekin tuli kysyntää, määrämitta pieneni ja korpimetsät joutuivat monin paikoin hyvinkin rajujen hakkauksien kohteiksi. Parin viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana ja erityisestikin 1920-luvulla, jolloin ryhdyttiin eri muodoin tehostamaan maamme metsien hoitoa, näyttää voimakkaiden hakkauksien toimeenpano yleensäkin ja erityisesti vanhoissa korpikuusikoissa saavuttaneen olletikin valtionmetsissä yhä lisääntyvää suosiota. Tähän oli kannustimena pyrkimys saada liian heikkotuottoisiksi katsotut metsät mahdollisimman nopeasti uudistetuiksi. Mainitunlaisia voimakkaita hakkauksia on valtionmetsien kyseenä ollen suosittu varsinkin Itä-Suomen piirikunnassa (Huuhtanen 1938).

Suonkuivaustöiden tarkastaja Arthur Bockströmin sotia edeltäneinä vuosina suorittamien ojituksien tuloksia koskeneiden tarkastuksien perusteella laatimien kertomuksien mukaan mm. Iisalmen läntisessä, Rautavaaran, Koitereen, Ilomantsin, Loimolan, Käkisalmen ja Äyräpään hoitoalueissa on ojitetuilla ja ojittamattomillakin korpimailla yleisesti toimeenpantu lohkoittaisia ja osaksi myös kaistaleittaisia paljaaksihakkauksia. Useissa tapauksissa on varsinkin laajemmille paljaaksihakkausaloille jätetty pystyyn kasvuisia puuryhmiä sekä siemenpuiksi olletikin koivuja.

Eniten on paljaaksihakkauksia toimeenpantu Loimolan hoitoalueessa. Kun siellä Suojärven radan valmistuttua ryhdyttiin laajassa mitassa hyväksi käyttämään säästyneitä metsiä, sovellettiin vanhoissa

korpikuusikoissa, joita hoitoalueessa oli runsaasti, yleisesti lohkoittaista sekä kaistaleittaista paljaaksihakkausta. Erityisesti vuosien 1922—31 välisenä aikana mainitunlaiset hakkaukset saavuttivat huomattavat mittasuhteet. Mitään varsin laajoja yhtenäisiä paljaaksihakkauksia ei tosin suoritettu, sillä paljastavat hakkaukset koetettiin rajoittaa kasvunsa menettäneisiin tai menettämäisillään oleviin metsiin. Erityisesti oli suosiossa metsänhoitokirjallisuudessa kulissihakkauksen nimeä kantanut kaistalehakkauksen muoto, jossa samaan jaksoon hakataan useita yhdensuuntaisia kaistaleita ja niiden väliin jätetään hakkaamattomia metsäsuikaleita. Kaistaleiden suunta on riippunut maasto- ja metsikkösuhteista. Ilmansuunnalla ei näytä olleen vaikutusta asiaan. Kaistaleiden leveys on pyritty saamaan noin 40 metriksi. Kaistaleiden väliset metsiköt ovat likimain saman levyisiä tai jonkin verran leveämpiä. Kaistaleiden pituus vaihtelee suuresti, 100—200 metrin pituisia on runsaasti ja eräät kaistaleet ovat yli puolen kilometrin pituisia. Varsinaisen hakkauksen yhteydessä otettiin yleensä talteen samanaikaisesti kaikki myyntikelpoinen tavara ja seuraavana kesänä toimitettiin raivaushakkaus, jolloin poistettiin jäljelle jäänyttä, taimettumista haittaavaa jätemetsää. Hakkuutähteitä on useimmiten jonkin verran levitetty. Niiden polttoa on suoritettu vain poikkeustapauksissa. Eräisiin kaistaleisiin on jonakin hakkauksen jälkeisenä keväänä hajakylvetty kuusta.

Länsi-Suomen piirikunnan valtionmetsissä lienee korpimaillakin etupäässä suoritettu harsinnan luonteisia hakkauksia. Muutamissa hoitoalueissa on tosin yli-ikäisissä korpimetsissä toimeenpantu myös kaistaleittaisia paljaaksihakkauksia, jotka ovatkin yleensä johtaneet edullisiin tuloksiin (vrt. Mäkelä 1939). Mm. Viitasaaren hoitoalueen korpimetsissä on harrastettu paljaaksihakkauksia etenkin vuosina 1926—31, joiden aikana Koliman ym. valtionmaiden lukuisat kaistaleet on hakattu. Metsätaloudentarkastaja L. A. Mäkelän tarkastuskertomuksen mukaan vuosilta 1934—35 mainitun hoitoalueen silloiset kaistalehakkaukset käsittivät yhteensä noin 1 000 ha, mihin lukuun sisältyvät myös hakkausalojen välimetsiköt, so. kaistaleiden väliset metsiköt.

Viitasaaren hoitoalueen kaistaleiden leveys on useimmiten 40—50 metriä ja välimetsiköiden 55—60 metriä. Niiden pituus ja suunta vaihtelevat. Kaistaleet on tavallisesti hakattu — matalaa taimiainesta lukuunottamatta — samanaikaisesti paljaiksi. Eräissä tapauksissa kaistaleisiin on jätetty kehityskykyisiä puuryhmiä tai yksityisiä puita siemenpuiden tapaan. Välimetsiköistä ei kaistalehakkauksen yhteydessä ole yleensä poistettu puita. Alkuperäisten kaistaleiden leventämistä on toistaiseksi suoritettu vain vähässä määrin.

Laajassa mitassa on lohkoittaisia ja kaistaleittaisia paljaaksihakkauksia suoritettu, erityisestikin vv. 1925—32, myös Kurun hoitoalueessa. Kaistaleita, joiden leveys ja suunta suuresti vaihtelevat, on hakattu erilaisille

kuusikkomaille, korpien ohella myös kankaille. Viimeksi mainittujen kohdalle on yleisesti kylvetty kuusta ja mäntyä. Eräissä muissakin Länsi-Suomen piirikunnan hoitoalueissa, mm. Kivijärven, Keuruun, Keski-Hämeen ja Tammelan, on korpimailla harsinnan ja lohkoharsinnan ohella suoritettu myös paljaaksihakkauksia.

Pohjanmaan ja Perä-Pohjolan piirikuntien korpimailla, joita siellä on suhteellisen niukasti, ovat niin ikään eriasteiset harsinnat olleet paljaaksihakkauksia yleisemmin käytettyjä. Metsän laadusta riippuen nämä »harsinnat» ovat tosin etenkin Pohjois-Suomessa usein muodostuneet hyvinkin rajuiksi.

Puutavarayhtiöiden mailla on kituvissa korpimetsissä suoritettu paljaaksihakkauksiakin, mutta harsinnat ja lohkoharsinnat lienevät olleet enemmän suosiossa. Yksityismetsissä ovat olosuhteista riippuen eri vahvuiset tukkipuiden ja pinotavaran poimintahakkaukset viime vuosiin asti olleet yleisesti käytettyjä myös korpimailla.

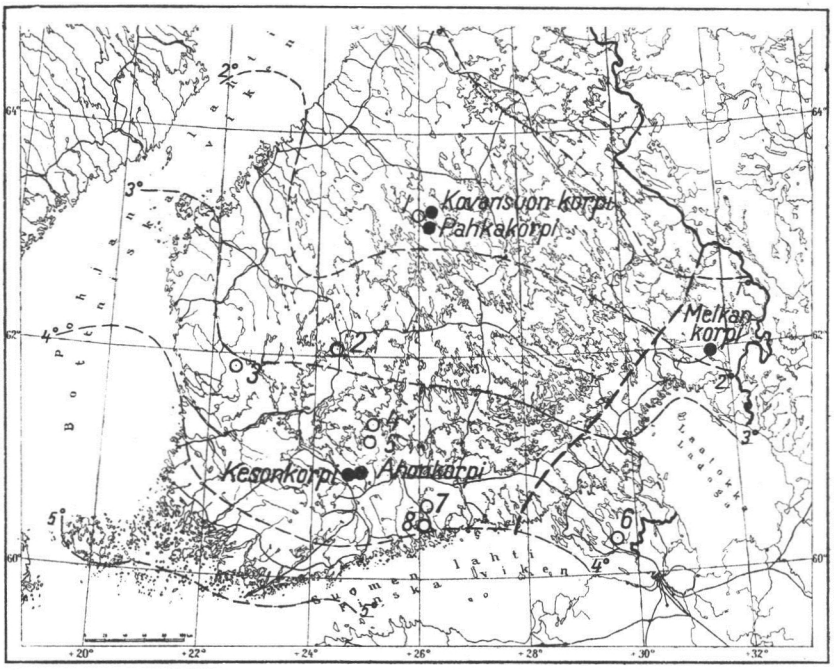
Edellä esitetyn perusteella näytti aiheelliselta ryhtyä tarkastelemaan, minkälaisiin tuloksiin erilaiset hakkaukset ovat korpimailla johtaneet sekä minkälaisin menetelmin korpimetsiä olisi uudistettava, niin että tulos olisi olosuhteet huomioon ottaen metsänhoidollisesti paras mahdollinen. Tässä selostettavat tutkimukset ovat kohdistuneet maan eteläpuoliskon metsiin sekä sellaisiin korpityyppeihin, lähinnä kangaskorpiin ja varsinaisiin korpiin, jotka ojittamattominakin ovat yleensä kasvullisiin metsämaihin kuuluvia. Tutkituista korpisoista useimmat olivat enemmän tai vähemmän tehokkaasti ojitettuja, vaikkakin tutkimuksen kohteeksi katsottiin voitavan hyväksyä niin hyvin ojitettuja kuin ojittamattomiakin korpia.

Tässä nyt julkaistavat tutkimukset pantiin alulle jo syksyllä 1936. Silloin tarkastettiin eräitä korpimetsien hakkausaloja sekä järjestettiin niihin pohjaveden tason mittauksia ym. erilaista koetoimintaa käyntiin. Seuraavan vuoden syksynä kyseisissä alueissa suoritettiin hakkauksen metsänhoidollisia tuloksia selvitteleviä tutkimuksia. Koetoimintaa jatkettiin vuoden 1942 syksyyn, jolloin — viisi vuotta 1937 suoritettujen tutkimuksien jälkeen — samoissa paikoissa toimeenpantiin koemetsiköiden uusintamittauksia. Silloin ulotettiin puustoa ja taimettumista koskevat tutkimukset aikaisempien lisäksi useille uusille korpimetsien hakkausaloille.

Tutkimuksen tulokset ja käsikirjoituskin ovat olleet julkaisuvalmiina jo pitkähkön ajan, mutta kuluneina vuosina valtion varat eivät ole riittäneet sen tutkimuslaitoksissa valmistuneiden töiden painattamiseen. Kustannuksien vähentämiseksi julkaistaan tutkimus, erityisesti tutkimusaineiston esittelyn osalta, nyt huomattavasti supistettuna.

Tutkimusalueet ja tutkimusmenetelmät.

Syksyllä 1936 valittiin neljä päätutkimusaluetta, joihin kuhunkin samalla järjestettiin erilaista koetoimintaa käyntiin. Näistä alueista, joissa kaikissa oli hakattu korpimetsää kaistaleittain paljaaksi, on (ks. alla olevaa karttaa) yksi Melkankorvessa Loimolan hoitoalueen Suistamon valtionpuistossa, kaksi Viitasaaren hoitoalueen Koliman valtionmaalla, näistä Pahkakorpi Viitasaaren ja Kovansuon korpi Keiteleen pitäjässä. Neljäs, Ahonkorpi, on Tammelan hoitoalueen Lehtikummun virkatalon metsässä Hauholla. Seuraavalla sivulla olevat numerot (Keränen 1925, Korhonen 1915 ja 1925) antavat käsityksen sanottujen alueiden sekä lisäksi tutkimusalueista viidennen, Kesonkorven, tienoilla vallitsevista ilmastosuhteista.



1 Pyöreänsuon korpi
2 Jaakkoinsuo
3 Vuorennevan korpi
4 Vesijako
5 Evo
6 Raivola
7 Lapinjärvi
8 Röisuo

Kuva 1. Tutkimusalueiden sijainti. Kartalle on merkitty myös vuoden keskilämpökäyrät (30-vuotinen jakso).

Abb. 1. Die Lage der Untersuchungsgebiete. In die Karte sind auch die mittleren Jahrestemperaturkurven eingezeichnet (30-jährige Folge).

	Keskilämpötila, C° *Mitteltemperatur, C°*		Vuotuinen sademäärä, mm *Jährliche Niederschlagsmenge, mm*	Lumipeite, cm *Schneedecke, cm*
	Vuoden *Jahr*	Touko-syyskuun *Mai—September*		
Melkankorpi	1.8	11.3	600	80—90
Pahkakorpi ja Kovansuon korpi	1.8	11.2	550	60—70
Ahonkorpi ja Kesonkorpi ..	3.6	12.5	600	40—50

Syksyllä 1936 seivästettiin neljän ensin mainitun tutkimusalueen kartoitusta ja pintapunnitusta varten 50 m:n etäisyyksille toisistaan linjat poikki kaistaleiden ja välimetsiköiden. Linjojen kohdat tulivat 5 m:n levyisiksi koealasarjoiksi, jotka poikkisuunnassa jaettiin erillisiin »koealoihin» siten, että 10 m:n pituiset pätkät kaistaleiden ja välimetsiköiden reunoista muodostivat omat koealansa. Reunavyöhykkeitä edustavien koealojen väliset keskikaistaleiden ja keskivälimetsiköiden eri pituiset osat sekä tutkittavan alueen uloimpiin välimetsikköihin pistävät 20 m:n pituiset pätkät jäivät omiksi koealoikseen. Samana syksynä näille linjoille asetettiin jäljempänä selostettaville kohdille pohjavesi- ja sademittareita, ilman ylin- ja alinarvolämpömittareita sekä siemenlaatikoita.

Seuraavan vuoden 1937 elokuussa linjojen piiriin joutuneet alat kartoitettiin ja suoritettiin alueiden pintapunnitus. Kullakin koealalla merkittiin muistiin sen kasvillisuustyyppi sekä tehtiin kasvipeitteen kuvaus. Turvekerroksen laatu ja paksuus tarkastettiin. Sen lahonneisuus havainnoitiin 1—10 asteikon (Lukkala—Kotilainen 1945) mukaan. Enimpien tutkimusalueiden turvekerroksen pintaosien happamuusasteet tutkittiin. Perusmaan laatu selviteltiin. Kaistaleiden ja välimetsiköiden puuston rakennetta tutkittiin kullakin koealalla siihen tapaan kuin jäljempänä selostetaan.

Mainittujen neljän tutkimusalueen lisäksi toimeenpantiin syksyllä 1937 tutkimuksia paljaaksihakatussa Kesonkorvessa, joka sijaitsee puolustuslaitoksen hallinnassa olevassa Hätilän virkatalon metsässä Hämeenlinnan maalaiskunnassa. Tämäkin korpialue kartoitettiin ja pintapunnittiin. Pohjavesi-, sade- ym. mittareita ei asetettu, mutta aluskasvillisuuden, turvesuhteiden ja puuston tutkiminen suoritettiin siellä samaan tapaan kuin edellä selostetuissa tutkimusalueissa.

Melkankorvessa, Pahkakorvessa, Kovansuon korvessa ja Ahonkorvessa pohjavesi- ym. mittauksia sekä siementen varisemiskokeita jatkettiin muutamia vuosia, eräissä tapauksissa aina vuoden 1941 loppuun. Vuonna 1942, kesän loppupuolella, kun oli kulunut 5 vuotta elokuussa 1937 suoritetuista tutkimuksista, palattiin mainittuihin tutkimusalueisiin puuston uusintamittauksia varten. Tällöin kohdistettiin huomio erityisesti taimiston kehitykseen kaistaleiden kohdalla. Välimetsiköistä tehtiin vain yleisluonteisia havaintoja.

Vuonna 1942 tutkittiin korpimetsien uudistumista lisäksi Vilppulan, Vesijaon, Lapinjärven ja silloisessa Raivolan kokeilualueessa, entisessä Pohjankankaan kokeilualueessa, Viitasaaren ja Evon hoitoalueissa sekä Röisuolla Pernajassa. Nämä tutkimukset kohdistettiin etupäässä lohkoharsien hakattujen korpimetsien uudistumisen selvittelyyn. Vertailevia havaintoja ja tutkimuksia on tilaisuutta myöten tehty muuallakin, mm. Keuruun ja Kurun hoitoalueissa.

Pohjaveden tason ja sademäärän sekä ilman ja maan lämpötilan mittaukset

Kun syksyllä 1936 ryhdyttiin selvittelemään kaistaleittain paljaaksihakattujen alojen metsittymistä, katsottiin, että muun kokeellisen tutkimuksen ohella on paikallaan järjestää kaistalehakkausaloille myös pohjaveden tason mittauksia. Näillä pyrittiin erityisesti selvittelemään kysymystä, mikä vaikutus paljaaksihakkauksella on alan pohjavesisuhteisiin. Sademittaukset taas liittyvät välittömästi pohjavesimittauksiin. Tässä tapauksessa oli tarkoituksena erilaisiin metsikköihin ja rinnan aukealle paikalle asetetuilla sademittareilla lisäksi osoittaa, minkälainen määrä sateesta eri olosuhteissa pysähtyy puiden latvuksiin maan pinnalle tulematta.

Pohjavesi- ja sademittareita asetettiin neljään päätutkimusalueeseen, nimittäin Melkankorpeen, Pahkakorpeen, Kovansuon korpeen ja Ahonkorpeen (ks. karttaa sivulla 9). Mittareita asetettiin linjoihin poikki kaistaleiden siten, että niitä tuli kaistaleiden ja välimetsiköiden keskuksiin sekä kahdessa tutkimusalueessa lisäksi kaistaleiden reunoihin 5 m:n päähän reunametsästä. Pohjavesimittareita asetettiin yhteensä 34.

Pohjavesimittarit, joiden kaikkien pituus oli 1.5 m, tehtiin 1 × 4 tuuman laudasta. Mittarien alapäät tukittiin, mutta niiden alaosaan kairattiin 0.6 m:n pituudelta reikiä vapaata vedenkulkua varten. Mittarit asetettiin maahan kaivettuihin kuoppiin siten, että niistä 1.3 m hautautui maahan ja 20 cm:n pituinen osa jäi maan pinnan yläpuolelle. Vain kahden mittarin kohdalla kallio tuli vastaan siten, ettei mittareita saatu aivan näin syvälle. Mittareita maahan upotettaessa verhottiin niiden rei'itetyt osat tukkeutumisen ehkäisemiseksi kuusen havuilla ja sammalilla ja verhouksen ulkopuolelle poljettiin maa mikäli mahdollista entiseen asemaansa ja tiiviyteensä. Pintavesien suoranaisen mittareihin valumisen estämiseksi mittarien ympärille muodostettiin pienehköt kohoumat vettä vaikeasti läpäisevästä maasta. Mittarien yläpäihin asetettiin laudasta tehdyt tulpat karikkeiden mittareihin pääsyn ehkäisemiseksi.

Samoille linjoille, joille pohjavesimittarit sijoitettiin, asetettiin myös sademittareita. Tällaisia tuli kullekin linjalle yksi jonkin kaistaleen keskukseen mahdollisimman niukkataimiseen kohtaan, siis ainakin likimain avoimelle kentälle, sekä käytettävissä oleva määrä välimetsiköiden kes-

kuksiin pohjavesimittarien läheisyyteen. Sekä pohjavesi- että sademittareita tuli täten sulkeutuneisuuteensa katsoen erilaisiin metsikköihin. Sademittarit, joita oli yhteensä 12, asetettiin tukevaan pylvääseen 1.5 m maan pinnan yläpuolelle. Ne olivat kaikki Ilmatieteellisen keskuslaitoksen käyttämää pienempää mallia, ilman tuulisuojusta. Kunkin mittarin lähiympäristön metsiköstä tehtiin yksityiskohtainen kuvaus ja useassa tapauksessa kartoitettiin lähin puusto latvuspiireineen.

Pohjavesi- ja sademittarien lukijoiksi valittiin lähiasukkaista luotettavat henkilöt. Mittauksia tehtiin tasaisin väliajoin ainakin kesäkausien aikana yleensä neljä kertaa kuussa, niistä ensimmäinen kerta kunkin kuun 1 p:nä. Syksyllä suojattiin pohjavesimittarit pakkasta vastaan peittämällä ne hyvissä ajoin olkihatuilla. Näin saatiinkin mittarit useissa tapauksissa säilymään sulina yli talven. Mikäli vesi pohjavesimittareissa pääsi jäätymään, mittaukset keskeytettiin seuraavana keväänä uudestaan aloitettaviksi.

Pohjaveden tason mittauksen ohella mitattiin myös eri sademittareihin kerääntynyt veden määrä. Talvien aikainen lumi jäi vetenä mittaamatta, mutta lumipeitteen paksuudesta sademittarien vieressä tehtiin havaintoja. Kuinka näiden pohjavesi- ja sademittausten tuloksia sitten on käsitelty, selviää edempänä esitetystä.

Puheena olevaa tutkimusta katsottiin olevan syytä valaista myös lämpötilahavainnoilla, niin hyvin ilman kuin maan lämpötilaa koskevilla. Sanotussa mielessä asetettiin syksyllä 1936 kaikkiin neljään päätutkimusalueeseen — Melkankorpeen, Pahkakorpeen, Kovansuon korpeen ja Ahonkorpeen — sademittarien viereen ylin- ja alinarvolämpömittarit. Ne olivat tavallisia u-mallisia, elohopealla varustettuja ja niitä oli käytännössä yhteensä 13. Mittarit kiinnitettiin noin 10 cm paksuun pylvääseen, sen pohjoispuolelle, 1.5 m maan pintaa ylemmäksi. Niitä tuli kaistaleiden keskuksiin sekä kaistaleiden välisiin eri määrässä sulkeutuneisiin metsikköihin.

Samalla kuin pohjavesi- ja sademittarit tarkastettiin, merkittiin lämpömittareista muistiin edellisen mittauksen jälkeinen ylin ja alin lämpötila. Ilman lämpötilan havaintokohdissa mitattiin sulan maan aikana samanaikaisesti myös maan lämpötila 30 cm syvästä maan pinnan alapuolelta. Viimeksi mainittuja mittauksia varten asetettiin eräissä tutkimusalueissa lämpömittarit paikoilleen siten, että niiden elohopeakärki oli 30 cm maan pintaa alempana ja mittarit saivat jäädä paikoilleen saman vuoden koko mittauskaudeksi. Yleensä kuitenkin mittaus suoritettiin mukana kuljetetuilla mittareilla. Käytetyissä maalämpömittareissa asteikko oli siksi ylhäällä, että lukema voitiin tehdä mittarin ollessa maassa mittausasennossa. Sekä ilman että maan lämpötilan lukemat tehtiin vain puolen asteen tarkkuudella. Aika ajoin tarkastettiin erityisellä tarkkuuslämpömittarilla („Meteora"), että mittarit antoivat oikeita arvoja.

Maan lämpötilan mittauksia tehtiin, kuten jo edellä mainittiin, vain sulan maan aikana. Talvisin, kun maa oli jäässä, mitattiin samoista kohdista määräajoin routaantuneen maakerroksen paksuus. Samassa yhteydessä merkittiin muistiin mittauskohdalla ehkä olleen lumipeitteen paksuus.

Siementymis- ja taimettumiskokeet.

Syksyllä 1936 asetettiin neljään päätutkimusalueeseen laatikoita reunametsien siementämiskyvyn selvittämistä varten. Näitä siemenlaatikoita, joiden sisäläpimitat olivat 55 × 91 cm eli 0.5 m^2, oli yhteensä 32. Ne sijoitettiin edellä selostetuille tutkimuslinjoille siten, että niitä tuli sekä välimetsiköiden että kaistaleiden kohdalle, yleensä kaistaleen keskukseen sekä eräitä myös kaistaleen reunoille noin 5 m:n päähän reunametsästä.

Pohjavesimittauksien ohella tarkastettiin määräajoin, yleensä kaksi kertaa kuussa, siemenlaatikot ja lähetettiin kullakin kerralla niihin kerääntyneet siemenet ja karikkeet suontutkimusosastolle. Kun laatikot talvella peittyivät lumeen, saatiin vasta lumen sulamisen jälkeen yhtaikaa talteen koko talven aikana kerääntyneet siemen- ja karikemäärät. Näitä siementymiskokeita jatkettiin niin kauan kuin laatikot säilyivät käyttökelpoisina. Muutamissa tapauksissa ne kestivät vähäisin korjauksin neljän vuoden ajan.

Suontutkimusosastolla eri puulajien siemenet erotettiin toisistaan ja karikkeista. Mikäli erä oli huomattavampi, täysinäiset siemenet punnittiin 1 000 kpl:n painon määritystä varten sekä pantiin sähköllä lämmitettävään idätyslaitteeseen itävyystutkimusta varten. Karikkeiden laatu merkittiin muistiin ja ne punnittiin huonekuivina.

Jonkinlaiseksi vertaukseksi siemenlaatikoista saataville tuloksille järjestettiin kunkin laatikon viereen tasan laatikon suuruinen ala, josta poistettiin pintaturve, luonnonsiemennystä odottamaan. Siemenlaatikoitten vieressä toimeenpantiin, kuten edempänä (s. 103 ja 104) selostetaan lähemmin, lisäksi vähäisiä koekylvöjä sekä haja- että ruutukylvön tapaan. Näiden luonnonsiemennys- sekä haja- ja ruutukylvölaikkujen taimettumista tarkastettiin suontutkimusosastolta myöhemmin eri syistä paikalla käytäessä.

Taimistoja ja puustoja koskevat tutkimukset.

Neljässä päätutkimusalueessa suoritettiin syksyllä 1937 taimien ja puiden luku linja-arvion tapaan poikki kaistaleiden ja välimetsiköiden kulkevien 5 m:n levyisten 50 m:n päässä toisistaan olevien linjojen kohdalla. Tutkittaviksi rajoitetuista aloista joutui siis 10 %:n osuus yksityiskohtaisesti tarkastettavaksi.

Kaistaleiden kohdalla puut luettiin <0.1, 0.1—0.5, 0.5—1.0, 1.0—2.0 ja 2.0 < m:n pituusluokissa. Kuusen taimista luettiin erikseen elinvoimaiset ja kituliaat sekä hallan tutkimusvuonna vioittamat. Koivuista erotettiin hieskoivu *(Betula pubescens)* ja rauduskoivu *(B. verrucosa)* sekä lisäksi siemensyntyiset ja vesat. Viimeksi mainitut olivat kantovesojen luonteisia, vaikka osa niistä saattoi olla aikaisempia tyvivesoja. Lisäksi erotettiin puiden luvun yhteydessä haavat, harmaalepät ja pihlajat. Näistä varsinkin kahta ensin mainittua oli hyvin niukasti. Haavat yhdistettiin tilastoissa koivuihin, harmaalepät ja pihlajat jäivät tilastoista pois.

Välimetsiköiden kohdalla luettiin taimet samojen pituusluokkien mukaan kuin kaistaleissakin. Taimien ryhmään luettavien ylärajana pidettiin saman hakkausalan kaistaleissa olevien vastaavien puulajien kookkaimpien taimien pituutta. Sitä pitemmät puut luettiin rinnankorkeudelta mitaten läpimittaluokissa <5, 5—10, 10—15, 15—20, 20—30 ja 30< cm. Näin menetellen pyrittiin saamaan eri puulajien taimien yhteismäärät kaistaleissa ja välimetsiköissä keskenään paremmin vertauskelpoisiksi. Koivujen tyvillä useinkin esiintyviä tyvivesoja ei luettu erillisiksi puiksi.

Kultakin koealalta tutkittiin valitsematta muutamia eri pituusluokkiin ja välimetsiköissä myös eri läpimittaluokkiin kuuluvia koepuita, runsaammin ensin mainittuja. Pituusluokkien mukaan luettuja puun alkuja ja puita edustavista »koepuista» määritettiin mm. ikä ja pituus sekä vuotuisen pituuskasvun määrä tutkimusvuodesta alkaen mikäli mahdollista 5 vuotta taaksepäin. Läpimitan mukaan luettuja puita edustavista koepuista mitattiin rinnankorkeusläpimitta ja pituus sekä rinnankorkeudelta otetuista kairalastuista sädekasvun määrä 5-vuotisin jaksoin taaksepäin ytimeen asti. Puun ikä ja muotoluokka sekä viiden viime vuoden aikainen pituuskasvu havainnoitiin. Sanottujen mittausten ja havaintojen perusteella voitiin sitten Jonsonin (1929) kuutioimistaulukoita apuna käyttäen laskea välimetsiköiden puuston kuutiosisällys- ja kasvumäärät samanlaisin menetelmin, joita tekijä on käyttänyt ja selostanut eräässä aikaisemmassa tutkimuksessaan (Lukkala 1937).

Kaistalehakkauksien eräänä varjopuolena pidetään sitä, että samalla kuin kaistaleiden kohdalta joudutaan ehkä poistamaan hakkuukypsän puuston ohella keskenkasvuisiakin puita, kaistaleiden välisiin metsikköihin voi jäädä puita, jotka vikanaisina ja huonomuotoisina tai muista metsänhoidollisista syistä, kuten tilan ahtauden ja kasvun ilmeisen heikkouden takia, olisi viivyttelemättä poistettava. Jotta tällaisten puiden määrästä kyseellisissä tutkimusalueissa saataisiin jonkinlaisia tietoja, toimeenpantiin välimetsiköissä koeleimaus, so. osoitettiin värimerkein puut, jotka äsken mainitunlaisista syistä olisi poistettava metsiköstä. Niiden määrä ja jakaantuminen eri läpimittaluokkiin otettiin tietenkin selville.

Viidennessä tutkimusalueessa, Kesonkorvessa Hämeenlinnan maalaiskunnassa, jossa syksyllä 1937 selviteltiin laajahkon paljaaksihakkausalan

taimettumissuhteita, tutkimusmenetelmä oli suurin piirtein edellä selostetun mukainen.

V. 1942, puiden kasvukauden päätyttyä, palattiin, kuten aiemmmin jo mainittiin, vuoden 1937 tutkimusalueisiin toimittamaan uusintamittauksia. Tällöin tutkittiin osa, likimain puolet, kaistaleiden — Kesonkorvessa paljaaksihakkausalan — aikaisemmista koealametsiköistä uudestaan ja saatettiin niin ollen todeta kuluneiden viiden vuoden aikana taimien määrässä ja koossa tapahtuneet muutokset. Jo v. 1937 luettiin taimet erikseen keskikaistaleista sekä 10 m:n levyisistä kaistaleiden reunavyöhykkeistä. V. 1942 erotettiin reunavyöhyke vielä kahteen osaan, joista toinen oli 5—10 m:n, toinen 0—5 m:n päässä reunametsästä.

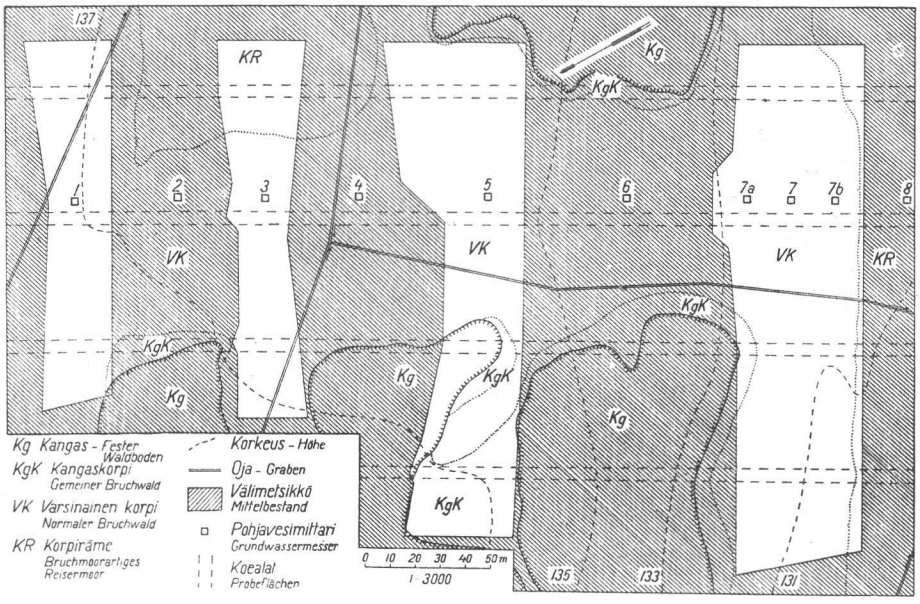
Puiden luku ja muu tutkiminen suoritettiin likimain samaan tapaan kuin vuonna 1937. Erikoista huomiota omistettiin nyt taimien ikään, minkä merkitys hakkauksen metsänhoidollista tarkoituksenmukaisuutta arvosteltaessa on erityisen tärkeä. Koska varsinkin hidaskasvuisten kuusen taimien iän määritys on tunnetusti epävarmaa, turvauduttiin näissä ikätutkimuksissa yleisesti mikroskoopin apuun.

Kun siihen mennessä suoritetut tutkimukset olivat kohdistuneet etupäässä kaistalehakkausalojen metsittymisen selvittelyyn, katsottiin syksyllä 1942 aiheelliseksi tarkastella korpimetsien uudistumista myös muiden hakkaustapojen, varsinkin lohkoharsinnan eli keskitetyn harsinnan, tuomien tulosten valossa. Siinä mielessä otettiin koealoja eri-ikäisissä hakkauksien jälkeisissä metsiköissä muutamissa maan eteläpuoliskon kokeilualueissa ja hoitoalueissa (tutkimuskohdat 1—8 sivulla 9 olevassa kartassa). Käytetyt menetelmät selviävät näitä tutkimuksia ja niiden tuloksia esiteltäessä.

Kaistalehakkausaloilla suoritetut tutkimukset.

Melkankorpi, Loimola.

Loimolan hoitoalueen lukuisista kaistalehakkausaloista otettiin tutkimuksen kohteeksi eräs kaistaleryhmä, joka sijaitsee Suistamon valtionpuiston Melkankorvessa puolentoista kilometrin päässä Kaartojoen rautatiepysäkiltä pohjoiskoilliseen. Nämä kaistaleet, joiden mitat ja muoto sekä tyyppi- ja kaltevuussuhteet selviävät kuvasta 2, ovat mustikkatyypin kankaitten välissä pääosiltaan ohutturpeisen korven kohdalla. Kaistaleiden yhteinen ala on 2.64 ha ja pituussuunta luoteesta kaakkoon. Maan pinnan kaltevuus on huomattava ja suurin piirtein eteläiseen suuntaan.



Kuva 2. Melkankorven tutkimusalueen kaistaleet välimetsikköineen.
Abb. 2. Lageplan der Säume und Zwischenbestände im Untersuchungsgebiet Melkankorpi.

Kyseiset kaistaleet on hakattu talvella 1925/26. Metsä oli vanhaa, kitukasvuista kuusikkoa, seassa koivuja ja joitakin mäntyjä. Kaistaleet on koetettu sijoittaa metsikön huonoimpiin kohtiin, mistä johtuen kaistaleiden muotokin on verraten epäsäännöllinen. Paikoin kaistaleen leveys



Kuva 3. Eräs Loimolan kaistaleista. Hakattu syksyllä 1925. Valok. 1934 Arthur Bockström.

Abb. 3. Blick auf einen der Säume in Loimola. Im Herbst 1925 abgeholzt. Aufn. 1934.

on vain parikymmentä metriä, paikoin se saattaa kohota yli 50 metrin. Kaistaleiden reunojen — erityisestikin koillisreunojen — epäsäännöllisyys johtuu osaksi myös siitä, että niistä on myöhemmin korjattu talteen pystyyn kuivuneita puita sekä tuulenkaatoja.

Kaikki myyntikelpoinen tavara kaadettiin kaistaleista samalla kertaa. Samanaikaisesti hakattiin välimetsiköistä kuolleet ja kaikkein kitukasvuisimmat puut. V. 1926 toimitettiin hakkausalan raivaus, jolloin kaistaleiden kohdalta kaadettiin edellisenä syksynä suoritetun hakkauksen jäljeltä jääneet metsän rippeet. Vain korkeintaan metrin pituiset sekä ryhmittäin kasvavat hieman pitemmätkin kuuset saivat jäädä kasvuaan jatkamaan. Syksyllä 1927 välimetsiköistä poimittiin jokin määrä tukkeja ja paperipuita. Näiden pääosa oli pystyyn kuivuvia ja tuulenkaatoja, joita kumpiakin oli kuitenkin ollut verraten vähän. V. 1930 alueelle on kaivettu muutamia likimain 0.8 m syviä ojia.

Syksyllä 1937 kaistaleissa oli jonkin verran aukkoista kuusen ja osaksi männynkin sekaista koivun taimistoa. Koivujen ja mäntyjen valtapituus oli 2.5—3.0 m, kuusten vähemmän. 3—5 m:n levyisissä kaistaleiden reunaosissa taimisto oli harvempaa ja matalampaa kuin keskikaistaleissa. Ojien läheisyydessä taimisto oli tiheintä ja kookkainta. Välimetsiköissä oli hajanaisesti eripitkiä, huonokasvuisia kuusen, aukkopaikoissa koivunkin taimia. Pystykuivia kuusia ja tuulenkaatoja oli hyvin niukasti. Tuhoisin tuulen tulosuunta on ollut etelälounainen.

Melkankorven kaistaleet on pyritty sijoittamaan kangasmaita välttäen varsinaiseen korpimetsään. Tästä huolimatta osuu yhteen kaistaleeseen (ks. kuvaa 2) jokin ala kangasmaata, mustikkatyyppiä. Saman kaistaleen kohdalla ja erään toisen reunassa on kangaskorpea ja yhden kaistaleen päässä sekä toisen reunassa korpirämettä. Pääosat (82 %) kaistaleista ovat varsinaista korpea, lähemmin määritellen puolukka-*Carex globularis*-korpea. Välimetsiköiden kohdalla kangasmaiden osuus on suurempi.

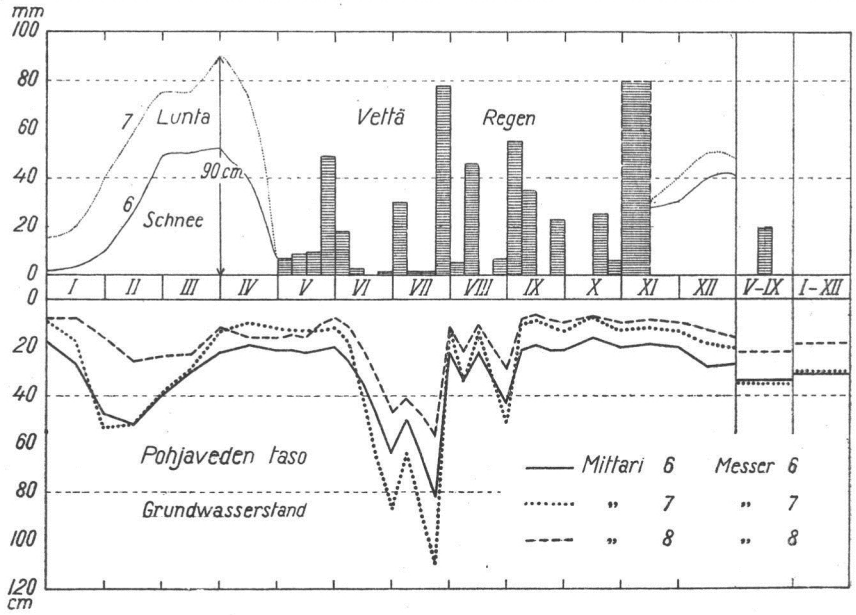
Niin hyvin kaistaleiden kuin välimetsiköiden kohdalla olevat kankaat ovat yleensä soistumaan päin, kuten niillä verraten yleisen karhunsammalen ja paikoin esiintyvän rahkasammalenkin *(Sphagnum Girgensohnii)* perusteella voidaan päätellä. Varsinaisen korven osalla puolukka ja *Carex globularis* esiintyvät sekä kaistaleissa että välimetsiköissä huomattavan runsaina. Näiden lisäksi tupasvilla, *Eriophorum vaginatum*, ja suomuurain, *Rubus chamaemorus*, sekä *Sphagnum angustifolium* ja *S. Russowii* osoittavat tämän korpialan suhteellisen karuksi.

Hakkauksen vaikutus aluskasvillisuuteen on ollut vähäinen. *Deschampsia flexuosa* ja *Luzula pilosa* ovat kankailla ja kangaskorvissa kaistaleissa runsaammat kuin välimetsiköissä. Kaistaleisiin, olletikin kankaitten ja kangaskorpien kohdalle, on ilmestynyt myös maitohorsmaa, *Chamaenerium angustifolium*, mutta kaistaleiden varsinaisesta rikkaruohottumisesta ei voida puhua. Mainittavia eroja ei ollut kaistaleiden ja välimetsiköiden sammalpeitteessäkään. 7 vuotta sitten toimeenpantu ojitus ei ollut ennättänyt aiheuttaa muutoksia aluskasvillisuuteen.

Tutkimusalueen kankaitakin peittää 5 à 10 cm:n paksuinen raakahumuskerros. Kangaskorvissa turvetta on vähän ja puolukkakorvissakin turvekerroksen paksuus kohoaa vain poikkeustapauksissa toiselle metrille. Ylin, lähes 10 cm paksu kerros on raakaa (1—2), mutta siitä alaspäin turve käy yhä lahonneemmaksi (5—6) ja pohjaa vastassa se on jo miltei täysin lahonnutta (8—9). Alueen koillisosassa olevassa korpirämeessä turvekerros on niin ikään ohut, 40—90 cm, mutta tutkimusalueen lounaislaidassa olevassa korpirämeessä se on yleisesti lähes kaksi metriä paksu. Niissä molemmissa on maan pinnassa 20—30 cm:n paksuinen kerros hyvin heikosti (2—3) lahonnutta metsärahkaturvetta ja siitä alaspäin pohjaan asti kohtalaisesti ja vahvastikin (6—8) lahonnutta metsäsaraturvetta. Havainnollisen kuvan turvekerroksen paksuudesta rinteen suunnassa poikki kaistaleiden saa kuvasta 5. — Soiden pohjalla on kivistä, harmaata moreenisoraa tai -hiekkaa.

Pohjavesi-, sade- ja lämpötilahavaintoja.

Melkankorven tutkimusalueeseen asetettiin syksyllä 1936 linjaan poikki kaistaleiden yhteensä 8 pohjavesimittaria. Niistä tuli joka toinen kaistaleen, joka toinen välimetsikön keskukseen. Mittarien väliset korkeuserot sekä kasvillisuustyypit ja turvekerroksen paksuus mittarilinjan kohdalla



Kuva 4. Pohjaveden taso Melkankorven lounaisimmassa (ks. kuvaa 2) kaistaleessa (mittari 7) ja viereisissä välimetsiköissä (mittarit 6 ja 8), 1. V.—15. XI. aikaiset sademäärät sekä lumipeitteen paksuus kaistaleessa (7) ja välimetsiköissä (6) vuoden 1937 mittaustuloksien mukaan.

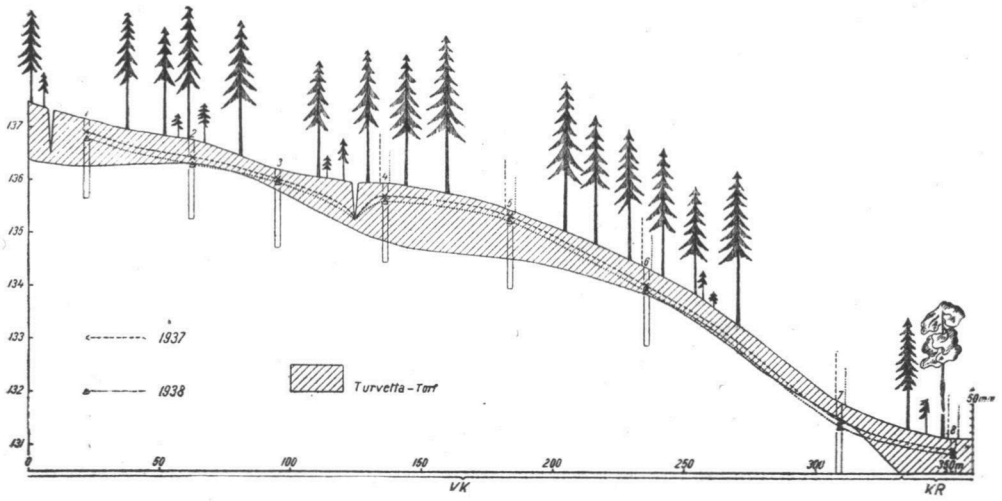
Abb. 4. Der Grundwasserstand im südwestlichsten (s. Abb. 2) Saum (Messer 7) des Melkankorpi und in den angrenzenden Zwischenbeständen (Messer 6 und 8), die Niederschlagsmengen vom 1. V.—15. XI. sowie die Dicke der Schneedecke auf dem Saum (7) und in einem der Zwischenbestände (6) nach den Messungsergebnissen des Jahres 1937.

näkyvät kuvasta 5. Pohjaveden tasoa tarkastettiin säännöllisin väliajoin kesäisin neljä ja talvisin kaksi kertaa kuussa. Mittaukset aloitettiin syksyllä 1936 ja niitä jatkettiin kolmena seuraavana vuonna. Vuoden 1939 mittaustulokset joutuivat kuitenkin silloin alkaneen sodan aikana hukkateille, joten sen vuoden tulokset eivät ole käytettävissä.

Tässä ei ryhdytä esittelemään pohjaveden tason mittauksissa kerääntynyttä runsasta numeroaineistoa, vaan viitataan jäljempänä (sivulla 95) olevaan taulukkoon 13 sekä sen yhteydessä esitettyihin ajatuksiin. Sen sijaan valaistaan jo tässä Melkankorven pohjavesisuhteita eräin piirroksin.

Kuvasta 4 näkyy pohjaveden pinnan korkeus eri kuukausien aikana v. 1937 kaistaleessa ja välimetsiköissä olevien mittarien mukaan. Kuvaan on lisäksi merkitty neljänneskuukausittain mittari 7:n luona, siis avoimella kentällä, mitatut sademäärät niinä vuoden aikoina, jolloin sade on tullut vetenä. Muiden kuukausien ajalta kuvaan on merkitty lumipeitteen paksuus kaistaleessa ja välimetsiköissä.

Jo tämän kuvan perusteella voidaan todeta, että pohjaveden tasossa esiintyy vuoden kuluessa yleensä kaksi minimiä, talvella ja kesällä, sekä kaksi maksimia, keväällä ja syksyllä. Tähän pohjaveden tason yleiskul-



VK = varsinainen korpi KR = korpiräme

Kuva 5. Pohjaveden keskimääräinen taso Melkankorvessa touko—syyskuun aikana vv. 1937 ja 1938 mittarien 1—8 mukaan. Mittarien 4—8 kohdalla maan pinnan yläpuolella olevat pystyviivat osoittavat vastaavien kesäkausien sateista keskimäärin kuukausittain sademittareihin kerääntyneet vesimäärät (mittakaava kuvan oikeassa reunassa).

VK = normaler Bruchwald KR = bruchmoorartiges Reisermoor

Abb. 5. Mittlerer Grundwasserstand im Melkankorpi Mai—September 1937 und 1938 nach den Messern 1—8. Die bei den Messern 4—8 über der Erdoberfläche angegebenen vertikalen Linien bezeichnen die Wassermengen, die sich aus den Niederschlägen der entsprechenden Sommerzeiten im Mittel monatlich in den Regenmessern angesammelt haben (Massstab rechts am Rande der Abbildung).

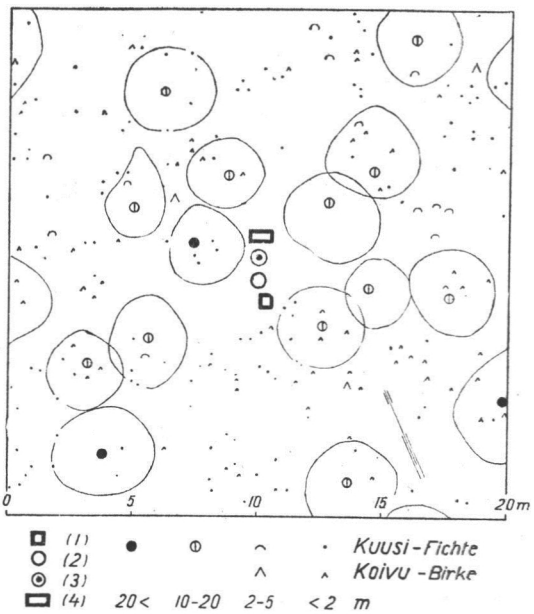
kuun poikkeukselliset sääolot voivat aiheuttaa muutoksia. Siten heinäkuun lopussa ja elokuun alkupuolella sattuneet runsaat sateet ovat aiheuttaneet pohjaveden tilapäisen jyrkähkön nousun.

Vuonna 1938 pohjavesisuhteet, joita tässä ei valaista kuvin, poikkesivat edellisen vuotisista mm. sikäli, että pohjaveden talviminimi miltei puuttui. Tämä saa selityksensä sen perusteella, että talvella 1938 Melkankorvessa ei ollut lainkaan routaa. Vähänlaisesti (ks. kuvaa 7) sitä oli edellisenäkin talvena, mikä oli osaltaan syynä pohjaveden tason heikohkoon talviminimiin myös v. 1937.

Kuvasta 5 näkyy vuosien 1937 ja 1938 touko-syyskuun aikainen keskimääräinen pohjaveden pinnan korkeus eri mittarien mukaan. Tämän perusteella voidaan mm. havaita, että v. 1937 pohjavesi on ollut kaikkien mittarien kohdalla keskimäärin likimain 10 cm korkeammalla kuin v. 1938. Kuvasta näkyy edelleen, että kolmessa ylimmässä kaistaleessa — ja erityisesti mittarin 5 kohdalla — pohjavesi on kasvukauden aikana ollut ylempänä kuin viereisissä reunametsissä. Korpirämeen kohdalla (mittari 8), jossa maan pinnan kaltevuus on pienin ja turvekerros paksuin, pohjavesi on ollut ylempänä kuin muiden välimetsiköiden kohdalla.

Sademäärän mittaamista varten Melkankorvessa oli yhteensä 5 sademittaria, niistä kaksi kaistaleissa, kolme välimetsiköissä. Viimeksi maini-

tuista mittareista yksi oli vanhassa kuusikossa, jonka tiheydeksi on arvioitu 0.5, sekä kaksi samoin vanhoissa kuusikoissa, joiden tiheys on hieman suurempi (0.6). Kuvaan 5 on merkitty eri sademittareihin toukosyyskuun aikana vv. 1937 ja 1938 kuukautta kohden kerääntyneet vesimäärät. Yksityiskohtaisemmin sateen mittausten tulokset selviävät tuonnempana (s. 98) esitettävästä taulukosta 14. Kuvasta 6 näkyy, minkälaista latvusyhteyttä tiheysaste 0.6 mittarin 6 kohdalla edustaa.



(1) Pohjavesimittari (3) Lämpömittari
(2) Sademittari (4) Siemenlaatikko

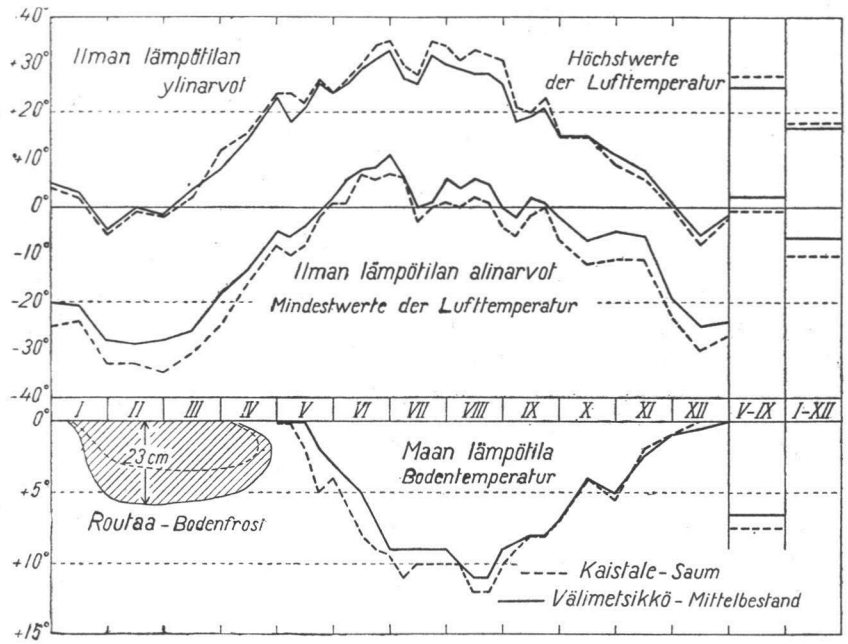
Kuva 6. Eri pituisten (20<, 10—20, 2—5, < 2 m) puiden sijainti Melkankorven välimetsikössä mittariryhmä 6:n ympärillä. Vähintään 5 m pitkien puiden latvuspiirit on merkitty kuvaan. Metsikön tiheys 0.6.

(1) Grundwassermesser (3) Thermometer
(2) Regenmesser (4) Samenkasten

Abb. 6. Die Lage der verschieden hohen (20<, 10—20, 2—5, < 2 m) Bäume in einem Zwischenbestand des Melkankorpi um die Messergruppe 6 herum. Die Kronenprojektionen der wenigstens 5 m hohen Bäume sind in die Abbildung eingetragen. Dichte des Bestandes 0.6.

Kuva 7 esittää ilman ja maan lämpötilan kulkua v. 1937 mittarien 6 ja 7 mukaan, joista edellinen oli välimetsikössä (tiheys 0.6), jälkimmäinen kaistaleessa. Kuvan perusteella havaitaan ensiksikin, että ilman lämpötilan ylimmät arvot ovat loka—maaliskuun aikana olleet välimetsikössä hieman ylemmät kuin kaistaleessa. Muina vuodenaikoina suhde on selvästi päinvastainen. Alimmat lämpötilat ovat pitkin vuotta olleet välimetsikössä korkeammat kuin kaistaleessa. Heinäkuussa sekä edelleen elokuun lopussa sattuneet lämpötilan alenemiset ovat painuneet 0-asteen alapuolelle vain kaistaleessa. Kasvukauden, touko—syyskuun, aikana v. 1937 ilman lämpötilan ylinarvot ovat olleet kaistaleessa keskimäärin noin 2 astetta korkeammat ja alinarvot noin 3 astetta alemmat kuin välimetsikössä. Koko vuoden keskiarvot huomioon ottaen ylinarvojen erot ovat pienemmät ja alinarvojen suuremmat.

Kuvaan 7 on merkitty myös maan lämpötiloja osoittavat murtoviivat. Varsinaisen korven, jonka turvekerros on noin puolen metrin paksuinen, turve 0.3 m maan pinnan alapuolella lämpiää kaistaleessa keväällä hieman aikaisemmin kuin metsässä ja pysyttelee sitten koko kasvukauden ajan lämpöisempänä. Syksymmällä ero häviää tai muuttuu miltei päinvastaiseksi. Maan lämpötila on pysytellyt verraten alhaisena kohoten elokuun



Kuva 7. Ilman lämpötilan ylinarvot ja alinarvot sekä maan lämpötila ja routaantuneen maakerroksen paksuus Melkankorven kaistaleessa (mittari 7) ja sen viereisessä välimetsikössä (mittari 6) v. 1937.

Abb. 7. Höchst- und Mindestwerte der Lufttemperatur, Bodentemperatur und Dicke der gefrorenen Bodenschicht in einem Saum (Messer 7) des Melkankorpi wie auch (Messer 6) im angrenzenden Zwischenbestand (in der Abb. »Mittelbestand») im Jahre 1937.

puoliväliin mennessä, jolloin se on saavuttanut ylimmän arvonsa, 11—12 C asteeseen. Touko—syyskuun aikana v. 1937 mitattujen maan lämpötilojen keskiarvo oli kaistaleessa 8.4° ja välimetsikössä 7.2°.

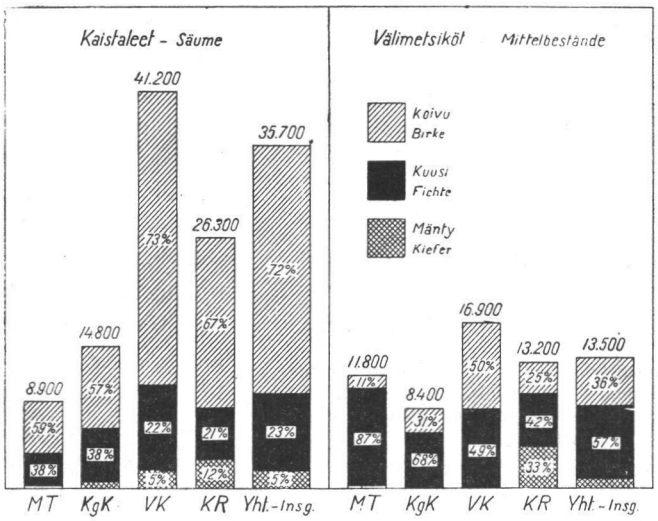
V. 1937 maa on alkanut routaantua tammikuussa. Välimetsikössä on routakerroksen paksuus kohonnut 20—25 cm:in, kaistaleessa vain 10—15 cm:in. Tämä selittää osaltaan maan hitaamman lämpiämisen keväällä metsässä. Lumipeitteen ilmestyminen ja paksuus taas vaikuttavat ratkaisevasti maan routaantumiseen ja roudan paksuuteen. Tammikuun alussa oli, kuten kuvasta 4 näkyy, metsässä lunta vain nimeksi ja kaistaleessakin ainoastaan 15 cm:n paksuinen kerros. Metsässä lumipeite pysyi myös jatkuvasti ohuempana. — Mittarit 4 ja 5, joista saatuja tuloksia ei tässä esitellä, ovat antaneet ilman ja maan lämpötilasta v. 1937 samanlaisen kuvan kuin edellä mittarien 6 ja 7 mukaisesti esitetty on.

V. 1938 ilman ylimmän ja alimman samoin kuin maankin lämpötilojen eroavaisuudet metsässä ja kaistaleessa olivat suurin piirtein edellisen vuoden mukaiset. Kesäkuussa ja etenkin elokuussa oli joitakin pakkasasteita, metsässä 2—3 astetta vähemmän kuin kaistaleessa. Jo marraskuussa tulleen

lumipeitteen johdosta ei talvella 1937/38 ollut Melkankorvessa routaa. Etupäässä siitä johtui, että maa lämpeni kyseisenä keväänä nopeammin kuin edellisenä.

Taimien määrä ja laatu.

Puuston tutkiminen suoritettiin syksyllä 1937 aikaisemmin selostettuun tapaan neljän poikki kaistaleiden ja välimetsiköiden kulkevan 5 m:n levyisen linjan kohdalla (ks. karttaa sivulla 16). Välimetsiköissä luettiin männyn ja koivun taimien joukkoon korkeintaan 3.0 m:n pituiset sekä kuusen



MT = MT-kangas VK = varsinainen korpi
KgK = kangaskorpi KR = korpiräme

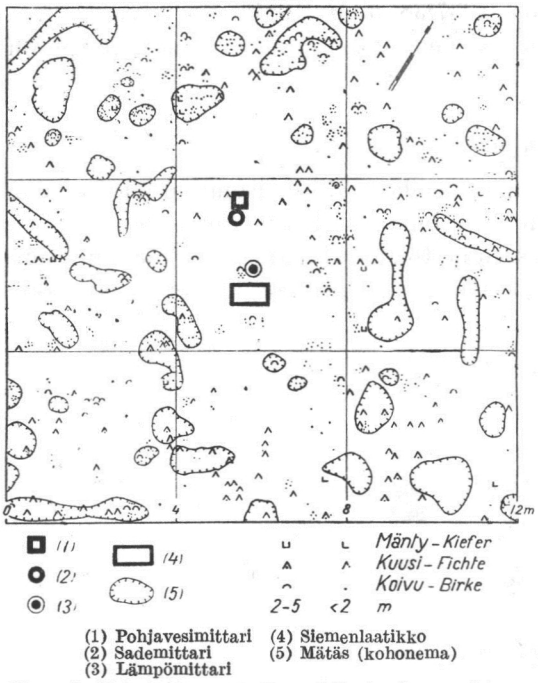
Kuva 8. Taimien määrä ja puulajisuhteet eri kasvillisuustyyppien kohdalla Melkankorven kaistaleissa ja välimetsiköissä.

MT = Myrtillus-Typ VK = normaler Bruchwald
KgK = gemeiner Bruchwald KR = bruchmoorartiges Reisermoor

Abb. 8. Menge und Holzartenverhältnisse der Jungpflanzen in den verschiedenen Vegetationstypen in den Säumen und Zwischenbeständen (in der Abb. »Mittelbestände») des Melkankorpi.

taimien joukkoon korkeintaan 2.0 m:n pituiset. Taimiston osalta tulokset näkyvät kuvasta 8, josta selviävät myös eri puulajien taimien suhteelliset osuudet eri kasvillisuustyyppien kohdalla.

Mainittua kuvaa tarkastaessa huomio kiintyy ensiksi siihen, että kuusen taimia on välimetsiköissä kaistaleisiin verraten suhteellisen runsaasti. Kaistaleiden kuusen taimien määrä (8 100 kpl/ha) on vähäinen v. 1929 suoritetusta kuusen hajakylvöstä huolimatta. Luonnontaimien niukkuus saa selityksensä reunametsien yli-ikäisyyden perusteella, jota paitsi ala on ollut ennen ojitusta varsin märkää. Viimeksi mainittu syy selittää osaltaan jo ennen ojitusta suoritetun kuusen hajakylvönkin heikon tuloksen. Kaista-



(1) Pohjavesimittari (4) Siemenlaatikko
(2) Sademittari (5) Mätäs (kohonema)
(3) Lämpömittari

Kuva 9. Eri pituisten (2—5 m, < 2 m) männyn, kuusen ja koivun taimien sijainti Melkankorven kaistaleessa varsinaisen korven kohdalla mittariryhmä 5:n ympärillä syksyllä 1937.

(1) Grundwassermesser (4) Samenkasten
(2) Regenmesser (5) Bülte
(3) Thermometer

Abb. 9. Die Lage der verschieden hohen (2—5 m, < 2 m) Kiefern-, Fichten- und Birkenpflanzen im normalen Bruchwald in einem Saum des Melkankorpi um die Messergruppe 5 im Herbst 1937.

leissa koivu on aivan ylivoimaisesti vallitsevana. Varsinaisen korven taimisto on runsaslukuisin (41 200 kpl/ha) ja koivuvaltaisin (73 %). Kaistaleiden kankailla on taimia keskimäärin vain 8 900 kpl/ha, niistä koivua 59 %.

Voidaan todeta, että kuusen taimien määrä ei ole kaistaleissa niiden paljaaksihakkauksen jälkeen lisääntynyt, jota vastoin koivun taimien luku on moninkertaistunut.

Kaistaleissa oli männyn taimien keskipituus 1.3 m, kuusen 0.8 m, koivun 0.9 m sekä välimetsiköissä männyn 0.5 m, kuusen 0.7 m ja koivun 0.6 m. Taimet ovat sekä kaistaleissa että välimetsiköissä keskimäärin pisimpiä kankailla ja lyhenevät kangaskorpia, varsinaisia korpia ja korpirämeitä kohden.

Edellä selostettu taulukko osoittaa taimiluvut keskimäärin, vaan ei niiden sijainnin tasaisuutta tai epätasaisuutta. Eri kasvillisuustyypeille osuneiden lukuisien koealojen vaihtelevien taimimäärien perusteella **havaitaan,** että kaistaleiden taimisto ei ole varsinaisten korpien kohdalla vain runsain, vaan se on myös tasaisin. Kangaskorpien kohdalla taimisto on epätasaisempaa ja kankaitten kohdalla jopa aukkoista. Huomio kiintyy myös korpirämeitten verraten tasaiseen taimettumiseen. Kuva 9, joka esittää taimien sijaintia varsinaisessa korvessa keskellä kaistaletta olevan mittariryhmä 5:n ympärillä, osoittaa, että taimia on miltei yhtä runsaasti mätäskohdilla kuin mätäsväleissäkin.

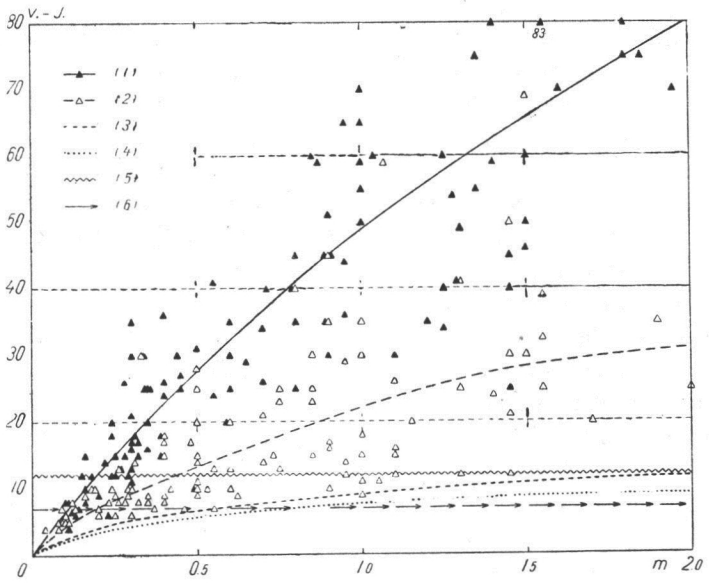
Puita luettaessa erotettiin, kuten edellä on selostettu, kuusen taimista elinvoimaiset, kituliaat ja hallan samana vuonna vioittamat. Kaistaleiden kuusen taimista oli elinvoimaisia 90 %, kituliaita 1 % ja hallan vioittamia 9 %. Välimetsiköiden kuusen taimista oli elinvoimaisia 97 % ja kituliaita 3 %. Hallan vioittamia ei välimetsiköissä ollut lainkaan. Reunametsän

vaikutus tuntuu kaistaleen kohdalla siten, että keskikaistaleessa oli hallan vioittamia 13 %, kaistaleen 10 m:n levyisessä lounaisessa laiteessa 1 % sekä saman levyisessä koillislaiteessa 10 % kuusen taimien koko lukumäärästä. Hallan vikuuttamien taimien huomattavan suuri osuus koillislaiteessa lounaislaiteeseen verraten johtuu etupäässä siitä, että suojaava reunametsä oli talteen otettujen pystykuivien takia sillä puolen harvempi kuin kaistaleen toisella puolen. Hallan vioittamia oli suhteellisesti eniten 1—2 m:n pituisten taimien joukossa, jota vastoin aivan pienet, alle 0.3 m:n pituiset taimet olivat yleensä säästyneet. Huomio kiintyi myös siihen, että kaistaleissa hallan vioittamia oli kankaalla 22 %, kangaskorvessa 14 %, varsinaisessa korvessa 9 % ja korpirämeessä vain 2 %. Tämä omituiselta tuntuva asiain tila johtuu siitä, että kuusia hallalta suojaava koivun taimisto oli kankailla tuntuvasti harvempaa kuin suoperäisillä kasvupaikoilla.

Kaistaleiden koivun taimista oli siemensyntyisiä 47 %, vesoja 53 %. Välimetsiköissä vastaavat luvut olivat 75 ja 25. Eri kasvupaikkojen välillä oli vain vähäinen ero, nimittäin siten, että siemensyntyisiä oli sekä kaistaleissa että välimetsiköissä kankaitten kohdalla suhteellisesti vähän runsaammin kuin korpien ja korpirämeitten kohdalla. Koivun taimista oli rauduskoivuja kaistaleissa 1 % ja välimetsiköissä 2 % koivun taimien koko luvusta.

Sen perusteella, että taimet luettiin erikseen kaistaleiden keskuksissa ja niiden kahden puolen olevissa 10 m:n levyisissä reunavyöhykkeissä, saatetaan todeta, että keskuksissa taimia oli keskimäärin 40 900 kpl/ha (koivuja 75 %), lounaisen puoleisissa reunavyöhykkeissä 35 000 kpl/ha (koivuja 69 %) ja koillisen puoleisissa 25 900 kpl/ha (koivuja 68 %) sekä reunavyöhykkeissä yhteensä 30 400 kpl/ha (koivuja 69 %). Taimien keskipituus oli keskikaistaleissa 0.98 m, lounaisen puoleisissa reunavyöhykkeissä 0.82 m ja koillisen puoleisissa 0.86 m. Taimiluku osoittautui siis keskikaistaleissa tiheämmäksi, koivuvaltaisemmaksi ja kookkaammaksi kuin kaistaleiden reunaosissa ja aivan kaistaleiden reunoissa 3—5 m:n päähän reunametsästä erityisestikin koivun taimia oli hyvin niukasti.

Myös välimetsiköissä luettiin taimet erikseen niiden keskuksissa ja reunavyöhykkeissä. Taimia oli keskuksissa keskimäärin 12 800 kpl/ha (koivuja 33 %), lounaisen puoleisissa reunavyöhykkeissä 15 900 kpl/ha (koivuja 50 %) ja koillisen puoleisissa 14 000 kpl/ha (koivuja 31 %) sekä reunavyöhykkeissä yhteensä 15 000 kpl/ha (koivuja 41 %). Taimisto oli siis runsainta välimetsiköiden lounaisen puoleisissa reunavyöhykkeissä ja koivun taimien osuus oli niissä suhteellisesti suurempi kuin välimetsiköiden muissa osissa. — Välimetsiköissä taimien määrä riippuu suuresti myös metsikön puisevuudesta. Siten metsiköissä, joiden kuutiosisältö oli alle 100 m^3/ha, taimia oli keskimäärin 15 100 kpl/ha (niistä kuusia 54 %). 100—200 m^3:n metsiköissä taimiluku oli 12 000 kpl/ha (kuusia 56 %) ja sitä puisevammissa vain 7 700 kpl/ha (kuusia 64 %).



(1) Kuuset välimetsiköissä (4) Koivut kaistaleissa
(2) » kaistaleissa (5) Hakkaus (1925/26)
(3) Männyt kaistaleissa (6) Ojitus (1930)

Kuva 10. Melkankorven välimetsiköiden eri pituisten kuusen taimien sekä kaistaleiden eri pituisten kuusen, männyn ja koivun taimien ikä syksyllä 1937.

(1) Fichten in den Zwischenbeständen (4) Birken in den Säumen
(2) » » » Säumen (5) Hieb (1925/26)
(3) Kiefern » » Säumen (6) Entwässerung (1930)

Abb. 10. Das Alter der verschieden hohen Fichtenpflanzen in den Zwischenbeständen und das der verschieden hohen Fichten-, Kiefern- und Birkenpflanzen in den Säumen des Melkankorpi im Herbst 1937.

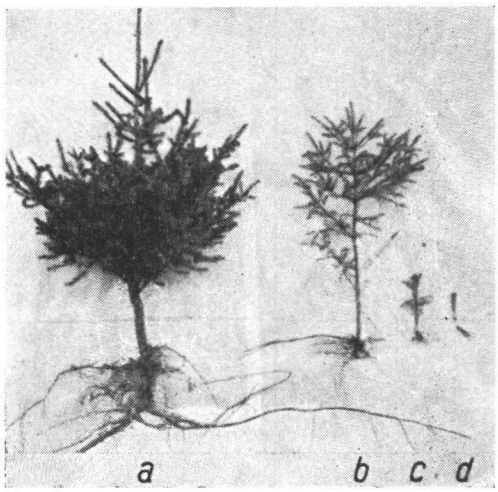
Kuvaan 10, joka valaisee taimien ikäsuhteita, on merkitty mustin kolmioin välimetsiköistä ja avoimin kolmioin kaistaleista tutkittujen eri pituisten kuusen taimien ikä. Näiden merkintöjen perusteella on piirretty taimien keski-ikää osoittavat käyrät. Siten käy havainnolliseksi välimetsiköiden taimien korkea ikä kaistaleiden vastaavan pituisten taimien ikään verraten. Niinpä esimerkiksi 1—2 m:n pituiset kuusen taimet olivat välimetsiköissä 50—80 vuotta, kaistaleiden vastaavan pituiset taimet vain noin 20—30 vuotta vanhoja.

Kaistaleista tutkituista männyn ja koivun taimista ei ole merkitty yksityisten taimien ikää, koska se olisi hämmentänyt kuvan selvyyttä, vaan on tyydytty merkitsemään vain niiden keski-ikä. Kuten näkyy, kaistaleissa kasvaneet männyt olivat vastaavan pituisia kuusia keskimäärin tuntuvasti nuorempia ja koivut olivat mäntyjäkin keskimäärin hieman nuorempia.

Kuvasta, johon on merkitty myös hakkuutalvea osoittava ajankohta, selviää, että keskimäärin kaikki kaistaleiden korkeintaan 2 m:n pituiset

männyn ja koivun taimet ovat nousseet alalle vasta hakkauksen jälkeen. Kaistaleiden männyn taimien keski-ikä olikin vain 10 vuotta, koivun taimien 7 vuotta. Kuusen taimista, joiden keski-ikä oli lähes 20 vuotta, sen sijaan keskimäärin vain 45 cm lyhyemmät ovat hakkauksen jälkeisiä. Kun kaistaleiden kuusen taimista noin 50 % oli mainitun pituisia, voidaan päätellä, että likimain puolet Melkankorven kaistaleiden kuusen taimista, joita syksyllä 1937 oli noin 8 000 kpl/ha, on noussut alalle vasta hakkauksen (1925/26) jälkeen.

Kaistaleista ja välimetsiköistä valitsematta otetun eri puulajien ja eri pituusluokkien yhteensä 469 taimen vuotuinen keskimääräinen pituuskasvu oli vuosien 1933—37 aikana:



Kuva 11. Kuusen taimia Melkankorven kaistaleesta puolukkakorven kohdalta. Taimi *a:* pituus 85 cm, ikä 50 v., kasvu elpynyt 9. vuonna hakkauksen ja 5. vuonna ojituksen jälkeen. Taimet *b—d* kasvoivat varjostuksessa: pituus 60, 12 ja 8 cm, ikä 20, 8 ja 5 v. Valok. elokuussa 1937 Toivo Välivuori.

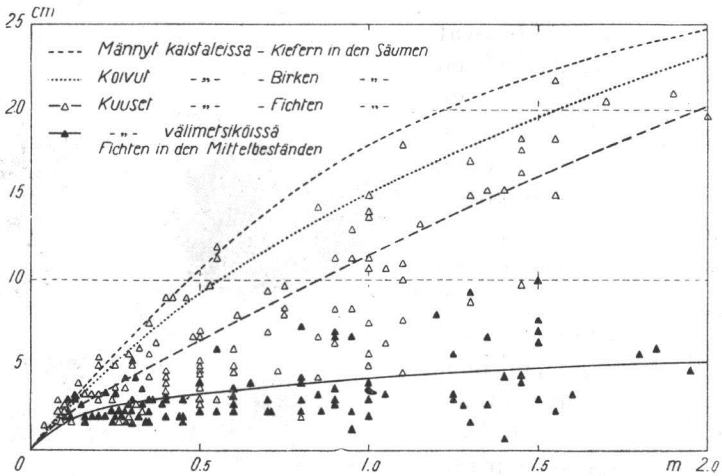
Abb. 11. Fichtenpflanzen aus Vaccinium-Bruch in einem Saum des Melkankorpi. Die Pflanze a: Höhe 85 cm, Alter 50 Jahre, hat sich im 10. Jahre nach dem Hieb und im 5. Jahre nach der Entwässerung erholt. Die Pflanzen b—d wuchsen in Beschattung: Höhe der Pflanzen 60, 12 und 8 cm, Alter 20, 8 und 5 J. Aufn. August 1937.

	Mänty	Kuusi	Koivu
Kaistale	13.6 (10—17) cm	7.0 (6—8) cm	14.8 (13—16) cm
Välimetsikkö	6.4 (5—8) »	3.0 (3) »	10.8 (9—12) »

Männyn taimet ovat siis kasvaneet pituutta sekä kaistaleissa että välimetsiköissä likimain kaksi kertaa enemmän kuin kuuset, ja koivut ovat kyseisessä suhteessa voittaneet männynkin taimet. Koivun taimien pituuskasvu osoittautui välimetsiköissäkin, joissa niitä yleensä onkin vain aukkokohdissa ja ojien varsilla, kohtalaisen hyväksi.

Mittausvuosien (1933—37) aikana koivun taimien pituuskasvu ei ole lisääntynyt (vrt. kuvaa 60 sivulla 117). Männyn taimien kasvu on parantunut etenkin kaistaleissa sekä kuusen taimien vain kaistaleissa ja niissäkin, eräitä »susitaimia» lukuun ottamatta, vähän. Kasvun paraneminen johtuu osaksi kaistaleiden hakkauksesta (1925/26), osaksi se on 1930 toimeenpannun ojituksen ansiota. Viimeksi mainitusta syystä kasvupaikan merkityskin osoittautuu vähäiseksi.

Havainnollisen käsityksen eri puulajien taimien kasvusta vuosien 1935—37 aikana saa kuvasta 12. Männyn ja koivun taimien yksityisiä



Kuva 12. Melkankorven kaistaleiden eri pituisten männyn, koivun ja kuusen taimien sekä välimetsiköiden eri pituisten kuusen taimien vuotuinen pituuskasvu vuosien 1935—37 aikana.

Abb. 12. Jährlicher Höhenzuwachs der verschieden hohen Kiefern-, Birken- und Fichtenpflanzen in den Säumen und der verschieden hohen Fichtenpflanzen in den Zwischenbeständen (in der Abb. »Mittelbeständen») des Melkankorpi in den Jahren 1935—37.

mittaustuloksia ei ole merkitty kuvaan. Kaistaleiden kuusen taimien pituuskasvu on ollut muiden puulajien kasvua tuntuvasti hitaampaa. Välimetsiköissä kaiken kokoisten, kookkaimpienkin, kuusen taimien kasvu on ollut varsin heikkoa.

Välimetsiköiden puusto- ja kasvusuhteet.

Välimetsiköissä runkoluku oli syksyllä 1937 keskimäärin 1 700 kpl/ha, niistä kuusia 83 %, koivuja 16 % ja mäntyjä 1 %. Kaiken kokoiset ja ikäiset puut olivat edustettuina. Lähes 300-vuotisetkaan kuuset eivät olleet harvinaisia. Vanhimmat männyt olivat 250-vuotisia, vanhimmat koivut vähän yli 100-vuotisia. Runkojen keskiläpimitta (1.3 m) oli 22 cm ja keski-ikä 210 vuotta. Kuutiosisältö oli — korven ojituksen edellisestä märkyydestä sekä osaksi myös myrskyn tuhoista aiheutuen — keskimäärin vain 123 m³/ha. Koko kuutiomäärästä oli kuusen osuus 91 %, koivun 2 % ja männyn 7 %. Kasvu oli viimeksi kuluneen 5-vuotiskauden aikana ollut keskimäärin 1.79 m³ (1.5 %).

Välimetsiköiden kuusten rinnankorkeuspaksuuskasvua tutkittiin 5-vuotisjaksoittain vuodesta 1898 alkaen. Kasvu on jatkuvasti kohonnut jo v. 1913 alkaneesta 5-vuotiskaudesta lähtien, aluksi hitaammin, mutta myöhemmin — ilmastollisista syistä (vrt. s. 121) sekä hakkauksen ja ojituksen vaikutuksesta — yhä huomattavammin.

Kasvun elpymistä on tapahtunut kaikilla kasvupaikoilla, kankaillakin. Voimakkainta se on ollut korven ja korpirämeen kohdalla. Mittaustulosten perusteella voidaan päätellä, ettei hakkaus suinkaan ole hidastanut välimetsiköiden kuusten kasvua, vaan päinvastoin jouduttanut sitä. V. 1930 toimitetun ojituksen vaikutus tuntuu vasta viimeisen vuosijakson kasvumäärissä. Kankaitten ja kangaskorpien kuusten paksuuskasvu ei näytä ojituksesta lisääntyneen, mutta varsinaisten korpien ja korpirämeitten kohdalla ojituksen vaikutus on ollut etenkin nuorempien kuusten kasvuun hyvin huomattava.

Sellaisen puuston selville saamiseksi, joka metsänhoidollisista syistä olisi poistettava, toimitettiin Melkankorven välimetsiköissä koeleimaus. Tämän leimauksen mukaan välimetsiköiden koko alasta oli likimain 10 % sellaista, josta ei tarvinnut merkitä puita poistettaviksi lainkaan tai vain alle 1 m³/ha. Vähän suuremmalta alalta leimattiin 1—2 m³/ha ja yhteensä noin puolet koko alasta oli sellaista, jonka puustosta näytti olevan syytä poistaa yli 50 m³ hehtaaria kohden. Yli 100 m³/ha merkittiin noin 15 %:n alalta. Keskimäärin leimattiin kankailta 35 m³ (29 %), kangaskorvista 52 m³ (35 %), varsinaisista korvista 57 m³ (47 %), korpirämeistä 58 m³ (71 %) ja välimetsiköistä yleensä 52 m³ (42 %) hehtaaria kohden. Poistettavien puiden niin hyvin suhteellinen kuin absoluuttinen määrä kohoaa siis kankailta kangaskorpia, varsinaisia korpia ja korpirämeitä kohden. Välimetsiköissä osoittautui olevan runsaasti puustoa, joka metsänhoidollisia näkökohtia silmällä pitäen olisi ollut hakattava. Metsien korkean iän —keskimäärin 210 vuotta— ja suhteellisen vähäisen kasvun huomioon ottaen ne olisivat oikeastaan olleet jo uudistamisen tarpeessa.

V. 1942 suoritetut jatkotutkimukset.

Syksyllä 1942, jolloin oli kulunut 5 vuotta edellä selostetuista tutkimuksista, palattiin alueelle uudelleen tarkastamaan taimistojen kehittymistä. Välimetsiköissä ei ollut tapahtunut mainittavia muutoksia. Kaistaleiden taimistot sitä vastoin olivat suuresti varttuneet. Niiden kookkaimmissa, 15—17-vuotisissa koivuissa oli jo siemennorkkoja.

Pohjavesimittarien viereisen tutkimuslinjan kohdalta (ks. karttaa sivulla 16) luettiin kaistaleiden taimet pituusluokittain samaan tapaan kuin 5 vuotta aikaisemmin. Tulokset näkyvät taulukosta 1, johon on merkitty sulkujen väliin vastaavilta aloilta edellisessä luvussa saadut arvot. Huomio kiintyy ensiksikin siihen, että taimien määrä on vähentynyt. Sen sijaan, että syksyllä 1937 taimia oli hehtaaria kohden keskimäärin 44 700 kpl., oli niitä syksyllä 1942 vain 21 800 kpl. Männyn ja kuusen taimien luku ei ollut paljonkaan muuttunut, mutta koivuista oli runsaasti $^2/_3$ hävinnyt. Tuho oli kohdistunut ennen kaikkea koivun pieniin vesa-

Taulukko 1. Taimien lukumäärä ja pituus Melkankorven kaistaleissa v. 1942 ja v. 1937 (suluissa) muutamien varsinaisessa korvessa olevien koealojen mukaan.

Tabelle 1. Anzahl und Höhe der Jungpflanzen in den Säumen des Melkankorpi in den Jahren 1942 und 1937 (in Klammern) nach einigen in normalem Bruchwald gelegenen Probeflächen.

Puulaji *Holzart*	Kpl/ha *St./ha*	Taimien pituus, m — *Höhe der Pflanzen, m*					
		<0.1	0.1—0.5	0.5—1.0	1—2	2<	Keskimäärin *Im Mittel*
		%					
Mänty — *Kiefer* ...	2 100	6	18	12	10	54	1.70
	(1 800)	(2)	(24)	(23)	(36)	(15)	(1.19)
Kuusi — *Fichte*	9 800	16	32	21	8	23	0.95
	(9 700)	(10)	(39)	(25)	(18)	(8)	(0.70)
Koivu — *Birke*	9 900	2	10	12	8	68	2.15
	(33 200)	(14)	(44)	(11)	(22)	(9)	(0.89)
Yhteensä—*Insgesamt*	21 800	9	21	16	8	46	1.56
	(44 700)	(13)	(42)	(14)	(22)	(9)	(0.87)

taimiin. Pienimpien männyn ja kuusen taimien, so. alle 0.1 m:n korkuisen taimiaineksen, kohdalla voidaan todeta taimien suhteellisen määrän kohonneen, mikä osoittaa, että alalle on edelleen ilmestynyt mainittujen puulajien taimia.

Taimiston puulajisuhteiden kehitykseen katsoen täytyy pitää arvokkaana kuusen suhteellisen osuuden tuntuvaa vahvistumista. Sen sijaan, että kuusen taimia oli v. 1937 vain 22 % koko taimiluvusta, oli niitä v. 1942 jo 45 %. Samasta taulukosta havaitaan edelleen, että männyn ja varsinkin koivun taimien keskipituus on suuresti noussut. Kuusen taimien keskipituuden lisääntyminen on ollut verraten heikkoa.

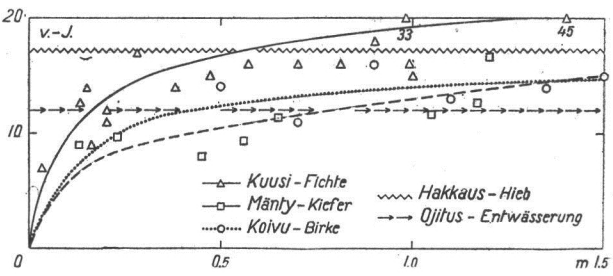
Taulukko 2. Taimien lukumäärä ja pituus Melkankorven kaistaleiden reunaosissa ja keskuksissa syksyllä 1942 varsinaisessa korvessa pohjavesimittarien vieressä olevan tutkimuslinjan kohdalla.

Tabelle 2. Anzahl und Höhe der Jungpflanzen am Rande und in der Mitte der Säume im Melkankorpi im Herbst 1942 in normalem Bruchwald an der neben den Grundwassermessern verlaufenden Untersuchungslinie.

Etäisyys reunametsästä, m *Abstand vom Waldrand, m*	Taimia, kpl/ha *Pflanzen, St./ha*	Taimista — *Pflanzen*			Keskipituus, m *Durchschn. Höhe, m*
		mäntyä *Kiefer*	kuusta *Fichte*	koivua *Birke*	
		%			
<5	15 000	7	59	34	1.07
5—10	23 500	8	49	43	1.42
10<	24 800	12	38	50	1.82
Koko ala — *Gesamte Fläche*	21 800	10	45	45	1.56

Taimiluku hehtaaria kohden (ks. taulukkoa 2) oli kaistaleiden keskuksissa ja 5—10 m:n päässä reunametsästä olevissa vyöhykkeissä likimain sama, mutta kaistaleiden 0—5 m:n levyisissä reunavyöhykkeissä taimiluku oli paljon pienempi. Mäntyjen ja koivujen suhteellinen määrä vähenee, kuusten taas lisääntyy keskikaistaleista kaistaleiden reunoja kohden.

Mikäli taimet olisi luettu erikseen aivan kaistaleen reunoista, esim. 0—3 m:n etäisyydellä reunametsästä, taimien määrä sekä männyn ja koivun osuus olisivat jääneet hyvin vähäisiksi. Taimien korkeus alenee yleensä samoin keskikaistaleesta reunoja kohden ja olletikin aivan kaistaleiden laidoilla keskipituuden aleneminen reunametsää kohden on jyrkkää.



Kuva 13. Melkankorven kaistaleiden eri pituisten kuusen, männyn ja koivun taimien ikä syksyllä 1942. Kuvaan on merkitty myös hakkausvuosi (1925/26) ja ojitusvuosi (1930).

Abb. 13. Das Alter der verschieden hohen Fichten-, Kiefern- und Birkenpflanzen in den Säumen des Melkankorpi im Herbst 1942. In der Abbildung sind auch das Hiebsjahr (1925/26) und das Entwässerungsjahr (1930) angegeben.

Koivujen pituuskasvu oli edellisen 5-vuotiskauden kasvumääriin verraten huomattavasti kohonnut ja oli vuosien 1938—42 aikana keskimäärin 23.1 cm vuotta kohden. Edellisen 5-vuotiskauden aikana se oli keskimäärin 14.8 cm. Mäntyjen pituuskasvu oli pysynyt likimain ennallaan, kuusten, etenkin tiheähköissä koivun taimistoissa olevien, kasvu oli vähän taantunut. Kituliaiksi luettujen kuusen taimien osuus, joita 5 vuotta aikaisemmin oli vain 1 %, olikin syksyllä 1942 jo 6 %. Hallan samana vuonna vikuuttamia taimia ei ollut.

Kuva 13 osoittaa Melkankorven kaistaleista syksyllä 1942 otettujen männyn, kuusen ja koivun taimien mikroskooppisten iän määritysten tulokset sekä niiden perusteella eri puulajien taimille piirretyt ikäkäyrät. Piirrokseen on merkitty lisäksi alueella suoritetun hakkauksen ja ojituksen ajankohdat. Voidaan todeta, että kaikki tutkitut männyn ja koivun taimet, joista yhteensä likimain puolet oli jo kahta metriä pitempiä, olivat 17 vuotta sitten suoritetun hakkauksen jälkeisiä. Taimia on syntynyt miltei kaikkina vuosina. Eräät tutkituista männyn ja koivun taimista ovat olleet vain 4- tai 5-vuotisia ja vieläkin nuorempia tavattiin, mikä siis osoittaa, että myös näiden puulajien taimia on ilmestynyt edelleen. Tutkituista kuusen taimista keskimäärin 55 cm pitemmät ovat olleet alalla jo hakkausta (1925/26) suoritettaessa, minkä perusteella voidaan laskea, että kaistaleiden kuusen taimet jakaantuvat miltei tasan hakkausta nuorempien ja sitä vanhempien kesken.

Pahkakorpi, Viitasaari.

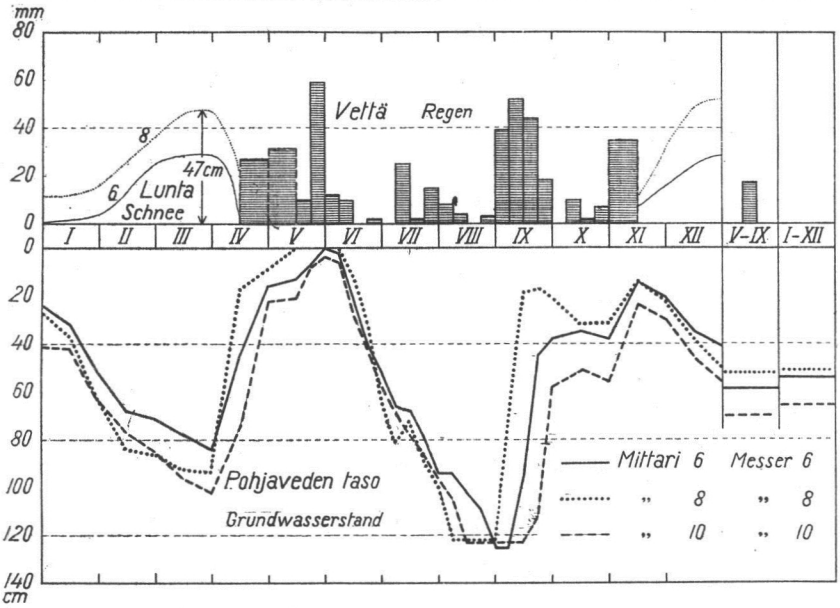
Viitasaaren — Keiteleen maantien varrella Viitasaaren pitäjässä Koliman valtionmaalla ohikulkijan huomio kiintyy varsin komeisiin kaistaleisiin. Kohtisuorassa maantietä vastassa sen eteläpuolella on noin 60 m leveiden välimetsiköiden erottamina vieretysten 5 kaistaletta, joiden leveys on noin 40 m, ja joista kahden pituus on lähes 700 m. Näistä pisimmistä otettiin idän puoleinen reunametsineen lähemmin tutkittavaksi. Sen leveys on 42 m, pituus 685 m ja ala siis 2.88 ha. Pituussuunta on likimain pohjoinen — eteläinen. Pääkaltevuus on suurin piirtein samaan suuntaan, etelään päin. Kaistaleen pohjoispään ja eteläpään välinen korkeusero on noin 12 metriä.

Ennen kaistaleiden hakkausta Pahkakorvessa on viimeksi suoritettu hakkaus — tuulenkaatojen korjaus ja varovainen puhdistus — v. 1910. Kaistaleita talvella 1927/28 hakattaessa metsä, heikosti koivun sekainen vanha kuusikko, on kankaitten kohdalla ollut verraten kasvuisaa, mutta kangaskorpien ja etenkin varsinaisten korpien kohdalla hyvin huonokasvuista. Myyntikelpoisen tavaran oton jälkeen seuranneessa raivauksessa kaistale on hakattu paljaaksi. Vain kolmeen kohtaan on jätetty vähäinen kuusiryhmä. V. 1930 alueelle on kaivettu ojia. Niiden syvyys oli tutkimuksia 1937 suoritettaessa 0.4—0.7 m ja kunto hyvä.

Mainittuna tutkimusvuonna kaistaleessa oli kasvuisa eikä pahoin aukkoinenkaan kuusen sekainen koivun taimisto. Koivujen valtapituus oli 3—3.5 m, kuusten 2—2.5 m. Taimisto oli kookkainta keskikaistaleissa ja matalinta 3—5 metrin levyisissä kaistaleiden reunaosissa. Tiheintä ja myös korkeinta taimisto oli ojien varsilla. Välimetsiköissä, joihin kaistaleiden hakkauksen yhteydessä ei koskettu, on esiintynyt tuulenkaatoja hyvin niukasti. Vaarallisin tuulen suunta on ilmeisesti ollut lännestä itään.

Tutkitun kaistaleen kohdalla on paikoin kangastakin. Kangaskorpea on kaistaleen koko alasta 37 % ja varsinaista korpea 46 %. Välimetsiköiden kohdalla kangasmaiden osuus on suurempi. Kankaat ovat laadultaan paikoin keskitasoa hieman parempaa mustikkatyyppiä, kuten siellä täällä esiintyvien saniaisten ja käenkaalin perusteella voidaan päätellä. Karhunsammalet ja niukemmin esiintyvät rahkasammalet osoittavat kankaitten olevan osaksi soistumaan päin. Varsinaisiin korpiin luetuista voitaisiin erottaa mustikka-, puolukka- ja metsäkortekorpien vivahteisia, mutta niiden väliset eroavaisuudet ovat suhteellisen vähäiset.

Hakkauksen vaikutus aluskasvillisuuteen on Pahkakorven tutkimusalueessa tuntuvampi kuin edellä selostetussa Melkankorvessa. Kaistaleiden kohdalla kasvipeite eroaa huomattavasti vastaavien tyyppien kasvipeitteestä välimetsiköiden kohdalla. Kaistaleissa on lisääntynyt tai niihin on ilmestynyt vadelmaa ja maitohorsmaa sekä eräitä heiniä kuten *Agrostis*-,



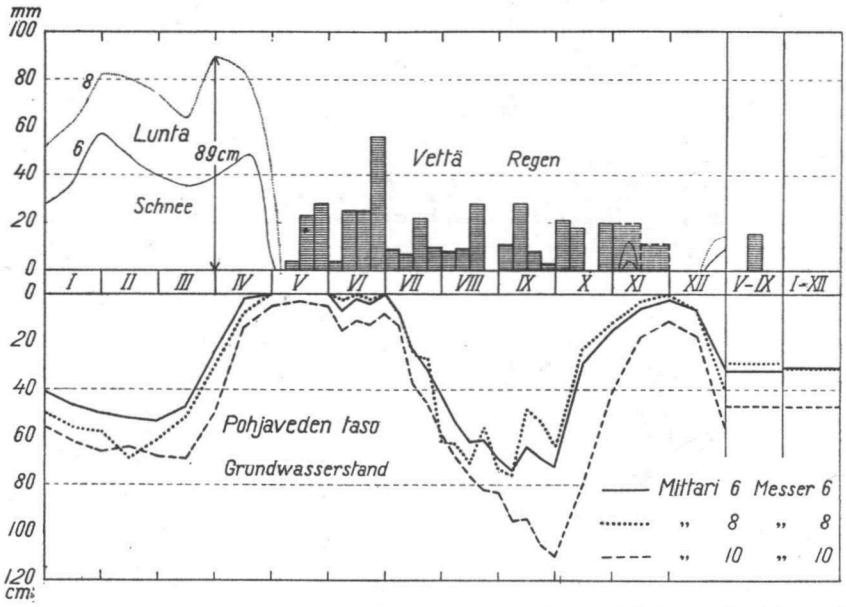
Kuva 14. Pohjaveden taso Pahkakorven kaistaleessa (mittari 8) ja sen viereisissä välimetsiköissä (mittarit 6 ja 10), 16. IV.—15. XI. aikaiset sademäärät sekä lumipeitteen paksuus kaistaleessa (8) ja välimetsikössä (6) vuoden 1937 mittaustuloksen mukaan.

Abb. 14. Der Grundwasserstand in einem Saum des Pahkakorpi (Messer 8) und in den angrenzenden Zwischenbeständen (Messer 6 und 10), die Niederschlagsmengen vom 16. IV.—15. XI. sowie die Dicke der Schneedecke auf dem Saum (8) und im Zwischenbestand (6) nach den Messungsergebnissen des Jahres 1937.

Calamagrostis- ja *Deschampsia*-lajeja. Näitä valoisan paikan kasvilajeja on ilmestynyt niin hyvin kankaitten kuin kangaskorpien ja varsinaisten korpien kohdalle. Vatukko on tosin aiheuttanut taimistoon joitakin aukkokohtia, mutta erikoisen haitallista rikkaruohottumista ei kaistaleissa kuitenkaan ole tapahtunut. Ojat eivät ole tutkimusvuoteen 1937 mennessä ennättäneet aiheuttaa muutoksia aluskasvillisuuteen.

Turvekerros on yleensä ohut. Kangaskorvissa se on vain 15—20 cm paksu ja varsinaiseksi korveksi erotetuissa kuvioissakin turvekerros, jonka pintaosa on heikosti (4), alempaa paremmin (7—8) lahonnutta, on vain harvoissa kohdissa yli puolen metrin paksuinen. Kankaitten kohdalla esiintyvä 5—10 cm:n paksuinen raakahumuskerros on kaistaleissa melkoisesti tiivistynyt ja ohennut. Perusmaana on moreenisora tai -hiekka.

Pahkakorven tutkimusalueesta otettiin elokuussa 1940 kaistaleista ja välimetsiköistä turvenäytteitä happamuuden tutkimista varten. Sekä kangaskorven että varsinaisen korven turpeen pH-luvut vaihtelivat, näytteiden ollessa huonekuivia, 5—10 cm syvässä 3.9—4.0 välillä ja 20—25 cm syvässä 4.0—4.1 välillä. Tutkittujen näytteiden perusteella ei voitu todeta paljaaksihakkauksen vaikutusta happamuusasteeseen.



Kuva 15. Pohjaveden taso Pahkakorven kaistaleessa (mittari 8) ja sen viereisissä välimetsiköissä (mittarit 6 ja 10), 8. V.—30. XI. aikaiset sademäärät sekä lumipeitteen paksuus kaistaleessa (8) ja välimetsikössä (6) vuoden 1938 mittaustuloksien mukaan.

Abb. 15. Der Grundwasserstand in einem Saum des Pahkakorpi (Messer 8) und in den angrenzenden Zwischenbeständen (Messer 6 und 10), die Niederschlagsmengen vom 8. V.—30. XI. sowie die Dicke der Schneedecke auf dem Saum (8) und im Zwischenbestand (6) nach den Messungsergebnissen des Jahres 1938.

Pohjavesi-, sade- ja lämpötilahavaintoja.

Syksyllä 1936 asetettiin kahteen linjaan poikki tutkitun kaistaleen 10 pohjavesimittaria, mittarit 1—5 hakkausalan yläosaan, 6—10 sen alaosaan. Mittarien sijainti ja niiden väliset korkeuserot selviävät kuvista 16 ja 17. Samoista kuvista näkyvät myös kasvillisuustyypit sekä turvekerroksen paksuus eri mittarien kohdalla. Pohjaveden tasoa tarkastettiin määräajoin kesäisin neljä ja talvisin kaksi kertaa kuussa. Mittauksia suoritettiin vv. 1937—40.

Pohjaveden tason mittauksissa kertynyttä runsasta numeroaineistoa tarkastellaan vasta tuonnempana (s. 95—97). Tässä valaistaan Pahkakorven pohjavesisuhteita eräin piirroksin.

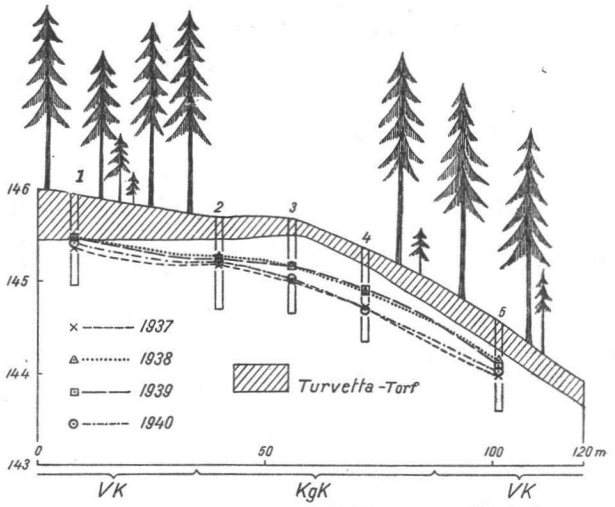
Kuvista 14 ja 15, jotka osoittavat pohjaveden pinnan korkeuden eri kuukausien aikana vv. 1937 ja 1938 mittarien 6, 8 ja 10 mukaan, ilmenee pohjaveden tasossa vuosittain esiintyvät kaksi koho- ja kaksi laskukohtaa. Edellisten ja erityisestikin kesäminimin aikana pohjaveden pinta on ollut verraten syvässä. Keväisin sen sijaan ja myöhäsyksyinäkin pohjavesi on kohonnut aivan lähelle maan pintaa.

Touko-syyskuun aikaiset pohjaveden pinnan keskimääräiset korkeudet eri mittarien mukaan vv. 1937—40 näkyvät kuvista 16 ja 17. Kaista-

leen alaosassa, mittarien 6—10 kohdalla (kuva 17), pohjaveden taso on ollut keskimäärin alimpana v. 1940, minkä vuoden kesäkausi olikin, kuten taulukosta 14 sivulla 98 näkyy, vertausvuosista niukkasateisin. Erittäin voimakkaan kesäminimin johdosta (ks. kuvaa 14) pohjaveden taso jäi matalaksi myös v. 1937, kaistaleen yläosassa, mittarien 1—5 kohdalla, jopa vuoden 1940 tasoa vähän matalammaksi.

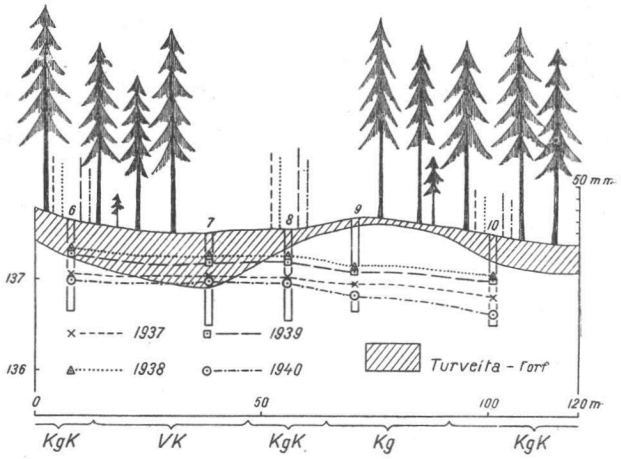
Kesäkausina 1938 ja 1939 pohjaveden taso on ollut tuntuvasti korkeammalla kuin edellä mainittuina vuosina, keskimäärin korkeimmalla kaistaleen alaosassa v. 1938, yläosassa kyseisinä vuosina jokseenkin samassa tasossa. Vuoden 1939 kesäkausi oli Pahkakorven kohdalla hyvin sateinen. Edellisen vuoden kesäkausi ei ollut yhtä runsassateinen, mutta talven paksun ja pitkään säilyneen lumipeitteen takia pohjavesi pysytteli kevätkesästä huomattavan korkealla.

Kaistaleen ja välimetsikön pohjavesitasojen välillä ei voida — päinvastoin kuin edellä



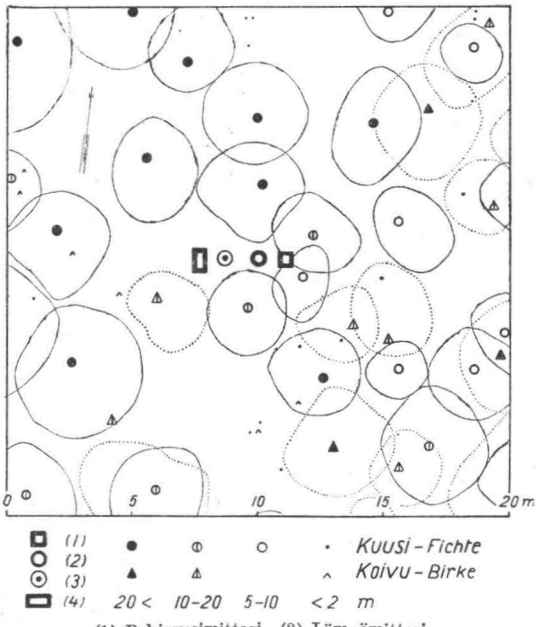
Kuva 16. Pohjaveden keskimääräinen taso Pahkakorvessa touko—syyskuun aikana vv. 1937—40 mittarien 1—5 mukaan. Mittareista näkyy kuvassa vain 1 m:n pituinen osa.

Abb. 16. Mittlerer Grundwasserstand im Pahkakorpi Mai—September 1937—40 nach den Messern 1—5. Von den Messern ist auf der Abbildung nur ein 1 m langer Abschnitt zu sehen.



Kuva 17. Pohjaveden keskimääräinen taso Pahkakorvessa touko—syyskuun aikana vv. 1937—40 mittarien 6—10 mukaan. Mittarien 6, 8 ja 10 kohdalla maan pinnan yläpuolella olevat pystyviivat osoittavat vastaavien kesäkausien sateista keskimäärin kuukausittain sademittareihin kerääntyneet vesimäärät (mittakaava kuvan oikeassa reunassa).

Abb. 17. Mittlerer Grundwasserstand im Pahkakorpi Mai—September 1937—40 nach den Messern 6—10. Die bei den Messern 6, 8 und 10 über der Erdoberfläche angegebenen vertikalen Linien bezeichnen die Wassermengen, die sich aus den Niederschlägen der entsprechenden Sommerzeiten im Mittel monatlich in den Regenmessern angesammelt haben (Massstab rechts am Rande der Abbildung).



(1) Pohjavesimittari (3) Lämpömittari
(2) Sademittari (4) Siemenlaatikko

Kuva 18. Eri pituisten (20<, 10—20, 5—10, < 2 m) puiden sijainti Pahkakorven välimetsikössä mittariryhmä 6:n ympärillä. Vähintään 5 m pitkien puiden latvuspiirit on merkitty kuvaan. Metsikön tiheys 0.8.

(1) Grundwassermesser (3) Thermometer
(2) Regenmesser (4) Samenkasten

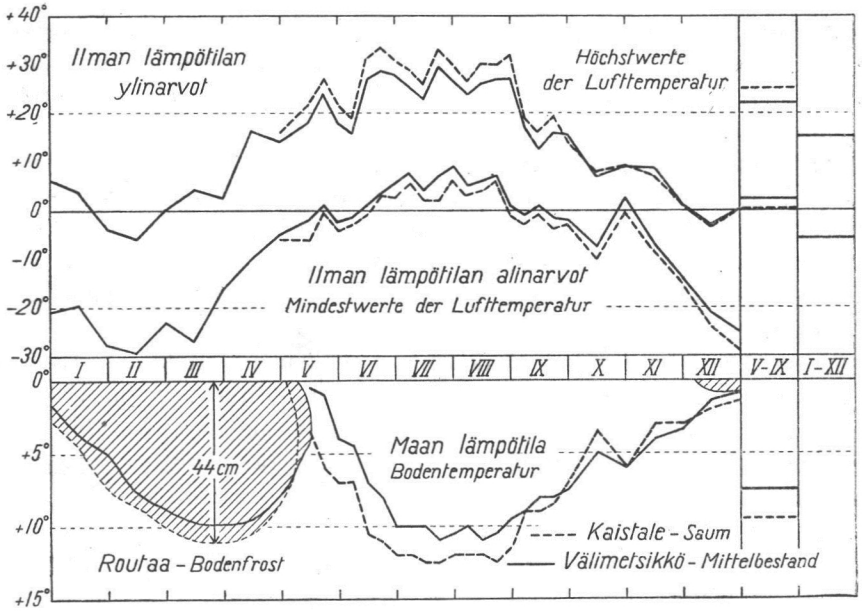
Abb. 18. Die Lage der verschieden hohen (20<, 10—20, 5—10, < 2 m) Bäume in einem Zwischenbestand des Pahkakorpi um die Messergruppe 6 herum. Die Kronenprojektionen der wenigstens 5 m langen Bäume sind in die Abbildung eingetragen. Dichte des Bestandes 0.8.

puheena olleessa Melkankorvessa — havaita eroa, vaikka sademittareihin kerääntynyt vesimäärä, kuten kuvan 17 merkinnöistä näkyy, on välimetsiköiden kohdalla ollut tuntuvasti vähäisempi kuin kaistaleessa. Maastosuhteilla, erityisesti turvekerroksen paksuudella, on siksi tuntuva vaikutus pohjaveden tasoon, että sen rinnalla metsän vaikutus ei pääse esille. On sitä paitsi huomattava, että kyseisessä kaistaleessa oli pohjaveden mittauksia suoritettaessa jo kookkaanlainen ja kasvuisa, runsaasti vettä haihduttava, koivuvaltainen taimisto.

Kuviin 14 ja 15 on merkitty myös lumipeitteen paksuus vuosina 1937 ja 1938. Molempina vuosina lumipeite on ollut kaistaleessa huomattavasti paksumpi kuin välimetsikössä. Jälkimmäisenä talvena, joka oli edellistä runsaslumisempi, lumipeite on suojasäiden vaikutuksesta laskenut helmikuun alusta maaliskuun puoliväliin mennessä. Tämä on jouduttanut, kun maa oli kyseisenä talvena vain heikosti routaantunut (ks. kuvaa 20), myös pohjaveden kevätkohoamista.

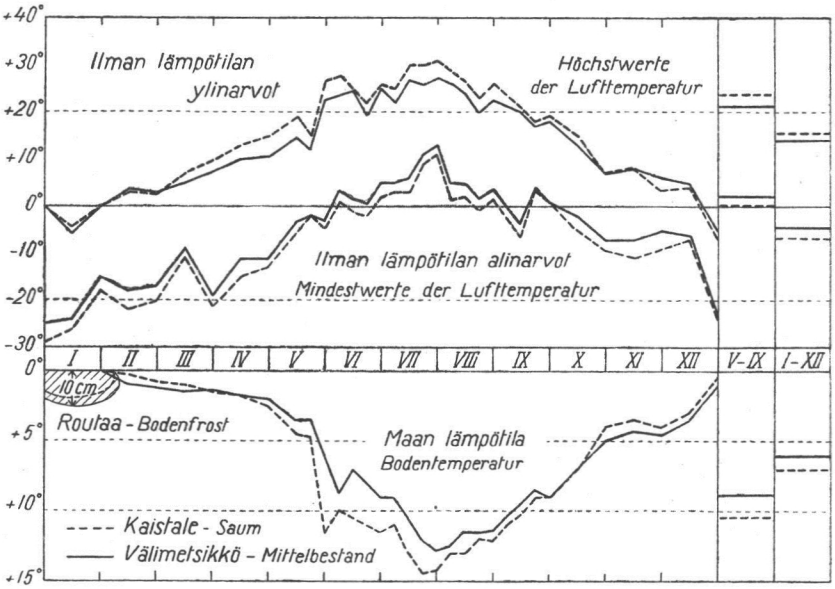
Sademäärän mittaamista varten Pahkakorvessa oli sademittarit pohjavesimittarien 6, 8 ja 10 luona. Näistä mittari 8 oli kaistaleessa, mittarit 6 ja 10 välimetsiköissä, edellinen metsikössä, jonka tiheys oli 0.8, jälkimmäinen ylitiheässä (1.0) metsikössä. Kuvasta 18 näkyy, minkälaista latvusyhteyttä tiheysaste 0.8 on edustanut. Sademittareihin touko-syyskuun aikana vv. 1937—40 kerääntyneet vesimäärät selviävät kuvasta 17 sekä keskimääräiset lukuarvot taulukosta 14 (s. 98).

Kuvat 19 ja 20 valaisevat mittarien 6 ja 8 mukaan ilman ja maan lämpötilasuhteita kaistaleessa ja välimetsikössä vv. 1937 ja 1938. Ilman lämpötilan ylimmät arvot ovat kaistaleessa kesän aikana olleet 2—4 C°



Kuva 19. Ilman lämpötilan ylinarvot ja alinarvot sekä maan lämpötila ja routaantuneen maakerroksen paksuus Pahkakorven kaistaleessa (mittari 8) ja sen viereisessä välimetsikössä (mittari 6) v. 1937.

Abb. 19. Höchst- und Mindestwerte der Lufttemperatur, Bodentemperatur und Dicke der gefrorenen Bodenschicht in einem Saum (Messer 8) des Pahkakorpi wie auch (Messer 6) im angrenzenden Zwischenbestand (in der Abb. »Mittelbestand») im Jahre 1937.



Kuva 20. Ilman lämpötilan ylinarvot ja alinarvot sekä maan lämpötila ja routaantuneen maakerroksen paksuus Pahkakorven kaistaleessa (mittari 8) ja sen viereisessä välimetsikössä (mittari 6) v. 1938.

Abb. 20. Höchst- und Mindestwerte der Lufttemperatur, Bodentemperatur und Dicke der gefrorenen Bodenschicht in einem Saum (Messer 8) des Pahkakorpi wie auch (Messer 6) im angrenzenden Zwischenbestand (in der Abb. »Mittelbestand») im Jahre 1938.

korkeammat kuin viereisessä välimetsikössä (tiheys 0.8), mutta talven aikana tämä ero häviää tai muuttuu miltei päinvastaiseksi. Ilman lämpötilan alimmat arvot ovat pitkin vuotta olleet kaistaleessa 1—3 astetta alempia kuin välimetsikössä.

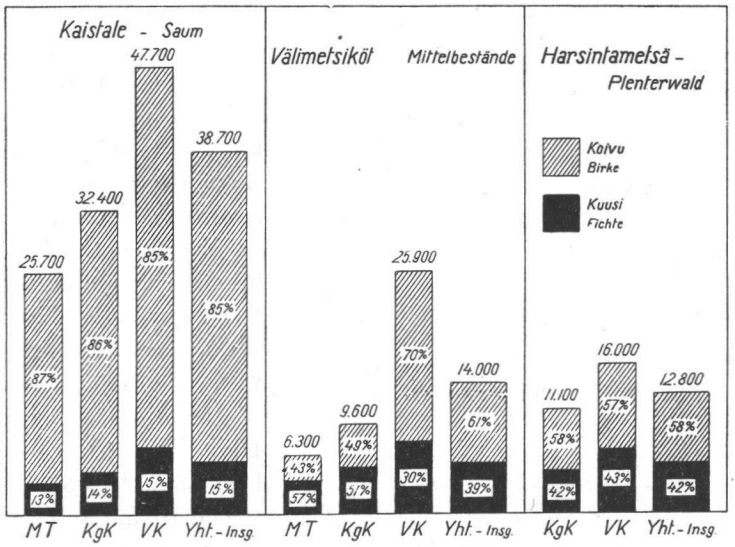
Maan lämpötiloja esittävien murtoviivojen perusteella havaitaan, että maa — so. kangaskorven turve 0.3 m maan pinnan alapuolella — on kaistaleen kohdalla lämminnyt keväällä nopeammin ja pysytellyt sitten koko kasvukauden ajan lämpöisempänä kuin välimetsikön kohdalla. Syksyllä taas maa on yleensä pysytellyt metsässä vähän lämpöisempänä kuin kaistaleessa.

Roudan ilmestyminen ja routakerroksen paksuus ovat läheisessä suhteessa lumen tuloon ja lumipeitteen paksuuteen. Siten talvella 1936/37, jolloin lumipeite oli vielä tammikuussakin hyvin ohut (ks. kuvaa 14), maa routaantui vahvasti. Mutta siitä huolimatta, että lumipeite pysytteli kautta talven metsässä ohuempana kuin kaistaleessa, routakerros muodostui kaistaleessa, jossa turvetta oli vähemmän, hieman paksummaksi (44 cm) kuin välimetsikössä (40 cm). Talveksi 1937/38 lumipeite tuli aikaisin, maa routaantui hyvin heikosti ja sekin vähäinen routa (ks. kuvaa 20) suli jo ennen helmikuun puoliväliä. Keväisin routa on sulanut varsinaisten routatalvienkin jälkeen toukokuun puoliväliin mennessä ja kaistaleessa vähän aikaisemmin kuin välimetsikössä.

Taimien määrä ja laatu.

Puuston tutkiminen suoritettiin kaikkiaan 14:n kohtisuoraan poikki kaistaleen sekä 30 m:n päähän viereisiin välimetsikköihin ulottuvan 50 m:n päässä toisistaan olevan 5 m:n levyisen linjan kohdalla. Samanaikaisesti tutkittiin puheena olevaan kaistaleryhmään rajoittuvan, maantien pohjoispuolella olevan, 1918/19 lohkoharsinnan tavoin hakatun »harsintametsän» taimettumissuhteita kahden yhteensä 400 metrin pituisen ja 5 m:n levyisen suoran linjan kohdalla. Harsintametsän aukkoisen ja kaikin puolin epätasaisen koivun sekaisen kuusikon puusto luettiin kasvillisuustyyppien mukaisesti yhtenäisiä koealoja erotellen. Näin tutkittu ala käsittää kangaskorpea ja ohutturpeista varsinaista korpea ja on toistaiseksi ojittamatta, mutta etelää kohden huomattavasti viettona se ei silti ole pahoin märkä.

Kaistaleen ja viereisten välimetsiköiden sekä harsintametsän taimien määrä näkyy kuvasta 21, josta selviävät myös eri puulajien taimien suhteelliset osuudet eri kasvillisuustyyppien kohdalla. Välimetsiköissä ja harsintametsässä luettiin männyn ja koivun taimien joukkoon korkeintaan 3.5 m:n eli kaistaleiden kookkaimpien männyn ja koivun taimien pituiset sekä kuusen taimien joukkoon korkeintaan 2.5 m:n pituiset.



MT = MT-kangas KgK = kangaskorpi VK = varsinainen korpi

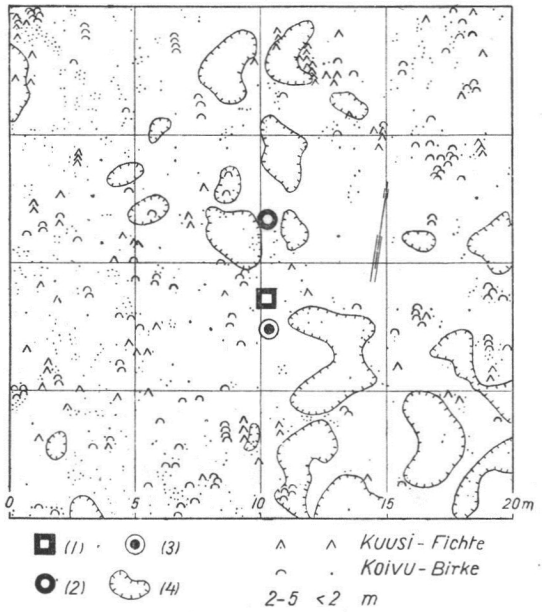
Kuva 21. Taimien määrä ja puulajisuhteet eri kasvillisuustyyppien kohdalla Pahkakorven kaistaleessa, välimetsiköissä ja harsintametsässä.

MT = Myrtillus-Typ KgK = gemeiner Bruchwald VK = normaler Bruchwald

Abb. 21. Menge und Holzartenverhältnisse der Jungpflanzen in den verschiedenen Vegetationstypen im Saum, in den Zwischenbeständen (in der Abb. »Mittelbestände») und im Plenterwald des Pahkakorpi.

Mainittua kuvaa tarkastaessa huomio kiintyy ensiksikin siihen, että mänty, jota tosin on perin vähän kyseisten välimetsiköiden ja harsintametsän isommankin puuston joukossa, puuttuu taimistoista miltei kokonaan. Kaistaleessa koivu muodostaa 85 % koko taimiluvusta ja sen suhteellinen määrä on likimain sama kaikissa kasvillisuustyypeissä. Taimiluku on suurin (47 700 kpl/ha) varsinaisessa korvessa ja alenee kangaskorpea (32 400 kpl/ha) ja kangasta (25 700 kpl/ha) kohden. Välimetsiköissä kuusen taimia oli sekä yhteensä että eri kasvillisuustyyppien kohdalla keskimäärin hehtaaria kohden suunnilleen yhtä paljon kuin kaistaleessa, jota vastoin koivun taimia oli välimetsiköissä — erityisestikin niiden kankailla ja kangaskorvissa — keskimäärin paljon vähemmän kuin kaistaleessa. Lähes 20 vuotta sitten hakatussa ojittamattomassa harsintametsässä sekä kuusen että koivun taimia oli edelleen suhteellisen vähän.

Kuusen taimien keskipituus oli kaistaleessa 0.7 m, välimetsiköissä 0.8 m ja harsintametsässä 1.0 m sekä koivun taimien vastaavasti 0.9 m, 0.4 m ja 0.7 m. Kaistaleen taimiston keskipituus oli kankailla 1.3 m, kangaskorvissa 1.0 m sekä varsinaisissa korvissa ja korpirämeillä 0.9 m. Välimetsiköissä eri kasvillisuustyyppien taimien keskipituuksien välinen suhde oli suunnilleen edellisen mukainen.



(1) Pohjavesimittari (3) Lämpömittari
(2) Sademittari (4) Mätäs (kohonema)

Kuva 22. Eri pituisten (2—5, < 2 m) kuusen ja koivun taimien sijainti Pahkakorven kaistaleessa mittariryhmä 8:n ympärillä.

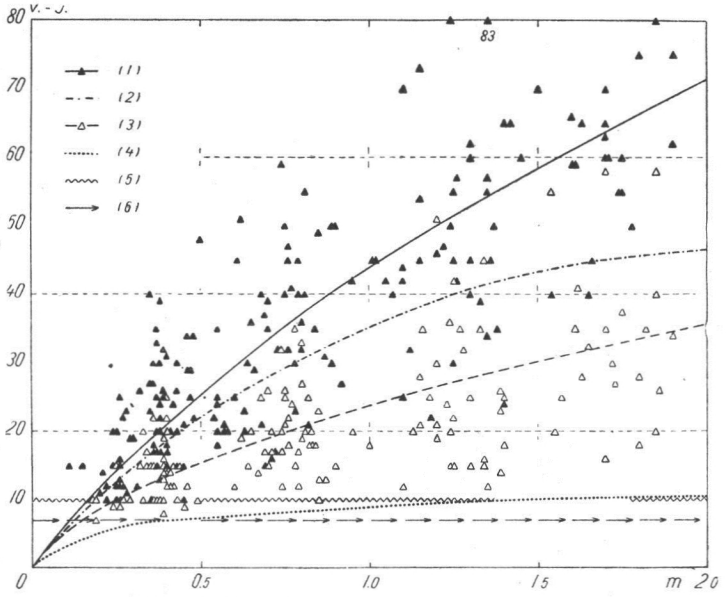
(1) Grundwassermesser (3) Thermometer
(2) Regenmesser (4) Bülte

Abb. 22. Die Lage der verschieden hohen (2—5, <2 m) Fichten- und Birkenpflanzen in einem Saum des Pahkakorpi um die Messergruppe 8 herum.

Taimia luettaessa kuusen taimet ryhmiteltiin aikaisemmin selostettuun tapaan elinvoimaisiin, kituliaisiin ja hallan vioittamiin. Harsintametsässä elinvoimaisia oli suhteellisesti eniten, keskimäärin 94 % kuusen taimien koko luvusta, kaistaleessa niitä oli 90 % ja välimetsiköissä 79 %. Kituliaita oli välimetsiköissä 21 %, harsintametsässä 6 % ja kaistaleessa vain 2 %. Hallan lievästi vioittamia oli keskikaistaleessa 13 %, kaistaleen 10 m:n levyisessä länsilaiteessa 3 %, saman levyisessä itälaiteessa 6 % sekä kaistaleessa keskimäärin 8 %. Alle 0.3 m:n pituisista taimista oli hallan vikuuttamia aivan vähän. Suhteellisesti eniten (10 %) hallan vioittamia oli korvissa, kangaskorvissa niitä oli 7 % ja kankailla vain 2 % koko taimiluvusta. Välimetsiköissä ja harsintametsässä hallan vioittamia ei ollut lainkaan. Kaistaleen koivun taimista oli vesasyntyisiä 2 %, välimetsiköiden koivun taimista 5 %. Harsintametsästä luetuiksi joutuneet koivun taimet osoittautuivat kaikki siemensyntyisiksi. Koivun taimista oli rauduskoivua kaistaleissa 1 %, välimetsiköissä 0.5 % koivun taimien koko luvusta. Harsintametsän koivun taimet olivat kaikki hieskoivua.

Sen lisäksi, mitä edellä on jo puhuttu taimiluvusta kaistaleen eri kasvillisuustyyppien kohdalla, voidaan lukutulosten perusteella taimiston tasaisuuden suhteen vielä mainita, että kankailla oli sellaista alaa, jossa taimia oli alle 10 000 kpl/ha, 28 % kangasmaiden koko alasta. Kangaskorpien ja varsinaisten korpien kohdalla niin harvoja taimistoja ei ollut lainkaan. Toisaalta taas sellaista alaa, jossa taimiluku oli yli 40 000 kpl/ha, oli kankailla 14 %, kangaskorvissa 31 % ja varsinaisissa korvissa 55 %. Etenkin ojien varsilla koivun taimisto oli yleensä hyvin tiheä.

Taimet luettiin kuten edellisessäkin tutkimusalueessa erikseen kaistaleen ja välimetsikön keskuksissa sekä niiden kahden puolen olevissa 10 m:n



(1) Kuuset välimetsiköissä (4) Koivut kaistaleessa
(2) » harsintametsässä (5) Kaistaleen hakkaus (1927/28)
(3) » kaistaleessa (6) Ojitus (1930)

Kuva 23. Pahkakorven välimetsiköiden, harsintametsän ja kaistaleen eri pituisten kuusen taimien sekä kaistaleen eri pituisten koivun taimien ikä syksyllä 1937.

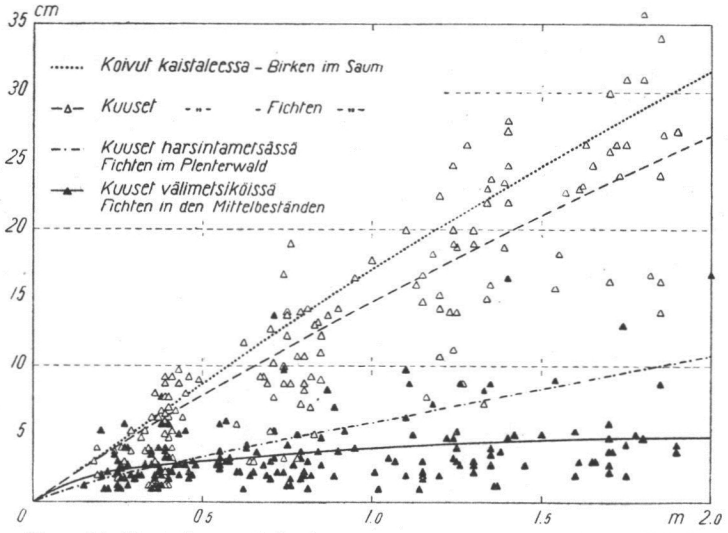
(1) Fichten in den Zwischenbeständen (4) Birken im Saum
(2) » im Plenterwald (5) Abholzung des Saumes (1927/28)
(3) » » Saum (6) Entwässerung (1930)

Abb. 23. Das Alter der verschieden hohen Fichtenpflanzen in den Zwischenbeständen, im Plenterwald und im Saum des Pahkakorpi sowie das der verschieden hohen Birkenpflanzen im Saum im Herbst 1937.

levyisissä reunavyöhykkeissä. Kaistaleen keskuksessa oli taimia yhteensä keskimäärin 40 700 kpl/ha (koivuja 88 %), lännen puoleisessa reunavyöhykkeessä 33 000 kpl/ha (koivuja 79 %) ja idän puoleisessa reunavyöhykkeessä 40 000 kpl/ha (koivuja 85 %). Kuva 22, joka esittää taimien sijaintia varsinaisessa korvessa keskellä kaistaletta olevan mittariryhmä 8:n ympärillä, osoittaa, että laajemmat tasapinnat ovat runsaimmin ja tasaisimmin taimettuneet. Mätäskohdilla ja pienemmissä mätäsväleissä taimia on niukemmin.

Välimetsiköiden keskuksissa oli taimia keskimäärin 10 000 kpl/ha (koivuja 52 %), lännen puoleisissa reunavyöhykkeissä 31 500 kpl/ha (koivuja 81 %) ja idän puoleisissa 10 500 kpl/ha (koivuja 47 %). Metsikön puisevuuden vaikutus taimettuneisuuteen tuntui siten, että alle 100 m^3:n ha kohden metsiköissä taimia oli yhteensä 14 500 kpl/ha (kuusia 40 %), 100—200 m^3:n metsiköissä 16 100 kpl/ha (kuusia 30 %) sekä yli 200 m^3:n metsiköissä vain 7 900 kpl/ha (kuusia 61 %).

Pahkakorven kaistaleen kuusen ja koivun taimien sekä välimetsiköiden ja harsintametsän kuusen taimien ikäsuhteet selviävät kuvasta 23. Kun



Kuva 24. Pahkakorven kaistaleen eri pituisten koivun ja kuusen taimien sekä harsintametsän ja välimetsiköiden eri pituisten kuusen taimien vuotuinen pituuskasvu vuosien 1935—37 aikana.

Abb. 24. Jährlicher Höhenzuwachs verschieden hoher Birken- und Fichtenpflanzen in dem Saum und der verschieden hohen Fichtenpflanzen im Plenterwald und in den Zwischenbeständen (in der Abb. »Mittelbeständen») des Pahkakorpi in den Jahren 1935—37.

kuvaan on merkitty myös kaistaleiden hakkausta osoittava ajankohta, nähdään, että keskimäärin kaikki kaistaleen 1.5 m:ä lyhyemmät koivun taimet ovat nousseet alalle 10 vuotta sitten suoritetun hakkauksen jälkeen. Kaistaleen koivun taimien keski-ikä olikin vain 8 vuotta. Kaistaleen kuusen taimet, joiden keski-ikä oli 18 vuotta, ovat yleensä olleet alalla jo hakkausta suoritettaessa. Vain keskimäärin 25 cm lyhyemmät, so. vajaa neljäsosa kaistaleen kuusen taimien koko määrästä, ovat nousseet alalle hakkauksen jälkeen. Välimetsiköiden kuusen taimet olivat kaistaleen vastaavan pituisiin kuusen taimiin verraten varsin vanhoja. Esimerkiksi 1.3 m:n pituisilla kuusen taimilla oli ikää kaistaleessa keskimäärin 28 vuotta, mutta välimetsiköissä 53 vuotta. Viimeksi mainituissa eivät 1.3 m pitkien kuusen taimien joukossa 80 vuoden ikäisetkään olleet harvinaisia. Harsintametsän kuusen taimista kaikki keskimäärin 0.4 m lyhyemmät olivat noin 20 vuotta sitten suoritetun hakkauksen jälkeisiä ja niissä 1.3 m:n pituisten kuusen taimien keski-ikä oli 41 vuotta.

Kaistaleen kuusen taimien kasvu (vrt. kuvaa 60 sivulla 117) on v. 1933 ja osaksi vielä seuraavanakin ollut heikkoa, eräinä sen jälkeisinä parempaa. Kesän 1935 aikainen hyvä kasvu saattaa osaksi johtua sääsuhteistakin (vrt. s. 118), mutta silloin alkuun päässyt paremman kasvun jakso on epäilemättä 1927/28 suoritetun hakkauksen ja v. 1930 suoritetun ojituksen ansiota. Ettei pelkkä ojitus ole kasvua kohottanut, osoittaa se,

että kaistaleen kangaskohdilla havaitaan saman suuntaista kasvun paranemista kuin suoperäisillä maillakin. Välimetsiköissä, vaikka nekin joutuivat ojituksen piiriin, kuusen taimien pituuskasvu on ollut jatkuvasti heikkoa.

Kuvasta 24, joka esittää taimien keskimääräistä vuotuista pituuskasvua vuosien 1935—37 aikana, käy havainnollisesti ilmi, että harsintametsän kuusen taimet ovat pituuskasvuunsa katsoen kyseisinä vuosina selvästi voittaneet välimetsikön kuusen taimet, mutta kaistaleen kuusen taimista ne ovat jääneet suuresti jälkeen. Kaistaleen koivun taimien pituuskasvu on ollut kaistaleen kuusen taimien pituuskasvua keskimäärin jonkin verran nopeampaa. Mikäli kuvaan olisi merkitty myös harsintametsän koivun taimien pituuskasvua osoittava viiva, olisi se tullut kaistaleen kuusen taimien pituuskasvua esittävää käyrää vähän alemmaksi. Välimetsiköiden koivun taimien pituuskasvua osoittava viiva olisi tullut sitäkin hieman alemmaksi.

Välimetsiköiden puusto- ja kasvusuhteet.

Välimetsiköiden runkoluku oli 2 100 kpl/ha, niistä kuusia 81 % ja koivuja 19 % sekä mäntyjä vain nimeksi. Keskiläpimitta (1.3 m) oli 24 cm ja keski-ikä 150 vuotta. Tutkittujen kuusten joukossa oli useita 200—250 vuotta vanhoja, mutta koivujen joukossa ei ollut monta edes 150 ikävuoden sivuuttajaa. Kuutiosisältö oli keskimäärin 161 m³/ha, josta kuusen osuus 84 % ja koivun 16 % (männyn 0.04 %). Kasvu oli mittauksia edeltäneen 5-vuotiskauden aikana ollut keskimäärin 3.10 m³/ha (1.9 %).

Välimetsiköiden kuusten rinnankorkeuspaksuuskasvua tutkittiin 5-vuotisjaksoittain vuodesta 1898 alkaen. Vuosijakso 1918—22 ja sitä seuraava ovat — ilmastollisista syistä — olleet parhaan paksuuskasvun aikaa. Aikaisemmin kasvu on ollut tuntuvasti heikompaa, ja myös vuosijakso 1928—32 osoittautuu viereisiä vuosijaksoja vähän ohuempilustoiseksi. Viimeisen vuosijakson aikana puiden paksuuskasvu on etenkin korpimailla ollut — epäilemättä v. 1930 toimeenpannun ojituksen ansiosta — taas jonkin verran runsaampaa. Kaistaleiden hakkauksen vaikutusta välimetsiköiden kuusten paksuuskasvuun ei voida osoittaa. Koko mittauskauden ajan huomioon ottaen noin 100—200-vuotiset kuuset ovat 5-vuosittain kasvaneet paksuutta keskimäärin välimetsiköiden kankailla 8.7 mm, kangaskorvissa 7.6 mm ja varsinaisissa korvissa 6.6 mm.

Myös Pahkakorven välimetsiköissä suoritettiin syksyllä 1937 koeleimaus metsänhoidollisista syistä poistettavien puiden selville saamiseksi. Tämän mukaan välimetsiköiden koko alasta oli noin 45 % sellaista, josta ei merkitty puita poistettaviksi lainkaan tai korkeintaan 1 m³ hehtaaria kohden. Noin 30 %:n alalta merkittiin 50—100 m³/ha sekä noin 25 %:n alalta yli 100 m³/ha. Keskimäärin leimattiin kankailta 44 m³ (23 %), kangaskorvista 36 m³ (25 %) ja varsinaisista korvista 52 m³ (33 %) sekä välimetsi-

Taulukko 3. Taimien lukumäärä ja pituus Pahkakorven kaistaleessa v. 1942 ja v. 1937 (suluissa) muutamien kangaskorvessa ja varsinaisessa korvessa olevien koealojen mukaan.

Tabelle 3. Anzahl und Höhe der Jungpflanzen im Saum des Pahkakorpi in den Jahren 1942 und 1937 (in Klammern) nach einigen Probeflächen in gemeinem und normalem Bruchwald.

Puulaji *Holzart*	Kpl/ha *St./ha*	Taimien pituus, m — *Höhe der Pflanzen, m*					Keskimäärin *Im Mittel*
		<0.1	0.1—0.5	0.5—1.0	1—2	2<	
		%					
Kuusi — *Fichte*	6 600	5	29	34	11	21	0.93
	(6 100)	(4)	(45)	(34)	(16)	(1)	(0.67)
Koivu — *Birke*	28 200	1	16	19	11	53	1.80
	(27 200)	(3)	(28)	(34)	(30)	(5)	(0.98)
Yhteensä — *Insgesamt*	34 800	2	18	22	11	47	1.63
	(33 300)	(3)	(31)	(34)	(27)	(5)	(0.91)

köistä yleensä 43 m³ (27 %) hehtaaria kohden. Poistettavien puiden suhteellinen määrä kohoaa siis kankailta kangaskorpia ja varsinaisia korpia kohden.

V. 1942 suoritetut jatkotutkimukset.

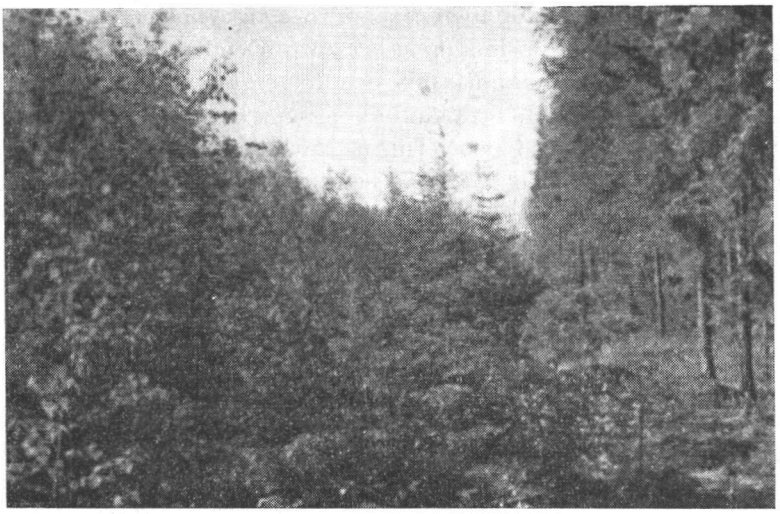
Syksyllä 1942 palattiin Pahkakorpeen tarkastamaan taimistojen kehittymistä edellä selostetuista tutkimuksista kuluneiden viiden vuoden aikana. Välimetsiköiden todettiin tällöin olevan likimain ennallaan. Vanhimmat puut näyttivät kituliailta, mutta yleensä välimetsiköt olivat edelleen verraten kasvuisia. Kaistaleiden taimistot olivat suuresti varttuneet.

Kaistaleista luettiin kangaskorpien ja varsinaisten korpien kohdalta 10:ltä eri koealalta taimet pituusluokittain samaan tapaan kuin 5 vuotta aikaisemmin. Taulukko 3 osoittaa taimien lukumäärän ja pituuden näi-

Taulukko 4. Taimien lukumäärä ja pituus Pahkakorven kaistaleen reunaosissa ja keskuksessa syksyllä 1942 muutamien kangaskorvessa ja varsinaisessa korvessa olevien koealojen mukaan.

Tabelle 4. Anzahl und Höhe der Jungpflanzen am Rande und in der Mitte eines Saumes im Pahkakorpi im Herbst 1942 nach einigen Probeflächen in gemeinem und normalem Bruchwald.

Etäisyys reunametsästä, m *Abstand vom Waldrand, m*	Taimia, kpl/ha *Pflanzen, St./ha*	Taimista — *Pflanzen*			Keskipituus, m *Durchschn. Höhe, m*
		mäntyä *Kiefer*	kuusta *Fichte*	koivua *Birke*	
		%			
<5	27 500	—	27	73	1.16
5—10	29 800	—	19	81	1.82
10<	36 400	△	13	87	1.73
Koko ala — *Gesamte Fläche*	34 800	△	17	83	1.63



Kuva 25. Pahkakorven talvella 1927/28 hakatun kaistaleen itäinen reuna. Taimisto on 4—5 m:n leveydeltä keskikaistaleen taimistoa matalampaa ja kuusivaltaisempaa. Valok. 1942 Toivo Välivuori.
Abb. 25. Der östliche Rand eines im Winter 1927/28 geschlagenen Saumes im Pahkakorpi. Der Jungwuchs ist auf 4—5 m breitem Streifen niedriger und stärker fichtenbeherrscht als in der Saummitte. Aufn. 1942.

den koealojen kohdalla. Samaan taulukkoon on sulkujen väliin merkitty vastaavilta aloilta 5 vuotta aikaisemmin saadut lukuarvot.

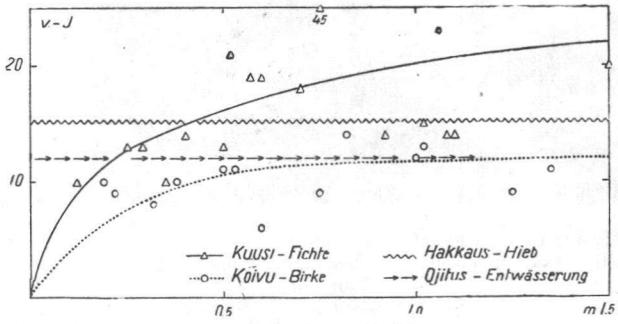
Kuten taulukosta havaitaan, taimien yhteismäärä on pysynyt suunnilleen ennallaan. Mäntyjä ei ole vieläkään osunut tutkittujen koealojen kohdalle. Kuusen ja koivun taimia on tullut jonkin verran lisää, edellisiä suhteellisesti enemmän, joten alalla jatkuu taimiston hidas kuusettuminen. Koivuista on siemensyntyisten määrä vähentynyt, vesojen lisääntynyt.

Taulukosta 4 selviävät taimien runsaus- ja pituussuhteet erikseen kaistaleen keskuksessa ja reunaosissa. Kuusten määrä kohoaa kaistaleen reunoja kohden, koivujen taas vähenee vielä paljon enemmän, niin että taimien yhteinen luku on keskikaistaleessa hehtaaria kohden huomattavasti suurempi kuin kaistaleen reunaosissa. Aivan kaistaleen reunassa taimet ovat myös tuntuvasti lyhyempiä kuin kaistaleen muussa osassa (vrt. kuvaa 25).

Koivun ja kuusen taimien pituuskasvu ei vuosien 1938—42 aikana ole jatkunut yhtä hyvänä kuin edellisen 5-vuotiskauden loppupuoliskolla. Etenkin v. 1938 kasvu on ollut heikkoa sekä vuosina 1941 ja 1942 heikompaa kuin vuosina 1939 ja 1940. Jälkimmäisen 5-vuotiskauden aikana koivun taimien vuotuinen pituuskasvu oli keskimäärin 14.6 cm, edellisen 5-vuotiskauden aikana 17.9 cm. Kuusen taimien vastaavat lukuarvot olivat 6.3 cm ja 11.7 cm. Kuusen taimien kasvun huomattava hidastu-

minen on seurauksena koivujen lisääntyneestä yliotteesta. Kituliaiksi luettujen kuusen taimien osuus on sama kuin 5 vuotta aikaisemmin, 1 %. Hallan samana vuonna vikuuttamia ei ollut.

Kuvasta 26 havaitaan, että koivun taimet ovat yleensä ilmestyneet alalle vasta hakkauksen jälkeen. Tutkituista kuusen taimista keskimäärin 40 cm pitemmät ovat olleet alalla jo hakkausta suoritettaessa, joten vain vajaa kolmasosa kuusen taimien määrästä on ilmestynyt alalle 15 vuotta tutkimusvuotta aikaisemmin suoritetun hakkauksen jälkeen.



Kuva 26. Pahkakorven kaistaleen eri pituisten kuusen ja koivun taimien ikä syksyllä 1942. Kuvaan on merkitty myös hakkausvuosi (1927/28) ja ojitusvuosi (1930).

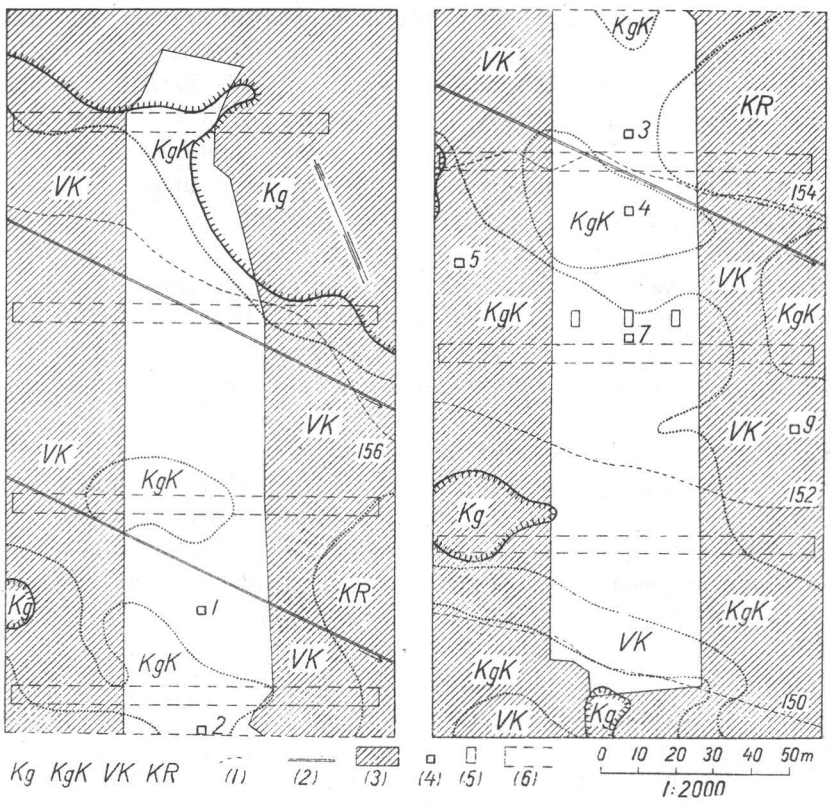
Abb. 26. Das Alter der verschieden hohen Fichten- und Birkenpflanzen im Saum des Pahkakorpi im Herbst 1942. In der Abbildung sind auch das Hiebsjahr (1927/28) und das Entwässerungsjahr (1930) angegeben.

Pahkakorven pohjoispuolella olevassa harsintametsässä, jossa v. 1937 suoritettiin edellä lyhyesti selostetunlaisia tutkimuksia, tehtiin v. 1942 vain silmävaraisia havaintoja. Näistä tyydytään tässä mainitsemaan, että harsintametsässä taimien määrä ja laatu sekä metsänhoidolliset tulokset yleensäkin jäivät selvästi jälkeen kaistalehakkauksella saavutetuista.

Kovansuon korpi, Keitele.

Viitasaaren hoitoalueen Koliman valtionmaalla otettiin tutkittavaksi eräs toinenkin, valtionmaan pohjoisosassa Kovansuon korvessa Keiteleen pitäjän puolella sijaitseva kaistalehakkausala. Mainittuun korpeen, jonka vieressä lounaispuolella on avara, puuton Kovansuon neva, on hakattu rinnakkain 12 kaistaletta suuntana koillinen—lounainen. Kaistaleiden pituus vaihtelee 300—600 metriin, leveys on noin 40 m. Välimetsiköiden leveys on noin 60 m. Lähemmin tarkasteltavaksi otettiin näistä kaistaleista neljäs luoteesta lukien. Sen mitat (leveys 37—40 m, pituus 350 m, ala 1.27 ha) sekä tyyppi- ja kaltevuussuhteet selviävät kuvasta 27. Kaistaleen kohta käsittää etupäässä ohutturpeista korpea. Maa viettää voimakkaasti likimain kaistaleen pituussuuntaan, lounaista kohden.

Kaistaleet hakattiin talvella 1930/31. Metsä oli hakkauksen aikana huonokasvuista, niukasti koivun ja männyn sekaista vanhaa kuusikkoa. Välimetsiköistä ei ole kaadettu puita kaistalehakkauksen yhteydessä ja myöhemminkin on vain kaistaleiden laidoilta poistettu muutamia kituvia tai pystyyn kuivuvia puita. Kaistaleiden eteläpäät on tarkoituksellisesti



Kg = kangas VK = varsinainen korpi
KgK = kangaskorpi KR = korpiräme
(1) Korkeuskäyrä (3) Välimetsikkö (5) Siemenlaatikko
(2) Oja (4) Pohjavesimittari (6) Koealat

Kuva 27. Kovansuon korven kaistale reunametsineen. Oikean puoleinen kuva liittyy jatkoksi vasemman puoleisen kuvan alapäähän.

Kg = tester Waldboden VK = normaler Bruchwald
KgK = gemeiner Bruchwald KR = bruchmoorartiges Reisermoor
(1) Höhenkurve (3) Zwischenbestand (5) Samenkasten
(2) Graben (4) Grundwassermesser (6) Probeflächen

Abb. 27. Saum nebst Randwald im Kovansuon korpi. Das Bild rechts ist dem unteren Ende des linken als Fortsetzung anzufügen.

jätetty ulottamatta puuttomaan Kovansuon nevaan asti. V. 1936 alalle on kaivettu poikki rinteen noin 0.6 m:n syvyisiä ojia.

V. 1937 kaistaleessa oli harvaa ja aukkoista kuusen sekaista koivun taimistoa. Männyn taimia oli etupäässä vain korpirämeen kohdalla. Koivujen valtapituus oli 2.0—2.5 m, kuusten 1.0—1.5 m. Kaistaleiden reunoilla 3—5 m:n matkalla taimisto oli lyhyempää kuin kaistaleen keskuksessa. Välimetsiköissä oli hajanaisesti kuusen ja aukkokohdissa myös koivun taimia. Pystykuivia ja tuulenkaatoja oli kaistaleen kaakkoispuolella olevan välimetsikön reunassa runsaammin kuin kaistaleen toisella puolen.

Sen kaistaleen kohdalle, jossa yksityiskohtaisia tutkimuksia suoritettiin, osuu kangasta vähäinen ala kaistaleen koilliskulmaan. Käenkaali ym. vaateliaat kasvilajit osoittavat sen mustikkatyyppiä jonkin verran rehevämmäksi. Kaistaleen alasta on 48 % kangaskorpea ja 46 % ohutturpeista varsinaista korpea, osaksi metsäkorte-, osaksi puolukkakorpea. Idänpuoleisen välimetsikön keskuksessa on korpirämettä runsaine ja rehevine rämevarpuineen, mutta siitä ulottuu vain vähäinen osa kaistaleen puolelle.

Kaistaleen kasvipeite poikkeaa välimetsiköiden kasvipeitteestä mm. sikäli, että edelliseen — erityisestikin kankaille — on tullut lisäksi vadelmaa ja maitohorsmaa sekä eräitä heinälajeja. Rikkaruohottuminen on kuitenkin verraten heikkoa. Vain kaistaleen koilliskulmassa olevan lihavahkon kankaan kohdalla *Calamagrostis-* ja *Deschampsia*-laikkuja on huomattavammin.

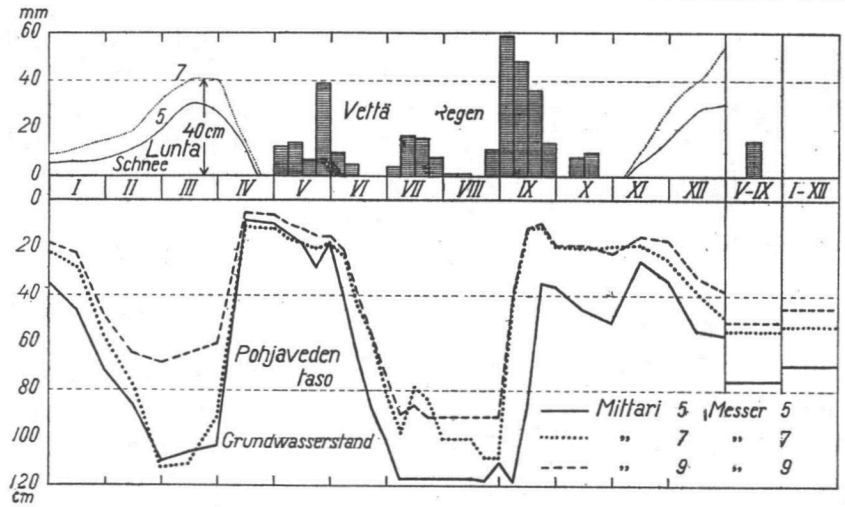
Turvekerros on kauttaaltaan ohut. Kangaskorvessa se on 15—20 cm:n ja varsinaisessa korvessakin yleensä alle puolen metrin paksuinen. Korpirämeessä turvekerroksen paksuus on niin ikään vain 30—40 cm. Puolta metriä paksumpi turvekerros on vain vähäisellä alalla kaistaleen luoteisosassa ja sen viereisen välimetsikön kohdalla olevassa metsäkortekorvessa. Turve on korpien alemmissakin kerroksissa vain keskinkertaisesti (5—7) mutautunutta.

Elokuussa 1940 välimetsiköstä 5—10 cm syvästä maan pinnan alapuolelta otetun (huonekuivan) turvenäytteen pH-luku oli 3.58 ja kaistaleesta otetun 3.96. Etenkin välimetsikön kohdalla turvekerros osoittautui siis varsin happameksi ja tuntuvasti happamemmaksi kuin vieressä olevassa kaistaleessa. Turvekerroksen paksuus oli kumpaisessakin kohdassa vain 10 cm ja tyyppikin suurin piirtein samaa kangaskorpea, vaikkakin näytteen ottokohdassa kaistaleessa kasvoi horsmaa, vattua ym. paljaaksihakkauksen jälkeistä tulokasta.

Pohjavesi-, sade- ja lämpötilahavaintoja.

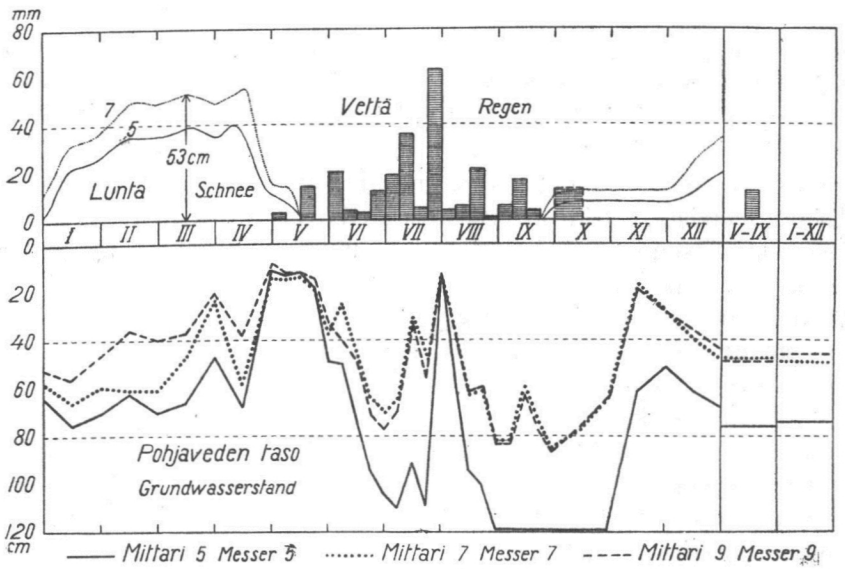
Syksyllä 1936 asetettiin Kovansuon korpeen yhteensä 7 pohjavesimittaria, joista 5 tuli kaistaleeseen ja kaksi välimetsikköön. Mittarien sijainti ja niiden väliset korkeuserot näkyvät kartasta sivulla 47. Yksityiskohtaisemmin selviävät korkeuserot kuvista 30 ja 31, joista näkyvät myös kasvillisuustyypit ja turvekerroksen paksuus eri mittarien kohdalla. Pohjaveden tasoa mitattiin säännöllisin väliajoin neljä kertaa kuussa. Vv. 1937—39 suoritettiin mittauksia kautta vuoden, v. 1940 vain toukokuun alusta lähtien.

Kuvat 28 ja 29 osoittavat pohjaveden tason korkeuden vaihtelut vv. 1937 ja 1939 keskikaistaleessa ja viereisissä välimetsiköissä. V. 1937 lumipeite ja routakerros paksunivat vähitellen vielä talvikuukausien kuluessa ja pohjavesi aleni samanaikaisesti. Talvella 1939 routakerros oli ohuempi ja silloin oli suojasäitä, jotka alensivat, kuten kuvasta 29 näkyy,



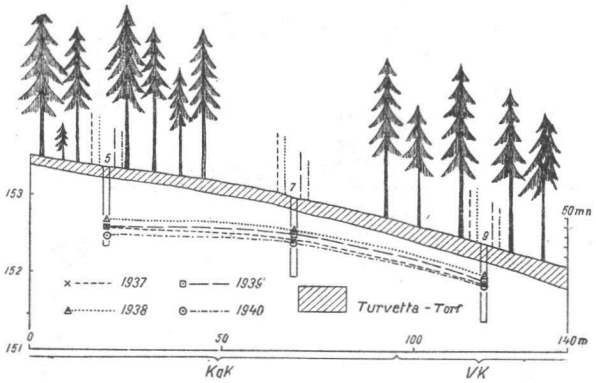
Kuva 28. Pohjaveden taso Kovansuon korven kaistaleessa (mittari 7) ja sen viereisissä välimetsiköissä (mittarit 5 ja 9), 1. V.—31. X. aikaiset sademäärät sekä lumipeitteen paksuus kaistaleessa (7) ja välimetsikössä (5) vuoden 1937 mittaustuloksien mukaan.

Abb. 28. Der Grundwasserstand in einem Saum des Kovansuon korpi (Messer 7) und in den angrenzenden Zwischenbeständen (Messer 5 und 9), die Niederschlagsmengen vom 1. V.—31. X. sowie die Dicke der Schneedecke auf dem Saum (7) und in einem der Zwischenbestände (5) nach den Messungsergebnissen des Jahres 1937.



Kuva 29. Pohjaveden taso Kovansuon korven kaistaleessa (mittari 7) ja sen viereisissä välimetsiköissä (mittarit 5 ja 9), 1. V.—15. X. aikaiset sademäärät sekä lumipeitteen paksuus kaistaleessa (7) ja välimetsikössä (5) vuoden 1939 mittaustuloksien mukaan.

Abb. 29. Der Grundwasserstand in einem Saum des Kovansuon korpi (Messer 7) und in den angrenzenden Zwischenbeständen (Messer 5 und 9), die Niederschlagsmengen vom 1. V.—15. X. sowie die Dicke der Schneedecke auf dem Saum (7) und in einem der Zwischenbestände (5) nach den Messungsergebnissen des Jahres 1939.

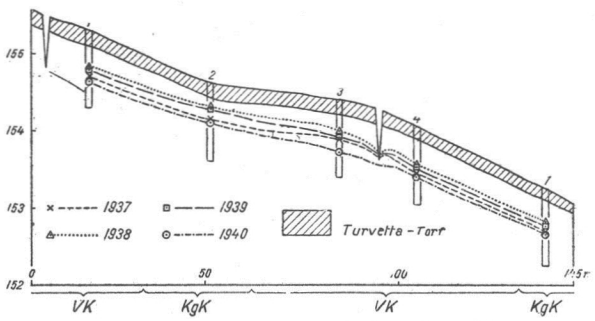


Kuva 30. Pohjaveden keskimääräinen taso Kovansuon korvessa touko—syyskuun aikana vv. 1937—40 mittarien 5, 7 ja 9 mukaan. Mittarien kohdalla maan pinnan yläpuolella olevat pystyviivat osoittavat vastaavien kesäkausien sateista keskimäärin kuukausittain sademittareihin kerääntyneet vesimäärät (mittakaava kuvan oikeassa reunassa).

Abb. 30. Mittlerer Grundwasserstand im Kovansuon korpi Mai—September 1937—40 nach den Messern 5, 7 und 9. Die bei den Messern über der Erdoberfläche angegebenen vertikalen Linien bezeichnen die Wassermengen, die sich aus den Niederschlägen der entsprechenden Sommerzeiten im Mittel monatlich in den Regenmessern angesammelt haben (Massstab rechts am Rande der Abbildung).

lumipeitettäkin. Näiden suojien vaikutus tuntuu myös pohjaveden pinnan korkeudessa. Kesän aikana sattuneet voimakkaat sateet ovat erityisesti v. 1939 jättäneet selvät merkit pohjaveden tasoa esittäviin murtoviivoihin.

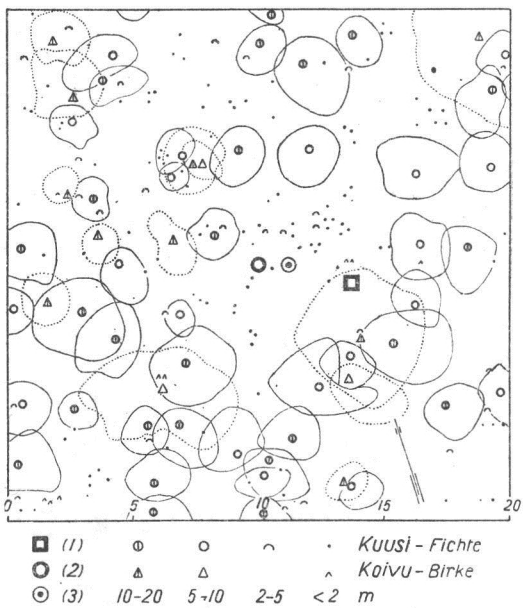
Pohjaveden keskimääräinen taso on (ks. kuvaa 30) kesäkausien aikana ollut läntisessä reunametsässä (mittari 5) huomattavasti alempana kuin kaistaleessa (mittari 7) ja tässä taas vähän alempana kuin itäisessä reunametsässä (mittari 9). Kaikki kyseiset kolme mittaria ovat yhtä etäällä ojasta (ks. karttaa sivulla 47), joten pohjaveden pinnan korkeuserot eivät johdu erilaisesta kuivatuksesta, mutta mittarit 5 ja 7 ovat kangaskorvessa, mittari 9 taas metsäkortekorvessa. Mittari 5 on sitä paitsi verraten kasvuisessa metsikössä, joka ilmeisesti on vaikuttanut pohjaveden tasoon tuntuvammin kuin se harvempi ja huonokasvuisempi metsäkortekorven metsikkö, jossa mittari 9 sijaitsee. Edellisessä metsikössä (tiheys 0.7, vrt. kuvaa 32) on, kuten kuvasta 30 ja yksityiskohtaisemmin taulukosta 14 (s. 98) näkyy, pysähtynyt puiden latvuksiin sateistakin keskimäärin suurempi osuus kuin metsäkortekorven harvemmassa (0.6) metsikössä. Kuvan 31 perusteella havaitaan, että ojat, jotka leikkaavat rinteen vinosti, vaikuttavat kautta alan jokseenkin tasaisesti ja tehokkaasti. Hiekkainen perusmaa ja rinteen huomattava kaltevuus selittävät pohjaveden näin vähäiset korkeuserot.



Kuva 31. Pohjaveden keskimääräinen taso Kovansuon korven kaistaleessa touko—syyskuun aikana vv. 1937—40 mittarien 1—4 ja 7 mukaan.

Abb. 31. Mittlerer Grundwasserstand im Saum des Kovansuon korpi Mai—September 1937—40 nach den Messern 1—4 und 7.

Kovansuon korvessa suoritettujen lämpötilan mittauksien tulokset osoittavat likimain yhdenmukaisesti Melkankorvesta ja Pahkakorvesta edellä esitettyjen tulosten kanssa, että ilman lämpötilan ylinarvot ovat kesäiseen aikaan olleet kaistaleessa 3—5 C° korkeammat ja alinarvot 1—3 C° alemmat kuin välimetsikössä (tiheys 0.7). Maa — so. hiekka kangaskorven ohuen turvekerroksen alla 30 cm maan pinnan alapuolella — on kasvukauden aikana ollut kaistaleessa keskimäärin 1.5 C° lämpöisempää kuin välimetsikössä.



(1) Pohjavesimittari (3) Lämpömittari
(2) Sademittari

Kuva 32. Eri pituisten (10—20, 5—10, 2—5 ja <2 m) puiden sijainti Kovansuon korven välimetsikössä mittariryhmä 5:n ympärillä. Vähintään 5 m pitkien puiden latvuspiirit on merkitty kuvaan. Metsikön tiheys 0.7.

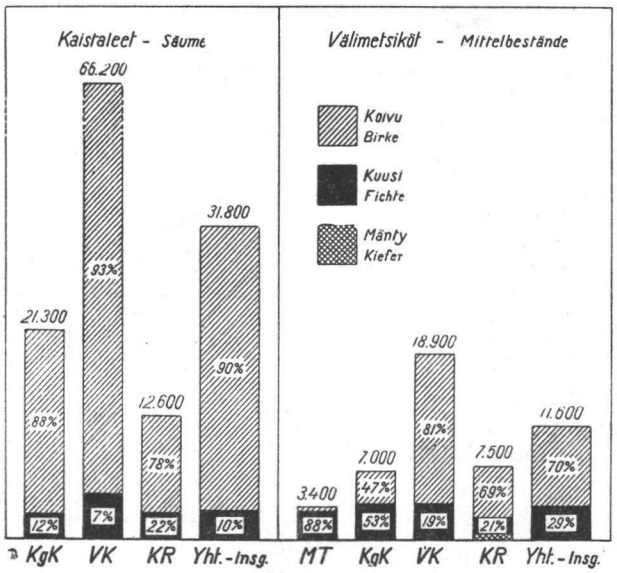
(1) Grundwassermesser (3) Thermometer
(2) Regenmesser

Abb. 32. Die Lage der verschieden hohen (10—20, 5—10, 2—5 und <2 m) Bäume in einem Zwischenbestand des Kovansuon korpi um die Messergruppe 5 herum. Die Kronenprojektionen der wenigstens 5 m hohen Bäume sind in die Abbildung eingetragen. Dichte des Bestandes 0.7.

Taimien määrä ja laatu.

Taimet luettiin 7, poikki kaistaleen kulkevan ja 30 metrin päähän viereisiin välimetsikköihin ulottuvan 5 m:n levyisen linjan kohdalta (ks. karttaa sivulla 47). Välimetsiköissä luettiin männyn ja koivun taimien joukkoon korkeintaan 2.5 m:n pituiset sekä kuusen taimien joukkoon korkeintaan 1.5 m:n pituiset. Tulokset näkyvät kuvasta 33, josta selviävät myös eri puulajien taimien suhteelliset osuudet eri kasvillisuustyyppien kohdalla.

Mainittua kuvaa tarkastaessa huomio kiintyy ensiksikin siihen, että kuusen taimia on kaistaleessa (3 100 kpl/ha) jopa vähemmän kuin välimetsiköissä (3 400 kpl/ha), jotka Kovansuon korvessa ovatkin puisevuuteensa katsoen heikkoja. Myös koivun taimia, etupäässä varsin pienikokoisia, on verraten runsaasti välimetsiköissäkin, olletikin varsinaisen korven kohdalla (15 200 kpl/ha). Samassa tyypissä kaistaleessa koivun taimisto on hyvinkin tiheätä (61 500 kpl/ha). Kaistaleessa kuusen ja koivun taimet, joista edelliset olivat huomattavasti vanhempia, olivat toistaiseksi, kun hakkauksesta oli kulunut vasta 7 vuotta, keskimäärin yhtä pitkiä, 0.5 m. Muutaman vuoden kuluttua kaistaleen koivun taimien keskipituus tulee ylittämään kuusen taimien keskipituuden (vrt. taul. 5 s. 54).



Kuva 33. Taimien määrä ja puulajisuhteet eri kasvillisuustyyppien kohdalla Kovansuon korven kaistaleessa ja välimetsiköissä.

KgK = gemeiner Bruchwald KR = bruchmoorartiges Reisermoor
VK = normaler Bruchwald

Abb. 33. Menge und Holzartenverhältnisse der Jungpflanzen in den verschiedenen Vegetationstypen im Saum und in den Zwischenbeständen (in der Abb. »Mittelbestände») des Kovansuon korpi.

Kaistaleen kuusen taimista oli elinvoimaisia 88 %, kituliaita 1 % ja hallan vioittamia — koivun taimisto kun oli vielä matalaa — kokonaista 11 %. Keskikaistaleessa niitä oli 13 % sekä kaistaleen 10 m:n levyisissä reunaosissa kumpaisessakin 9 %. Alle 0.3 m:n pituisissa oli hallan vikuuttamia hyvin vähän. Välimetsiköissä hallan vioittamia ei ollut lainkaan, kituliaita oli 4 % ja elinvoimaisiksi katsottuja 96 %. Koivun taimista oli kaistaleessa siemensyntyisiä 97 % ja vesoja 3 %. Välimetsiköiden koivun taimet olivat miltei kaikki siemensyntyisiä. Kaistaleen taimista oli rauduskoivua 0.5 %, välimetsiköiden taimista vielä vähemmän.

Lukuarvoina Kovansuon korvessa tutkitun kaistaleen taimiston laadusta mainittakoon vielä, että sellaista alaa, jossa taimia oli keskimäärin alle 10 000 kpl/ha, oli 10 % sekä sellaista alaa, jossa taimia oli yli 40 000 kpl/ha, 20 %. Muu ala sijoittuu taimimääräänsä katsoen näiden välille. Varsinainen korpi osoittautuu myös tässä suhteessa kangaskorpea ja tämä taas korpirämettä runsaammin ja tasaisemmin taimettuneeksi.

Kaistaleen keskuksessa oli taimia yhteensä keskimäärin 40 200 kpl/ha (koivuja 91 %), lounaisen puoleisessa 10 m:n levyisessä reunavyöhykkeessä 27 900 kpl/ha (koivuja 90 %) ja koillisen puoleisessa saman levyisessä

reunavyöhykkeessä 21 700 kpl/ha (koivuja 87 %). Välimetsiköissä taimien määrä vaihteli metsikön puisevuuden mukaan siten, että metsiköissä, joissa puumäärä oli alle 100 m^3 ha kohden, taimia oli keskimäärin 16 300 kpl/ha (kuusia 20 %), 100—200 m^3:n metsiköissä 5 500 kpl/ha (kuusia 60 %) ja yli 200 m^3:n metsiköissä 6 500 kpl/ha (kuusia 44 %).

Välimetsiköissä kuusen taimet olivat huomattavan vanhoja. Esimerkiksi rinnankorkeuden saavuttaneet keskimäärin lähes 50-vuotisia. Kaistaleessa saman pituiset kuusen taimet, vaikka hakkauksesta oli tutkimusta suoritettaessa kulunut vasta 7 kasvukautta, olivat keskimäärin vain 25 vuotta vanhoja. Kaistaleen kuusen taimista keskimäärin 30 cm lyhyemmät, so. runsaasti neljäsosa, ovat nousseet alalle hakkauksen (1930/31) jälkeen. Kaistaleen koivun taimet ovat kaistaleen saman pituisia kuusen taimia nuorempia. Niistä keskimäärin 40 cm pitemmät, eli noin kolmasosa kaistaleen koivun taimien koko määrästä, ovat olleet alalla jo hakkausta suoritettaessa.

Kaistaleen koivun taimien keski-ikä oli 7 vuotta eli sama vuosimäärä, mikä oli kulunut hakkausvuodesta tutkimusvuoteen. Kaistaleen kuusen taimien keski-ikä oli 13 vuotta ja välimetsiköiden kuusen taimien 23 vuotta.

Kuusen taimien kasvu (vrt. kuvaa 60 sivulla 117) on taimen pituudesta sekä kasvupaikasta riippumatta ollut vuosina 1933 ja 1934 varsin heikkoa, mutta vuonna 1935, siis viidentenä kesänä hakkauksen jälkeen, kaistaleiden taimien, niin hyvin kuusen kuin koivun, pituuskasvu on —tosin vain muutaman vuoden ajaksi— kohonnut edellisiin vuosiin verraten 2—3-kertaiseksi. Koivun taimet voittavat pituuskasvuunsa katsoen suuresti kuuset. Välimetsiköiden kohdalla kuusen taimien kasvu on pysynyt likimain ennallaan.

Välimetsiköiden puusto- ja kasvusuhteet.

Välimetsiköiden runkoluku oli 1 300 kpl/ha, josta kuusia 91 %, koivuja 9 % ja mäntyjä vain nimeksi. Keskiläpimitta (1.3 m) oli 21 cm ja keskiikä 205 vuotta. Kuusten joukossa oli yli 300 vuotta vanhoja yksilöitä verraten runsaasti. Kuutiomäärä oli vähäinen, vain 113 m^3/ha, siitä kuusta 89 %, koivua 9 % ja mäntyä 2 %. Vuotuinen kasvu oli vuosien 1933—37 aikana ollut kankailla kohtalaisen hyvä (3.39 m^3/ha), mutta varsinaisen korven ja korpirämeen kohdalla — ojitus kun suoritettiin vasta 1936 — vain noin 1 m^3 vuotta ja hehtaaria kohden sekä välimetsiköissä keskimäärin 1.53 m^3/ha (1.4 %).

Suoritettujen kasvukairauksien mukaan välimetsiköiden kuusten paksuuskasvu on etenkin vesiperäisillä mailla ollut heikkoa, esimerkiksi vuosien 1898—1937 aikana keskimäärin kankailla 7.6, kangaskorvissa 5.3, varsinaisissa korvissa 4.3 ja korpirämeillä 3.0 mm 5-vuotiskautta kohden. 1930/31 suoritettu hakkaus on elvyttänyt reunapuiden kasvua etenkin

kankailla ja kangaskorvissa. Tämä elpyminen on ollut huomattavinta nuorempien, alle 100-vuotisten, ja pienempien, alle 10-senttisten, kohdalla. Yli 150-vuotisissa kasvun paranemista ei voida todeta. Kun ojitus toimeenpantiin vasta 1936, ei sen vaikutus voi vielä tuntua paksuuskasvun määrissä.

Suoritetussa koeleimauksessa tasan neljännes välimetsiköiden alasta oli sellaista, jossa metsänhoidollisista syistä ensi tilassa poistettavia puita ei ollut lainkaan. Lähes neljänneksen alalla oli poistettavia puita 1—20 m^3/ha, lähes puolella 40—80 m^3/ha ja 10 %:n osalla koko alasta yli 80 m^3/ha. Keskimäärin leimattiin kankailta 61 m^3 (38 %), kangaskorvista 30 m^3 (24 %), varsinaisista korvista 37 m^3 (41 %), korpirämeiltä 63 m^3 (58 %) sekä välimetsiköistä yleensä 39 m^3 (35 %) hehtaarilta. Poistettavien puiden määrä osoittautui siis, etenkin suhteellisesti puumääriin katsoen, huomattavan suureksi.

V. 1942 suoritetut jatkotutkimukset.

Syksyllä 1942 välimetsiköiden tila oli miltei ennallaan, mutta kaistaleiden taimistot olivat suuresti varttuneet. Kaistaleista luettiin kangaskorpien ja varsinaisten korpien kohdalta 5 eri koealalta taimet pituusluokittain samaan tapaan kuin 5 vuotta aikaisemmin. Taulukko 5 esittää taimien määrän ja pituussuhteet. Samaan taulukkoon on sulkujen väliin merkitty vastaavilta aloilta 5 vuotta aikaisemmin saadut lukuarvot.

Taimien yhteinen määrä on suuresti vähentynyt. Taimien hukka on kohdistunut etupäässä koivun pieniin siementaimiin, joita 5 vuotta aikaisemmin oli hyvin runsaasti. Näiden tuhoutumisella ei tosin ole suurta

Taulukko 5. Taimien lukumäärä ja pituus Kovansuon korven kaistaleessa v. 1942 ja v. 1937 (suluissa) muutamien kangaskorvessa ja varsinaisessa korvessa olevien koealojen mukaan.

Tabelle 5. Anzahl und Höhe der Jungpflanzen im Saum des Kovansuon korpi in den Jahren 1942 und (in Klammern) 1937 nach einigen Probeflächen in gemeinem und normalem Bruchwald.

Puulaji *Holzart*	Kpl/ha *St./ha*	Taimien pituus, m — *Höhe der Pflanzen, m*					
		<0.1	0.1—0.5	0.5—1.0	1—2	2<	Keskimäärin *Im Mittel*
		%					
Mänty — *Kiefer* ...	100	—	50	50	—	—	0.50
	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)
Kuusi — *Fichte*	3 700	10	28	26	13	23	0.90
	(4 100)	(2)	(51)	(34)	(12)	(1)	(0.56)
Koivu — *Birke*	27 400	10	22	19	9	40	1.39
	(43 400)	(51)	(23)	(14)	(10)	(2)	(0.50)
Yhteensä—*Insgesamt*	31 200	10	23	20	9	38	1.33
	(47 500)	(46)	(26)	(16)	(10)	(2)	(0.51)



Kuva 34. Kovansuon korven talvella 1930/31 hakatun kaistaleen taimistoa. Kookkaimpia vesataimia olisi poistettava. Valok. 1942 Toivo Välivuori.

Abb. 34. Jungwuchs auf dem im Winter 1930/31 geschlagenen Saum des Kovansuon korpi. Die grössten Schösslinge müssten von der Fläche weggeschafft werden. Aufn. 1942.

merkitystä, sillä koivun taimia on edelleen riittävästi. Kuusen taimien joukkoon on tullut osaksi uusiakin, mutta toisia on menehtynyt, joten kuusen taimienkin yhteinen määrä on hieman vähentynyt. Männyn taimia on ilmestynyt nimeksi. Samasta taulukosta nähdään myös, että erityisestikin koivun taimien pituus on kuluneiden 5 vuoden aikana suuresti lisääntynyt.

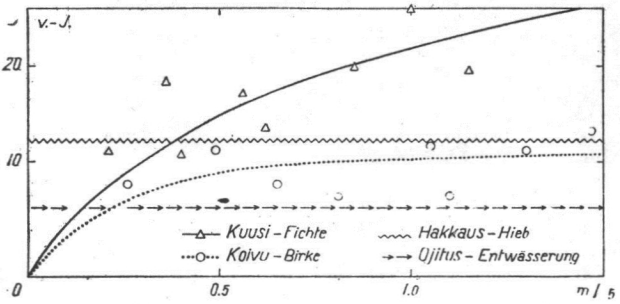
Taulukko 6. Taimien lukumäärä ja pituus Kovansuon korven kaistaleen reunaosissa ja keskuksessa syksyllä 1942 muutamien kangaskorvessa ja varsinaisessa korvessa olevien koealojen mukaan.

Tabelle 6. Anzahl und Höhe der Jungpflanzen am Rande und in der Mitte des Saumes im Kovansuon korpi im Herbst 1942 nach einigen Probeflächen in gemeinem und normalem Bruchwald.

Etäisyys reunametsästä, m *Abstand vom Waldrand, m*	Taimia, kpl/ha *Pflanzen, St./ha*	Taimista — *Pflanzen* (%)			Keskipituus, m *Durchschn. Höhe, m*
		mäntyä *Kiefer*	kuusta *Fichte*	koivua *Birke*	
<5	14 700	—	18	82	1.36
5—10	30 500	—	12	88	1.82
10<	41 600	Δ	11	89	1.19
Koko ala — *Gesamte Fläche*.....	31 200	Δ	12	88	1.33

Taulukon 6 perusteella voidaan todeta, että keskikaistaleessa taimia oli huomattavasti runsaammin kuin 5—10 m:n levyisissä vyöhykkeissä reunametsästä ja tässä taas kaksi sen vertaa kuin aivan kaistaleen laidassa. Erityisesti koivun taimien määrä vähenee kaistaleen reunoja kohden.

Taimien pituuskasvu oli viimeksi kuluneen 5-vuotiskauden aikana ollut jonkin verran heikompaa kuin edellisen 5-vuotiskauden loppupuolella. Kuten läheisessä Pahkakorven tutkimusalueessa osoittautui nyt puheena olevassakin sekä kuusen että koivun taimien pituuskasvu v. 1938 olleen muiden vuosien kasvua heikompaa. Keskimäärin oli kuusen taimien vuotuinen pituuskasvu vv. 1938—42 7.8 cm, edellisenä 5-vuotiskautena 9.4 cm. Koivun taimien vastaavat lukuarvot olivat 18.5 cm ja 23.9 cm.



Kuva 35. Kovansuon korven kaistaleen eri pituisten kuusen ja koivun taimien ikä syksyllä 1942. Kuvaan on merkitty myös hakkausvuosi (1930/31) ja ojitusvuosi (1936).

Abb. 35. Das Alter der verschieden hohen Fichten- und Birkenpflanzen im Saum des Kovansuon korpi im Herbst 1942. In der Abbildung sind auch das Hiebsjahr (1930/31) und das Entwässerungsjahr (1936) angegeben.

Kaikki tutkitut koivun taimet (vrt. kuvaa 35) ovat hakkauksen (1930/31) jälkeisiä. Vaikka kookkaimpien koivun taimien ikä ei joutunutkaan tutkittavaksi, voidaan koivun taimien ikäkäyrän kulun perusteella kuitenkin päätellä, että noin kolmasosa tutkimuksen aikaisista koivun taimista on ollut alalla hakkausta suoritettaessa. Tutkitut kuusen taimet sen sijaan ovat kahta lukuun ottamatta olleet alalla jo kaistaletta paljastettaessa, ja keskimäärin vain 40 cm lyhyemmät, eli runsas neljäsosa kuusen taimien koko määrästä, ovat nousseet alalle 12 vuotta tutkimusvuotta aikaisemmin suoritetun hakkauksen jälkeen.

Ahonkorpi, Hauho.

Tammelan hoitoalueen Eteläisten—Lehtikummun virkatalon metsässä Kintahuhdin palstassa Hauholla on Ahonkorpeen syksyllä 1929 hakattu vierekkäin 6 kaistaletta. Niiden suunta on luode—kaakko, pituus vaihtelee 300—500 metriin ja leveys on noin 40 metriä. Välimetsiköiden leveys on 60—80 m. Näistä kaistaleista otettiin tutkittavaksi kaksi keskimmäistä sekä niihin rajoittuvat välimetsiköt. Tutkituista lännen puoleisen pituus on 435 m ja leveys noin 40 m sekä idän puoleisen pituus 290 m ja

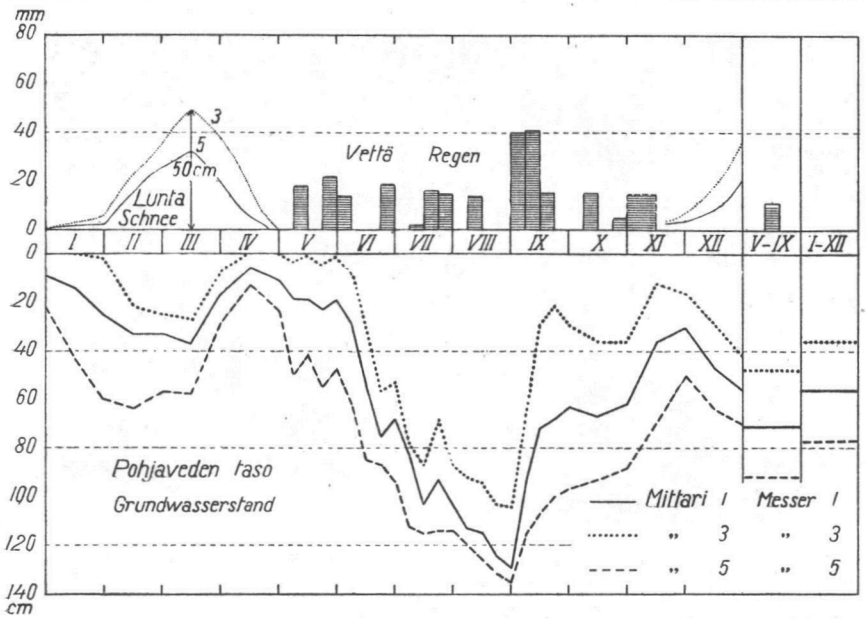


Kuva 36. Etualalla Ahonkorven tutkimusalueen välimetsikköä, harvanlaista kohtaa, sen takana poikittain talvella 1929/30 hakatun kaistaleen 2—3 m:n korkuista koivuvaltaista taimistoa. Valok. 1942 Toivo Välivuori.
Abb. 36. Im Vordergrund eine ziemlich lichte Stelle in einem der Zwischenbestände des Ahonkorpi, dahinter der im Winter 1929/30 geschlagene Saum mit 2—3 m hohem birkenbeherrschtem Jungwuchs. Aufn. 1942.

leveys noin 45 m. Kaistaleiden välisen metsikön leveys on 75 m. Maa viettää poikki kaistaleiden loivasti lounaiseen suuntaan (ks. kuvaa 39).

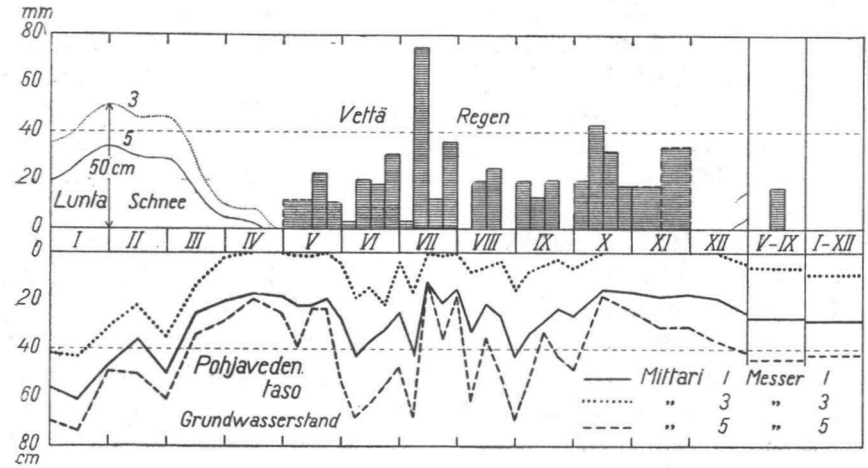
Kaistaleita syksyllä 1929 hakattaessa alalla kasvoi vanhaa, jonkin verran koivun sekaista kuusikkoa. Kaistaleet hakattiin samanaikaisesti likimain paljaiksi. Välimetsikköihin ei kaistaleita hakattaessa koskettu, mutta sen jälkeen on niistä eräinä vuosina korjattu jokin määrä pystykuivia sekä tuulenkaatoja. V. 1932 alueelle on kaivettu 90—100 metrin välimatkoin vinosti poikki pääkaltevuuden suunnattuja, 0.5—0.7 m:n syvyisiä ojia, jotka tutkimusta 1937 suoritettaessa alkoivat olla puhdistuksen tarpeessa. Kesäkuun alussa 1934 on tutkituista kahdesta kaistaleesta läntisen eteläpäässä olevalle kankaalle kylvetty vakoruutukylvömenetelmää käyttäen mäntyä. Saman kaistaleen muihin osiin on toukokuussa 1935 kylvetty mäntyä hajakylvönä.

Tutkimuskesänä 1937 kaistaleissa oli harvaa ja aukkoista koivun taimistoa, valtapituus 3—3.5 metriä. Koivujen seassa oli niitä lyhyempiä kasvuisia kuusen taimia sekä jokin määrä männynkin taimia. Mainitusta männyn ruutukylvöstä oli noussut elinvoimaisia taimia, mutta männyn hajakylvön taimia oli vaikeata löytää. Välimetsiköiden harvassa ja aukkoisessa vanhassa kuusikossa (kuva 36) oli hajanaisesti huonokasvuisia kuusen ja aukoissa koivunkin taimia. Välimetsiköiden reunoilla, etenkin lounaan puoleisella, oli joitakin nojopuita, mutta pystykuivia tai varsi-



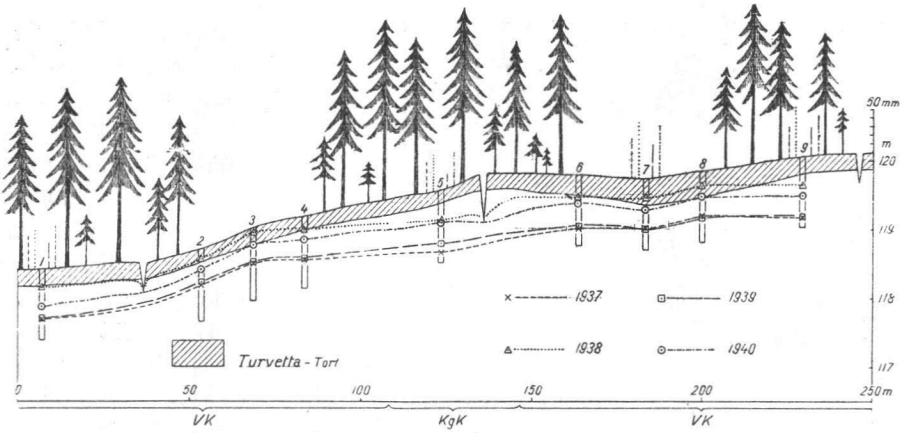
Kuva 37. Pohjaveden taso Ahonkorven kaistaleessa (mittari 3) ja sen viereisissä välimetsiköissä (mittarit 1 ja 5), 1. V.—15. XI. aikaiset sademäärät sekä lumipeitteen paksuus kaistaleessa (3) ja välimetsiköissä (5) vuoden 1937 mittaustuloksien mukaan.

Abb. 37. Der Grundwasserstand in einem Saum des Ahonkorpi (Messer 3) und in den angrenzenden Zwischenbeständen (Messer 1 und 5), die Niederschlagsmengen vom 1. V.—15. XI. sowie die Dicke der Schneedecke auf dem Saum (3) und in einem der Zwischenbestände (5) nach den Messungsergebnissen des Jahres 1937.



Kuva 38. Pohjaveden taso Ahonkorven kaistaleessa (mittari 3) ja sen viereisissä välimetsiköissä (mittarit 1 ja 5), 1. V.—30. XI. aikaiset sademäärät sekä lumipeitteen paksuus kaistaleessa (3) ja välimetsiköissä (5) vuoden 1938 mittaustuloksien mukaan.

Abb. 38. Der Grundwasserstand in einem Saum des Ahonkorpi (Messer 3) und in den angrenzenden Zwischenbeständen (Messer 1 und 5), die Niederschlagsmengen vom 1. V.—30. XI. sowie die Dicke der Schneedecke auf dem Saum (3) und in einem der Zwischenbestände (5) nach den Messungsergebnissen des Jahres 1938.



Kuva 39. Pohjaveden keskimääräinen taso Ahonkorvessa touko—syyskuun aikana vv. 1937—40. Pohjavesimittarien 1, 5, 7 ja 9 kohdalla maan pinnan yläpuolella olevat pystyviivat osoittavat vastaavien kesäkausien sateista keskimäärin kuukausittain sademittareihin kerääntyneet vesimäärät (mittakaava kuvan oikeassa reunassa).

Abb. 39. Mittlerer Grundwasserstand im Ahonkorpi Mai—September 1937—40. Die bei den Messern 1, 5, 7 und 9 über der Erdoberfläche angegebenen vertikalen Linien bezeichnen die Wassermengen, die sich aus den Niederschlägen der entsprechenden Sommerzeiten im Mittel monatlich in den Regenmessern angesammelt haben (Massstab rechts am Rande der Abbildung).

naisia tuulenkaatoja ei ollut. Voimakkain läntinen tuulen suunta on suurin piirtein poikittainen kaistaleisiin katsoen.

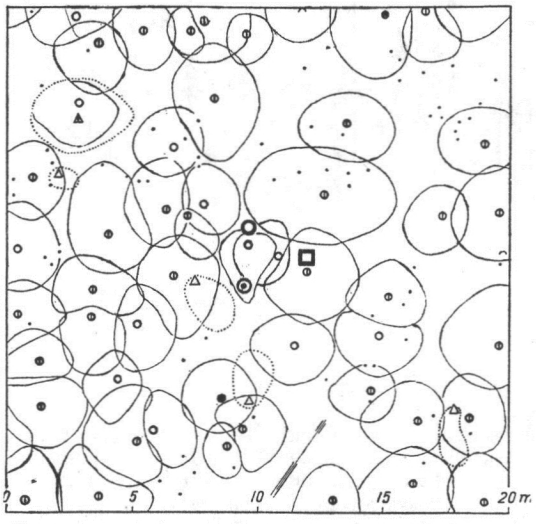
Ahonkorven tutkituista kahdesta kaistaleesta suurin osa (66 %) on puolukkakorpea. Kangaskorpea on 22 % ja kangasta vain 12 % kaistaleiden koko alasta. Välimetsiköissä tyyppisuhteet ovat likimain samat kuin kaistaleissakin. Kankaat ovat huonohkoa mustikkatyyppiä ja yleensä hieman soistumaan päin. Hakkauksen vaikutus kasvipeitteessä tuntuu mm. siten, että kaistaleissa *Deschampsia flexuosa* on suuresti lisääntynyt etenkin kankailla ja kangaskorvissa sekä *Chamaenerium angustifolium* ja *Luzula pilosa* niin hyvin kankailla kuin kangaskorvissa ja puolukkakorvissa. Olletikin kankaitten rikkaruohottuminen on siksi huomattavaa, että se on vaikeuttanut taimettumista.

Turvekerros on kauttaaltaan ohut, puolukkakorvessakin vain poikkeustapauksissa edes 40 cm:n paksuinen. Laadultaan turve on lähes pinnasta alkaen vahvasti (7—8) lahonnutta metsäsaraturvetta. Perusmaa on ruskeata, jonkin verran kivistä hiekkaa.

Elokuussa 1940 kaistaleen kohdalta puolukkakorvesta 5—10 cm syvästä otetun (huonekuivan) näytteen pH-luku oli 3.69 ja 20—25 cm syvästä otetun 4.11. Välimetsikön kohdalta 5—10 cm syvästä otetun näytteen pH-luku oli 3.90 ja 20—25 cm syvästä otetun 3.99.

Pohjavesi-, sade- ja lämpötilahavaintoja.

Syksyllä 1936 asetettiin linjaan poikki kaistaleiden 9 pohjavesimittaria siten, että niistä tuli kolme välimetsikköihin ja 6 kaistaleisiin, yksi kum-



(1) Pohjavesimittari (3) Lämpömittari
(2) Sademittari

Kuva 40. Eri pituisten (20<, 10—20, 5—10, 2—5 ja <2 m) puiden sijainti Ahonkorven välimetsikössä mittariryhmä 5:n ympärillä. Vähintään 5 m pitkien puiden latvuspiirit on merkitty kuvaan. Metsikön tiheys 0.9.

(1) Grundwassermesser (3) Thermometer
(2) Regenmesser

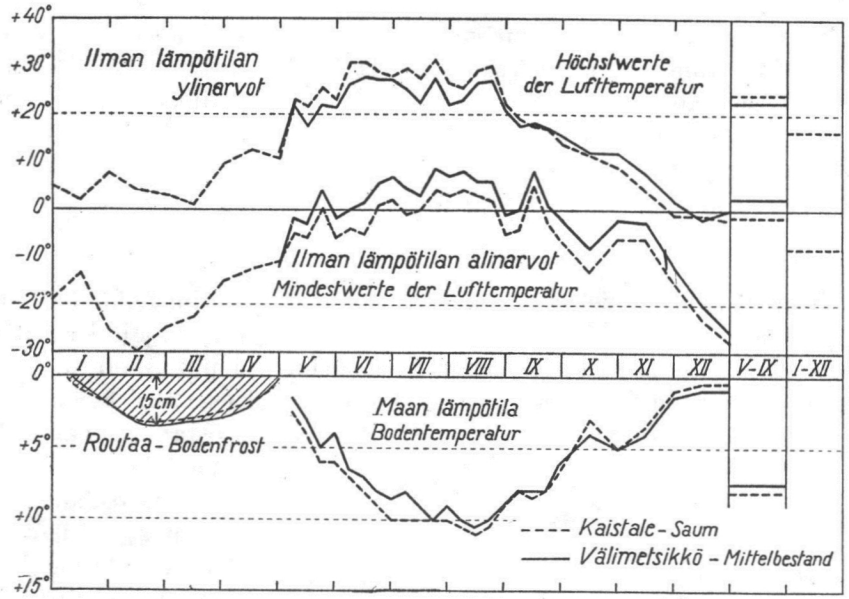
Abb. 40. Die Lage der verschieden hohen (20<, 10—20, 5—10, 2—5 und <2 m) Bäume im Zwischenbestand des Ahonkorpi um die Messergruppe 5 herum. Die Kronenprojektionen der wenigstens 5 m hohen Bäume sind in die Abbildung eingetragen. Dichte des Bestandes 0.9.

mankin tutkitun kaistaleen keskukseen ja muut kaistaleiden reunoihin. Mittarien sijainti ja niiden väliset korkeuserot näkyvät kuvasta 39. Samasta kuvasta näkyvät myös kasvillisuustyypit sekä turvekerroksen paksuus eri mittarien kohdalla.

Kuva 37 esittää pohjaveden korkeussuhteita v. 1937 mittarien 1, 3 ja 5 mukaan. Näistä mittari 3 oli kaistaleen keskuksessa, mittarit 1 ja 5 viereisissä välimetsiköissä. Mainittuna vuonna pohjaveden tason vaihtelut ovat olleet verraten normaalit. Talven ja kesän laskukohdat ovat selvät, kesäminimi on tavallistakin voimakkaampi. Talvella pohjaveden pinta on laskenut vasta tammikuussa samaan aikaan, kun maa alkoi routaantua (vrt. kuvaa 41). Syyskuun alkupuolen voimakkaat sateet ovat jouduttaneet pohjaveden tavanomaista syysnousua. Kaistaleessa oleva mittari 3 osoittaa pitkin vuotta tuntuvasti korkeampia pohjavesiarvoja kuin viereisissä reunametsissä olevat mittarit. On kuitenkin huomattava, että ojien vaikutus on kyseisten reunametsien kohdalla tehokkaampi kuin kaistaleessa.

Vuoden 1938 pohjavesisuhteet selviävät kuvasta 38. Talviminimin alin kohta on tavallista aikaisemmin. Helmikuun aikana sattuneet suojasäät, jolloin lumipeitekin oheni, ovat — kun routaa ei ollut maassa — kohottaneet ohimenevästi pohjaveden pintaa. Kesäkausi oli siksi runsassateinen, että pohjavesi pysytteli korkealla. Sadekausien jälkeen pohjavesi on ennättänyt hieman painua, mutta kohta seurannut uusi sade on sen taas äkkiä kohottanut.

Eri vuosien touko—syyskuun aikaiset pohjaveden tasot ovat, kuten kuva 39 sekä taulukon 13 (sivulla 95) lukuarvot osoittavat, kutakuinkin johdonmukaisesti noudattaneet vastaavien vuosien sateisuutta. Läntisen



Kuva 41. Ilman lämpötilan ylinarvot ja alinarvot sekä maan lämpötila ja routaantuneen maakerroksen paksuus Ahonkorven kaistaleessa (mittari 7) ja sen viereisessä välimetsikössä (mittari 5) v. 1937.

Abb. 41. Höchst- und Mindestwerte der Lufttemperatur, Bodentemperatur und Dicke der gefrorenen Bodenschicht in einem Saum (Messer 7) des Ahonkorpi und (Messer 5) im angrenzenden Zwischenbestand (in der Abb. »Mittelbestand») im Jahre 1937.

kaistaleen keskuksessa (mittari 3) pohjavesi on pysytellyt ylempänä kuin kaistaleen reunoissa (mittarit 2 ja 4) sekä näissä taas ylempänä kuin viereisissä välimetsiköissä. Myös toisen kaistaleen kohdalla pohjaveden taso on ollut keskimäärin vähän korkeammalla kuin viereisissä välimetsiköissä, mutta kaistaleen keskuksen ja reunaosien pohjavesikorkeuksien välillä ei ole mainittavaa eroa.

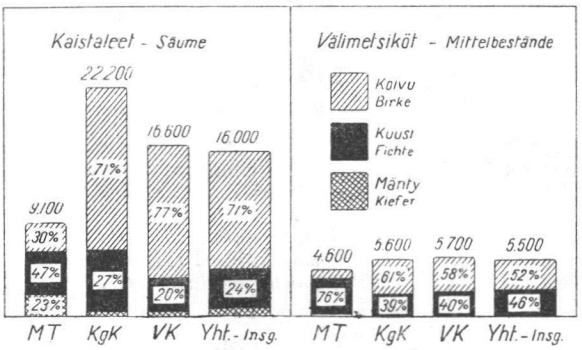
Ahonkorven viidestä sademittarista mittarit 3 ja 7 olivat kaistaleessa, mittarit 1, 5 ja 9 vastaavien pohjavesimittarien luona välimetsiköissä, joiden tiheys oli 0.8 ja 0.9 (vrt. kuvaa 40). Sademittareihin touko—syyskuun aikana vv. 1937—40 kerääntyneet vesimäärät selviävät kuvasta 39 sekä yksityiskohtaisemmin taulukosta 14 (s. 98).

Kuvasta 41 näkyvät ilman ja maan lämpötilan mittauksien tulokset vuodelta 1937 mittarien 5 ja 7 mukaan. Ilman lämpötilan ylinarvot ovat kaistaleessa keväällä ja kesällä keskimäärin likimain kaksi astetta korkeammat kuin välimetsikössä (tiheys 0.9). Syksyllä ja talvella ero häviää tai muuttuu päinvastaiseksi. Ilman lämpötilan alinarvot ovat yleensä kautta vuoden kaistaleessa 1—3 astetta ja enemmänkin alemmat kuin välimetsikössä. Maan lämpötila 30 cm:n syvyydessä on ollut koko kasvukauden ajan kaistaleessa 1—3 astetta korkeampi kuin välimetsikössä. Syksyllä ero pienenee tai maa päinvastoin käy metsässä lämpöisemmäksi

kuin kaistaleessa. Routaantunut kerros on talvisin ollut kaistaleessa hieman ohuempi kuin välimetsikössä. Talvella 1937 maassa oli 12—15 cm:n paksuinen routakerros, talvella 1938 routaa ei ollut lainkaan ja talvella 1939 sitä oli 5—7 cm:n paksuudelta.

Taimien määrä ja laatu.

Taimet luettiin kahdeksan poikki kaistaleiden ja välimetsiköiden kulkevan 50 m:n päässä toisistaan olevan 5 m:n levyisen linjan kohdalta. Välimetsiköissä taimien joukkoon luettujen mäntyjen pituus oli korkeintaan 3.0 m, kuusten 2.0 m ja koivujen 3.5 m. Tulokset näkyvät kuvasta 42, josta selviävät myös eri puulajien taimien suhteelliset osuudet eri kasvillisuustyypeissä.



MT = MT-kangas VK = varsinainen korpi
KgK = kangaskorpi

Kuva 42. Taimien määrä ja puulajisuhteet eri kasvillisuustyyppien kohdalla Ahonkorven kaistaleissa ja välimetsiköissä.

MT = Myrtillus-Typ VK = normaler Bruchwald
KgK = gemeiner Bruchwald

Abb. 42. Menge und Holzartenverhältnisse der Jungpflanzen in den verschiedenen Vegetationstypen in den Säumen und Zwischenbeständen (in der Abb. »Mittelbestände») des Ahonkorpi.

Kuusen taimia oli kaistaleissa keskimäärin huomattavasti runsaammin kuin välimetsiköissä. Koivun taimien määrä (11 300 kpl/ha) oli sen sijaan kaistaleissakin edellä selostettuihin tutkimusalueisiin verraten jokseenkin vähäinen. Erityisestikin kankailla koivuja oli niukasti (2 700 kpl/ha). Tähän on lähinnä syynä alueella jatkunut laiduntaminen. Karja, joka viihtyy paremmin kankailla kuin korpimailla, on varsinkin ensin mainituilla vaikeuttanut koivun uudistumista.

Kaistaleissa oli männyn taimien keskipituus 0.5 m, kuusen 0.4 m ja koivun 1.1 m sekä välimetsiköissä männyn 0.4 m, kuusen 0.6 m ja koivun 0.7 m. Kaistaleen koko taimiston keskipituus oli varsinaisissa korvissa 1.0 m, kangaskorvissa 0.8 m ja kankailla — vähäisemmästä koivumäärästä johtuen — vain 0.5 m.

Kaistaleiden kuusen taimista oli elinvoimaisia 79 %, kituliaita 1 % ja hallan yleensä vahvanlaisesti vioittamia kokonaista 20 %. Viimeksi mainittuja oli kaistaleiden keskuksissa 26 %, kaistaleiden 10 m:n levyisissä lounaisreunoissa 12 % ja saman levyisissä koillisreunoissa 19 %. Reuna-

metsän vaikutus tuntuu siis heikompana kuin kolmessa edellä selostetussa tutkimusalueessa. Hallan voimakkuus tässä tutkimusalueessa ilmenee myös siten, että alle 0.3 m:n pituisistakin taimista, jotka edellä selostetuissa olivat yleensä säästyneet hallalta, on nyt puheena olevassa huomattava määrä vioittunut. Hallan vikuuttamia oli kankaan kohdalla 8 %, kangaskorven kohdalla 25 % ja varsinaisen korven kohdalla 22 %. Välimetsiköiden kuusen taimista oli elinvoimaisia 89 %, kituliaita 9 % ja hallan vioittamia 2 %. Viimeksi mainittuja oli etupäässä varsinaisessa korvessa ja vain aukkokohdissa, joiden reunoilla kookkaammatkin puut olivat lievästi vioittuneet aina 4—5 m:n korkeuteen asti. Kaistaleiden koivun taimista oli siemensyntyisiä 72 % ja vesoja 28 %. Välimetsiköiden koivun taimista oli edellisiä 83 %, jälkimmäisiä 17 %. Kankailla oli vesasyntyisiä kaistaleissa 5 % ja välimetsiköissä 9 %.

Kaistaleiden keskuksissa oli taimia yhteensä keskimäärin 15 600 kpl/ha (koivuja 79 %), lounaan puoleisissa 10 m:n levyisissä reunavyöhykkeissä 16 100 kpl/ha (koivuja 69 %) ja koillisen puoleisissa saman levyisissä reunavyöhykkeissä 16 700 kpl/ha (koivuja 56 %). Keskikaistaleissa taimiluku oli siis, päinvastoin kuin muissa tutkimusalueissa, pienempi kuin kaistaleiden reunaosissa. Tämä johtunee etupäässä siitä, että alalla yleisesti käynyt karja näyttää viihtyneen parhaiten keskikaistaleissa, joissa laiduntaminen on aiheuttanut kankailla ja ohutturpeisilla korpimailla melkoista nurmettumistakin.

Välimetsiköissä taimiluku vaihteli puisevuuden mukaan siten, että metsiköissä, joissa puumäärä oli alle 100 m^3/ha, taimia oli keskimäärin 13 100 kpl/ha (kuusia 20 %), 100—200 m^3:n metsiköissä 5 300 kpl/ha (kuusia 46 %) ja yli 200 m^3:n metsiköissä vain 3 500 kpl/ha (kuusia 70 %).

Välimetsiköiden puolen metrin pituiset kuusen taimet olivat keskimäärin 25 vuotta ja puolentoista metrin pituiset keskimäärin 50 vuotta vanhoja. Metrin pituisten joukossa eivät 70-vuotisetkaan olleet harvinaisia. Kaistaleidenkin kuusen taimet olivat yleensä suhteellisen vanhoja, vaikkakin vastaavan pituisia välimetsiköiden kuusen taimia keskimäärin likimain puolta nuorempia. Vain keskimäärin 30 cm lyhyemmät kuusen taimet olivat nousseet kaistaleisiin vasta hakkauksen jälkeen. Kun tällaisia taimia oli noin 40 % kaistaleiden kuusen taimien koko määrästä, voidaan todeta, että yli puolet kaistaleiden tutkimuksen aikaisista kuusen taimista oli jo alalla kaistaleita 8 vuotta sitten paljastettaessa.

Kaistaleiden männyn ja koivun taimet olivat sen sijaan yleensä nuoria. Niistä kaikki alle puolentoista metrin pituiset, jota pitempiä männyn taimia ei ollut lainkaan ja koivunkin taimia vain noin viidesosa koivun taimien koko määrästä, ovat nousseet alalle vasta hakkauksen jälkeen. Kaistaleiden männyn ja koivun taimien keski-ikä oli 7 vuotta, kuusen taimien 11 vuotta.

Kaistaleista ja välimetsiköistä valitsematta otetun eri puulajien ja eri pituusluokkien yhteensä 354 taimen vuotuinen keskimääräinen pituuskasvu oli vuosien 1933—37 aikana:

	Mänty	Kuusi	Koivu
Kaistale	15.2 (7—20) cm	8.8 (5—10) cm	19.7 (18—23) cm
Välimetsikkö	8.0 (5—12) »	3.7 (3—4) »	13.8 (12—19) »

Kaistaleissa sekä männyn että kuusen taimien kasvu (vrt. kuvaa 60 sivulla 117) on ollut hyvin heikkoa vielä vuosina 1933 ja 1934, mutta kohosi v. 1935 aikaisempaan verraten lähes kaksinkertaiseksi ja parani edelleen kahtena seuraavana vuonna. Tämä johtuu osaksi hakkauksesta (1929/30) sekä ilmastollisista syistä (vrt. s. 118), lähinnä kuitenkin 1932 suoritetusta ojituksesta. Kasvupaikoittaisen tarkastelun perusteella nimittäin havaitaan, että kangasmaiden kohdalla kasvun elpymistä ei ole ainakaan mainittavasti tapahtunut. Välimetsiköissä kuusen taimet ovat kasvaneet jatkuvasti heikosti. Koivun taimet ovat koko mittauskauden ajan kasvaneet kaistaleissa erinomaisesti ja välimetsiköissäkin, joissa niitä oli aukkokohdissa, huomattavan hyvin. Mikäli koetaimien vuotuisen pituuskasvun määrät vuosien 1935—37 aikana osoitettaisiin graafisesti, saataisiin hyvin yhdenmukainen kuva Pahkakorvesta edellä esitetyn kuvan 24 (sivulla 42) kanssa.

Välimetsiköiden puusto- ja kasvusuhteet.

Välimetsiköiden runkoluvusta, joka syksyllä 1937 oli keskimäärin 1 400 kpl/ha, oli kuusia 46 %, koivuja 52 % ja mäntyjä 2 %. Kaiken kokoiset ja ikäiset puut olivat edustettuina. Keskiläpimitta (1.3 m) oli 23 cm, keskiikä 108 vuotta. Vanhimmat kuuset olivat 180-vuotisia, vanhimmat koivut 130-vuotisia. Kuutiosisältö oli keskimäärin 215 m^3/ha, siitä kuusta 86 %, koivua 12 % ja mäntyä 2 %. Kasvu alenee kankailta kangaskorpia ja varsinaisia korpia kohden ja on vuosien 1933—37 aikana ollut keskimäärin 2.60 m^3/ha (1.2 %).

Välimetsiköiden kuusten 5-vuotisjaksoittaista rinnankorkeuspaksuuskasvua selviteltiin vuodesta 1898 alkaen. Kasvun määrät vaihtelevat siten, että vuosijaksot 1908—12 ja 1928—32 osoittautuvat muita vähän epäedullisemmiksi sekä vuosijakso 1923—27 muita edullisemmaksi (vrt. s. 121). Koko mittausjakso 1898—1937 huomioon ottaen 5-vuosittainen läpimittakasvu on ollut kankailla 5.5 mm, kangaskorvissa 5.2 mm ja varsinaisissa korvissa 4.9 mm. Viimeisen vuosijakson (1933—37) parantunut kasvu, mikä on huomattavinta nuorempien ja pienikokoisten puiden kohdalla, lienee luettava etupäässä ojituksen (1932) ansioksi. Siitä päättäen, että kasvun paranemista on tapahtunut kankaillakin, saattaa siihen osaksi olla myös kaistaleiden hakkauksella (1929) osuutensa.

Taulukko 7. Taimien lukumäärä ja pituus Ahonkorven kaistaleissa v. 1942 ja v. 1937 (suluissa) muutamien eri kasvillisuustyypeissä olevien koealojen mukaan.

Tabelle 7. Anzahl und Höhe der Jungpflanzen in den Säumen des Ahonkorpi in den Jahren 1942 und (in Klammern) 1937 nach einigen Probeflächen in verschiedenen Vegetationstypen.

Puulaji *Holzart*	Kpl/ha *St./ha*	Taimien pituus, m — *Länge der Pflanzen, m*					
		<0.1	0.1—0.5	0.5—1.0	1—2	2<	Keskimäärin *Im Mittel*
		%					
Mänty — *Kiefer* ...	1 700	4	54	14	6	22	0.76
	(800)	(3)	(36)	(40)	(21)	(—)	(0.61)
Kuusi — *Fichte*	3 700	5	26	44	9	6	0.64
	(4 100)	(7)	(70)	(19)	(4)	(△)	(0.40)
Koivu — *Birke*	6 500	15	14	12	7	52	1.87
	(9 200)	(7)	(33)	(24)	(26)	(10)	(1.05)
Yhteensä—*Insgesamt*	11 900	11	24	22	7	36	1.33
	(14 100)	(7)	(44)	(23)	(19)	(7)	(0.84)

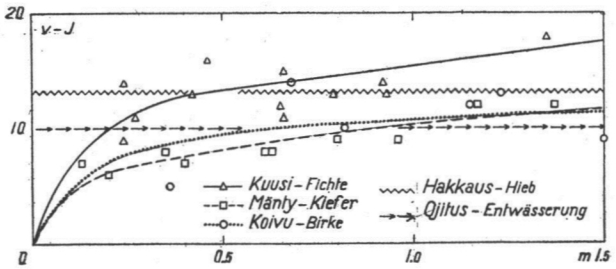
Suoritetun koeleimauksen mukaan välimetsiköiden koko alasta oli 30 % sellaista, jossa ei näyttänyt olevan metsänhoidollisista syistä poistettavia puita juuri nimeksikään. Noin puolella koko alasta oli poistettavia puita korkeintaan 20 m³/ha ja noin 20 %:n alalla vähintään 60 m³/ha. Keskimäärin oli poistettavia puita kankailla 44 m³/ha (15 %), kangaskorvissa 46 m³/ha (22 %) ja varsinaisissa korvissa 33 m³/ha (17 %) sekä välimetsiköissä yleensä 39 m³/ha (18 %).

V. 1942 suoritetut jatkotutkimukset.

Syksyllä 1942, jolloin Ahonkorvessa suoritettiin jatkotutkimuksia, havaittiin kyseisiä kaistaleita talvella 1940/41 levitetyn noin 20 m:llä niiden kummaltakin reunalta. Joillekin kohdin oli jätetty siemenpuiksi mäntyjä ja kuusiakin. Siemenpuut olivat toistaiseksi pysyneet pystyssä. Hakkausalalla oli paikoin runsaasti 2-vuotisia koivun taimia. Hakkaukselta säästettyjen välimetsiköiden keskiosissa puiden kasvu jatkui hitaana.

Kaistaleiden kohdalla luettiin 12 koealalta puut samaan tapaan kuin 5 vuotta aikaisemmin. Tulokset näkyvät taulukosta 7, johon on merkitty myös vastaavilta aloilta 5 vuotta aikaisemmin saadut lukuarvot. Taulukosta havaitaan ensiksikin, että taimien yhteinen määrä on huomattavasti alentunut. Mäntyjen luku on tosin kaksinkertaistunut, mutta kuuset ovat vähentyneet. Merkittävintä on koivun taimien väheneminen, sillä pienet vesakoivut ovat joukoittain kuolleet eikä uusia ole noussut tilalle.

Taulukon perusteella voidaan tarkastella myös taimien pituuden kehitystä. Tässä suhteessa huomio kiintyy mm. siihen, että mäntyjen keskipituus — uusien pikkutaimien johdosta — on vain vähän lisääntynyt.



Kuva 43. Ahonkorven kaistaleiden eri pituisten kuusen, koivun ja männyn taimien ikä syksyllä 1942. Kuvaan on merkitty myös hakkausvuosi (1929) ja ojitusvuosi (1932).

Abb. 43. Das Alter der verschieden hohen Fichten-, Birken- und Kiefernpflanzen in den Säumen des Ahonkorpi im Herbst 1942. In die Abbildung sind auch das Hiebsjahr (1929) und das Entwässerungsjahr (1932) eingetragen.

Kuusen taimien keskipituus on kohonnut enemmän sekä koivun taimien erittäin suuresti. Vesakoivujen keskipituus on moninkertaistunut, mikä johtuu toisaalta pienten vesojen kuolemasta, toisaalta jäljelle jääneiden erinomaisesta kasvusta.

Taimisto oli, kuten 5 vuotta aikaisemminkin, keskikaistaleissa jonkin verran harvempaa kuin niiden reunoilla. Kuusen taimien suhteellinen osuus lisääntyy kaistaleiden reunoja kohden. Koivun taimien ja niiden vaikutuksesta koko taimiston keskipituus on keskikaistaleissa huomattavasti suurempi kuin kaistaleiden laitaosissa. Taimien pituuskasvu on, kuten edellä puheena olleissakin tutkimusalueissa, ollut vuosien 1938—42 aikana heikompaa kuin edellisen 5-vuotiskauden jälkipuoliskolla. Vuonna 1938 kasvu osoittautuu niin ikään sekä lähinnä edellisten että seuraavien vuosien aikaisia kasvumääriä huonommaksi. Kituliaiksi luettujen kuusen taimien osuus oli suuresti lisääntynyt, niitä kun oli syksyllä 1942 6 %, 5 vuotta aikaisemmin vain 1 %. Saman kasvukauden aikaisten hallojen vikuuttamia kuusen taimia ei ollut lainkaan.

Kuva 43 osoittaa taimien ikäsuhteita mikroskooppisten iän määritysten perusteella. Kuvaan on merkitty myös 13 vuotta ennen tutkimuksia suoritetun hakkauksen ajankohta, minkä perusteella voidaan laskea, että kaikki tutkitut männyn taimet ja miltei kaikki tutkitut koivunkin taimet ovat nousseet alalle vasta hakkauksen jälkeen. Tutkituista männyn taimista eräät ovat 6—7 vuotta vanhoja ja saattavat hyvinkin olla v. 1935 suoritetun hajakylvön tuloksia (vrt. s. 57). Kuusen taimista keskimäärin puolta metriä pitemmät eli noin 75 % kuusen taimien koko määrästä ovat olleet alalla jo hakkausta suoritettaessa.

Yleistulokseksi jää, että Ahonkorven kaistaleiden metsittyminen on varsinkin kangasmaiden kohdalla heikonlainen, jopa heikko. Tähän ovat osaksi syynä hirvetkin ja ennen kaikkea alan heinittyminen sekä laiduntaminen, mikä on tutkimusvuosien 1937 ja 1942 välisenä aikana yhä lisääntynyt.

Lohkohakkausaloilla suoritetut tutkimukset.

Edellä selostettujen paljaaksihakattujen kaistaleiden lisäksi selviteltiin korpimetsien uudistumista myös lohkoittain paljaaksihakatuilla aloilla. Tällaiset lohkot käsittävät tavallisesti koko korven, eräissä tapauksissa suurehkonkin, likimain reunoja myöten. Kyseisiä hakkausaloja joutui tarkastuksen kohteiksi mm. Keuruun, Kurun ja Loimolan hoitoalueissa, Vesijaon kokeilualueessa sekä silloisessa Raivolan kokeilualueessa. Mainituissa hoitoalueissa tarkasteltuja hakkausaloja edustavina selostetaan tässä vain Kesonkorvessa Hämeenlinnan maalaiskunnassa suoritettuja. Vesijaon ja Raivolan kokeilualueiden eräillä paljastetuilla korpilohkoilla suoritetut tutkimukset tulevat selostettaviksi tuonnempana niissä tutkittujen lohkoharsintojen ja siemenpuuhakkauksien tuloksia esiteltäessä.

Kesonkorpi, Hämeenlinnan maalaiskunta.

Puolustusministeriön hallintaan nykyisin kuuluvassa Hätilän virkatalon metsässä Hämeenlinnan maalaiskunnassa on 1920-luvulla melkoisessa mitassa hakattu paljaiksi eri kokoisten korpien huonokasvuisia metsiä. Syksyllä 1937 otettiin näistä aloista eräs, Kesonkorvessa sijaitseva, lähemmin tarkasteltavaksi. Se on noin 15 hehtaarin kokoinen, suurin piirtein kankaitten rajoittama ja muodoltaan epäsäännöllinen siten, ettei mikään kohta paljaaksihakatun alan keskuksessakaan jää 125 metriä etäämmäksi siementävästä reunametsästä. Metsä on hakkausta talvella 1929/30 suoritettaessa ollut kitukasvuista koivun sekaista vanhaa kuusikkoa. Hakkausta ei ole ulotettu aivan kangaslaiteisiin asti, vaan niihin eräillä osilla rajoittuneet korpireunukset, joissa puusto on ollut elinvoimaisempaa, on jätetty paljastamatta.

Samaan aikaan, kun korpi hakattiin paljaaksi, on se myös ojitettu. Jo hakkausta edeltäneenä kesänä 1929 on kaivettu laskuojat korven molempiin lahdekkeisiin ja seuraavana kesänä ojitustöitä jatkettiin. Ojat, joiden kaivusyvyys on ollut 0.6—0.8 m, ovat hyvin heikkovetoisia, mistä osaltaan johtuu, että ne olivat varsin huonokuntoisia, kun ne vv. 1937 ja 1938 puhdistettiin. V. 1939 on kaivettu muutamia täydennysojia. Keinollisia metsityksiä alalla ei ole toimeenpantu.

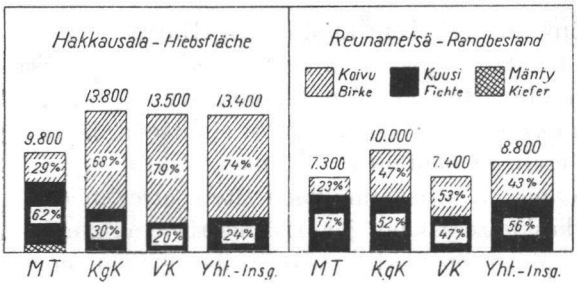
Paljaaksihakattu ja tutkimuksen yhteydessä kartoitettu ala on pääosaltaan (79 %) varsinaista korpea, osaksi metsäkorte-, osaksi puolukkakorpea. Kangaskorpea on vähemmän (19 %) ja kangasta vain nimeksi.

Heiniä — *Calamagrostis purpurea, Deschampsia caespitosa, D. flexuosa* ja *Poa pratensis* — on ilmestynyt hakkausalalle, myös varsinaisen korven kohdalle, mutta ei kuitenkaan haitaksi asti. Sarakasveista on *Carex globularis* voittanut alaa. *Rubus idaeus, Chamaenerium angustifolium* ja *Luzula pilosa* esiintyvät niin ikään hakkausalalla runsaampina kuin reunametsässä.

Turve on korpisoille ominaista metsäsaraturvetta, pintaosistaan raakaa (1—3). Pohjaa kohden lahonneisuus lisääntyy ja pohjan puolessa turve on jo hyvinkin vahvasti (8—9) mutautunutta. Turvekerros on verraten ohut, yleensä alle metrin paksuinen ja kohoaa vain vähäisissä keskikorven osissa puoleentoista metriin. Perusmaa on yleisesti savea, korpilahdekkeitten reunaosissa se on hietaa tai hiesua.

Taimien määrä ja laatu.

Tutkimuksia syksyllä 1937 suoritettaessa alalla kasvoi epätasaista, harvaa ja aukkoista, kuusen sekaista nuorta koivikkoa. Koivujen valtapituus oli 3—3.5 m, mutta joukossa oli jo 4—5 m korkeita vesakoivuryhmiä. Kuusista eräät pisimmät olivat 2—3-metrisiä. Ojien varsilla taimisto oli kookkainta ja paikoin hyvinkin tiheätä. Taimien tai paremminkin ehkä jo puiden luku suoritettiin 100 m:n päässä toisistaan olevien 5 m:n levyisten linjojen kohdalta samaan tapaan kuin edellä selostetuissa tutkimusalueissa. Reunametsässä luettiin »taimien» joukkoon korkeintaan 3.0 m:n pituiset männyt, 2.0 m:n pituiset kuuset ja 3.5 m:n pituiset koivut. Tulokset näkyvät kuvasta 44, josta selviävät myös eri puulajien suhteelliset osuudet eri kasvillisuustyyppien kohdalla.



MT = MT-kangas VK = varsinainen korpi
KgK = kangaskorpi

Kuva 44. Taimien määrä ja puulajisuhteet eri kasvillisuustyyppien kohdalla Kesonkorven paljaaksihakkausalalla ja reunametsässä.

MT = Myrtillus-Typ VK = normaler Bruchwald
KgK = gemeiner Bruchwald

Abb. 44. Menge und Holzartenverhältnisse der Jungpflanzen in den verschiedenen Vegetationstypen auf der Kahlschlagfläche und im Randwald des Kesonkorpi.

Hakkausalalla oli männyn taimia aivan vähän. Kuusen taimia oli keskimäärin 3 200 kpl/ha ja koivun taimia tasan 10 000 kpl/ha. Hakkausalan yhteinenkin taimimäärä jäi siis verraten pieneksi (13 400 kpl/ha). Männyn ja kuusen taimia oli kankailla runsaammin kuin korpimailla, mutta koivun taimia oli kankailla vain niukasti (9 200 kpl/ha).

Aukkoisuutta — suhteellisesti runsaammin kangaskorven kuin varsinaisen korven kohdalla — on kautta hakkausalan, mutta koko hakkausala on taimettunut verraten tasaisesti sikäli, että taimien luku hehtaaria kohden oli hakkausalan keskiosissa likimain sama kuin sen reunavyöhykkeessäkin. Taimiston puulajisuhteisiin katsoen suunta oli sellainen, että keskuksessa oli havupuun taimia vähemmän ja koivun taimia enemmän kuin hakkausalan reunaosissa, mutta erot olivat suhteellisen vähäiset.

Reunametsässä sekä männyn että varsinkin koivun taimia oli paljon niukemmin kuin hakkausalalla, mutta kuusen taimia — hakkausala kun oli ennen ojitusta hyvin märkää — sitä vastoin enemmän. Metsikön puisevuudesta riippuen taimien määrä vaihteli siten, että alle 100 m^3:n ha kohden metsiköissä taimia oli 11 800 kpl/ha (kuusia 53 %), 100—200 m^3:n metsiköissä 6 100 kpl/ha (kuusia 72 %) ja yli 200 m^3:n metsiköissä 6 600 kpl/ha (kuusia 57 %).

Hakkausalalla koivut (1.4 m) olivat keskimäärin pitempiä kuin männyt (1.0 m) ja nämä taas pitempiä kuin kuuset (0.6 m). Hakkausalan kuusen taimista oli elinvoimaisia 76 %, kituliaita 1 % ja hallan vioittamia kokonaista 23 %. Alle 10 m:n levyisessä reunavyöhykkeessä viimeksi mainittujen määrä oli 14 %. Huomio kiintyi myös siihen, että puheena olevassa tutkimusalueessa halla oli vikuuttanut, päinvastoin kuin muissa, yleisesti aivan pieniäkin, alle 0.1 m:n pituisia taimia. Reunametsien kuusen taimista oli elinvoimaisia 95 %, kituliaita 2 % ja hallan vioittamia 3 %. Kasvupaikka, kangas tai korpimaa, ei ole vaikuttanut hallasta kärsineiden määrään. Koivun taimista oli hakkausalalla siemensyntyisiä 44 % ja vesoja 56 %. Reunametsän kohdalla vastaavat lukuarvot olivat miltei samat, 46 % ja 54 %. Korpimailla vesominen on ollut vähän yleisempää kuin kankailla. Kesonkorvessa oli rauduskoivuja runsaammin kuin edellä selostetuissa tutkimusalueissa. Niitä oli nimittäin hakkausalalla 4 %, reunametsässä tosin vain 0.5 %.

Tasoitettujen ikäkäyrien mukaan hakkausalan männyn taimista, jotka ovat likimain saman ikäisiä vastaavan pituisten koivun taimien kanssa, keskimäärin 75 cm, koivun taimista keskimäärin 110 cm lyhyemmät ovat nousseet alalle vasta hakkauksen (1929/30) jälkeen. Sanotun perusteella voidaan laskea, että männyn ja koivun taimien määrästä noin toinen puoli on hakkausta aikaisempia. Hakkausalan kuusen taimet ovat vastaavan pituisia männyn ja koivun taimia tuntuvasti vanhempia. Niistä vain keskimäärin 25 cm lyhyemmät eli vajaa neljäsosa kuusen taimien koko määrästä, so. keskimäärin 800 kpl hehtaaria kohden, ovat nousseet alalle hakkauksen jälkeen. Kuusen taimien ikäsuhteita tarkasteltiin myös vyöhykkeittäin reunametsästä hakkausalan keskusta kohden, mutta siinä suhteessa ei havaittu mitään määräsuuntaisuutta.

Hakkausalalla männyn taimet (vrt. kuvaa 60 sivulla 117) ovat vuodesta 1935 alkaen kasvaneet pituutta huomattavan hyvin, 16—18 cm vuotta

kohden, sitä edeltäneinä vuosina 8—9 cm. Kuusen taimien pituuskasvu on vastaavasti kohonnut 4—5 cm:stä 7—10 cm:iin. Reunametsässä sekä männyn että kuusen taimet ovat jatkuvasti kasvaneet heikosti, 3—6 cm vuotta kohden. Koivun taimet ovat koko mittauskauden (1933—37) ajan kasvaneet pituutta hakkausalalla 15—18 cm vuotta kohden. Kasvupaikkojen mukainen ryhmittely osoittaa, että taimien pituuskasvu on suoritetun ojituksen ansiosta ollut hakkausalan korpimailla keskimäärin jopa vähän parempaa kuin kankailla.

Reunametsän puusto- ja kasvusuhteet.

Hakkausalaa ympäröivillä kangaskorpimailla ja mustikkatyypin kankailla metsät ovat etupäässä männyn ja koivun sekaisia, eri-ikäisiä kuusikoita. Eräillä kohdilla on mänty-koivusekametsää, toisin paikoin puhdasta koivikkoa. Reunametsän runkoluku oli keskimäärin 2 700 kpl/ha, siitä kuusia 69 %, koivuja 27 % ja mäntyjä 4 %. Keskiläpimitta rinnankorkeudelta oli 16.5 cm ja keski-ikä 97 vuotta. Kuutiosisältö oli keskimäärin 107 m^3/ha, siitä kuusta 87 %, koivua 10 % ja mäntyä 3 %. Kasvu oli kaikkien kasvillisuustyyppien kohdalla sekä absoluuttisesti että suhteellisesti huomattavan hyvä, keskimäärin 3.35 m^3/ha (3.7 %). Reunametsän yhteensä 60 kuusesta suoritetun kairauksen mukaan niiden rinnankorkeuspaksuuskasvu on vuosien 1898—1937 aikana ollut keskimäärin kankailla 12.5 mm, kangaskorvissa 10.4 mm ja varsinaisissa korvissa 5.4 mm 5-vuotiskautta kohden. Vuosijakson 1933—37 aikana etenkin nuorempien puiden kasvu on ollut — nähtävästi vv. 1929—30 toimeenpannun ojituksen vaikutuksesta — kaikilla kasvupaikoilla, alavilla kankaillakin, vähän nopeampaa kuin edellisen 5-vuotiskauden aikana.

Reunametsästä, jossa 6—7 vuotta sitten olikin suoritettu puhdistushakkaus, metsänhoidollisista syistä poistettaviksi koeleimattujen puiden määrä jäi vähäiseksi. Kankaitten kohdalla ei ollut poistettavia puita lainkaan, kangaskorpien kohdalla 2 m^3/ha (1 %) ja varsinaisten korpien kohdalla 30 m^3/ha (31 %) sekä reunametsässä yleensä 8 m^3/ha (7 %).

V. 1942 suoritetut jatkotutkimukset.

Syksyllä 1942 palattiin myös Kesonkorpeen tarkastamaan »taimiston» kehitystä kuluneiden 5 vuoden aikana. Yleishavainnoksi muodostui, että taimisto oli tosin huomattavasti varttunut, mutta se oli edelleen — ojien varsia lukuun ottamatta — harvanpuoleinen, ja koivuista osa oli verraten huonomuotoisiakin. Hakkausalan eri osissa kangaskorpien ja varsinaisten korpien kohdalla olevilta yhteensä 12 koealalta luettiin taimet samaan tapaan kuin 5 vuotta aikaisemmin. Tulokset näkyvät taulukosta 8.

Taulukko 8. Taimien lukumäärä ja pituus Kesonkorven hakkausalalla v. 1942 ja v. 1937 (suluissa) muutamien eri kasvillisuustyyppien kohdalla olevien koealojen mukaan.

Tabelle 8. Anzahl und Höhe der Jungpflanzen auf der Hiebsfläche im Kesonkorpi in den Jahren 1942 und (in Klammern) 1937 nach einigen Probeflächen in verschiedenen Vegetationstypen.

Puulaji *Holzart*	Kpl/ha *St./ha*	Taimien pituus, m — *Länge der Pflanzen, m*					Keskimäärin *Im Mittel*
		<0.1	0.1—0.5	0.5—1.0	1—2	2<	
		%					
Mänty — *Kiefer* ...	200	—	25	19	25	31	1.23
	(100)	(20)	(—)	(20)	(60)	(—)	(0.95)
Kuusi — *Fichte*	3 000	4	22	39	20	15	0.86
	(3 000)	(56)	(—)	(37)	(6)	(1)	(0.53)
Koivu — *Birke*	7 200	3	9	13	11	64	2.46
	(9 100)	(19)	(—)	(25)	(36)	(20)	(1.24)
Yhteensä—*Insgesamt*	10 400	3	12	21	14	50	1.99
	(12 200)	(28)	(—)	(28)	(29)	(15)	(1.02)

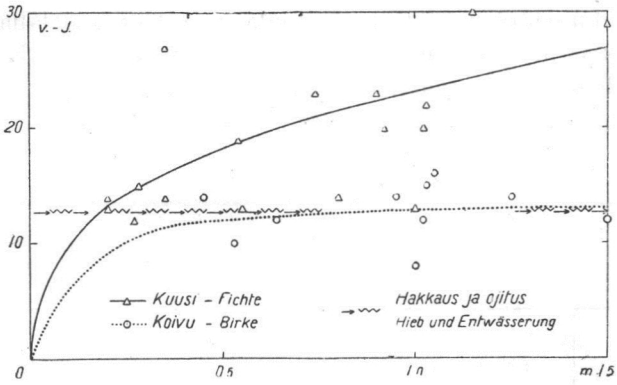
Kuluneitten vuosien aikana niukasti esiintyneiden männyn taimien luku oli kaksinkertaistunut. Kuusen taimien määrä oli pysynyt ennallaan ja koivun taimet olivat vähentyneet vesakoivuihin kohdistuneen tuhon takia. Kahta metriä pitempien ryhmä oli kaikkien puulajien kohdalla saanut runsaasti vahvistusta.

Reunametsän lähimmässä vyöhykkeessä (taulukko 9) taimiluku on hieman suurempi kuin etäämpänä siitä. Puulajisuhteet ovat kautta hakkausalan suurin piirtein samat. Taimien keskipituus sen sijaan näyttää voimakkaasti lisääntyvän hakkausalan reunoista keskusta kohden. Näin on varsinkin koivun taimien laita, joiden keskipituus oli hakkausalan reunaosissa 1.7 m, mutta sen keskuksessa 3.3 m.

Taulukko 9. Taimien lukumäärä ja pituus Kesonkorvessa syksyllä 1942 hakkausalan reunaosissa ja keskuksessa muutamien kangaskorvessa ja varsinaisessa korvessa olevien koealojen mukaan.

Tabelle 9. Die Anzahl und Höhe der Jungpflanzen im Kesonkorpi im Herbst 1942 am Rande und in den mittleren Teilen der Hiebsfläche nach einigen Probeflächen in gemeinem und normalem Bruchwald.

Etäisyys reunametsästä, m *Abstand vom Waldrand, m*	Taimia, kpl/ha *Pflanzen, St./ha*	Taimista — *Pflanzen*			Keskipituus, m *Durchschn. Höhe, m*
		mäntyä *Kiefer*	kuusta *Fichte*	koivua *Birke*	
		%			
<20	12 500	2	32	66	1.36
20—40	11 000	2	29	69	1.89
40<	10 800	1	31	68	2.48
Koko ala — *Gesamte Fläche*.....	10 400	2	30	68	1.99



Kuva 45. Kesonkorven paljaaksihakkausalan eri pituisten kuusen ja koivun taimien ikä syksyllä 1942. Kuvaan on merkitty myös hakkauksen (1929/30) ja ojituksen (1929—30) ajankohdat.

Abb. 45. Das Alter der verschieden hohen Fichten- und Birkenpflanzen auf der Kahlschlagfläche im Kesonkorpi im Herbst 1942. In der Abbildung sind auch die Hiebs- (1929/30) und die Entwässerungszeit (1929—30) eingetragen.

Taimien pituuskasvu oli vuosien 1938—42 aikana entisestään kohonnut. V. 1938 kasvu oli heikohko, mutta seuraavina vuosina — 1939 suoritetun täydennysojituksen ansiosta — kasvu elpyi sikäli, että kyseisten vuosien pituuskasvun vuosikeskiarvoksi tuli kuusen taimille 12 cm ja koivun taimille lähes 25 cm. Edellisen 5-vuotiskauden aikana kuusen taimien vuotuinen pituuskasvu oli keskimäärin 7.0 cm ja koivun taimien 16.2 cm.

Ikäkäyrien (kuva 45) perusteella voidaan päätellä, että syksyllä 1942 keskimäärin vain korkeintaan 20 cm:n pituiset kuusen taimet sekä keskimäärin likimain metrin pituiset koivun taimet ovat nousseet alalle vasta hakkauksen (1929/30) jälkeen. Kun mainitunlaisia kuusen taimia oli noin viidesosa kuusen taimien koko luvusta sekä mainitunlaisia koivun taimia runsas kolmasosa koivun taimien koko luvusta, havaitaan varsinkin kuusen taimien vain vähän lisääntyneen hakkauksen jälkeen.

Edellä olevan tarkastelun perusteella voidaan kenties esittää ajatus, että Kesonkorven hakkausala olisi saanut olla vieläkin suurempi ja tulos olisi silti ollut likimain sama. Kuusen taimien valtaosa on ollut alalla jo hakkausta suoritettaessa. Uusia taimia on sitä paitsi ilmestynyt yhtä hyvin hakkausalan keskukseen kuin sen reunaosiin. Taimisto on — ojien varsia lukuun ottamatta — edelleen harvanlainen. Vaillinainen ojitus on ollut eräänä syynä taimiston hajanaisuuteen. Voidaan nimittäin panna merkille, että alalle v. 1939 kaivetut täydennysojat osuvat paikoille, joissa taimisto on puutteellisinta. Myös hirvet, jotka ovat tehneet suurta tuhoa varsinkin männyn taimille, sekä laiduntaminen ovat osaltaan vaikeuttaneet alan kunnollista taimettumista.

Eräitä lisätutkimuksia etupäässä lohkoharsintametsiköissä.

Pyöreänsuon korpi, Viitasaari.

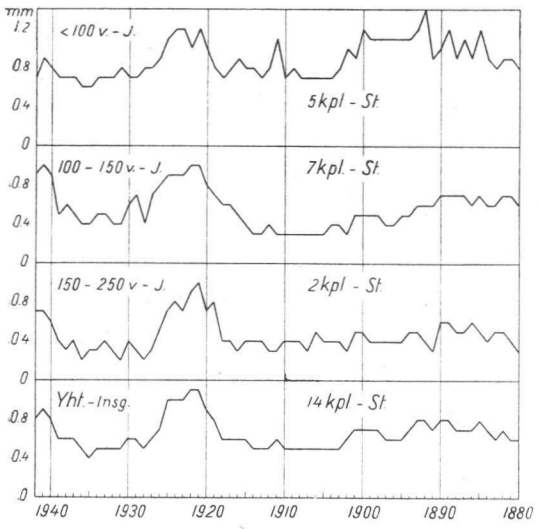
Viitasaaren hoitoalueen Koliman valtionmaalla, jossa, kuten edellä on selostettu, vuosien 1926—31 aikana toimeenpantiin korpimailla yleisesti kaistalehakkauksia, on myös runsaasti korpimetsien eri asteisten harsintahakkauksien jälkiä nähtävänä. Syksyllä 1942 asetettiin likimain valtionmaan keskuksessa olevaan avaraan Pyöreänsuon korpeen neljä koealaa, joiden perusteella oli tarkoituksena selvitellä sanotussa korvessa vv. 1913—15 suoritetun lohkoharsinnan eli keskitetyn harsinnan metsänhoidollisia tuloksia.

Koealat tulivat korven länsilaidalla olevan v. 1937 kaivettujen ojien välisen, 60 m leveän saran keskukseen. Tyyppi on kaikkien kohdalla varsinaista korpea. Mustikkaa, puolukkaa, pallosaraa, metsäkortetta ja suomuurainta on kaikilla näillä koealoilla, kuitenkin määriltään vaihdellen siten, että koealat 1 ja 4 voidaan nimetä mustikkakorveksi, koeala 2 puolukka-*Carex globularis*-korveksi ja koeala 3 metsäkortekorveksi. Sammalpeitteen muodostavat *Hylocomium proliferum*in ja sitä runsaampina esiintyvien *Pleurozium Schreberi*n ja *Polytrichum communen* ohella *Sphagnum angustifolium*, *S. Girgensohnii*, *S. magellanicum* ja *S. Russowii*. Turvekerros on 30—40 cm:n paksuinen, yläosastaan heikohkosti (2—3), pohjanpuolesta kohtalaisesti (6) lahonnutta. Perusmaa on kivistä moreenihiekkaa.

Taulukko 10. Pyöreänsuon korven koealojen puustosuhteet ja taimettuneisuus.

Tabelle 10. Bestockungsverhältnisse und Verjüngung auf den Probeflächen im Pyöreänsuon korpi.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	1.3 m pitemmät puut — *Über 1.3 m hohe Bäume*								1.3 m lyhyemmät puut *Unter 1.3 m hohe Bäume*		
	Kpl/ha *St./ha*	Kuusi *Fichte*	Koivu *Birke*	Keskiläpimitta, cm *Mittlerer Durchmesser, cm*		m³/ha	Kasvu *Zuwachs*		Kpl/ha *St./ha*	Kuusi *Fichte*	Koivu *Birke*
		%		Kuusi *Fichte*	Koivu *Birke*		m³/ha	%		%	
1	2 500	85	15	16.4	19.2	95.44	2.14	2.8	4 800	83	17
2	2 500	82	18	12.9	24.7	49.63	1.17	2.8	10 500	26	74
3	10 500	30	70	12.3	7.1	58.08	3.73	7.9	15 800	40	60
4	5 100	47	53	17.0	7.5	96.35	3.50	4.4	9 100	38	62
Keskim. *Im Mittel*	5 500	45	55	14.7	13.7	74.45	3.31	4.4	10 000	41	59



Kuva 46. Pyöreänsuon korven koealojen muutamien eri-ikäisten kuusten rinnankorkeussädekasvu (vuosilustojen paksuus) vuosien 1942—1880 aikana.

Abb. 46. Der radiale Brusthöhendurchmesserzuwachs (Dicke der Jahresringe) einiger ungleichaltrigen Fichten auf den Probeflächen des Pyöreänsuon korpi in den Jahren 1942—1880.

Taulukko 10 valaisee puheena olevien koealametsiköiden luonnetta. 1.3 m lyhyemmät puun alut on kullakin koealalla luettu vain viideltä 5×5 m^2:n suuruiselta ruudulta, joista neljä asetettiin lähelle koealojen kulmia, viides koealan keskukseen (ks. kuvia 48 ja 49).

Hakkaus on ollut lievin koealan 1 (0.105 ha) kohdalla. Siinä on runkoluku silti pieni (tiheys tutkittaessa 0.6), mutta runkojen suurehkon koon perusteella kuutiomäärä on muihin koealametsikköihin verraten suurenpuoleinen. Taimisto on harva ja hyvin kuusivaltainen.

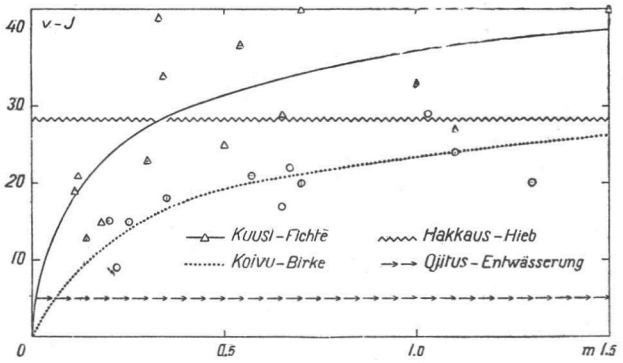
Koealan 2 (0.12 ha) kohdalla, joka on kasvupaikka-arvoonsa katsoen muita jonkin verran huonompi, hakkaus ei ole ollut voimakkaampi, mutta alunperinkin heikompi metsä on mennyt hakkauksessa varsin harvaksi (tiheys 0.5). Kuutiomäärä on edelleen pieni ja kasvu heikko, mutta taimia, joista valtaosa koivua, on kohtalaisesti.

Koealan 3 (0.14 ha) kohdalla hakkaus on muodostunut voimakkaimmaksi (tiheys 0.3). Alalla olleet taimet ovat parantaneet kasvuaan ja taimia, joista iso osa on jo ylittänyt 1.3 m:n pituuden, on noussut runsaasti. Kasvu on sekä absoluuttisesti että varsinkin suhteellisesti parempi kuin muilla koealoilla. Myrskyn tuhoja ei ole sanottavasti ollut tämän voimakkaimmankaan harsinnan jäljillä.

Koealan 4 (0.14 ha) kohdalla hakkaus on ollut edellistä lievempää (tiheys 0.4). Metsikkö ylittää kuutiomääräänsä katsoen suuresti kaksi edellistä koealametsikköä. Kasvu on kohtalainen ja uusia puuyksilöjä on noussut runsaanlaisesti. Taimiluvusta on kuten edelliselläkin koealalla lähes $^2/_3$ koivua. Näistä samoin kuin koealojen 1—3 koivun taimista on noin 10 % vesoja.

Kyseisiltä koealoilta otettiin 14 kuusesta rinnankorkeudelta kairalastut, joista mitattiin vuosilustojen paksuudet pinnasta ytimeen asti. Kuva 46 havainnollistaa näiden lustomittausten tuloksia vuodesta 1880 alkaen. Puut on ryhmitelty rinnankorkeudelta korkeintaan 100 lustoa käsittäneisiin, 100—150-lustoisiin sekä 150—250-lustoisiin. Vanhimpien puiden kasvu on ollut aina 1860-luvulle asti hyvin heikkoa ja on myös

viimeksi kuluneen 60-vuotiskauden aikana yleensä pysytellyt nuorempien puiden kasvua heikompana. Kaiken ikäisten puiden hyvä kasvu vuosien 1919—25 aikana on silmään pistävää. Elleivät nämä vuodet olisi olleet yleensä hyvää puiden paksuuskasvun aikaa (vrt. Ilvessalo 1942 ja 1945), tekisi mieli selittää tämä kasvun nousu vv. 1913—15 suoritetun hakkauksen ansioksi. Kasvun, tosin vain ohimenevältä näyttävään, paranemiseen vuodesta 1940 alkaen on v. 1937 suoritetulla ojituksella osuutensa.



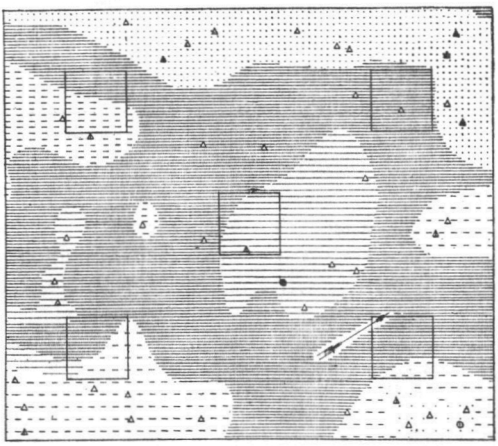
Kuva 47. Pyöreänsuon korven koealojen eri pituisten kuusen ja koivun taimien ikä syksyllä 1942. Kuvaan on merkitty myös hakkauksen (1913—15) ja ojituksen (1937) ajankohdat.

Abb. 47. Das Alter der verschieden hohen Fichten- und Birkenpflanzen auf den Probeflächen des Pyöreänsuon korpi im Herbst 1942. In die Abbildung sind auch die Hiebs- (1913—15) und die Entwässerungszeit (1937) eingetragen.

Kuusen taimien pituuskasvu on ollut heikkoa etenkin tiheimmässä metsikössä koealan 1 sekä koealan 2 muita koealoja huonommalla kasvupaikalla. Koivun taimet ovat pituuskasvuunsa katsoen voittaneet kuusen taimet, mutta niidenkin kasvu on ollut heikompaa kuin edellä selostetuissa kaistaleissa.

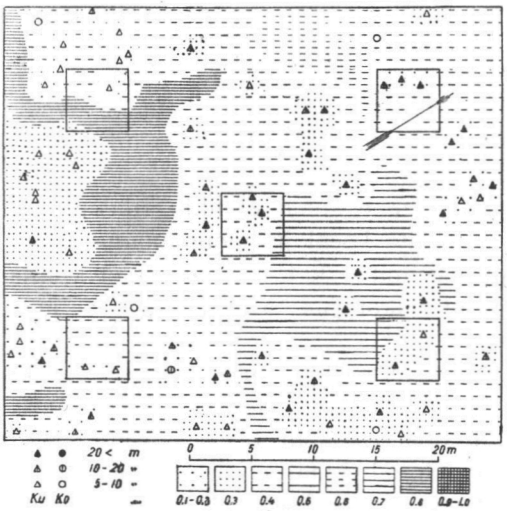
Kuva 47 osoittaa, että kyseellisten koealojen kuusen taimista keskimäärin noin 35 cm lyhyemmät ovat vv. 1913—15 suoritetun hakkauksen jälkeisiä. Sen perusteella laskien keskimäärin noin 40 % 1.3 m lyhyemmistä kuusen taimista eli noin 1 600 kpl hehtaaria kohden on noussut alalle lähes 30 vuotta sitten suoritetun hakkauksen jälkeen. Koivuista keskimäärin kahta metriä lyhyemmät, so. noin 7 000 kpl hehtaaria kohden eli noin 80 % koealametsiköiden koivujen koko määrästä, ovat hakkauksen jälkeisiä. Rinnankorkeutta lyhyempien kuusen taimien keski-ikä oli 32 vuotta, vastaavan pituisten koivun taimien keski-ikä 21 vuotta.

Kuvat 48 ja 49 havainnollistavat koealojen 3 ja 4 viittä metriä pitempien puiden sijainnin sekä taimiston tiheyssuhteet. Kuvista havaitaan, että koealalla 3, jonka kohdalla hakkaus on ollut voimakkaampi, taimisto on tiheämpää kuin koealalla 4, jonka kohdalla hakkaus on ollut varovampaa. Viimeksi mainitulla koealalla on päästy edes tyydyttävän tiheään taimistoon vain muutamien avarahkojen aukkojen kohdalla. Koivun taimia on koealalla 3 runsaammin kuin koealalla 4 ja kumpaisellakin niitä on etupäässä vain suurehkoissa aukoissa. Kookkaampien puiden vaiheilla taimisto on harvaa ja hajanaista.



Kuva 48. Pyöreänsuon korven koealan 3 puustokartta, joka esittää 20<, 10—20 ja 5—10 m:n pituisten kuusten ja koivujen sijainnin sekä sitä lyhyemmän puuston tiheyssuhteet. Merkintöjen selitys kuvan 49 alla.

Abb. 48. Bestandeskarte der Probefläche 3 im Pyöreänsuon korpi, die Lage der 20<, 10—20 und 5—10 m hohen Fichten und Birken sowie die Dichteverhältnisse des niedrigen Bestandes angebend. Erklärung der Bezeichnungen unter der Abbildung 49.



Kuva 49. Pyöreänsuon korven koealan 4 puustokartta, joka osoittaa 20<, 10—20 ja 5—10 m:n pituisten kuusten ja koivujen sijainnin sekä sitä lyhyemmän puuston tiheyssuhteet. Pikkuneliöiden kohdalta on, kuten koealalla 3:kin, luettu myös taimet.

Abb. 49. Bestandeskarte der Probefläche 4 im Pyöreänsuon korpi, die Lage der 20<, 10—20 und 5—10 m hohen Fichten und Birken sowie die Dichteverhältnisse des niedrigeren Bestandes angebend. Auf den kleinen Vierecken sind, sowie auf der Probefläche 3, auch die Jungpflanzen gezählt worden.

Edellä esitetty osoittaa, että harsintahakkauksen voimakkuuden kohotessa taimien määrä lisääntyy, samalla kuin taimisto käy kasvuisammaksi ja runsaammin koivun sekaiseksi. Myös metsikön kokonaiskasvun määrä osoittaa ainakin jo noin 30 vuoden kuluttua hakkauksesta sekä absoluuttisesti että suhteellisesti kohoavan samaan suuntaan. Kyseisten koealojen edustamissa korpimetsiköissä voimakkaampi harsinta on metsänhoidollisesti asiaa tarkastellen ilmeisesti ollut heikompaa edullisempi.

Jaakkoinsuo, Vilppula.

Vilppulan kokeilualueen Jaakkoinsuolla selviteltiin korpimetsien uudistumista kahden koealan kohdalla, joista toinen oli aikaisemmin perustettu kestokoeala, toinen perustettiin syksyllä 1942 nyt esillä olevaa tutkimusta



Kuva 50. Yleistulos Pyöreänsuon korvessa vv. 1913—15 suoritetun lohkoharsinnan jälkeen on verraten hyvä. Kuva esittää korven parhaita taimistokohtia. Valok. 1942 Toivo Välivuori.
Abb. 50. Das Gesamtergebnis nach dem Femelschlag in den Jahren 1913—15 im Pyöreänsuon korpi ist verhältnismässig gut. Die Abbildung vertritt eine der besten Stellen im Jungbestand dieses Bruchmoors. Aufn. 1942.

silmällä pitäen. Molemmat koealat ovat kangaskorvessa. Koeala 28 a on mustikka-metsäkorte-, koeala 28 b puolukka-*Carex globularis*-valtainen. *Eriophorum vaginatum*ia ja *Rubus chamaemorus*ta on kumpaisessakin. Molemmissa on myös vähän *Chamaenerium angustifoliumia* ja *Rubus idaeus*ta, mutta heiniä *(Deschampsia caespitosa* ja *D. flexuosa)* vain 28 b:ssä ja siinäkin vähän. *Hylocomium proliferum* ja *Pleurozium Schreberi* ovat saaneet yliotteen karhunsammalista ja rahkasammalista, joita molempia on aivan niukasti. Koealat ovatkin joutuneet ojituksen piiriin jo 1909. Kumpaisenkin koealan turvekerros on ohut, vain parinkymmenen senttimetrin vahvuinen, vahvanlaisesti (7) lahonnutta. Perusmaana on kivinen moreenihiekka.

K o e a l a n 28 a (0.21 ha) kohdalla hakattiin vanha ja harva, ojituksesta elpymätön männyn sekainen kuusikko siemenpuuasentoon talvella 1935/36. Mäntysiemenpuita jäi alalle 63, kuusisiemenpuita 200 kpl hehtaaria kohden. Huonokasvuisia kuusen taimia oli jo silloin melkein kautta alan. Siemenpuiden kuutiosisältö kuorineen oli 113 m^3/ha, kasvu 2.06 m^3/ha (2.1 %).

Syksyyn 1942 mennessä kuusisiemenpuista oli kaatunut 29 kpl/ha eli n. 15 %, mäntysiemenpuista oli vain yksi kaatunut. 1.3 m pitempien

puiden runkoluku oli silloin 5 700 kpl/ha, niistä 82 % koivua. Kuutiomäärä oli 143 m³/ha ja kasvu 6.4 m³/ha (5.1 %). Rinnankorkeutta lyhyemmät puun alut luettiin viiden koealalle tasaisesti sijoitetun neliön kohdalta. Taimien määrä vaihteli eri ruuduissa 7 000—49 000 välillä hehtaaria kohden. Taimisto oli siis huomattavan epätasaista, näin etupäässä sen takia, että metsikkökin oli sitä siemenpuuasentoon hakattaessa eri osiltaan hyvin eri tiheätä. Keskimäärin koko koealalla oli taimia 27 400 kpl/ha, niistä mäntyjä 11 %, kuusia 61 % ja koivuja 28 %. Viimeksi mainitut olivat miltei kaikki siemensyntyisiä.

Taimien ikäkäyrien perusteella on voitu osoittaa, että kuusen taimet ovat likimain kaikki jo olleet alalla koealametsikköä 8 kasvukautta sitten siemenpuuasentoon hakattaessa. Koivun taimista keskimäärin 0.9 m lyhyemmät, so. noin $^2/_3$ koivun taimien koko määrästä eli noin 5 000 kpl/ha, ovat hakkauksen jälkeisiä. Puolen metrin pituisten kuusen taimien vuotuinen pituuskasvu on vuosien 1940—42 aikana ollut keskimäärin 4—5 cm, metrin pituisten 10—15 cm, kookkaampien enemmän. Kasvun asteittaista elpymistä on tapahtunut 2—3 viimeksi kuluneen vuoden aikana. Koivun taimien kasvu on ollut kuusen taimiin verraten kaksin-kolminkertainen.

K o e a l a n 28 b (0.20 ha) kohdalla on vuosina 1916 ja 1935/36 suoritettu lohkoharsinnan luonteiset hakkaukset ja välillä on korjattu talteen tuulenkaatoja. Syksyllä 1942, jolloin koeala perustettiin, alalla oli siellä täällä kookkaita mänty-ylispuita sekä muutamia eri kokoisia kuusia. Lähes kautta alan oli kasvuisaa, lievästi männyn sekaista kuusen ja koivun taimistoa, vanhimmissa aukkokohdissa jo 6—7 m:n korkuista. Taimisto oli tiheintä ja koivuvaltaisinta niissä koealan osissa, joista valtapuustoa oli hakattu aikaisemmin. Alalla edelleen olevien ylispuiden vaiheilla taimisto oli hajanaista, heikkokasvuista ja ylivoimaisesti kuusivaltaista.

Puuston kuutiomäärä (53 m³/ha) ja kasvu (3.1 m³/ha, 6.9 %) ovat tällä koealalla, jolta kookkaat kuusisiemenpuut puuttuvat, pienemmät kuin edellisellä. Yhteinen runkoluku (rinnankorkeutta pitempiä 8 000 kpl/ha ja sitä lyhyempiä 24 700 kpl/ha) ei poikkea kovin paljon edellisen koealametsikön runkoluvusta eikä puulajisuhteissakaan ole mainittavaa eroa. Sen sijaan taimisto on keskimäärin pitempää ja huomattavasti kasvuisampaa kuin edellisellä siemenpuuasentoon hakatulla koealalla.

Mitä taimien ikään tulee, niin tällä lohkoharsien hakatulla koealalla kuusen taimet ovat keskimäärin paljon nuorempia kuin siemenpuuasentoon hakatun koealan 28 a vastaavan pituiset taimet. Niukasti esiintyvät männyn taimet ovat kumpaisellakin koealalla vastaavan pituisia koivun taimia keskimäärin vähän vanhempia. Ylispuita lukuun ottamatta kaikki koivut ja männyt sekä keskimäärin korkeintaan 1.5 m:n pituiset kuuset eli noin 18 000 kpl/ha, ovat nousseet alalle 26 vuotta sitten suoritetun hakkauksen jälkeen. 8 kasvukautta sitten koealan kohdalla uudistetun

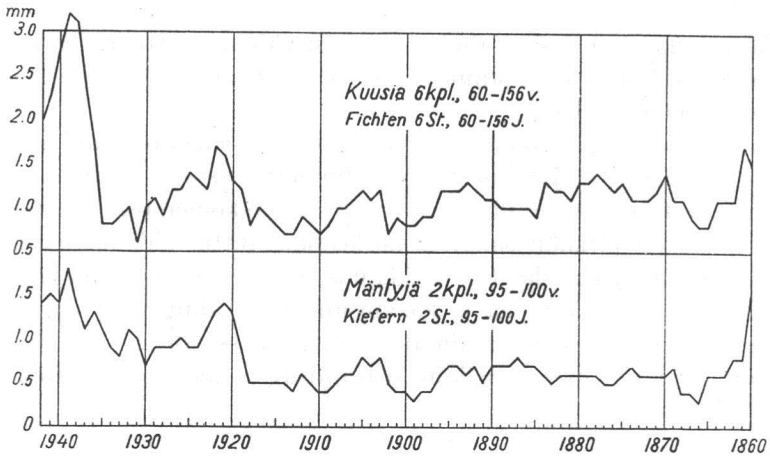
hakkauksen jälkeisiä kuusen taimia on hyvin vähän, mutta 1.3 m lyhyemmistä koivun taimista on mainitun hakkauksen jälkeisiä noin kolmasosa eli likimain 2 000 kpl/ha.

Edellä olevasta havaitaan, että niin hyvin siemenpuuhakkaus kuin voimakas harsinta ovat johtaneet alojen taimettumiseen. Edellisessä metsikössä kookkaitten siemenpuitten, joista tosin melkoinen osa on kaatunut, ansiosta kasvu on pitkään säilynyt korkeana, mutta lohkoharsintametsikössä, jossa siinäkin myrsky teki hakkauksen jälkeisinä vuosina tuhojaan, taimisto on nyt kookkaampaa ja kasvuisampaa. Taimisto on myös hajanaisempaa siemenpuualalla, mihin tässä tapauksessa on syynä, kuten jo edellä mainittiin, vanhan metsikön epätasaisuus ennen hakkausta.

Vuorennevan korpi, Kankaanpää.

Entisessä Pohjankankaan kokeilualueessa Kankaanpäässä selviteltiin syksyllä 1942 korpimetsien uudistumista kahden kestokoealan kohdalla Vuorennevan korvessa Pohjankankaan valtionpuistossa. Nämä koealat sijaitsevat v. 1932 ojitetussa mustikkakorvessa, koeala 2 (0.1125 ha) noin 60 m, koeala 3 (0.16 ha) noin 70 m leveällä saralla. Koealojen aluskasvillisuus on hyvin yhdenmukainen. Runsaan mustikan ja puolukan ohella kumpaisessakin on hieman suopursua ja juolukkaa, aivan vähän kastikkaa *(Calamagrostis)*, niukasti erilaisia saroja *(Carex caespitosa, C. canescens, C. chordorrhiza, C. Goodenowii)*, niittyvillaa, suomuurainta, runsaasti *Hylocomium proliferum*ia ja *Pleurozium Schreberi*ä, vähän *Polytrichum communea* sekä niukasti rahkasammalia, mutta useita korpisoille luonteenomaisia lajeja. 10 vuotta sitten toimeenpantu ojitus oli jo suokasvien, olletikin suosammalien, valta-asemaa supistanut. Turvekerros on koealan 2 kohdalla 1.1 m, koealan 3 kohdalla 2.2 m paksu. Turve ulottuu vahvasti lahonneena lähes maan pintaan asti. Perusmaana on hieta.

Koealojen kohdalla on vv. 1929/30 toimitettu lohkoharsinnan luonteinen hakkaus. Sen jälkeen myrsky on vähitellen edelleen harventanut kyseisiä metsiköitä. Syksyllä 1942 metsä oli harvaa ja suuriaukkoista, vanhaa kuusikkoa, jossa huomattavan runsaasti koivuvaltaista nuorennosta. Kuusten ikä vaihteli 90—160 vuoteen. Puuston kuutiosisältö oli koealalla 2 101 m^3/ha ja koealalla 3 112 m^3/ha. Kasvu oli — etupäässä tehokkaammasta kuivatuksesta johtuen — koealalla 2 parempi, nimittäin 4.8 m^3/ha (5.6 %), koealalla 3 vain 2.4 m^3/ha (2.6 %). Taimisto oli kumpaisellakin koealalla varsin epätasaista. Koealalla 2 oli 1.3 m lyhyempiä puun alkuja yhteensä 20 100 kpl/ha (koivuja 73 %, kuusia 22 % ja mäntyjä 5 %), koealalla 3 17 100 kpl/ha (koivuja 79 %, kuusia 17 % ja mäntyjä 4 %). Kumpaisenkin koealan koivun taimet olivat miltei järjestään siemensyntyisiä.



Kuva 51. Vuorennevan korven koealojen 2 ja 3 eräiden kuusten ja mäntyjen rinnankorkeussädekasvu (vuosilustojen paksuus) vuosien 1942—1860 aikana.
Abb. 51. Der radiale Brusthöhendurchmesserzuwachs (Dicke der Jahresringe) einiger Fichten und Kiefern auf den Probeflächen 2 und 3 des Vuorennevan korpi in den Jahren 1942—1860.

Koealojen eräistä kuusista ja männyistä otettiin rinnankorkeudelta kairalastut aikaisempien kasvusuhteiden selvittelyä varten. Kuva 51 esittää näiden lustomittauksien tuloksia vuodesta 1860 alkaen. Murtoviivat muistuttavat, vaikka tutkittujen puiden luku on varsin pieni, yleiseen kulkuunsa katsoen melkoisesti toisiaan. Jo eräät aikaisemmatkin vuosijaksot edustavat viereisiä paremman kasvun aikaa sekä selvästi etenkin vuosien 1919—25 tienoo. Vuonna 1936 varsinkin kuusten osalta alkanut kasvun jyrkkä paraneminen lienee etupäässä ojituksen (1932) aiheuttamaa.

Koealojen taimiaines on yleensä verraten vanhaa. Vain keskimäärin 25 cm lyhyemmät kuusen taimet ovat 13 vuotta sitten suoritetun hakkauksen jälkeisiä. Mainitun pituisia oli koealan 2 kuusen taimista runsaasti puolet eli noin 2 500 kpl/ha ja koealan 3 kuusen taimista noin neljännes eli vähän alle 1 000 kpl/ha. Koivun taimista keskimäärin noin 90 cm lyhyemmät ovat hakkauksen jälkeisiä. Mainitunlaisia oli koealalla 2 noin 90 % koivun taimien koko määrästä eli noin 13 000 kpl/ha ja koealalla 3 noin 70 % eli 9 000 kpl/ha. Taimien kasvu on parantunut viimeksi kuluneita vuosia kohden ja on nyt, erityisesti aukkokohdissa, erittäin hyvä.

Nämäkin koealat osaltaan osoittavat, että ojitetut korvet, olipa niiden metsiä hakattu miltei kuinka hyvänsä, taimettuvat helposti. Kuusen taimien valtaosa on näissäkin tapauksissa ollut alalla jo hakkauksen aikana ja koivuja on noussut ripeästi hakkauksessa syntyneisiin kookkaisiin aukkoihin. Hakkauksen luonteesta johtuu, että taimisto on kuitenkin huomattavan epätasainen ja koko metsikkömuoto »sekava».

Vesijaon kokeilualue, Padasjoki.

Vesijaon kokeilualueessa on suoritettu verraten runsaasti korpimetsien uudistushakkauksia, joten siellä olisi tilaisuus eri tahoilla selvitellä puheena olevaa kysymystä. Tässä yhteydessä tyydytään tarkastelemaan asiaa muutamien sikäläisten kestokoealojen perusteella.

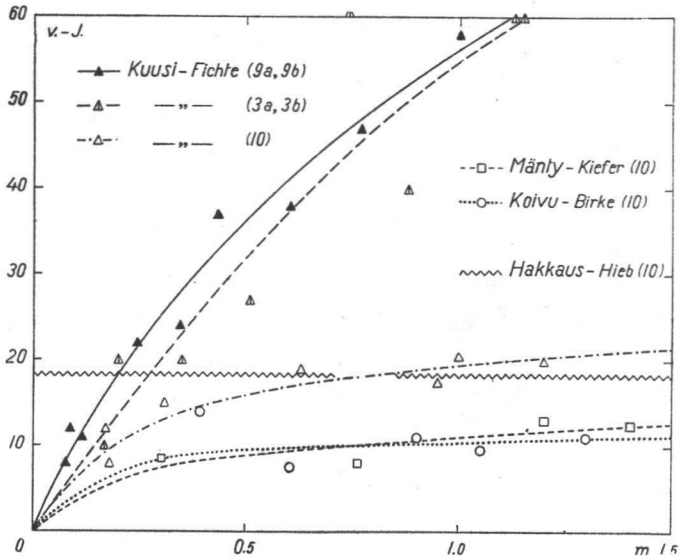
Varsinaisen korven vanhoja korpikuusikoita.

Koealat 3 a (0.225 ha) ja 3 b (0.20 ha) ovat Pajulahden lohkossa v. 1925 ojitetussa metsäkortekorvessa kumpikin likimain yhtä tehokkaasti kuivatulla kohdalla. Ojitus ei ole ennättänyt aiheuttaa kasvipeitteeseen mainittavia muutoksia, mutta paljaaksihakkauksen johdosta, vaikka se oli toimeenpantu vasta 3 vuotta sitten, koealalle 3 b oli jo ilmestynyt vähän heiniä *(Festuca rubra* ja *Poa pratensis)* sekä maitohorsmaa ja vattua. Turvekerros on kumpaisessakin koealassa metrin paksuinen, koealassa 3 a yläosastaan kohtalaisesti (6), puolen metrin syvyydestä alaspäin ja koealassa 3 b jo lähes maan pinnasta alkaen vahvasti (8) lahonnutta. pH-luku oli syksyllä 1941 edellisessä 10—20 cm syvässä 4.10, 30—40 cm syvässä 4.79, jälkimmäisessä vastaavasti 4.21 ja 4.72. Perusmaana on savi.

Koealan 3 a metsä on eri-ikäistä (keski-ikä 120 v.), pieniaukkoista (tiheys 0.7) kuusikkoa. Syksyllä 1932, jolloin koeala perustettiin, puumäärä oli 170 m^3/ha ja kasvu 4.3 m^3/ha (3.0 %). Silloin suoritetussa puhdistushakkauksessa poistettiin puumäärästä 18 %. Syksyllä 1940 rinnankorkeutta pitempien puiden runkoluku oli 2 900 kpl/ha, puumäärä 188 m^3/ha ja kasvu 4.9 m^3/ha (3.1 %).

Rinnankorkeutta lyhyempiä taimia oli syksyllä 1942 4 400 kpl/ha. Taimet olivat miltei yksinomaan kuusta, hyvin eri-ikäisiä ja yleensä huomattavan vanhoja. Noin puolen metrin pituiset (ks. kuvaa 52) olivat keskimäärin yli 30-vuotisia ja metrin pituiset 50—60-vuotisia. Muutamia vesasyntyisiä koivun taimia oli siellä täällä. Metsikön tiheydestä johtuen taimien kasvu oli varsin heikkoa.

Koealan 3 b kohta on hakattu paljaaksi syksyllä 1939. Hakkausala ei ole koealaa paljonkaan suurempi. Reunametsät ovat koealan 3 a metsikön mukaista korpikuusikkoa. Syksyllä 1942 alalla oli taimia, kaikki rinnankorkeutta lyhyempiä, yhteensä 5 200 kpl/ha. Niistä oli koivua 58 %, kuusta 40 % ja mäntyä 2 %. Koivun kantojen tyvillä oli jo runsaasti pieniä vesoja, osaksi tosin aikaisempia tyvivesoja. Siemensyntyisiä oli 20 % koivun taimien koko määrästä. Paljaaksihakkauksessa alalle jääneet kuusen taimet, joista 70 % oli edelleen puolta metriä lyhyempiä, olivat vanhoja kuten edelliselläkin koealalla eivätkä olleet vielä ennättäneet lisätä kasvuaan. Kituliaiksi luettuja oli huomattavan runsaasti, lähes 20 %, eli suunnilleen sama määrä kuin viereisellä kuusikkokoealalla 3 a. Saman



Kuva 52. Vesijaon koealasarjojen 3, 9 ja 10 eri pituisten kuusen taimien sekä koealasarja 10:n eri pituisten männyn ja koivun taimien ikä syksyllä 1942. Kuvaan on merkitty myös koealasarja 10:n kohdan hakkausvuosi (1924).

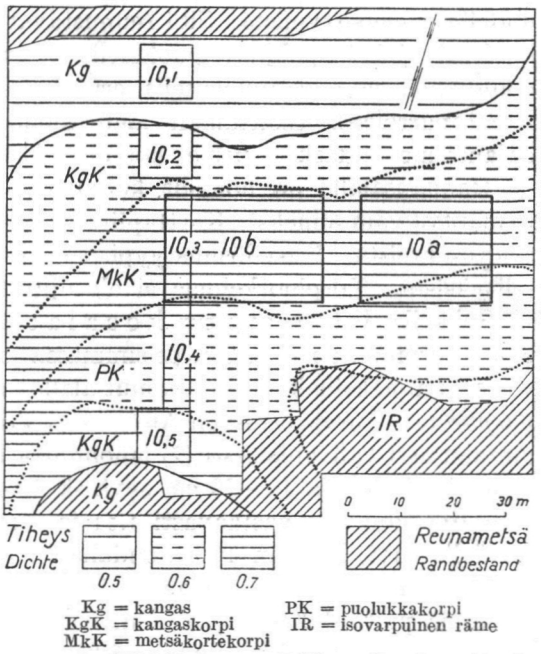
Abb. 52. Das Alter der verschieden hohen Fichtenpflanzen auf den Probeflächenreihen 3, 9 und 10 im Gebiet Vesijako sowie das der verschieden hohen Kiefern- und Birkenpflanzen im Herbst 1942. In die Abbildung ist auch das Hiebsjahr (1924) für die Probeflächenreihe 10 eingetragen.

vuoden 1942 keväthalla oli lievästi vikuuttanut hakkuutähteiden ja koivun vesojen suojaa vailla olleita kuusen taimia.

K o e a l a t 9 a (0.16 ha) ja 9 b (0.135 ha) ovat v. 1913 ojitetussa mustikka-metsäkortekorvessa. Ojitus ei ole aiheuttanut kasvipeitteeseen ainakaan sanottavia muutoksia, vaan se on edelleen mainitulle tyypille ominainen. Koealan 9 a turvekerros on 1.6 m:n, koealan 9 b 0.95 m:n paksuinen, kummassakin maan pintaan asti vahvanlaisesti (6—7) lahonnutta korpiturvetta. pH-luku oli edellisen koealan kohdalla 10—20 cm syvässä 4.05 ja 30—40 cm syvässä 4.31, jälkimmäisen koealan kohdalla vastaavasti 4.18 ja 5.12. Perusmaana on savi.

Koealalla 9 a metsä oli syksyllä 1940, jolloin koeala perustettiin, harvaa (tiheys 0.6—0.7) ja aukkoista, kasvuisaa kuusikkoa, keski-ikä 130 v. Runkoluku, yksinomaan kuusta, oli 1 300 kpl/ha, keski-ikä 130 v., puumäärä 132 m^3/ha ja kasvu 5.4 m^3/ha (4.9 %). Alalla suoritettiin harsintahakkaus, jolloin poistettiin puumäärästä 29 %. Syksyllä 1942 koealalla oli rinnankorkeutta lyhyempiä taimia 11 600 kpl/ha, niistä kuusta 91 %, koivua 7 % ja mäntyä 2 %. Koivun taimista oli siemensyntyisiä 38 % ja vesoja 62 %.

Koealalla 9 b metsä oli syksyllä 1940 harvahkoa (tiheys 0.7—0.8), pieniaukkoista, kasvuisaa koivun sekaista kuusikkoa, keski-ikä 130 v. Runkoluku oli 2 400 kpl/ha, puumäärä 174 m³/ha ja kasvu 5.8 m³/ha (4.0 %). Syksyllä 1942 alalla oli rinnankorkeutta, lyhyempiä taimia 6 900 kpl/ha niistä kuusta 81 %, koivua 18 % ja mäntyä 1 %. Koivun taimista oli siemensyntyisiä 17 % ja vesoja 83 %. Tämän koealametsikön suurempi puumäärä edelliseen verraten osaltaan selittää, että taimien määrä on tällä pienempi. Kuten kuvasta 52 näkyy, kuusen taimet ovat koealojen 9 a ja 9 b kohdalla keskimäärin vielä vähän vanhempia kuin äsken puheena olleella koealalla 3 a. Taimien pituuskasvu on heikkoa. Kuusen taimista on luettu kituliaisiin kuuluviksi koealalla 9 a 4 %, koealalla 9 b 11 %.



Kuva 53. Kiiskilänkorven tutkimusalue, jossa koealasarja 10 sijaitsee.

Kg = fester Boden *PK = Vaccinium-Bruch*
KgK = gemeiner Bruchwald *IR = Zwergstrauchmoor*
MkK = Equisetum silvaticum-Bruch

Abb. 53. Das Untersuchungsgebiet Kiiskilänkorpi, in dem die Probeflächenreihe 10 liegt.

Edellä selostetut koealat 3 a, 9 a ja 9 b osoittavat, että varsinaisen korven verraten puisevissa (130—175 m³/ha) kuusikoissa on taimia, so. 1.3 m lyhyempiä puita, yleensä noin 5 000—10 000 kpl/ha ja enemmänkin. Taimia on runsaammin aukkokohdissa. Taimiluku vähenee metsikön kuutiomäärän kohotessa. Taimet ovat etupäässä kuusta, iältään vanhoja ja hidaskasvuisia. Kituliaiksi luettujen osuus on suuri kaistaleiden ja lohkoharsintametsiköiden taimistoihin verraten.

Paljaaksihakattu korpinotkelma.

Saman Pajulahden lohkon Kiiskilänkorvessa koeasemalle johtavan tien varrella myrsky tuhosi syksyllä 1924 metsän siksi pahoin, että ala oli hakattava paljaaksi. Samasta syystä hakkaus oli eräin kohdin ulotettava jonkin matkaa kangaslaiteidenkin puolelle. Kuva 53 esittää tämän 60—80 m:n levyisen koillisesta lounaiseen suuntautuvan ja laskevan korpinotkelman osan, jossa esillä olevaa tutkimusta varten selviteltiin alan

uudelleen metsittymistä. Sitä reunustavat kahden puolen mustikkatyypin kankaat, joista pohjoisenpuoleisella kasvaa kookasta, kuusen sekaista männikköä ja etelänpuoleisella eri pitkää, männyn sekaista kuusikkoa. Karttapiirroksen osoittaman alan kaakkoiskulmassa on suopursuräme hajanaisine, hidaskasvuisine, koivun sekaisine männikköineen.

Hakkausalalle on noussut koivuvaltainen metsä. Kuusta on vähän ja mäntyä vain nimeksi. Karttapiirros (kuva 53) antaa käsityksen metsikön tiheyssuhteista. Kasvillisuustyypit selviävät samasta kartakkeesta ja sen selityksistä. Korpinotkelmaa ei ole ojitettu.

Syksyllä 1940 perustetut koealat 10 a (0.05 ha) ja 10 b (0.06 ha) ovat korpinotkon paksuturpeisimmassa osassa mustikka-metsäkortekorvessa. Paljaaksihakkaus on tuonut alalle melkoisen runsaasti *Calamagrostis purpurea*a. Turvekerros on kumpaisessakin koealassa 50—60 cm paksu, pintaan asti vahvanlaisesti (7) lahonnutta korpiturvetta. pH-luku oli koealan 10 a kohdalla 10—20 cm syvässä 4.36, 30—40 cm syvässä 4.76, koealan 10 b kohdalla vastaavasti 4.51 ja 5.13. Perusmaana on koealan 10 a kohdalla savi, koealan 10 b kohdalla kivinen moreenisora.

Koealalla 10 a oli keväällä 1941, jolloin puusto mitattiin, 1.3 m pitempiä puita 9 000 kpl/ha. Puumäärä oli 30 m³/ha (koivua ja harmaaleppää yhteensä 90 %, kuusta 8 %, mäntyä 2 %) ja kasvu 3.5 m³/ha (14.3 %). Koealalla 10 b oli 1.3 m pitempiä puita 11 600 kpl/ha. Kuutiomäärä oli 18 m³/ha (koivua ja harmaaleppää yhteensä 82 %, kuusta 14 %, mäntyä 4 %) sekä kasvu 2.2 m³/ha (14.6 %). Kumpaisenkin koealametsikön keski-ikä oli 20 vuotta ja koivujen valtapituus noin 7 m. Paljaaksihakkauksessa oli jäänyt alalle kuusen taimia, jotka kohottivat taimiston keski-ikää.

Koealoilta 10 a ja 10 b ei luettu rinnankorkeutta lyhyempiä taimia, sillä poikki hakkausalan asetettiin, kuten kuvasta 53 näkyy, 5 lisäkoealaa, joiden kohdalla luettiin kaikki taimet. Näiden pikkukoealojen kasvillisuustyypit selviävät samasta kuvasta. Turvekerros on notkelman keskuksessa metsäkortekorvessa olevan koealan 10,3 kohdalla 50—60 cm:n, puolukkakorvessa olevan koealan 10,4 kohdalla 40 cm:n sekä kangaskorpikoealojen 10,2 ja 10,5 kohdalla 10—20 cm:n paksuinen. Perusmaana on kauttaaltaan kivinen moreenisora.

Puiden lukumäärä ja puulajisuhteet syksyllä 1942 selviävät taulukosta 11. Eniten, 33 500 kpl/ha, puita on hakkausalan keskuksessa metsäkortekorvessa olevalla koealalla 10,3, jolla myös koivun osuus on suhteellisesti suurin. Kuuset ovat yleensä lyhyempiä kuin männyt ja nämä taas lyhyempiä kuin koivut. Lukuun ottamatta poikkeuksellista kangaskoealaa 10,1, johon on hakkauksessa jäänyt koko joukko kuusia ja mäntyjäkin, puut ovat keskimäärin pisimpiä korpinotkelman keskuksessa olevalla metsäkortekorven koealalla.

Kuvan 52 (sivulla 82) perusteella voidaan päätellä, että puheena olevan koealasarjan 10 kaikki 1.5 m lyhyemmät männyt ja koivut ovat hakkuuta

Taulukko 11. Vesijaon koealojen 10,1—10,5 puiden lukumäärä ja puulajisuhteet sekä pituus.

Tabelle 11. Anzahl und Holzartenverhältnisse sowie Höhe der Bäume auf den Probeflächen 10,1—10,5 in Vesijako.

Koealan — *Auf der Probefläche*		1.3 m pitempiä *über 1.3 m*	1.3 m lyhyempiä *unter 1.3 m*	Yhteensä — *Insgesamt*				Keskipituus *Mittlere Höhe*		
n:o *Nr.*	kasvillisuustyyppi *Vegetationstyp*	kpl/ha *St./ha*		kpl/ha *St./ha*	mä *Ki.* %	ku *Fi.* %	ko *Bi.* %	mä *Ki.* metriä — *Meter*	ku *Fi.* metriä — *Meter*	ko *Bi.* metriä — *Meter*
10,1	MT-kangas — *Myrtillus-Heide*	14 400	12 200	26 600	5	76	19	2.46	1.94	1.57
10,2	Kangaskorpi — *Gemeiner Bruchwald*	7 300	21 200	28 500	12	54	34	0.87	0.93	1.68
10,3	Metsäkortekorpi — *Equis. silvaticum-Bruchmoor* ...	11 900	21 600	33 500	5	41	54	1.61	1.10	1.91
10,4	Puolukkakorpi — *Vaccinium-Bruchmoor*	4 900	14 900	19 800	12	43	45	1.48	0.90	1.68
10,5	Kangaskorpi — *Gemeiner Bruchwald*	3 600	12 800	16 400	8	62	30	1.12	0.66	1.89
	Keskim. — *Im Mittel*	8 400	16 500	24 900	8	54	38	1.36	1.22	1.78

nuorempia. Kuusista sen sijaan keskimäärin vain 75 cm lyhyemmät ovat nousseet alalle vasta hakkauksen jälkeen. Sen mukaan laskien noin 30 % näiden koealojen kuusista eli noin 3 000 kpl/ha on ollut alalla hakkausta 18 vuotta sitten suoritettaessa.

Puiden kasvu — erityisestikin siihen katsoen, että kyseinen korpinotkelma on ojittamatta — on ollut viimeksi kuluneiden vuosien aikana huomattavan hyvä. Erikoisuutena mainittakoon, että saman vuoden 1942 keväthallan vikuuttamia kuusia tavattiin vain kankaan kohdalla olevalla taimistokoealalla 10,1. Siellä oli hallan merkkejä koivujen suojaa vailla olleissa kuusissa kolmekin metriä korkealla.

Edellä selostetut Kiiskilänkorven koealat osoittavat, että 60—80 m leveä paljaaksihakattu ja ojittamaton korpinotkelma on riittävän hyvin uudistunut reunametsän siementämänä. Kuusen taimistakin on huomattava osa ilmestynyt alalle vasta hakkauksen jälkeen ja niitä samoin kuin männynkin taimia on tullut myös »kaistaleen» keskukseen, josta on matkaa reunametsään 30—40 m.

Ojitettu ruoho- ja heinäkorpi.

Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosasto on v. 1925 perustanut Karttavuorenmaan lohkon Neitsyeenkorpeen kolme kestokoealaa 26 a (0.25 ha), 26 b (0.125 ha) ja 26 c (0.125 ha). Kun tämä korpi, joka on ojitettu jo v. 1911, on alkujaan ollut ruoho- ja heinäkorpea ja siten erityisen runsasravintoinen esillä olevan tutkimuksen yhteydessä tarkastettaviksi joutuneisiin muihin korpiin verraten, näytti



Kuva 54. Neitsyeenkorven koeala 26 a. Lehtoturvekangasta. Vv. 1925, 1931 ja 1940 voimakkaasti harvennetussa kuusikossa, jonka puumäärä ennen viimeistä harvennusta oli 348 m³/ha, oli v. 1942 taimia 37 400 kpl/ha (kuusta 85 %, koivua 15 %). Valok. 1942 Toivo Välivuori.

Abb. 54. Probefläche 26 a im Neitsyeenkorpi. Haintorfheide. In dem in den Jahren 1925, 1931 und 1940 stark durchforsteten Fichtenbestand, dessen Kubikmasse vor dem letzten Lichtungshieb 348 m³/ha betrug, standen im Jahre 1942 37 400 Jungpflanzen auf dem Hektar (Fichte 85 %, Birke 15 %). Aufn. 1942.

aiheelliselta selvitellä taimettumissuhteita myös tässä. Syksyllä 1942 asetettiin suontutkimusosaston toimesta mainittujen arvioimisosaston koealojen viereen vielä neljäs koeala, 26 d (0.20 ha).

Kaikilla koealoilla esiintyvät saniaiset *(Dryopteris spinulosa)* ja käenkaali ym. vaateliaat kasvilajit todistavat kasvualustan runsasravintoisuutta. Karhunsammalia ei ole yhdelläkään näistä koealoista ja rahkasammalia *(Sphagnum centrale* ja *S. Girgensohnii* ym.) on vain koealoilla 26 a ja 26 c ja niilläkin niukasti. Ojituksen ansiosta aluskasvillisuus, olletikin koealojen 26 b ja 26 d, on muuttunut likimain käenkaali-mustikkatyypin mukaiseksi. Turvekerroksen paksuus on koealassa 26 a 0.7 m, koealassa 26 c 1.7 m sekä koealoissa 26 b ja 26 d vähän yli kahden metrin. Sen pintaosa on lähes puoleen metriin asti vahvanlaisesti (7), alempaa vahvasti (8) lahonnutta.

Koealojen 26 a, b ja c kohdalla kasvoi v. 1925, jolloin koealat perustettiin, tiheänlaista, koivun sekaista kuusikkoa, keski-ikä 70 vuotta. Kolmeen kertaan (1925, 1931 ja 1940) alaharvennetulla koealalla 26 a (kuva 54), jolla puumäärä (ks. taulukkoa 12) silti ennen viimeistä harvennusta oli lähes 350 m³/ha (kasvu 9.0 m³/ha, valtapituus 26 m), taimia oli erittäin

Taulukko 12. Vesijaon kokeilualueen Neitsyeenkorven koealojen puustosuhteet ja taimettuneisuus.

Tabelle 12. Holzartenverhältnisse und Verjüngung auf den Probeflächen im Neitsyeenkorpi im Versuchsgebiet Vesijako.

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	1.3 m pitemmät puut — *Über 1.3 m hohe Bäume*								1.3 m lyhyemmät puut *Unter 1.3 m hohe Bäume*		
	Kpl/ha *St./ha*	Kuusi *Fichte*	Koivu *Birke*	Keskiläpimitta, cm *Mittlerer Durchmesser, cm*		m³/ha	Kasvu *Zuwachs*		Kpl/ha *St./ha*	Kuusi *Fichte*	Koivu *Birke*
		%		Kuusi *Fichte*	Koivu *Birke*		m³/ha	%		%	
26 a	800	83	17	24.8	23.8	348	9.0	3.0	37 400	85	15
26 b	1 900	70	30	22.5	25.4	487	5.6	1.3	—	—	—
26 c	1 500	100	—	22.1	—	351	8.6	2.8	16 200	52	48
26 d	1 400	85	15	32.3	25.6	312	7.4	2.7	5 200	93	7

runsaasti, 37 400 kpl/ha, niiden valtaosa (85 %) kuusta. Taimettumista ehkäisevää rikkaruohikkoa ei ollut noussut eikä vankka päällysmetsäkään ollut taimettumisen esteenä. — Luonnontilaisella koealalla 26 b, jolla puumäärä oli v. 1940 487 m³/ha (kasvu 5.6 m³/ha, valtapituus 26 m), oli taimia erittäin niukasti. Vankka puusto oli estänyt taimien ilmestymisen. — Koealalla 26 c, jolla oli toimeenpantu vahva yläharvennus vv. 1931 ja 1940 ja jolla puumäärä ennen harvennusta v. 1940 oli 351 m³/ha (kasvu 8.6 m³/ha, valtapituus 24 m), oli taimia vähemmän kuin puolet koealan 26 a taimimäärästä, ja tällä oli kuusen ja koivun taimia lähes yhtä paljon. — Koealalla 26 d, jonka kohta oli hakattu siksi harvaksi, että valtapuustona oli syksyllä 1942 yhteensä vain 400 (312 m³/ha, kasvu 7.4 m³/ha, valtapituus 28 m) kuusta ja koivua hehtaaria kohden sekä lisäksi rinnankorkeutta pitempiä alikasvospuita 1 000 kpl/ha. Sitä lyhyempiä puun alkuja oli vain 5 200 kpl/ha. Voimakkaasta hakkauksesta johtunut alan rikkaruohottuminen, saniaiset ja olletikin vatukko olivat muodostuneet taimettumiselle esteeksi.

Puheena olevien koealojen kuusen taimista keskimäärin puolta metriä pitemmät ovat olleet koealoilla 26 a ja 26 d jo hakkausta v. 1925 suoritettaessa sekä 25 cm pitemmät koealalla 26 c hakkaukseen v. 1931 ryhdyttäessä. Tämän perusteella voidaan laskea, että koealalla 26 a likimain kaikki (yli 30 000 kpl/ha), koealalla 26 d 55 % (2 700 kpl/ha) ja koealalla 26 c noin 80 % (7 000 kpl/ha) koealan kuusen taimista ovat ilmestyneet alalle mainittuina vuosina suoritettujen hakkauksien jälkeen. Voimakkaasta varjostuksesta johtuen taimien kasvu on ollut, runsasravintoisesta kasvualustasta huolimatta, verraten heikkoa.

Edellä selostetut koealat 26 a—d osoittavat, ettei lihavimmankaan turvemaan ylen puisevaan metsikköön (koeala 26 b, 487 m³/ha) nouse taimia. Kun sen kookasta puustoa sopivasti harvennetaan, taimia jo ilmestyy. Alaharvennettuun (koeala 26 a) metsikköön nousee taimia

runsaammin kuin yläharvennettuun (koeala 26 c). Jos hakkaus on liian voimakas (koeala 26 d), ala rikkaruohottuu ja taimettuminen käy epävarmaksi.

Mustakotisen korpi, Evo.

Evon hoitoalueen Vahtervehmaan lohkossa Mustakotisen järvestä vajaa puoli kilometriä etelään päin on vähän ennen kuluvan vuosisadan alkua hakattu paljaaksi pienehkö korpilahdeke, joka verraten pian on joutunut myös ojituksen piiriin. Kun kohta siten tarjoaa kuvan sanotun ikäisen paljaaksihakkauksen tuloksista, katsottiin olevan syytä tarkastella alaa lähemmin.

Paikalle asetettiin syksyllä 1942 0.09 ha:n suuruinen koeala, joka tuli noin 50 metrin päähän 1914 kaivetusta ojasta sivulle. Hakkauksen aikana kyseinen kohta lienee ollut paremmanpuoleista metsäkortekorpea. Ojituksen vaikutuksesta se on muuttunut lehtomaiseksi turvekankaaksi. *Rhytidiadelphus triquetrus* on *Hylocomium proliferum*ia ja *Pleurozium Schreberi*ä yleisempi. *Sphagnum Girgensohnii* on myös edelleen verraten runsas, mutta karhunsammalia on vain niukasti. *Dryopteris spinulosa* ja *Oxalis acetosella* sekä monet muut näitä niukemmin esiintyvät ruohokasvit todistavat kasvupaikan runsasravintoisuutta. *Deschampsia caespitosa*a on siellä täällä. Turvekerros, jonka paksuus vaihtelee 30—70 cm:n välillä, on pintaan asti vahvanlaisesti (7) lahonnutta korpiturvetta.

Koealan kohdalla on luonnonsiemennyksestä noussut täysitiheä (0.9) kasvuisa kuusi-koivusekametsä, jossa kuuset yleensä ovat edelleen alimetsän asemassa. 1.3 m:n korkeuden täyttävien puiden runkoluku oli 5 700 kpl/ha, niistä koivua 34 %. Kuusten keskiläpimitta oli 11.7 cm, keskipituus 10.6 m, koivujen vastaavasti 13.3 cm ja 14.9 m. Koivujen valtapituus oli 16.5 m, ja kuusten valtapituus pyrki jo samalle tasolle. Kuutiomäärä kuorineen oli 198 m^3/ha, siitä 58 % koivua sekä kasvu 9.3 m^3/ha (5.5 %). Kuusten ikä vaihteli yleensä 40—60 vuosien välillä ja oli keskimäärin 53 vuotta, koivujen 25—45 vuosien välillä ja oli keskimäärin 42 vuotta. Koivut ovat nousseet alalle vasta hakkauksen jälkeen, mutta kuusista rinnankorkeudelta keskimäärin 7 cm paksummat eli noin $^2/_3$ koealametsikön kuusten koko määrästä ovat pienikokoisina taimina olleet alalla jo hakkauksen aikana. Pituuskasvun mittausten ja kasvukairausten perusteella todettiin, että puiden kasvu on jatkunut varsin tasaisena. Kyseiseen korpinotkelmaan on jonakin sen paljaaksihakkauksen ja ojituksen jälkeisenä vuonna istutettu *Pinus cembra*a, mutta ne ovat tukehtuneet luontaisesti nousseen puuston varjoon. Koealan kohdalla oli sembramäntyjä edelleen elossa vain 5 kpl, kookkain rinnankorkeudelta 8 cm:n paksuinen, mutta nekin olivat hyvin heikossa kunnossa.

Tässä esitelty koeala osoittaa paljaaksihakatun lihavahkonkin korven luontaisesti erinomaisesti metsittyneen. Hyvin pian hakkauksen jälkeen on

noussut koivua, ja hakkauksessa alalle jääneet vähäiset kuuset ovat alkaneet parantaa kasvuaan, samalla kuin uusia kuusen taimia on vähitellen ilmestynyt koivujen sekaan. Kuutiomäärään, kasvuun, keskiläpimittaan ja keskipituuteen katsoen metsikkö ylittää käenkaali-mustikkatyypin kasvu- ja tuottotaulukoiden (Ilvessalo 1920) mukaiset vastaavan ikäisten kuusi- ja koivumetsiköiden lukuarvot. Myös runkoluku on huomattavasti suurempi. Koivut, jotka ovat kuusia keskimäärin 11 vuotta nuorempia, ovat edelleen, noin 45 vuotta paljaaksihakkauksen jälkeen, valtapuina. Kuuset tulevat kuitenkin, mikäli ei hakkauksilla muuteta kehityksen suuntaa, epäilemättä ennen pitkää saavuttamaan valta-aseman koivuihin verraten.

Ent. Raivolan kokeilualue.

Silloisessa Raivolan kokeilualueessa selviteltiin syksyllä 1942 korpimetsien uudistumista eräiden Ikolanjärven valtionpuistossa olevien kestokoealojen kohdalla.

Koeala 43 (0.225 ha) on v. 1932 ojitetussa ruoho- ja heinäkorvessa Pahansuon pohjoisosassa noin 60 metriä leveällä saralla. Koealaa perustettaessa 1930 alalla kasvoi harvaa ja aukkoista koivun sekaista kuusikkoa. Puusto oli siksi kituliasta, että ala hakattiin paljaaksi. Korkeintaan vain metrin pituiset koivun ja kuusen taimet säästettiin.

Kasvipeite on monilajinen kuten lihavilla kasvupaikoilla yleensä. Kun alalla suoritettiin kasvipeitteen kuvaus myös sitä perustettaessa, voidaan todeta, että ojituksen ja paljaaksihakkauksen vaikutuksesta mm. eräät heinälajit (*Agrostis canina*, *Calamagrostis purpurea*, *Deschampsia caespitosa*, *Molinia coerulea*) sekä *Chamaenerium angustifolium* ovat ilmestyneet alalle tai huomattavasti lisääntyneet. Turvekerroksen paksuus on 1.7 m. Pinnassa on ohut kerros hyvin heikosti (3) lahonnutta rahkasaraturvetta, 30 cm:n syvyydestä alaspäin vahvasti (8—9) lahonnutta korpiturvetta. Perusmaa on kivistä moreenisoraa.

Syksyllä 1942 alalla oli tiheä, tosin hieman aukkoinen, koivuvaltainen taimisto. Taimet, so. 1.3 m lyhyemmät puun alut, luettiin neljältä — muilta tässä selostettavilta Raivolan koealoilta viideltä — tasan kautta koealan sijoitetulta 5 × 5 m²:n suuruiselta neliöltä. Taimia oli tällä koealalla 43 keskimäärin 54 500 kpl/ha, josta koivuja 94 %, kuusia 4 % ja mäntyjä 2 %. Koivun taimista oli siemensyntyisiä 94 % ja vesoja 6 %. Edellisten valtapituus oli 2.5—3.0 m, jälkimmäisten 4—5 m. Rauduskoivuja oli noin 5 % koivujen koko määrästä. Keväällä 1942 halla oli lievästi vioittanut suojaa vailla olleita kuusen taimia, mutta koivujen suojaamiin halla ei ollut koskenut. Alan siementänyt reunametsä oli koivun sekaista vanhaa korpikuusikkoa ja ulottui noin 10 m:n päähän koealan koillis- ja kaakkoislaidoista.

Vallitsevien siemensyntyisten koivujen pituuskasvu oli vuosien 1938—42 aikana ollut 30—40 cm, parin metrin pituisten kuusten 25—30 cm. Kuusten kasvu oli elpynyt 5—8 vuotta sitten eli 4—7 vuotta paljaaksihakkauksen ja 2—5 vuotta ojituksen jälkeen.

Suoritettujen mikroskooppisten iän määritysten mukaan koivut olivat yleensä hakkauksen jälkeisiä, siis varsin nuoria. Kuusen taimista keskimäärin 30 cm pitemmät, jota lyhyempiä kuusen taimia koealalla ei tavattukaan, olivat hakkausvuotta (1930) vanhempia ja 1.5—2 metriä pitkät olivat jopa 50—60 vuotta vanhoja, ennen hakkausta ja ojitusta erittäin hitaasti kasvaneita.

K o e a l a t 51 (0.25 ha), 52 (0.36 na) ja 53 (0.10 ha) ovat 1923 ojitetussa Jalkalan korvessa valtionpuiston kaakkoiskulmassa. Ne ovat kaikki mustikkakorvessa. Varsinkin koealoilla 51 ja 52, jotka ovat tehokkaammin kuivatulla paikalla kuin koeala 53, ojitus on jo vähentänyt rahkasammalien osuutta. Siemenpuuasentoon hakatulle koealalle 52 on ilmestynyt vähän heiniä *(Agrostis canina* ja *Deschampsia flexuosa)* sekä horsmaa. Turvekerros, jonka paksuus on koealan 51 kohdalla 0.9 m, koealan 52 kohdalla 0.7 m ja koealan 53 kohdalla 1.2 m, on lähes maan pintaan asti vahvasti (8) lahonnutta korpiturvetta. Perusmaana on hiekka.

Koealoilla 51 ja 52 kasvoi koealoja syksyllä 1930 perustettaessa ojituksesta elpyvää solakkaa kuusikkoa, jossa siellä täällä kookkaita mäntyjä ja koivuja. Metsikön keski-ikä oli noin 140 vuotta, puumäärä kumpaisessakin noin 280 m^3/ha ja kasvu noin 5 m^3/ha (2 %). Kuusen taimia oli paikoin runsaastikin. Koealalla 51 toimitettiin vahva harvennus, oikeammin väljennys, jolloin poistettiin kuutiomäärästä 22 %. Koeala 52 hakattiin samanaikaisesti siemenpuuasentoon. Siemenpuiksi jätettiin 197 kuusta hehtaaria kohden. Syksyllä 1939 suoritetussa uusintamittauksessa koealalla 51 puumäärä oli 247 m^3/ha (kuusta 87 %, mäntyä 12 %, koivua 1 %) ja kasvu 2.2 m^3/ha (1.0 %) sekä koealalla 52 vastaavasti 120 m^3/ha (kuusta 100 %) ja kasvu 1.7 m^3/ha (1.6 %). Kuluneiden 5 vuoden aikana myrsky oli kaatanut koealan 51 kuusista kaksi (8 kpl/ha), jota paitsi 10 kookasta kuusta (40 kpl/ha) oli kuivunut pystyyn. Koealan 52 kuusisiemenpuista oli kaatunut 12 (33 kpl/ha) ja pystyyn oli kuivunut 5 kuusta (14 kpl/ha).

Syksyllä 1942 koealalla 51 (kuva 55) oli taimia keskimäärin 49 100 kpl/ha (kuusia 93 %, koivuja 7 %) ja koealalla 52 (kuva 56) keskimäärin 27 400 kpl/ha (kuusia 72 %, koivuja 27 % ja mäntyjä 1 %). Siemenpuiden vaiheilla, joiden sijainti alunperinkään sekä tuulenkaatojen johdosta ei ollut läheskään tasainen, taimisto — etenkin sen koivuaines — oli harvempaa ja matalampaa kuin siellä, missä siemenpuita oli vähemmän tai ne miltei puuttuivat.

Käytetyn perusteen mukaisesti laskien koealan 51 kuusen taimista noin 20 % eli 9 500 kpl/ha sekä koealan 52 kuusen taimista noin 10 % eli 2 500 kpl/ha on noussut alalle syksyllä 1930 suoritetun hakkauksen



Kuva 55. Raivolan koeala 51. V. 1923 ojitetun ja v. 1930 väljennetyn mustikkakorven männyn sekainen kuusikko. Puumäärä (1939) 247 m³/ha (kuusta 87 %, mäntyä 12 %, koivua 1 %). Taimia (1942) 49 100 kpl/ha (kuusia 93 %, koivuja 7 %). Valok. 1939 Toivo Välivuori.

Abb. 55. Probefläche 51 in Raivola. Mit Kiefern durchsetzter Fichtenbestand in 1923 entwässertem und 1930 gelichtetem Myrtillus-Bruch. Kubikmasse (1939) 247 m³/ha (87 % Fichte, 12 % Kiefer, 1 % Birke). Jungpflanzen im Jahre 1942 49 100 St./ha (93 % Fichte, 7 % Birke). Aufn. 1939.

jälkeen. Koivun taimista, jotka olivat melkein järjestään siemensyntyisiä, oli kumpaisellakin koealalla 70—80 % hakkauksen jälkeisiä.

Koealalla 53, joka perustettiin vasta syksyllä 1942, kasvoi syksyllä 1931 suoritetun lohkoharsinnan jälkeistä kuusikkoa, seassa siellä täällä kookkaita mäntyjä. Rinnankorkeutta pitempiä puita oli 6 400 kpl/ha. Niiden keski-ikä oli 165 vuotta, puumäärä 164 m³/ha (kuusta 85 %, mäntyä 14 %, koivua 1 %) ja kasvu 3.7 m³/ha (2.6 %). Rinnankorkeutta lyhyempiä puita oli keskimäärin 33 200 kpl/ha, niiden valtaosa kuusia. Tämänkin koealan kuusen taimet olivat enimmäkseen vanhoja kuten edellisilläkin



Kuva 56. Raivolan koeala 52. V. 1923 ojitetun ja v. 1930 siemenpuuasentoon (kuusia 197 kpl/ha) hakatun mustikkakorven kuusikkoa. Taimia (1942) 27 400 kpl/ha (kuusia 72 %, koivuja 27 %). Valok. 1942 Toivo Välivuori.
Abb. 56. Probefläche 52 in Raivola. Fichtenbestand in 1923 entwässertem und 1930 in Samenschlagstellung (Fichte 197 St./ha) gehauenem Myrtillus-Bruch. Bestockung im Jahre 1942 27 400 St./ha (72 % Fichte, 27 % Birke). Aufn. 1942.

koealoilla. Likimain vain keskimäärin 15—20 cm lyhyemmät olivat nousseet alalle vasta hakkauksen jälkeen. Mainitunlaisia kuusen taimia oli noin viidesosa koealan kuusen taimien koko määrästä eli runsaasti 6 000 kpl/ha.

Tässä selostetut Raivolan koealatkin osoittavat korpimetsien luontaisen uudistamisen helppouden. Koealalle 43 on paljaaksihakkauksen jälkeen, siitä huolimatta, että ala on ruoho- ja heinäkorpea, noussut runsas — tosin jonkin verran aukkoinen — koivun taimisto. Koealoille 51, 52 ja 53, jotka ovat kaikki mustikkakorvessa ja joista samanaikaisesti yhden metsikössä suoritettiin väljennyshakkaus, toisen metsikkö hakattiin siemenpuuasentoon, kolmannen hakattiin lohkoharsien, on niin ikään kaikkiin noussut runsas taimisto. Nämä taimistot ovat ylivoimaisesti kuusivaltaisia. Siemenpuuasentoon hakatulla koealalla on noin neljännes taimiluvusta koivuja, muilla vähemmän kuin 10 %. Niin hyvin kuusen kuin koivun taimien kasvu on ollut nopeinta paljaaksihakatulla koealalla 43. Vähän hitaampaa taimien kasvu on ollut siemenpuuasentoon hakatulla koealalla 52 sekä tuntuvasti hitaampaa lohkoharsien (53) ja hitainta väljentäen (51) hakatulla koealalla. Metsikön kokonaiskasvu on jatkunut korkeimpana lohkoharsinnan jälkeen. Kun ottaa huomioon, ettei lohkoharsintametsässä ole sattunut edes tuulenkaatoja eikä kuusten pystyyn kuivumisia, näyttää siltä, että lohkoharsinta on metsänhoidollisiin ja taloudellisiinkin tuloksiin katsoen menestyksellisesti kilpaillut paljaaksihakkauksen ja siemenpuu-

hakkauksen rinnalla. Huomattakoon kuitenkin, että puheena olevassa tapauksessa suoritettiin paljaaksihakkausta ruoho- ja heinäkorven, muita hakkauksia varsinaisen korven kohdalla.

Lapinjärven kokeilualue.

Esillä olevaa tutkimusta varten tarkasteltiin syksyllä 1942 korpimetsien uudistumista myös Lapinjärven kokeilualueessa olevien suontutkimusosaston kahden kestokoealan kohdalla. Nämä koealat, joiden kummankin ala on 0.20 ha, sijaitsevat varsinaisessa korvessa, toinen (koeala 4 b) v. 1938, toinen (koeala 12) v. 1936 ojitetussa. *Polytrichum commune* ja *Sphagnum Girgensohnii* ovat kumpaisellakin koealalla runsaat. Molemmilla on vähän saniaisiakin *(Dryopteris linnaeana* ja *Dr. spinulosa)* sekä *Calamagrostis purpureaa*. Koealassa 4 b on lähes pintaan asti vahvanlaisesti (7) lahonnutta korpiturvetta 2.2 m:n, koealassa 12 on vain 0.3 m:n paksuinen kerros. Perusmaana on kumpaisessakin savi.

Kyseisten koealojen kohdalla, joista molemmilla kasvoi harvahkoa ja aukkoista, jonkin verran koivun sekaista, vanhaa (keski-ikä noin 125 v.) kuusikkoa, suoritettiin puhdistushakkaus v. 1938. Koealalle 4 b jäi tällöin rinnankorkeutta pitempiä puita 1 800 kpl/ha (kuusia 84 %, koivuja 16 %) vastaten 210 m³/ha (kuusta 99 %, koivua 1 %). Koealalle 12 jäi 2 300 kpl/ha (kuusia 91 %, koivuja 9 %) vastaten 111 m³/ha (kuusta 88 %, koivua 12 %).

Syksyllä 1942 luettiin puheena olevilta koealoilta linja-arviota käyttäen 1.3 m lyhyemmät puun alut. Koealalla 4 b niitä oli yhteensä 8 400 kpl/ha (kuusia 77 %, koivuja 22 % ja mäntyjä 1 %), koealalla 12 9 100 kpl/ha (kuusia 84 %, koivuja 15 % ja mäntyjä 1 %). Taimien määrä ja puulajisuhteet eivät siis poikenneet suuresti toisistaan eikä koealojen taimien ikäsuhteissakaan ollut mainittavia eroja. Kuusen taimet olivat yleensä vanhoja, esimerkiksi puolen metrin pituiset keskimäärin noin 25 vuotta ja metrin pituiset noin 40 vuotta vanhoja. Koivun taimet olivat vastaavan pituisina keskimäärin 7 vuotta ja 13 vuotta vanhoja.

Siihen katsoen, että suoritetusta puhdistushakkauksesta oli tutkimussyksynä kulunut vasta 4 vuotta, sekä että silloin poistettiin kummankin koealametsikön runkoluvusta noin 40 % (kuutiomääristä koealasta 4 b 15 %, koealasta 12 20 %), metsiköiden edelleen jäädessä verraten puiseviksi, on koealojen lähes 10 000 taimeen hehtaaria kohden nouseva lukumäärä kohtalaisen runsas, näin varsinkin, kun ottaa huomioon, että ojituksestakin oli kulunut vasta 4—6 vuotta. Tarkasti etsien koealoilta saattoi löytää jo muutamia hakkauksen jälkeisiäkin kuusen taimia, ja ennen pitkää tällaisten määrä tulee epäilemättä suuresti lisääntymään. Taimien kasvu tulee sen sijaan pysyttelemään näinkin puisevien metsiköiden alla heikkona.

Röisuo, Pernaja.

Pernajan pitäjässä olevalla Röisuolla on ojitettujen soiden metsien kasvua selviteltäessä mitattu muutamia koealoja (Lukkala 1937), joista nyt parilla suoritettiin taimiston tarkastuksia esillä olevaa tutkimusta varten. Nämä koealat sijaitsevat jo v. 1798 kaivetun, jatkuvasti kohtalaisen vetävässä kunnossa pidetyn valtaviemärin varrella.

Koeala 6 (0.0625 ha) on mustikkakorpikankaan kohdalla. Karhunsammalia ja rahkasammaliakin on tyyppinimeen katsoen runsaanlaisesti. Pintaan asti vahvasti (8) lahonneen turvekerroksen paksuus on 2.1 m. Metsä on aukkoista, vanhaa koivu-mänty-kuusisekametsää, tiheys 0.7—0.8. Runkoluku oli syksyllä 1935 1 100 kpl/ha, keskiläpimitta 26.5 cm, keski-ikä 113 v. Puumäärä oli 284 m^3/ha (mäntyä 37 %, kuusta 48 %, koivua 15 %) ja kasvu 4.4 m^3/ha (1.8 %).

Metsikössä on miltei kauttaaltaan ja aukkopaikoissa hyvinkin runsaasti matalia, enimmäkseen alle puolen metrin pituisia kuusen taimia. Kookkaammissa aukoissa on myös männyn ja koivun taimia. Koealalla syksyllä 1942 suoritetun linja-arvioinnin mukaan rinnankorkeutta lyhyempiä taimia oli keskimäärin 43 800 kpl hehtaarilla, niistä 23 % mäntyjä, 55 % kuusia ja 22 % koivuja. Taimet olivat verraten virkeitä, vaikkakin niiden kasvu oli hidasta. 25 cm pitkien kuusen taimien ikä oli keskimäärin 22 vuotta ja 50 cm pitkien 35 vuotta.

Koeala 7 (0.10 ha) on saman valtaojan varrella vähän ylempänä. Siinä on rahkasammalia vähemmän kuin edellisessä. Tyyppi voidaankin nimetä mustikkaturvekankaaksi. Pintaan asti vahvasti (8) lahonneen turvekerroksen paksuus on 0.7 m. Metsä on vanhaa koivu-mänty-kuusisekametsää, tiheys 0.8. Runkoluku oli syksyllä 1935 1 600 kpl/ha, keskiläpimitta 27.1 cm, keski-ikä 123 v. Puumäärä oli 370 m^3/ha (mäntyä 44 %, kuusta 40 %, koivua 16 %) ja kasvu 7.3 m^3/ha (2.2 %).

Kuusen taimia oli syksyllä 1942 hajanaisesti melkein kautta alan, rinnankorkeutta lyhyempiä keskimäärin 31 500 kpl hehtaarilla. Niiden kasvu oli heikko. Taimien ikä oli suunnilleen edellisen koealan kuusen taimien iän mukainen.

Sanotun perusteella voidaan todeta, että Röisuolla on vanhan ojituksen vaikutuksesta likimain jo metsätyypin asteelle muuttuneilla alkuperäisillä korpimailla puisevan metsikön alla varsin runsas kuusen taimisto. Koivuja ja mäntyjäkin on aukkopaikoissa. Kuusen taimet ovat tyypillisiä varjotaimia. Neulaset ja päätesilmut ovat pieniä ja pituuskasvu siksi heikkoa, että taimi saa sateenvarjomaisen muodon. Noin puolen metrin pituisiksi asti ne ovat verraten virkeitä, mutta kookkaampina ne alkavat vakavasti kitua. Mikäli metsikköä väljennettäisiin, tulisi alalla jo runsaana oleva kuusen taimisto ennen pitkää elpymään ja lisäämään kasvuaan.

Tutkimustulosten vertailevaa tarkastelua.

Puuston vaikutuksesta pohjaveden tasoon ja sateista metsissä maahan asti tulevaan vesimäärään.

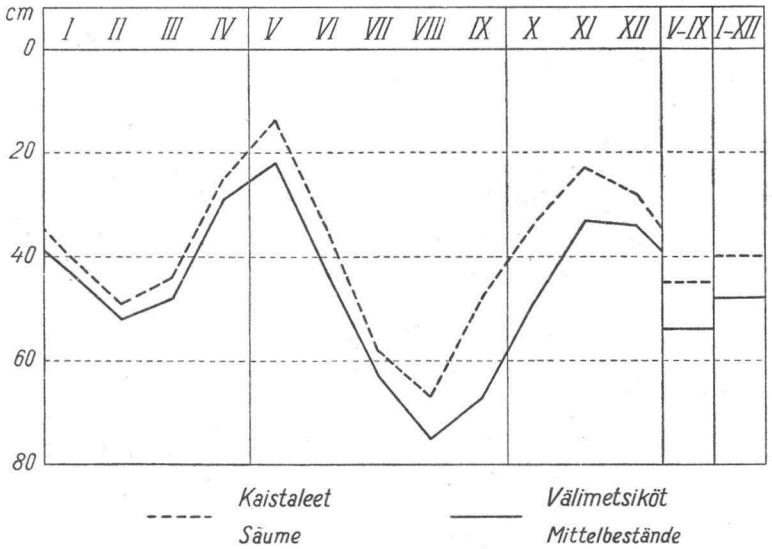
Neljässä päätutkimusalueessa vv. 1937—40 suoritettujen pohjaveden mittausten tulokset, joita edellä on valaistu lukuisin piirroksin, osoittavat, että pohjaveden taso on välittömästi riippuvainen mittausta edeltäneiden päivien sademäärästä. Sulan maan aikaiset rajut vesisateet kohottavat yhtäkkiä suuresti pohjavettä, nopeasti ohimenevät useinkin vain lyhyeksi ajaksi. Edelleen havaittiin, että pohjaveden tasossa vuoden kuluessa yleensä esiintyy kaksi minimiä ja kaksi maksimia. Pohjaveden pinta on ojitetuillakin korpimailla olletikin keväällä ja myöhäsyksyn kuukausina ollut lukuisien mittauskertojen aikana varsin lähellä maan pintaa. Toisaalta taas alimmillaan, toista metriä syvässä, pohjaveden taso on yleisimmin ollut loppukesällä sekä keskitalvella.

Hyvin selvästi pohjaveden tason vuoden aikainen aaltomainen vaihtelu näkyy taulukosta 13 sekä varsinkin sitä havainnollistavasta kuvasta 57, niissä kun poikkeuksellisista sääoloista yksityistapauksissa aiheutuneet, edellä esitetyissä piirroksissa ilmenneet, usein jyrkätkin heilahdukset ovat suurien keskiarvojen kyseessä ollen eliminoituneet.

Taulukko 13. Keskimääräinen pohjaveden taso eri tutkimusalueissa eri kuukausien aikana vv. 1937—40.

Tabelle 13. Mittlerer Grundwasserstand in den einzelnen Untersuchungsgebieten in den verschiedenen Monaten der Jahre 1937—40.

Tutkimusalue *Untersuchungsgebiet*	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	V–IX	I–XII
	Pohjaveden taso maan pintaa alempana cm *Tiefe des Grundwasserspiegels unter der Bodenoberfläche, cm*													
	Kaistale — *Saum*													
Melkankorpi	16	22	16	8	7	19	39	44	31	13	9	15	28	22
Pahkakorpi	64	82	83	55	13	31	65	86	65	50	35	36	54	56
Kovansuon korpi	48	58	53	26	19	43	71	76	48	42	25	33	52	45
Ahonkorpi	32	35	24	9	18	48	55	60	48	29	21	26	46	35
Keskim.—*Im Mittel*	40	49	44	25	14	35	58	67	48	34	23	28	45	40
	Välimetsikkö — *Zwischenbestand*													
Melkankorpi	23	29	24	19	19	29	43	51	39	22	18	23	36	30
Pahkakorpi	51	65	70	51	19	30	57	80	77	57	38	35	54	54
Kovansuon korpi	53	62	58	27	19	47	79	89	78	62	36	38	62	55
Ahonkorpi	46	50	39	18	29	66	73	80	73	54	39	41	64	52
Keskim.—*Im Mittel*	43	52	48	29	22	43	63	75	67	49	33	34	54	48



Kuva 57. Keskimääräinen pohjaveden taso eri kuukausien aikana Melkankorven, Pahkakorven, Kovansuon korven ja Ahonkorven kaistaleissa ja välimetsiköissä vv. 1937—40 suoritettujen mittausten mukaan.
Abb. 57. Mittlerer Grundwasserstand in den verschiedenen Monaten in den Säumen und Zwischenbeständen (in der Abb. »Mittelbestände») des Melkankorpi, Pahkakorpi, Kovansuon korpi und Ahonkorpi nach den Messungen der Jahre 1937—40.

Lumen sulamisesta johtuen pohjaveden pinta on korkeimmillaan keväällä, toukokuussa. Sen jälkeen se alkaa voimakkaan haihdunnan vaikutuksesta laskea ja on alimmillaan elokuussa. Kun haihdunta vähenee, mutta vesisateita yhä jatkuu, pohjavesi kohoaa saavuttaen marraskuussa vuoden toisen kohokohdan, vaikkakin keväistä alemman. Tällöin maa alkaa vähitellen jäätyä ja sateet tulevat lumena, mitkä yhdessä aikaansaavat pohjaveden asteittaisen alenemisen niin, että keskitalvella pohjaveden taso on saavuttanut toisen minimin, vaikkakaan ei yhtä voimakasta kuin kesällä.

Samasta taulukosta 13 nähdään edelleen, että eri tutkimusalueiden pohjaveden taso on toisistaan jonkin verran poikkeava. Osaksi tämä johtuu eri suurista sademääristä, osaksi erilaisista maastosuhteista, kuten turvekerroksen paksuudesta ja maan pinnan kaltevuudesta, osaksi eri alueiden eri tehokkaasta kuivatuksesta. Siten Melkankorvessa, jossa turvekerros pohjavesimittarien kohdalla on paksumpi ja kuivatus heikompi kuin muissa tutkimusalueissa, pohjavesi on pysytellyt keskimäärin tuntuvasti korkeammalla kuin muualla. Eri vuodenaikojen ja vuosien pohjaveden tasot ja saman paikan sademäärät ovat toisiinsa yleensä selvässä suhteessa. Niinpä Ahonkorvessa — mainitaksemme tässä vain yhden esimerkin — pohjaveden keskimääräinen taso oli touko—syyskuun aikana v. 1937 71 cm ja v. 1938 27 cm maan pintaa alempana. Vastaavien aikojen sademäärät olivat 45 mm ja 68 mm kuukautta kohden.

Välimetsiköissä pohjaveden pinta on Pahkakorpea lukuun ottamatta, jossa mittauskohtien eri paksuinen turvekerros vaikuttaa päinvastaiseen suuntaan, ja jossa kaistaleiden koivun taimisto on kookkaampaa kuin muiden tutkimusalueiden kaistaleissa, ollut alempana kuin kaistaleissa. Kesällä ero on vähän suurempi kuin talvella ja syksyllä ero on suurimmillaan. Voidaan todeta, että keskimääräinen pohjaveden taso on touko—syyskuun aikana ollut ojitetuilla korpimailla kaistaleissa 45 cm ja välimetsiköissä 54 cm maan pintaa alempana. Koko vuoden huomioon ottaen vastaavat luvut ovat 40 ja 48 cm. Puuston vaikutus tuntuu siis selvänä, vaikkakaan ei jyrkkänä. Mainittakoon, että Thurmann—Moen (1941) Norjassa suorittamien tutkimuksien mukaan metsän vaikutus pohjaveden tasoon on tuntuvasti suurempi, sekä että Ototzkijn (1898, 1899, 1900) mukaan tammimetsiköt alentavat Etelä-Venäjän aroilla pohjaveden tasoa 6 à 10 metriä ja ylikin viereisiin puuttomiin aloihin verraten.

Puuston pohjaveden tasoa alentava vaikutus on seurauksena toisaalta siitä, että metsissä puuston laadusta riippuen eri suuruinen osa sateista ei saavuta maan pintaa, vaan haihtuu puiden latvuksista takaisin ilmaan, sekä toisaalta siitä, että puut elintoimintansa yhteydessä haihduttavat maasta huomattavia vesimääriä. Kun tässä tapauksessa kaistaleissa oli yleisesti jo kasvuisa koivuvaltainen taimisto, jonka vettä haihduttava vaikutus viereisiin kuusikkoihin verraten ei ole niinkään vähäinen, kun kaistaleet olivat lisäksi suhteellisen kapeita ja maan pinta yleisesti vietto, käyvät kaistaleiden ja niiden viereisten välimetsiköiden pohjaveden tason näin vähäiset erot ymmärrettäviksi. Mainitunlaisten näkökohtien valossa ovat myös eri tutkimusalueiden kyseisessä suhteessa toisistaan jonkin verran poikkeavat pohjavesisuhteet helposti selitettävissä. Voidaan pitää ilmeisenä, että kaistaleiden ja välimetsiköiden pohjaveden tason erot osoittautuisivat nyt todettuja suuremmiksi, jos kaistaleet ja välimetsiköt olisivat leveämpiä, jos kaistaleet olisivat aivan puuttomia ja jos maasto olisi kutakuinkin tasaista, sekä edellyttäen lisäksi, ettei ojituksen vaikutus olisi epätasainen.

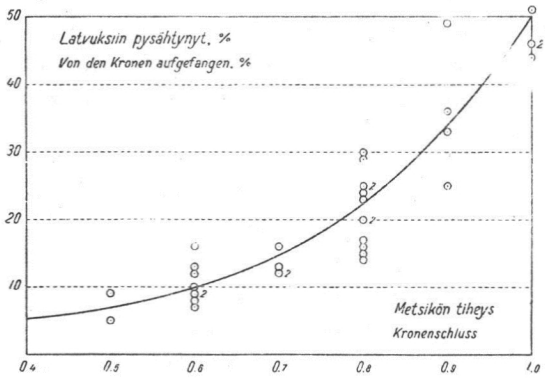
Taulukko 14 esittää yhdistelmän eri tutkimusalueissa vuosien 1937—40 kesäkausien aikana suoritettujen sateen mittausten tuloksista. Kaistaleissa, taimiston latvustason yläpuolella, siis avoimella kentällä, sekä viereisissä eri tiheissä välimetsiköissä suoritetut mittaukset ovat antaneet valaistusta kysymykseen, suuriko osa sadevesistä pysähtyy puiden latvuksiin. Nämä erät vaihtelevat sateen määrästä, kestävyydestä ja tulosuunnasta sekä ennen kaikkea metsikön tiheydestä riippuen hyvin suuresti. Siten Pahkakorven tiheähköissä välimetsiköissä on pysähtynyt puiden latvuksiin sateista 36 %, Kovansuon korven paljon harvemmissa välimetsiköissä vain 12 %. Kaikki neljä tutkimusaluetta huomioon ottaen on puiden latvuksiin pysähtynyt keskimäärin 22 %, joten voitaneen todeta,

Taulukko 14. Touko—syyskuun aikainen kuukausittainen sademäärä (kaistale, mm) sekä välimetsiköissä puiden latvuksiin pysähtynyt osuus siitä eri tutkimusalueissa vuosien 1937—40 aikana.

Tabelle 14. Die monatliche Niederschlagsmenge (Saum, mm) Mai—September sowie der von den Baumkronen der Zwischenbestände aufgefangene Teil derselben in den verschiedenen Untersuchungsgebieten in den Jahren 1937—40.

Tutkimusalue *Untersuchungsgebiet*	1937	1938	1939	1940	Keskim. *Im Mittel*	1937—40 (38)						
	Kaistale, mm *Saum, mm*					Välimetsikkö, tiheys *Zwischenbestand, Dichte*						
						0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	Keskim. *Im Mittel*
						Latvuksiin pysähtynyt, % *Von den Kronen aufgefangen, %*						
Melkankorpi	80	57	—	—	—	7	12	—	—	—	—	10
Pahkakorpi	67	62	70	48	61	—	—	—	25	—	47	36
Kovansuon korpi	60	58	48	42	52	—	10	13	—	—	—	12
Ahonkorpi	45	68	38	56	52	—	—	—	23	36	—	25
Keskim.—*Im Mittel*	63	61	52	49	55	7	11	13	24	36	47	22

että Suomen eteläpuoliskossa likimain viides- tai neljäsosa touko—syyskuun aikaisten sateiden määrästä pysähtyy vanhoissa korpikuusikoissa puiden latvuksiin ja haihtuu niistä takaisin ilmaan. Vertauksen vuoksi mainittakoon, että Ebermayerin (1900) mukaan Saksan tiheissä havumetsissä $^1/_3$ sademäärästä ei saavuta maata, vaan pysähtyy puihin ja haihtuu niiden latvuksista. Sikäläisissä nuorehkoissa kuusimetsissä pysähtyy (Bühler 1918) puiden latvuksiin vuoden sademäärästä keskimäärin 31 %, talvella suhteellisesti enemmän kuin kesällä. Ruotsin keski-ikäisissä kuusikoissa pysähtyy (Amilon 1923) vuoden sademäärästä puiden latvuksiin keskimäärin 21 %.



Kuva 58. Puiden latvuksiin eri tiheissä välimetsiköissä pysähtynyt osuus touko—syyskuun aikaisista sateista vv. 1937—40 suoritettujen mittausten mukaan.
Abb. 58. Der in verschieden dichten Zwischenbeständen von den Baumkronen aufgefangene Teil der Mai—September gefallenen Niederschläge nach den Messungen der Jahre 1937—40.

Kuva 58 osoittaa havainnollisesti, mikä vaikutus metsikön tiheydellä on sateista puiden latvuksiin pysähtyvän veden määrään (vrt. Lukkala 1942). Kesäsateista tarttuu, kuten näkyy, puiden latvuksiin ylitiheissä (1.0) kuusikoissa ja kuusisekametsissä noin puolet, tiheissä (0.9) 30—40 % ja kohtalaisen tiheissä (0.8) 20—25 %, har-

vemmissa asteittain vähemmän. Metsikön tiheyssuhteet, joista edellä on esitetty muutamia asiaa valaisevia puustokarttoja (kuvat 6, 18, 32 ja 40), on osoitettu tavanomaisella 10-asteikolla.

1.0 = Ylitiheä. Oksien päät tunkeutuvat toistensa väliin.
0.9 = Tiheä.
0.8 = Kohtalaisen tiheä. Sulkeutuneisuus tyydyttävä. Oksat siksi lähellä toisiaan, ettei (normaalilatvuksisia) lisäpuita sopisi.
0.7 = Harvanpuoleinen. Sulkeutuneisuus epätyydyttävä. Yksityisiä lisäpuita sopisi.
0.6 = Harva. Pari (kolmekin) puuta sopisi naapureina olevien puiden väliin.
0.4—0.5 = Hyvin harva, vieläpä aukkoinen.
0.2—0.3 = Aivan repaleinen metsikkö.
0.1 = Miltei aukeata.

Suoritetut lumipeitteen paksuuden mittaukset osoittivat, että lumipeite oli, sen paksuimmillaan ollessa, välimetsiköissä tuntuvasti (15—25 %) ohuempi kuin kaistaleissa. Yleensähän (Korhonen 1915, Heikinheimo 1920) lumipeite on aukealla ohuempi kuin metsässä, mutta, kuten Heikinheimo huomauttaa, metsän aukoissa ja tiheässä metsässä suhde voi olla aivan päinvastainenkin. Multamäen (1939) mittaukset toteavat numeroin viimeksi mainitun.

Metsän vaikutuksesta ilman ja maan lämpötiloihin.

Rinnan kaistaleissa ja viereisissä välimetsiköissä vv. 1937—40 suoritettujen mittausten perusteella saatiin tietoja siitä, mikä vaikutus puustolla on ilman ja maan lämpötiloihin. Ilman lämpötilaa mitattiin 1.5 m korkealla maan pinnasta ylöspäin, maan lämpötilaa 0.3 m syvässä maan pinnasta alaspäin. Näiden mittausten tuloksia on edellä valaistu muutamin piirroksin (vrt. kuvia 7, 19, 20 ja 41).

Mittauksissa saatua numeroaineistoa tarkastaessa huomio kiintyy ensiksikin siihen, että ilman lämpötilan ylinarvot ovat kaistaleissa 3—5 C° korkeammat kuin viereisissä välimetsiköissä. Melkankorven kaistaleissa kasvukauden aikaiset ilman lämpötilan niin hyvin keskimääräiset (28.6—29.6 C°) kuin absoluuttiset (34.4—35.6 C°) ylinarvot osoittautuvat muiden tutkimusalueiden ja myös Ahonkorven vastaavia ylinarvoja (24.0—25.0 C° ja 27.4—28.2 C°) korkeammiksi, vaikka viimeksi mainitussa, joka sijaitseekin etelämpänä, vuoden ja kesän keskilämpötilat (vrt. s. 10) ovat Melkankorven mainittuja keskilämpötiloja korkeammat. Kummassakin näissä tutkimusalueessa kaistaleiden suunta on luode—kaakko, mutta Melkankorvessa maan pinta on melkoisesti etelään vietto, Ahonkorvessa suurin piirtein tasainen. Pahkakorven ja Kovansuon korven ilman lämpötilan ylinarvojen vertailu taas osoittaa, että jälkimmäinen, vaikka se sijaitsee edellistä vähän pohjoisempana, on edellistä kyseisessä suhteessa

2—3 C° lämpöisempi. Pahkakorven kaistaleiden suunta on eteläinen—pohjoinen, Kovansuon korven lounainen—koillinen. Kumpaisenkin tutkimusalueen kohdalla maa on etelään vietto, mutta Kovansuon korvessa, joka sitä paitsi on ohutturpeisempi, paljon jyrkemmin kuin Pahkakorvessa.

Ilman lämpötilan alinarvojen suhteen voidaan panna merkille, että eteläisimmät alueet, Ahonkorpi ja Melkankorpi, osoittautuvat sekä keskimäärin että absoluuttisesti pohjoisempia tutkimusalueita hieman viileämmiksi, joten hallatkin ovat mainituissa eteläisemmissä tutkimusalueissa ja nimenomaan Ahonkorvessa muodostuneet ankarammiksi kuin pohjoisemmissa. Viimeksi mainituista taas Pahkakorpi osoittautuu kylmemmäksi kuin sitä vähän pohjoisempana oleva Kovansuon korpi. Syyt lienevät ainakin osaksi samat kuin edellä ylinarvoista puhuttaessa mainitut.

Välimetsiköissä ilman lämpötilojen vuorokautiset vaihtelut ovat pienemmät, so. ylinarvot ovat alemmat ja alinarvot korkeammat kuin kaistaleissa. Tämä välimetsiköiden vaikutus vaihtelee lähinnä metsikön tiheysasteesta riippuen. Huomion arvoisinta on, että ilman lämpötilan alinarvot ovat touko—syyskuun aikana kaistaleissa olleet 2—4 C° alemmat kuin välimetsiköissä, so. kookkaissa kuusikoissa, joiden tiheys on vähintään 0.6. Kevätkesästä, jolloin kuusen taimet ovat hallaa vastaan juuri arimmillaan, erot ovat yleensä olleet suuremmat pieneten syyskesää kohden. Saman suuntaisia tuloksia puuston vaikutuksesta ilman alempien kerrosten lämpötiloihin on eri tahoilla esitetty hyvinkin paljon (vrt. Multamäki 1942).

Maan lämpötilasuhteet riippuvat niin monista eri tekijöistä, että niitä koskevat numerot vaihtelevat eri tutkimusalueissa ja eri vuosina näennäisesti melkein ilman järjestystä. Mm. edellisen talvinen maan routaantuneisuus ja sen sulamisen ajankohta, mikä ratkaisevasti riippuu kevään ja kevätkesän sateiden määrästä, vaikuttavat — kuten myös kesän sateisuus — maan kesäkautiseen lämpötilaan. Hyvin merkityksellinen on myös maan pintaosan kokoonpano sekä maan pinnan kaltevuuden määrä ja suunta. Niinpä pohjoisimmassa tutkimusalueessa, Kovansuon korvessa, jossa turvekerroksen paksuus on vain 10—15 cm ja maa suuresti etelään vietto, maa — tässä tapauksessa ohuen turvekerroksen alainen hiekka, muiden tutkimusalueiden mittauskohdissa turve — osoittautui lämpöisimmäksi. Siellä myös vuoden 1937 toukokuun runsaista sateista ja kesäkauden edullisista lämpötilasuhteista johtuen maa on ollut mainittuna vuonna lämpöisin, vaikka edellisenä talvena maa routaantuikin paljon vahvemmin kuin seuraavana ja yleensä muina tutkimusvuosina.

Ilman ja maan lämpötilan kulun suhteen voidaan panna merkille, että turvemaa lämpiää ja toisaalta myös viilenee hitaammin kuin ilma. Keväällä maa lämpiää kaistaleen kohdalla vähän aikaisemmin ja pysyttelee

koko kasvukauden ajan lämpöisempänä kuin välimetsikön kohdalla. Voidaan todeta, että kaistaleissa maanlämpötila ontouko—syyskuun aikana ollut 1—2.5 C° korkeampi kuin viereisissä välimetsiköissä. Syksyllä tämä ero on ollut hyvin pieni tai suhde on muuttunut miltei päinvastaiseksi. Siten kaistaleiden ja välimetsiköiden maan lämpötilojen välinen ero tuntuu syksyllä muodostuvan korpimailla pienemmäksi kuin aukealla ja metsässä kivennäismaalla (vrt. Homén 1896). Touko—syyskuun aikainen maan keskimääräinen lämpötila on eri tutkimusalueiden ohutturpeisten korpien kohdalla ollut kaistaleissa 30 cm syvässä maan pinnan alapuolella 8—9, välimetsiköissä 6.5—7.5 C°:n vaiheilla. Kaistaleissa maan lämpötila kohoaa yleensä korkeimmilleen, eräinä vuosina yli 12 asteen, heinä- ja elokuun vaihteessa, välimetsiköissäkin eräinä vuosina yli 11 asteen, mutta vasta elokuun puolivälin tienoissa.

Kun routakerros, kuten kohta tulee puheeksi, on eteläisimmissä tutkimusalueissa, Melkankorvessa ja varsinkin Ahonkorvessa, ollut huomattavasti ohuempi ja sulanut aikaisemmin kuin pohjoisemmissa, on ensin mainitussa myös maa vastaavasti lämminnyt ja kasvukausi päässyt alkamaan aikaisemmin. Koko kesäkauden aikaiset maan keskilämpötilat ovat siitä huolimatta poikenneet toisistaan eri tutkimusalueissa verraten vähän.

Talvien 1937—40 aikana eri tutkimusalueissa ohutturpeisten korpien kohdalla suoritettujen routamittausten tuloksista (vrt. kuvia 7, 19, 20 ja 41) mainittakoon mm., että pohjoisimmissa tutkimusalueissa, Pahkakorvessa ja Kovansuon korvessa, routaantunut maakerros on säännöllisesti ollut paksuin. Niinpä se oli niissä talvella 1937/38 40—45 cm, Melkankorvessa 10—25 cm, Ahonkorvessa 12—15 cm. Talvella 1938/39 oli routaa Pahkakorvessa 7—10 cm, Melkankorvessa ja Ahonkorvessa ei juuri lainkaan. Talvella 1939/40 oli routaa Pahkakorvessa 30—35 cm, Ahonkorvessa 5—7 cm ja talvella 1940/41 Pahkakorvessa 20—25 cm, Ahonkorvessa vain nimeksi. Kovimpana routatalvena 1937/38 routa suli pohjoisimmissakin tutkimusalueissa toukokuun puoliväliin mennessä, keväällä 1939, vaikka routaa oli talvella vähemmän, vasta toukokuun viimeisinä päivinä. Eteläisissä tutkimusalueissa routa suli 2—3 viikkoa aikaisemmin. Roudan paksuus on kaistaleissa ollut joitakin — oikeina routatalvina useitakin — senttejä ohuempi kuin välimetsiköissä, näin siksi, että kaistaleisiin lumipeite ilmestyy aikaisemmin kuin välimetsikköihin ja pysyy viimeksi mainituissa koko talvikauden ohuempana kuin edellisissä. Välimetsiköiden ja kaistaleiden jonkin verran eri paksuisista lumi- ja routakerroksista huolimatta ei niiden sulamisen ajankohdassa keväisin näytä olevan selvää eroa. Sateet pääsevät nimittäin vapaammin sulattamaan lumen ja roudan kaistaleista kuin välimetsiköistä. Myös auringon säteillä, jotka välimetsiköissä vain poikkeustapauksissa saavuttavat maan pinnan, on kyseisissä suhteissa merkityksensä.

Siementymis- ja taimettumiskokeita.

Neljässä päätutkimusalueessa selviteltiin puista varisevien siementen määriä syksyjen 1936 ja 1940 välisenä aikana. Siemenlaatikoita oli, kuten edellä on selostettu, paitsi välimetsiköissä, erikseen kaistaleiden keskuksissa sekä niiden reunaosissa, 5 m:n päässä reunametsästä.

Sen perusteella, että mäntyä oli välimetsiköissä hyvin vähän, on männyn siementen perin niukka sato käsitettävissä. Kuusen täysinäisiä siemeniä sekä koivun »siemeniä» varisi vuotta kohden keskimäärin seuraavasti:

	Kuusi		Koivu	
Kaistaleen keskus ..	0.9 kpl/m²	0.04 kg/ha	32 kpl/m²	0.06 kg/ha
» reuna	4.0 »	0.16 »	123 »	0.25 »
Välimetsikkö	9.5 »	0.37 »	276 »	0.55 »

Kuusen siemeniä on varissut männyn siemeniin verraten moninkertainen määrä, mutta niitäkin niukanlaisesti. Vuotta 1940 lukuun ottamatta kyseiset vuodet olivat heikkoja männyn siemenvuosia eikä kuusellekaan sattunut yhtään hyvää siemenvuotta (Sarvas 1944). Syksyllä 1937 kuusissa oli käpyjä verraten runsaasti, mutta erilaisten käpytuhojen johdosta (Kangas 1940) siementen kehitys jäi silloinkin heikoksi. Kaikkina tutkimusvuosina kuusen siemeniä tosin varisi, v. 1939 kuitenkin hyvin vähän. Koivun siemeniä, vaikka koivuja oli reunametsissä niukasti kuten mäntyjäkin, on varissut sekä kaistaleiden että välimetsikköjen kohdalla kiloissakin laskien kuusta enemmän. Sekä kuusen että koivun siemeniä on varissut välimetsiköissä lähes 10-kertaisesti keskikaistaleisiin ja yli 2-kertaisesti kaistaleiden reunaosiin tulleisiin verraten. Heikinheimon (1932) mukaan kuusen siementen luku on siementävien puiden juurella noin neljä kertaa suurempi kuin 25 m:n päässä ja siinä taas noin kaksinkertainen 50 m:n päähän kulkeutuvien siementen lukuun verraten.

Yleensä tutkittiin myös laatikkoihin varisseiden männyn ja kuusen siementen paino. Männyn täysinäisten siementen paino vaihteli 3.4—4.7 g:n, kuusen 3.2—4.5 g:n välillä 1 000 kpl kohden. Edellä mainitut kilomäärät on laskettu kuusen siemenille 3.9 g:n, koivun siemenille 0.2 g:n keskipainon mukaan 1 000 kpl kohden. Välimetsikköön, kaistaleen keskukseen ja reunaosiin varisseiden siementen painojen välillä ei voitu osoittaa määrättyä suuntaa. Kuusen tyhjien siementen, joita oli 10—30 %, luku sen sijaan näytti lisääntyvän reunametsästä kaistaleen keskusta kohden.

Vähänkään huomattavammista siemeneristä suoritettiin myös idätyskoe. Tutkittujen täysinäisten kuusen siementen itävyys vaihteli eri vuosina, useimmiten se oli 50—70 %:n tienoissa. Koivun siementen itävyys vaihteli niin ikään suuresti, jopa 20—90 %:n välillä.

Siemenlaatikkoihin kerääntyneet karikkeet käsittivät etupäässä kuusen neulasia ja koivun lehtiä ja niitä on varissut pääasiallisesti syksyn ja syystalven aikana. Ilmakuivina punnittuina karikkeita on kerääntynyt keski-

määrin vuotta kohden laskien kaistaleiden keskuksissa 92 kg/ha, 5 m:n päässä reunametsästä 134 kg/ha ja välimetsiköissä 445 kg/ha. Ero kaistaleisiin ja välimetsikköihin varisseiden karikemäärien välillä olisi epäilemättä vielä suurempi, ellei kaistaleissa jo olisi ollut koivun taimistoja. Eri tutkimusalueissa varissut karikemäärä vaihtelee huomattavasti ja on sitä suurempi, kuta puisevampi metsikkö on. Karikemäärä lisääntyy myös samassa järjestyksessä kuin välimetsiköiden koivujen runkoluku.

Syksyllä 1936 siemenlaatikoita asetettaessa poistettiin neljässä eri tutkimusalueessa kunkin siemenlaatikon vierestä pintaturve tasan laatikon suuruiselta alalta luonnonsiemennystä odottamaan. Vuoden kuluttua suoritetuissa tarkastuksissa todettiin, ettei männyn taimia ollut noussut yhteenkään laikkuun. Eräissä laikuissa oli yksi tai useampiakin kuusen taimia sekä miltei kaikissa joukko koivun taimia. Viimeksi mainittuja oli keskikaistaleissa 5—50 kappaletta, kaistaleen reunaosissa 50—100 kappaletta sekä välimetsiköiden kohdalla 25—150 kappaletta laikkua kohden. 3—5 vuotta myöhemmin suoritetuissa tarkastuksissa havaittiin, että taimien määrässä oli tapahtunut suuria muutoksia. Tällöin oli eräisiin laikkuihin jo ilmestynyt yksityisiä männynkin taimia. Kuusen taimia oli yleensä tullut vähän lisää, mutta toisaalta niitä oli myös kuollut. Koivun taimet olivat miltei kauttaaltaan ja erityisesti välimetsiköiden kohdalla kärsineet suurta tuhoa. Vuoden 1937 syksynä 1-vuotisten koivun taimien määrästä oli 3—5 vuotta myöhemmin jäljellä kaistaleiden kohdalla puolet tai kolmasosa ja välimetsiköiden kohdalla vain $^1/_5$ à $^1/_8$.

Melkankorvessa ja Ahonkorvessa merkittiin keväällä 1937 ja muissa tutkimusalueissa saman vuoden elokuussa kunkin edellä tarkastellun luonnonsiemennyslaikun viereen tasan neliömetrin suuruiset alat, joihin kuhunkin samalla kylvettiin 2 g eli noin 500 kpl itävyydeltään kohtalaisen hyviä kuusen siemeniä. Nämä neliöt olivat yleensä *Polytrichum commune*- tai *Sphagnum Girgensohnii*- tai näiden yhdessä muodostamien kasvustojen kohdalla. Syksyllä 1937 suoritetun tarkastuksen mukaan Melkankorven mainitunlaisissa yhteensä 8 neliössä oli kaikkiaan 36 kuusen tainta. 5 vuotta myöhemmin samoista neliöistä löydettiin yhteensä vain 9 kuusen tainta. Kolmessa muussa tutkimusalueessa taimien määrä oli paljastettua neliötä kohden vielä pienempi. Kuusen hajakylvöstä saatiin siis — oli se sitten suoritettu keväällä tai elokuussa — yhtä hyvin kaistaleiden kuin välimetsiköiden kohdalla odottamattoman huono tulos. Karhunsammalikko osoittautui yleensä huonommaksi taimettumisalustaksi kuin *Sphagnum Girgensohnii*-sammalikko.

Samalla kuin keväällä sekä elokuussa 1937 järjestettiin mainitunlaiset vähäiset hajakylvökokeet, paljastettiin kunkin hajakylvöneliön läheisyyteen muutamista 25 × 25 cm:n, eräissä tapauksissa 50 × 50 cm:n neliöistä pintaturve ja näin syntyneisiin ruutuihin kylvettiin 20 kpl kuusen siemeniä

kuhunkin. Myöhemmin samana kesänä toimitetuissa tarkastuksissa havaittiin, että keväällä suoritetuista kylvöistä nousi taimia verraten runsaasti; eräissä tapauksissa taimiluku ylitti puolet kylvettyjen siementen luvusta. Jo seuraavaan kevätkesään mennessä taimista osa tuhoutui ja seuraavina vuosina taimien kuolemista jatkui. 5 vuotta kylvön jälkeen suoritetuissa tarkastuksissa todettiin, että taimiluku oli huvennut useassa tapauksessa kymmenesosaan alkuperäisestä määrästään. Taimia nousi aluksi runsaammin välimetsiköiden kuin kaistaleiden ruutuihin, mutta myös taimien hukka muodostui välimetsiköissä suuremmaksi, niin että kaistaleiden ja välimetsiköiden ruutujen taimilukujen välillä ei ollut myöhemmin mainittavaa eroa. Elokuussa kylvettyihin ruutuihin nousi kohta aluksikin taimia vain hyvin niukasti ja kun niistäkin iso osa myöhemmin tuhoutui, muodostui tulos erikoisesti niiden osalta erinomaisen huonoksi.

Yleensä kaikkiin ruutuihin, eräisiin runsaastikin, ilmestyi luonnonkylväminä koivun taimia, mutta näistäkin jo ensimmäisinä vuosina suuri osa tuhoutui. Kuten edellä selostettuihin luonnonsiemennystä varten paljastettuihin laikkuihin oli näihin ruutukylvölaikkuihinkin 5 vuoden kuluessa pesiytynyt tuuhea karhunsammal-rahkasammalpeite.

Nämä kokeet, vaikka ne eivät olekaan määrältään runsaita, viittaavat vaikeuksiin, joita ojitettujen korpienkin taimettumisella on voitettavana. Kasvipeite, erityisesti vankka karhunsammalikko, on vastuksena luonnonsiemennykselle samoin kuin hajakylvölle, jossa siementen hukka on suuri. Mikäli taas maan pintaa aukaistaan joko luonnonsiemennystä varten tai ruutukylvön yhteydessä, taimia kylläkin aluksi runsaasti nousee, mutta erityisestikin lehtikarikkeen ja routimisen (vrt. M u l t a m ä k i 1939) takia niitä lähivuosina myös suurin määrin tuhoutuu.

Näin ollen ei voida olla ihmettelemättä, että korvet, kuten tässä esitetynkin tutkimuksen tulokset osoittavat, sittenkin metsittyvät luontaisesti suhteellisen hyvin. Vuosien mittaan jatkuva kuusen siemennys sekä koivun miltei vuosittainen runsas siemensato ja voimakas vesojen muodostuminen johtavat, vaikka siemeniä ja taimien alkuja paljon tuhoutuukin, väkistenkin taimistoon, kuusen osalta etupäässä jo vanhan metsikön alla, koivun osalta niin kohta kuin ala riittävästi paljastuu puustosta. Kosteussuhteet, jotka yleensä ovat kivennäismaiden taimettumisen pahimpana vastuksena, ovat korvessa, ol etikin ojitetussa, taimettumiselle suotuisat, paljon suotuisammat kuin kangasmaalla.

Paljaaksihakkauksen aiheuttamista muutoksista aluskasvillisuuteen ja turvesuhteisiin.

Julkaisematta tutkimuksen yhteydessä laadittuja kasviluetteloita tai edes niiden yhdistelmiä selostetaan seuraavassa niiden perusteella tehtyjä huomioita.

»Varvustossa» 7—12 vuotta sitten suoritetun paljaaksihakkauksen vaikutus tuntuu siten, että vadelmaa, *Rubus idaeus*, jota välimetsiköissä on tavattu vain poikkeustapauksissa, on jonkin verran ilmestynyt kaistaleisiin ja likimain yhtä hyvin kangas- kuin korpimaille. Mustikkatyypin kangasta ja varsinaista korpea lihavammille kasvupaikoille vadelmaa on saattanut nousta runsaastikin. Puolukan lisääntymistä mustikan vastaavasti vähentyessä on tapahtunut odottamattoman vähän.

Huomattavampaa on erilaisten heinien hakkausaloille ilmestyminen tai niiden tuntuva voimistuminen. Hentoa ahdelauhaa, *Deschampsia flexuosa*, on jonkin verran välimetsiköissäkin, mutta kaistaleissa, erityisestikin kankailla, se on lisääntynyt ja suuresti tuuhistunut. Myös nurmilauhaa, *Deschampsia caespitosa*, on ilmestynyt, mutta edellistä vähemmän. Merkittävää on kastikan, *Calamagrostis purpurea*, sekä röllilajien, *Agrostis canina* ja *Agrostis tenuis*, kaistaleisiin tulo. Niittynurmikkaakin, *Poa pratensis*, on vähän ilmestynyt. Sarakasveista näyttää pallosara, *Carex globularis*, viihtyvän hakkausaloilla entistä paremmin. Useinkin huomattavinta on ruohojen ryhmään kuuluvan maitohorsman, *Chamaenerium angustifolium*, valtaan pääsy. Myös kevätpiippo, *Luzula pilosa*, on eräissä tapauksissa ilmaantunut hakkausaloille. Useimpien mainituista kasvilajeista on jo aikaisempienkin tutkimuksien (Enroth 1915, Hertz 1932, Multamäki 1942, ym.) mukaan todettu ilmestyvän paljaaksihakatuille metsämaille.

Kaikille mainituille valoa suosiville kasvilajeille on ominaista, että niitä tulee herkemmin ja runsaammin paljaaksihakatuille kankaille, kangaskorpi'n vähemmän ja vieläkin vähemmän varsina'siin korpiin. Vatukko on tosin eräissä tapauksissa aiheuttanut korpimaillakin taimistoon vähäistä aukkoisuutta, mutta kuitenkin voidaan yleistää, että »rikkaruohottumista», joka vaikeuttaisi paljaaksihakkausalojen taimettumista, ei varsinaisten korpien eikä juuri kangaskorpienkaan kohdalla tarvitse pelätä, mutta kankailla, jo mustikkatyypissä, paremmista puhumattakaan, edellä luetellut kasvilajit ja etenkin heinät ovat tuntuvasti vaikeuttaneet uudelleen metsittymistä. Näin tapahtuu varsinkin, jos alaa laidunnetaan, jolloin maan pinnalle ilmestyy ennen pitkää nurmikko. Myös lehtokorpien sekä ruoho- ja heinäkorpien aluskasvillisuus käy paljaaksihakkauksen jälkeen siksi runsaaksi, että alan metsittyminen vaikeutuu.

Varsinaisten suosammalien, *Polytrichum*- ja *Sphagnum*-lajien, runsauteen tai edes rehevyyteen hakkauksella ei todettu olleen selvää määräsuuntaista vaikutusta. Kumpikin viihtyy hyvin sekä kaistaleissa että viereisissä välimetsiköissä. Erityisesti kaistaleiden korpialojen aukkokohdissa karhunsammalikko on hyvin tuuheata ja se osaltaan on jonkin verran aukkoisuutta aiheuttanutkin.

Tutkimusalueet olivat yleensä ojitettuja, mutta kun ojitukset olivat nuoria, vain harvoissa tapauksissa edes 10 vuotta vanhoja, ei ojien vaikutus vielä mainittavasti tuntunut aluskasvillisuuden kokoonpanossa. Hakkauksen jälkeinen aluskasvillisuuden rehevöityminen sekä erityisesti sellaisten tunnettujen nitrofiilien kasvien kuin vadelman ja maitohorsman alalle ilmestyminen osoittanevat hakkauksen lisänneen maassa tapahtuvaa orgaanisen typen mineralisoitumista. Tämä on sopusoinnussa Hesselmanin (1917), Aaltosen (1938) ym. kovilta metsämailta esittämien tutkimustuloksien kanssa. Useassa tapauksessa saatettiin paljaaksihakatuilla aloilla todeta pintaturpeen lahoamisen vilkastuneen tai korpien pinnassa olleen, heikosti lahonneen turvekerroksen joka tapauksessa käyneen ohuemmaksi. Kolmen tutkimusalueen kaistaleiden ja välimetsiköiden kohdalta otettiin turvenäytteitä happamuusasteen määritystä varten. 5—10 cm syvästä otettujen turvenäytteiden pH-luku vaihteli 3.58—4.00 välillä ja 20—25 cm syvästä otettujen näytteiden 3.99—4.11 välillä. Kyseiset korvet olivat siis huomattavan happamia. Paljaaksihakkaus ei ollut aiheuttanut happamuusasteeseen määräsuuntaisia muutoksia. Näitä happamuusmäärityksiä tehtiin verraten vähän, joten ne ehkä sen vuoksi eivät ole yhdensuuntaisia Multamäen (1942) esittämien tuloksien kanssa, jotka osoittivat paljaaksihakkauksen lieventäneen korpien pintaturpeen happamuutta. Aaltosen (1925) mukaan tosin kovilla mailla pH-luku on hakkauksista riippumaton.

Kaistaleiden metsittyminen.

Neljässä päätutkimusalueessa selviteltiin paljaaksihakattujen kaistaleiden luontaista taimettumista. Viidennessä, Kesonkorvessa, hakkausala poikkesi kaistaleesta eräin osin suuremman leveytensä sekä epäsäännöllisen muotonsa puolesta. Seuraavassa yleiskatsauksessa, jossa käsitellään kaikissa päätutkimusalueissa saatuja tuloksia samassa yhteydessä, joudutaan Kesonkorven paljaaksihakkausalaakin käytännöllisistä syistä olletikin taulukoissa nimittämään kaistaleeksi sekä sen reunametsää välimetsiköksi.

Taulukosta 15 näkyy taimien määrä syksyllä 1937 eri tutkimusalueiden kaistaleissa ja välimetsiköissä erilaisten kasvillisuustyyppien kohdalla sekä niiden jakaantuminen eri puulajien kesken. Taulukkoon eivät sisälly pihlaja, haapa ja harmaaleppä. Kahta viimeksi mainittua oli hyvin niukasti, kumpaakaan erikseen ei edes 1 % koko taimiluvusta. Pihlajaa oli runsaammin, nimittäin kaistaleissa 4 % ja välimetsiköissä 5 % taimien koko määrästä. Niitä oli kangaskorpien ja varsinaisten korpien kohdalla koko taimilukuun verraten likimain yhtä paljon, kankailla huomattavasti vähemmän.

Taimia oli eniten (38 700 kpl/ha) Pahkakorven 1927/28 hakatuissa kaistaleissa sekä lähes yhtä paljon Melkankorven 1925/26 hakatuissa kaistaleissa.

Taulukko 15. Taimien lukumäärä ja puulajisuhteet eri tutkimusalueiden kaistaleissa ja välimetsiköissä syksyllä 1937.

Tabelle 15. Anzahl und Holzartenverhältnisse der Pflanzen in den Säumen und Zwischenbeständen der verschiedenen Untersuchungsgebiete im Herbst 1937.

Tutkimusalue *Untersuchungsgebiet*	Kangas *Heide*	Kangaskorpi *Gemeiner Bruchwald*	Varsinaiskorpi *Normaler Bruchwald*	Korpiräme *Bruchmoorartiges Reisermoor*	Yhteensä — *Insgesamt*			
					Mänty *Kiefer*	Kuusi *Fichte*	Koivu *Birke*	Kpl/ha *St./ha*
	Kpl/ha — *St./ha*				%			
Kaistale — *Saum*								
Melkankorpi	8 900	14 800	41 200	26 300	5	23	72	35 700
Pahkakorpi	25 700	32 400	47 700	—	—	15	85	38 700
Kovansuon korpi	—	21 300	66 200	12 600	—	10	90	31 800
Ahonkorpi	9 100	22 200	16 600	—	5	24	71	16 000
Kesonkorpi	9 800	13 800	13 500	—	1	24	75	13 400
Keskim.—*Im Mittel*	14 200	21 600	26 400	23 700	2	19	79	24 100
Välimetsikkö — *Zwischenbestand*								
Melkankorpi	11 800	8 400	16 900	13 200	7	57	36	13 500
Pahkakorpi	6 300	9 600	25 900	—	—	39	61	14 000
Kovansuon korpi	3 400	7 000	18 900	7 500	1	29	70	11 600
Ahonkorpi	4 600	5 600	5 700	—	2	46	52	5 500
Kesonkorpi	7 300	10 000	7 400	—	1	57	42	8 800
Keskim.—*Im Mittel*	7 200	8 300	14 600	12 300	3	46	51	10 800

Jonkin verran vähemmän taimia oli Kovansuon korven 1930/31 hakatuissa kaistaleissa. Edellisiin verraten vähän (16 000 kpl/ha) taimia oli Ahonkorven 1929/30 hakatuissa kaistaleissa sekä vielä vähemmän (13 400 kpl/ha) Kesonkorven saman vuoden paljaaksihakkausalalla. Ahonkorven vähäinen taimimäärä aiheutuu osaksi myöhemmin suoritetusta hakkauksesta sekä etupäässä alalla jatkuneesta laiduntamisesta. Kesonkorven heikonlainen taimettuminen johtuu osaksi samoista syistä sekä siitä, että ala on ollut hakkausvuoteen asti varsin märkää, ja ojitus oli aina vuoteen 1939 asti puutteellinen. Reunametsän, siis siementävien puiden etäisyydellä ei ole ollut viimeksi mainitussakaan tapauksessa ainakaan sanottavaa vaikutusta, sillä taimettuminen ei ole hakkausalan keskuksessa sen puutteellisempaa kuin alalla yleensä.

Mitä kasvualustan vaikutukseen tulee, niin varsinaiset korvet ovat yleensä taimettuneet parhaiten (26 400 kpl/ha), kangaskorvet vähän huonommin (21 600 kpl/ha) sekä kankaat (MT) niitäkin tuntuvasti huonommin (14 200 kpl/ha). Viimeksi mainituilla erityisestikin alan heinittyminen ja ruohottuminen sekä karja, joka eri syistä viihtyy paremmin kankailla kuin turveperäisillä mailla, ovat vaikeuttaneet taimettumista. Korpirämeet, joita kaistaleisiin on osunut niukasti, ovat taimettumiseen katsoen likimain kangaskorpien veroisia. Ojien varsilla, missä kosteussuhteet ovat suotuisat ja sen mukaisesti taimien routatuhot harvinaisempia, taimistot ovat tiheämpiä — usein aivan ylitiheitä — sekä korkeampia ja vielä runsaam-

min koivuvaltaisia kuin etäämpänä ojista, edellyttäen, että ojitus on edes puolisenkymmentä vuotta vanhaa.

Taimien puulajisuhteet riippuvat reunametsästä sikäli, että mäntyä on kaistaleissa kuten välimetsiköissäkin aivan vähän. Pahkakorvessa ja Kovansuon korvessa mänty miltei puuttuu sekä kaistaleista että välimetsiköistä. Koivua on välimetsiköissä yleensä vähän, 2—16 % metsikön kuutiomäärästä, mikä oli keskimäärin 153 m^3/ha, mutta kaistaleissa koivun osuus on 71—90 % koko taimiluvusta. Siitä huolimatta, että kuusi on välimetsiköissä aivan ylivoimaisesti vallitseva (84—91 % kuutiomäärästä) puulaji, on kaistaleissa kuusta keskimäärin vain 19 % koko taimiluvusta.

Taimien runsaus- ja puulajisuhteista kaistaleen eri osissa mainittakoon, että keskikaistaletta kohden taimiluku ja taimien pituus yleensä kasvavat koivun taimien luvun varsinkin suhteellisesti samaan suuntaan lisääntyessä. Reunametsän vieressä kaistaleen kahden puolen 3—5 m:n levyisissä vyöhykkeissä tämä taimien luvun ja taimien pituuden aleneminen sekä kuusen taimien suhteellisen määrän lisääntyminen ovat tuntuvimmat. Näiden heikommin taimettuneiden reunavyöhykkeiden leveys riippuu myös kaistaleen suunnasta siten, että ne ovat länsi—itä-suuntaisten kaistaleiden vieressä leveämpiä etelä- kuin pohjoisreunassa, jota vastoin pohjois—etelä-suuntaisten kaistaleiden mainitunlaisten reunavyöhykkeiden leveyksien välillä ei näytä olevan selvää eroa. Mikäli kaistaleiden kohdalle on kaivettu ojia, niiden varsille koivun taimisto pyrkii nousemaan siksi tiheänä, että kuusen taimet saattavat ilman apua sen alla jopa tuhoutua.

Samaan taulukkoon 15 on merkitty myös eri tutkimusalueiden välimetsiköissä olevien taimien määrä. Taimiksi on tällöin luettu viereisten kaistaleiden taimien valtapituuteen asti ulottuvat puun alut. Tässä yhteydessä kiintyy huomio siihen, että välimetsiköidenkin kohdalla, vaikka ne ovat, kuten edellä on selostettu, verraten puisevia, taimia on melkoisen runsaasti. Välimetsiköissäkin on taimia eniten varsinaisten korpien kohdalla, vähemmän kangaskorvissa ja vähiten kankailla. Korpirämeillä on sekä välimetsiköissä että kaistaleissa taimia keskimäärin enemmän kuin kangaskorvissa, mutta vähemmän kuin varsinaisissa korvissa.

Välimetsiköiden korpien runsaampi taimettuneisuus niiden kankaisiin verraten saa osaksi selityksensä sen perusteella, että viimeksi mainitut ovat keskimäärin vähän puisevampia. Näin ei kuitenkaan ole kaikissa tutkimuskohdissa asian laita. Epäilemättä välimetsiköidenkin kyseenä ollen varsinaisten korpien suurempi taimimäärä kangaskorpien ja varsinkin kankaiden taimimäärään verraten todistaa osaltaan varsinaisten korpien herkempää taimettumista ja on myös sopusoinnussa sen Cajanderin (1910) ja Hannikaisen (1919) esittämän ajatuksen kanssa, että kuusi nuorentuu korvessa hyvinkin synkässä metsässä. Kuusikorpiin ei kuiten-

Taulukko 16. Kuusen taimien jakaantuminen elinvoimaisiin, kituliaisiin ja hallan vioittamiin eri tutkimusalueiden kaistaleissa ja välimetsiköissä syksyllä 1937.

Tabelle 16. Die Einteilung der Fichtenpflanzen in lebensfähige, kümmernde und frostbeschädigte in den Säumen und Zwischenbeständen der verschiedenen Untersuchungsgebiete im Herbst 1937.

Tutkimusalue *Untersuchungsgebiet*	Kaistale — *Saum*				Välimetsikkö — *Zwischenbestand*			
	Elinvoimainen *Lebensfähig*	Kitulias *Kümmernd*	Hallan vioittama *Frostbeschädigt*	Kpl/ha *St./ha*	Elinvoimainen *Lebensfähig*	Kitulias *Kümmernd*	Hallan vioittama *Frostbeschädigt*	Kpl/ha *St./ha*
	%				%			
Melkankorpi	90	1	9	8 100	97	3	—	7 600
Pahkakorpi	90	2	8	5 700	79	21	—	5 500
Kovansuon korpi	88	1	11	3 100	96	4	—	3 400
Ahonkorpi	79	1	20	3 900	89	9	2	2 500
Kesonkorpi	76	1	23	3 200	95	2	3	5 000
Keskim.—*Im Mittel*	85	1	14	4 600	91	8	1	5 000

kaan muodostu ylitiheitä kuusen alikasvosrigeikköjä, mistä Pöntynenkin (1929) nimenomaan huomauttaa.

Välimetsiköiden eri osissa taimimäärä vaihtelee — paitsi tietenkin metsikön puisevuuden mukaan — myös siten, että paremmin »valaistulla», siis suurin piirtein lounaan puoleisella osalla taimia on runsaammin kuin päinvastaisella puolella ja tässä taas yleensä runsaammin kuin välimetsikön keskiosassa. Taimien puulajisuhteisiin katsoen huomio kiintyy siihen, että kuusi ei ole, kuten sopisi odottaa, koivuun verraten kauttaaltaan ylivoimainen, vaan koivun taimia on eräiden tutkimusalueiden välimetsiköissä huomattavasti runsaammin kuin kuusen taimia. Välimetsiköissä on aukkopaikkoja etenkin varsinaisten korpien kohdalla ja niihin sekä korpiin kaivettujen ojien varsille nousseet koivun taimet kohottavat koivun taimien osuutta välimetsiköissä. Ojien varsien tiheät koivun taimistot kohottavat myös osaltaan edellä mainittua välimetsiköiden korpien yhteistä taimilukua. Erikoisesti on syytä panna merkille, että kuusen taimia ei ole välimetsiköissä kovinkaan paljon vähemmän kuin kaistaleissa.

Kuusen taimien määrä ja laatu erikseen kaistaleissa ja välimetsiköissä selviävät taulukosta 16. Kituliaiden luku on tietenkin välimetsiköissä suurempi kuin kaistaleissa. Erityisestikin Pahkakorven keskimäärin verraten puisevissa (161 m^3/ha) välimetsiköissä kuusen taimista huomattava osa (21 %) on luettu kituliaisiin kuuluviksi. Saman vuoden 1937 hallojen vioittamia taimia oli kaistaleissa huomattavan runsaasti (14 %), välimetsiköissä vain nimeksi (1 %). Erityisen korkea (20—23 %) hallan vioittamien osuus on varsinkin Ahonkorven ja Kesonkorven kaistaleissa. Mainittujen tutkimusalueiden välimetsiköissäkin hallan vioittamien taimien luku on melkoinen (2—3 %).

Eri tutkimusalueissa suoritetut lämpötilan mittaukset osoittavat, että ilman lämpötila on 1.5 m korkealla maan pinnan yläpuolella mitattuna laskenut kyseisenä vuonna 1937 Melkankorvessa heinäkuun alkupuolella kaistaleissa —3 ja välimetsiköissä ±0 C asteeseen, Pahkakorvessa touko- ja kesäkuun vaihteessa vastaavasti —4 ja —1 C asteeseen, Kovansuon korvessa —4 ja —2 C asteeseen sekä Ahonkorvessa —6 ja —2 C asteeseen. Viimeksi mainitussa paikassa ja epäilemättä myös läheisessä Kesonkorvessa halla on siis ollut hyvin ankara. Tämä lähinnä selittääkin hallan vikuuttamien taimien suhteellisesti paljon suuremman määrän näissä alueissa muiden tutkimusalueiden vastaaviin lukuarvoihin verraten. Hallan ankaruutta osoittaa sekin, että Ahonkorvessa ja Kesonkorvessa ovat hallasta kärsineet myös pienet, alle 0.3 m:n pituiset — Kesonkorven paljaaksihakkausalalla vieläpä alle 0.1 m:n pituiset — taimet, jotka muissa tutkimusalueissa ovat hallalta säästyneet. Hallasta kärsineiden taimien lukua mainituissa alueissa lisää epäilemättä osaltaan sekin, että niissä on suojaava koivun taimisto ollut harvempi ja hajanaisempi kuin muissa tutkimusalueissa. Huomio kiintyy myös siihen, että Ahonkorpi ja Kesonkorpi ovat vertailtavina olevista tutkimusalueista eteläisimmät, joten esitetyt tulokset osaltaan tukevat niitä yleisesti tehtyjä havaintoja, joiden mukaan kuusen taimien hallan tuhot asteittain lisääntyvät Pohjois-Suomesta Etelä-Suomeen siirryttäessä (vrt. mm. Aaltonen 1936).

Kun taimisto tutkittiin erikseen kaistaleiden kahden puolen olevissa 10 m:n levyisissä reunavyöhykkeissä sekä keskikaistaleissa, voidaan esittää todisteita reunametsän merkityksestä vieressä olevan taimiston hallan suojana. Siten Melkankorvessa, Pahkakorvessa ja Kovansuon korvessa oli hallan vikuuttamia keskikaistaleissa kussakin 13 % kuusen taimien koko lukumäärästä, mutta kaistaleiden reunavyöhykkeissä niiden osuus oli vain 1—10 % ja keskimäärin 5 %. Mikäli metsän reuna oli syystä tai toisesta harvapuinen, sen vieressä hallan vikuuttamia oli suhteellisesti paljon enemmän kuin päinvastaisessa tapauksessa. Reunametsän suojaava vaikutus tuntui myös siten, että keskikaistaleissa olivat hallasta kärsineet aivan pienetkin taimet, jollaiset kaistaleiden reunaosissa olivat säilyneet. Ahonkorvessa ja Kesonkorvessa, joiden kaistaleissa lämpötila on v. 1937 vielä kesäkuussa laskenut —6 C asteen vaiheille, reunametsän vaikutus on ollut heikompi. Edellisen keskikaistaleessa oli hallan vikuuttamia 26 %, reunaosissa 16 %, jälkimmäisen vastaavasti 25 % ja 14 %.

Esillä olevan aineiston perusteella voidaan myös todeta, että kaikkien tutkittujen kaistaleiden kuusen taimista oli kevähallojen 1937 vikuuttamia kankailla 12 %, kangaskorvissa 13 %, varsinaisissa korvissa 15 % ja korpirämeillä 3 %. Kankaat, kangaskorvet ja varsinaiset korvet eivät siis kyseisessä suhteessa poikkea suurestikaan toisistaan. On kuitenkin huomattava, että koivun taimiston kuusen taimille tarjoama hallan suoja

on ollut varsinaisissa korvissa tehokkaampi kuin kangaskorvissa ja viimeksi mainituissa edelleen vähän tehokkaampi kuin kankailla. Korpirämeillä, jotka tosin ovat tulleet vain niukasti edustetuiksi, hallan tuhot ovat osoittautuneet vähäisimmiksi.

Vaikka hallan vikuuttamien kuusen taimien luku on näinkin suuri — kahdessa eteläisimmässä tutkimusalueessa runsaasti viidesosa kuusen taimien koko luvusta — asia ei ole silti varsin huolestuttava. Halla on nimittäin yleensä vain lievästi »merkannut» joitakin kasvaimia, mikä tosin sekin saattaa hidastaa taimien kasvua. Jatkuvien hallojen runtelemia taimia ei tutkituissa kaistaleissa ole montakaan tavattu. Pienet taimet ovat säilyneet — ellei halla ole ollut poikkeuksellisen ankara — risujen ja aluskasvillisuuden, jopa kantojenkin suojassa (vrt. M u l t a m ä k i 1942), ja koivun taimistoa on noussut, olletikin varsinaisten korpien kohdalla, hyvin nopeasti, usein jo toisena tai kolmantena, vesoja jo ensimmäisenä kasvukautena kaistaleiden paljaaksihakkauksen jälkeen kuusen taimien suojaksi. Kaistaleen kahden puolen oleva metsä on suojannut sen kaksinkertaisen korkeuden levyistä kaistaletta kauttaaltaankin (vrt. K e r ä n e n 1930) sekä joka tapauksessa niitä kapeahkoja reunavyöhykkeitä, joihin koivun taimia ei ole mainittavasti noussut. On kuitenkin lisättävä, että tämän tutkimuksen yhteydessä tarkastettaviksi joutuneet kaistaleet ovat kaikki olleet edes jonkin verran viettävillä mailla eivätkä ainakaan joka puolelta suljetuissa painanteissa. Tämä saattaa osaltaan olla selityksenä siihen, että hallan tuhot ovat osoittautuneet suhteellisen vaarattomiksi.

Taulukosta 17 näkyy kuinka eri tutkimusalueiden kaistaleiden ja välimetsiköiden koivun taimet jakaantuvat siemensyntyisten ja vesojen kesken. Tässä suhteessa eri tutkimusalueet poikkeavat suuresti toisistaan. Toisaalla koivun taimet jakaantuvat likimain tasan siemensyntyisiin ja

Taulukko 17. Koivun taimien jakaantuminen siemensyntyisiin ja vesoihin eri tutkimusalueiden kaistaleissa ja välimetsiköissä syksyllä 1937.

Tabelle 17. Die Einteilung der Birkenpflanzen in samenbürtige und Schösslinge in den Säumen und Zwischenbeständen der verschiedenen Untersuchungsgebiete im Herbst 1937.

Tutkimusalue *Untersuchungsgebiet*	Kaistale — *Saum*			Välimetsikkö — *Zwischenbestand*		
	Siemensyntyinen *Aus Samen*	Vesa *Ausschlag*	Kpl/ha *St./ha*	Siemensyntyinen *Aus Samen*	Vesa *Ausschlag*	Kpl/ha *St./ha*
	%			%		
Melkankorpi	47	53	25 800	75	25	4 900
Pahkakorpi	98	2	33 000	95	5	8 500
Kovansuon korpi	97	3	28 700	100	△	8 100
Ahonkorpi	72	28	11 300	83	17	2 900
Kesonkorpi	44	56	10 000	46	54	3 700
Keskim.—*Im Mittel*	71	29	18 900	86	14	5 500

vesoihin, toisaalla, kun hakkausalalla on ollut koivuja vähemmän ja nekin kookkaita (vrt. Heikinheimo 1915), vesoja on siemensyntyisiin verraten suhteellisen vähän. Välimetsiköissä vesojen, joiksi ei luettu kasvavien koivujen tyviä useinkin reunustavia tyvivesoja, oli suhteellisesti paljon vähemmän kuin kaistaleissa. Kesonkorvessa, jonka reunametsissä oli hiljattain toimitettu puhdistushakkaus, vesojen osuus nousi huomattavan suureksi. Kasvupaikan vaikutus ilmenee koivun taimien syntytavassa siten, että kaikkien tutkittujen kaistaleiden koivun taimista oli vesasyntyisiä kankailla 15 %, kangaskorvissa 25 %, varsinaisissa korvissa 31 % ja korpirämeillä 59 % sekä keskimäärin 29 %. Vesominen osoittautui siis, kuten aikaisemminkin on ollut tunnettua (vrt. Mikola 1942), suoperäisillä mailla yleisemmäksi kuin kankailla. Koivun taimien sijaintiin katsoen mainittakoon, että vesataimia oli suhteellisesti runsaammin maan pinnan kohokohdissa, siementaimia, jotka yleensä olivat vesoja vähän nuorempia, tasapinnassa.

Viides ä päätutkimusaluees a erotettiin taimien luvun yhteydessä syksyllä 1937 toisistaan hieskoivut ja rauduskoivut. Rauduskoivuja oli hyvin vähän, nimittäin kaistaleissa 1 % ja välimetsiköissä 0.8 % koivun taimien koko luvusta, ja ne olivat miltei kaikki siemensyntyisiä. Niiden esiintyminen riippuu myös kuivatuksesta. Niinpä Pahkakorvessa tutkitussa lohkoharsintametsässä, joka oli ojittamatta, ei tavattu ainoatakaan rauduskoivua.

Taulukko 18. Eri tutkimusalueiden kaistaleiden taimien määrä muutamien eri kasvillisuustyypeissä olevien koealojen kohdalla 1942 ja 1937 suoritettujen lukujen mukaan.

Tabelle 18. Die Menge der Pflanzen in den Säumen der verschiedenen Untersuchungsgebiete in den Jahren 1942 und 1937 nach Zählungen auf einigen Probeflächen in verschiedenen Vegetationstypen.

Tutkimusalue *Untersuchungsgebiet*	Vuosi *Jahr*	Mänty *Kiefer*	Kuusi *Fichte*	Koivu — *Birke*			Yhteensä kpl/ha *Insgesamt St./ha*
				Siemensyntyinen *Aus Samen*	Vesa *Ausschlag*	Yhteensä *Insgesamt*	
		Kpl/ha — *St./ha*					
Melkankorpi	1942	2 100	9 800	6 400	3 500	9 900	21 800
»	1937	1 800	9 700	14 000	19 200	33 200	44 700
Pahkakorpi	1942	—	6 600	23 000	5 200	28 200	34 800
»	1937	—	6 100	27 000	200	27 200	33 300
Kovansuon korpi	1942	100	3 700	25 100	2 300	27 400	31 200
» »	1937	—	4 100	41 100	2 300	43 400	47 500
Ahonkorpi	1942	1 700	3 700	5 900	600	6 500	11 900
»	1937	800	4 100	5 900	3 300	9 200	14 100
Kesonkorpi	1942	200	3 000	5 600	1 600	7 200	10 400
»	1937	100	3 000	4 300	4 800	9 100	12 200
Keskim.	1942	900	5 400	11 200	2 500	13 700	20 000
Im Mittel	1937	600	5 400	15 100	6 400	21 500	27 500

Syksyllä 1942, sen jälkeen kun oli kulunut 5 vuotta edellä selostetuista tutkimuksista, palattiin samoille alueille uudestaan tarkastamaan kaistaleiden taimistojen kehitystä. Tällöin luettiin muutamien koealojen kohdalta samoin pituusluokin kuin edelliselläkin kerralla taimien määrä. Tulokset näkyvät taulukosta 18. Siihen on lisäksi merkitty samojen koealojen 5 vuotta aikaisemmin suoritetun tarkastuksen mukaiset taimiluvut.

Kaistaleiden taimistot ovat tarkastuksien välisenä aikana silminnähtävästi varttuneet. Mainitusta taulukosta havaitaan, että männyn taimet ovat hieman lisääntyneet. Kuusen taimien yhteinen määrä on säilynyt ennallaan. Eräissä alueissa on tapahtunut pientä lisäystä, toisaalla pientä vähennystä. Koivun taimet ovat kaikissa muissa tutkimusalueissa paitsi Pahkakorvessa suuresti vähentyneet. Erityisesti pienet vesataimet ovat joukoittain kuolleet. Niiden elämä ja toimeentulo onkin kohta ensi vuosista lähtien eri syistä hyvin epävarmaa (vrt. M i k o l a 1942). Osaksi tämä niin hyvin vesa- kuin siemensyntyisten koivun taimien väheneminen käy ymmärrettäväksi myös sen perusteella, että taimiston varttuessa ja sulkeutuessa heikommin kehittyneet taimet ovat menehtyneet kookkaampien varjoon. Lisääntyneen kasvutilan tarve puun koon lisääntyessä on yleisesti tunnettua.

Taimien kasvusuhteiden kehitys tutkimuksien välisenä aikana tulee puheeksi tuonnempana. Tässä yhteydessä mainittakoon, että kituliaiksi luettujen kuusen taimien määrä, joka syksyllä 1937 oli kaikkien muiden tutkimusalueiden kaistaleissa 1 % paitsi Ahonkorvessa 2 %, oli Pahkakorvessa ja Kovansuon korvessa miltei ennallaan. Kolmessa muussa tutkimusalueessa, Melkankorvessa, Ahonkorvessa ja Kesonkorvessa, kituliaitten osuus oli kohonnut likimain viisinkertaiseksi. Tähän oli ollut pääasiallisimpana syynä koivun taimien lisääntynyt »varjostus». Saman kasvukauden hallojen vikuuttamia, jollaisia syksyllä 1937 oli 14 % kaistaleiden kuusen taimien koko lukumäärästä, ei syksyllä 1942 tavattu kaistaleiden taimien joukossa ainoatakaan. Tämä saa selityksensä osaksi sen perusteella, että mainittuna vuonna hallat olivat suhteellisen lieviä, osaksi johtuu tämä koivun taimiston tuomasta lisääntyneestä hallan suojasta.

Taimien ikä- ja kasvusuhteet.

Sen tärkeän kysymyksen selvittämiseksi, suuriko määrä kaistaleiden taimista on ollut alalla jo hakkauksen aikana ja paljonko taimia on noussut hakkauksen jälkeen, suoritettiin kaistaleista otettujen eri puulajien taimien iän määrityksiä. Näiden perusteella piirrettyjen tasoitettujen ikäkäyrien mukaan on sitten laskettu hakkausta aikaisempien ja sitä nuorempien taimien määrä. Tulokset näkyvät taulukosta 19. Siihen on sulkujen väliin merkitty hakkauksen jälkeisten taimien suhteellinen osuus

Taulukko 19. Eri tutkimusalueiden kaistaleiden taimista hakkausvuotta vanhempia v. 1937.

Tabelle 19. Die vor dem Hiebsjahr aufgekommenen Pflanzen in den Säumen der verschiedenen Untersuchungsgebiete im Jahre 1937.

Tutkimusalue *Untersuchungsgebiet*	Hakkausvuosi *Hiebsjahr*	Mänty *Kiefer*	Kuusi *Fichte*	Koivu *Birke*	Yhteensä kpl/ha *Insgesamt St./ha* (%)
		Kpl/ha — *St./ha* (%)			
Melkankorpi	1925/26	200 (13)	4 000 (50)	— (—)	4 200 (12)
Pahkakorpi	1927/28	— (—)	4 500 (80)	4 900 (15)	9 400 (23)
Kovansuon korpi	1930/31	— (—)	2 300 (75)	10 100 (35)	12 400 (39)
Ahonkorpi	1929/30	△ (5)	1 900 (49)	2 900 (26)	4 800 (30)
Kesonkorpi	1929/30	100 (51)	2 500 (73)	5 700 (55)	8 300 (63)
Keskim. *Im Mittel*		100 (17)	3 000 (64)	4 300 (23)	7 400 (31)

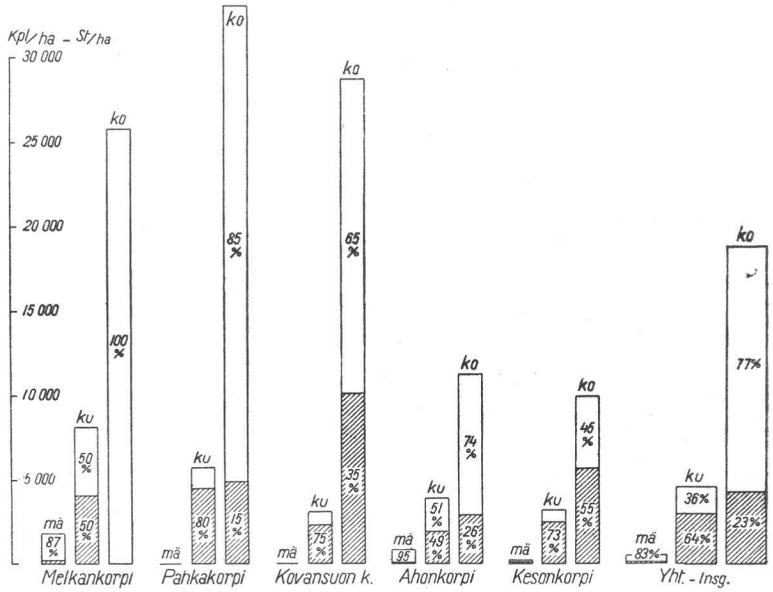
koko taimiluvusta sekä eri puulajien taimien yhteismääristä. Kuva 59 havainnollistaa samaa asiaa.

Niukasti yleensäkin esiintyvät männyn taimet ovat, kuten näkyy, suurimmaksi osaksi hakkauksen jälkeisiä. Kuusen taimien luvusta on hakkausvuotta edeltäneitä eri tutkimusalueissa noin 50—80 %, ja keskimäärin likimain kolmannes kuusen taimien määrästä on noussut alalle 7—12 vuotta sitten suoritetun hakkauksen jälkeen. Koivun taimista keskimäärin yli kolmeneljäsosaa on hakkauksen jälkeen syntyneitä.

Myös syksyllä 1942 tarkastetuilta koealoilta otettiin eri pituisia taimia, joiden ikä laskettiin tarkoin mikroskoopin avulla. Näiden määritysten perusteella piirrettiin tasoitetut ikäkäyrät, joiden mukaan laskettiin koealojen kohdalla jo hakkauksen aikana olleiden taimien määrä. Tulos muodostui suurin piirtein 5 vuotta aikaisemman, taulukossa 19 esitetyn mukaiseksi.

Kaistaleiden 1.3 m:n pituisten kuusen ja koivun taimien sekä välimetsiköiden saman pituisten kuusen taimien keski-iät syksyllä 1937 näkyvät taulukosta 20. Nämä lukuarvot on saatu eri tutkimusalueiden taimien tasoitetuista ikäkäyristä. Aineisto käsittää ojitettujen kangaskorpien ja varsinaisten korpien kohdalla kasvaneita puun alkuja. Tutkitut koivun taimet ovat olleet siemensyntyisiä.

Kuten edellä on selostettu, niin hyvin kaistaleiden kuin välimetsiköiden kuusen taimet ovat hyvin eri-ikäisiä. Mitään keskittymistä hakkausvuoden vaiheille ei voida todeta niiden syntyyn katsoen eikä ryhmittyminen



Kuva 59. Eri tutkimusalueiden kaistaleiden taimien jakaantuminen syksyllä 1937 hakkausvuotta nuorempien (pylväiden viivaton osa) ja sitä vanhempien (pylväiden viivattu osa) kesken.

Abb. 59. Die Verteilung der in den Säumen der verschiedenen Untersuchungsgebiete gewachsenen Jungpflanzen im Herbst 1937 auf die nach (unschraffierter Teil der Kolumnen) und vor dem Hiebsjahr aufgewachsenen (schraffierter Teil der Kolumnen).

Taulukko 20. Eri tutkimusalueiden kaistaleiden kuusen ja koivun taimien ja välimetsiköiden kuusen taimien keski-ikä 1.3 m:n pituisina syksyllä 1937 sekä keskimääräinen vuotuinen pituuskasvu vuosien 1935—37 aikana 0.5, 1.3 ja 2.0 m:n pituisina.

Tabelle 20. Das mittlere Alter der Fichten- und Birkenpflanzen in den Säumen der verschiedenen Untersuchungsgebiete und das der Fichtenpflanzen in den Zwischenbeständen derselben bei 1.3 m Höhe im Herbst 1937 sowie der durchschnittliche jährliche Höhenzuwachs in den Jahren 1935—37 bei einer Höhe von 0.5, 1.3 und 2.0 m.

Tutkimusalue *Untersuchungsgebiet*	Kaistale — *Saum*								Välimetsikkö *Zwischenbestand*			
	Kuusi — *Fichte*				Koivu — *Birke*				Kuusi — *Fichte*			
	Ikä (1.3 m) *Alter, J.*	Pituus, m *Höhe, m*			Ikä (1.3 m) *Alter, J.*	Pituus, m *Höhe, m*			Ikä (1.3 m) *Alter, J.*	Pituus m *Höhe, m*		
		0.5	1.3	2.0		0.5	1.3	2.0		0.5	1.3	2.0
		Kasvu, cm *Zuwachs, cm*				Kasvu, cm *Zuwachs, cm*				Kasvu, cm *Zuwachs, cm*		
Melkankorpi	26	7	14	20	10	9	18	23	59	3	5	5
Pahkakorpi	28	8	18	26	10	9	22	32	53	3	4	5
Kovansuon korpi	21	8	20	30	9	14	27	37	47	3	5	5
Ahonkorpi	25	10	19	25	8	12	22	30	47	4	6	7
Kesonkorpi	25	8	16	21	8	11	19	22	37	4	6	7
Keskim.—*Im Mittel*	25	8	17	24	9	11	21	28	49	3	5	6

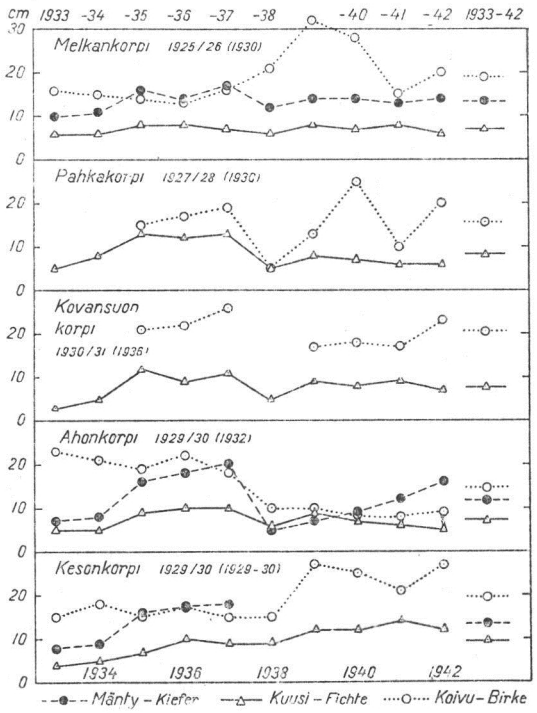
joidenkin muita parempien siemenvuosienkaan kohdalle ole yleistä. Kaistaleiden männyn ja koivun taimet sen sijaan ovat likimain saman ikäisiä, hakkausta vain vähän nuorempia. Kaistaleiden 1.3 m:n pituisten kuusen taimien keski-ikä vaihtelee eri tutkimusalueissa, kuten näkyy, 21—28 vuosien välillä ja on keskimäärin 25 vuotta. Rinnankorkeuden syksyksi 1937 saavuttaneet kuusen taimet ovat kaikissa tutkimusalueissa olleet hyvällä alulla hakkausta 7—12 vuotta sitten suoritettaessa. Kaistaleiden 1.3 m pitkien koivun taimien keski-ikä on eri tutkimusalueissa vaihdellut 8—10 vuosien välillä. Välimetsiköiden 1.3 m pitkien kuusen taimien keski-ikä vaihtelee eri tutkimusalueissa 37—59 vuosien välillä ja on keskimäärin 49 vuotta eli noin kaksinkertainen kaistaleiden saman pituisten kuusen taimien keski-ikään verraten. Jo mainitut luvut osoittavat, että noinkin lyhyitten kuusen taimien kasvu on ennättänyt olla kaistaleissa aivan erilainen kuin välimetsiköissä.

Äsken sanottu ilmenee samassa taulukossa olevista taimien pituuskasvun määristä. Tasoitettujen kasvukäyrien mukaan kaistaleiden puolen metrin pituiset kuusen taimet ovat vuosien 1935—37 aikana kasvaneet vuotta kohden keskimäärin 8 cm, välimetsiköissä vain 3 cm. 1.3 m:n pituisten kuusen taimien pituuskasvu on ollut kaistaleissa kaksinkertainen ja kahden metrin pituisten kolminkertainen puolen metrin pituisten kasvuun verraten. Välimetsiköissä taimien pituuden lisääntyminenkään ei ole sanottavasti kohottanut kasvumääriä eikä ojituksellakaan ole ollut välimetsiköiden kuusen taimien kasvuun näkyvää vaikutusta. Kaistaleiden koivun taimien, siemensyntyistenkin, kasvu on keskimäärin ollut jonkin verran nopeampaa kuin vastaavan pituisten kuusen taimien kasvu. Mikäli kasvun mittaukset olisi kohdistettu myös koivun vesoihin, olisi niiden pituuskasvu osoittautunut taulukossa 20 mainittuja siemensyntyisten kasvumääriä huomattavasti nopeammaksi. Erityisestikin ensimmäisten kasvukausien aikana kantovesojen pituuskasvu on kiihkeätä (vrt. Mikola 1942). Männyt, joiden kasvusta ei esitetä tietoja puheena olevassa taulukossa, ovat keskimäärin kasvaneet siemensyntyisiä koivuja hitaammin.

Kaistaleissa sekä kuusen että koivun taimien kasvu on kyse sinä vuosina ollut muihin tutkimusalueisiin verraten heikkoa Melkankorvessa ja Kesonkorvessa, joissa kumpaisessakin ojitus on verraten puutteellinen. Ohutturpeisessa ja runsaasti vietossa Kovansuon korvessa olletikin koivun taimet ovat kasvaneet hyvin, paremmin kuin muissa tutkimusalueissa. Yleistuloksena voidaan todeta, että kaikkienkin tutkimusalueiden, mutta erityisesti Pahkakorven, Kovansuon korven ja Ahonkorven kaistaleissa, joiden kohdalla kuivatus on riittävän tehokas, niin hyvin kuusen kuin koivun taimet kasvavat huomattavan hyvin. Viimeksi mainitut ovat esimerkiksi valtapuiden pituuteen ja kasvuun katsoen rinnastettavissa (Ilvessalo 1920) likimain mustikkatyypin saman ikäi-

siin koivuihin ja mikä vielä huomion arvoisempaa, tiheähkön koivikon suojassa olevien kuustenkaan kasvu ei ole mustikkatyypin vastaavan pituisten kuusen taimien kasvua varsin paljon hitaampaa.

Kuvan 60 perusteella on kiintoisaa vielä tarkastella eri tutkimusalueiden kaistaleiden taimien keskimääräistä vuotuista pituuskasvua 10-vuotiskauden 1933—42 aikana. Mittaukset on suoritettu kahdessa jaksossa, syksyllä 1937 ja syksyllä 1942. Aineisto käsittää kaiken pituisia taimia, mutta kuitenkin eri tutkimusalueista eri pituusluokkien taimia likimain samoissa suhteissa. Kuusen taimien kasvua osoittavat murtoviivat ovat yhtenäisiä kaikista tutkimusalueista. Männyn taimia oli Pahkakorven ja Kovansuon korven tutkimusalueiden kaistaleissa siksi niukasti, ettei niiden pituuskasvua mittailtu. Samasta syystä on jäänyt mittaamatta Kesonkorven männyn taimien kasvu jälkimmäisenä mittausjaksona. Koivun taimien pituuskasvun määriä osoittavat murtoviivat katkeilevat eräin paikoin mittauksen epävarmuuden takia.



Kuva 60. Eri tutkimusalueiden kaistaleiden taimien keskimääräinen vuotuinen pituuskasvu vuosien 1933—42 aikana. Kuvaan on merkitty myös hakkauksen ja ojituksen (sulkeisiin) ajankohdat.

Abb. 60. Der mittlere jährliche Höhenzuwachs der Jungpflanzen in den Säumen der verschiedenen Untersuchungsgebiete in den Jahren 1933—42. In die Abbildung sind auch die Hiebs- und (in Klammern) die Entwässerungszeiten eingetragen.

Kuusen taimet, joiden pituuskasvun mittaukset ovat useassa tapauksessa ulottuneet kuvaan 60 merkittyjä vuosia aikaisempiinkin vuosiin, ovat Melkankorvessa parantaneet kasvuaan osaksi jo v. 1933, Pahkakorvessa, Kovansuon korvessa ja Kesonkorvessa seuraavana sekä Ahonkorvessa vasta v. 1935. Kovansuon korvessa, joka on etelään huomattavasti viettoa rinnettä, kuusen taimet ovat elpyneet jo ennen ojitusta. Muissa tutkimusalueissa sekä varsinkin Melkankorvessa ja Ahonkorvessa, jotka ovat olleet hakattaessa verraten märkiä, ojitus on ollut suorastaan kasvun elpymisen ehtona. Voidaan todeta, että kuusen taimet ovat elpyneet 5—9 vuoden kuluttua hakkauksesta ja 3—5 vuoden kuluttua ojituksesta. Elpyminen on ollut asteittaista

eikä sen nopeus ja määrä näytä suurestikaan riippuneen taimien iästä, vaan pikemminkin niiden pituudesta (vrt. Cajander, Erkki K. 1934) sekä latvuksen koosta ja tilasta. Pitemmät taimet elpyvät nopeammin ja absoluuttisesti enemmän kuin pienet, jotka — varsinkin jos niiden latvus on matala ja sateenvarjomainen — elpyvät hitaasti. V. 1935 ja eräinä seuraavina kuusen taimien kasvu on useissa alueissa ollut parhaimmillaan. Myöhemmin, kun kuuset ovat yhä enemmän alkaneet jäädä koivujen varjoon, kasvu on yleensä ollut vähän heikompaa.

Männyn taimien vuotuisen pituuskasvun määriä osoittava murtoviiva pysyttelee yleensä kuusen taimien kasvua osoittavan murtoviivan yläpuolella ja näiden kulku vuodesta toiseen osoittaa ainakin suurin piirtein yhdenmukaisuutta. Yleensä ylinnä pysyttelevä koivun taimien pituuskasvua osoittava murtoviiva näyttää kulkevan omia teitään.

Kyseisten murtoviivojen mukaan ainakin havupuiden taimien pituuskasvun määrät osoittavat toisistaan etäällä olevissa tutkimusalueissakin jonkinlaista määräsuuntaisuutta. Siten hakkauksen jälkeistä toipumiskautta lukuun ottamatta vuoden 1938 kasvu on ollut kaikissa tutkimusalueissa muita heikompaa. Myös vuosi 1942 edustaa vähän heikomman kasvun aikaa, mutta vain kuusen taimien osalta. Koleana ja kuivana kesäkautena 1935, jota edelsi suhteellisen lämmin ja kostea, kasvu on varsinkin kolmessa tutkimusalueessa ollut huomattavan hyvä, sekä v. 1939 kaikissa tutkimusalueissa parempi kuin sen viereisinä vuosina. Näin ollen ja koska lisäksi saman tutkimusalueen kankailla ja korpimailla havupuun taimien kasvu osoittaa vuosittain yhdenmukaista kulkua, on ilmeistä, että ilmastollisilla syillä — lähinnä nähtävästi edellisen kasvukauden heinäkuun lämpötiloilla (vrt. Laitakari 1920) — on ojitetuilla korpimaillakin vaikutuksensa havupuun taimien vuotuisen pituuskasvun määriin.

Kaistalemetsiköiden kehitys yleispiirtein.

Edellä oleva tarkastelu osoittaa, että kaistaleisiin — erityisestikin varsinaisten korpien, mutta myös kangaskorpien kohdalla — nousee ainakin jo lähimmän 10 vuoden aikana runsas koivun taimisto, jonka yksilöistä noin $^3/_4$ on hakkausvuotta nuorempia. Hieskoivut ovat miltei yksin vallitsevina. Vesojen osuus siemensyntyisiin verraten vaihtelee. Yleensä vesoja on runsaasti, kolmasosa ja enemmänkin koivujen koko määrästä. Samaan aikaan ilmestyy — reunametsien puulajisuhteista riippuen — myös jokin määrä männyn taimia, jotka nekin ovat etupäässä hakkauksen jälkeisiä. Kuusen taimia sen sijaan on etenkin varsinaisten korpien kohdalla verraten runsaasti — tosin metsikön puumääristä ja tiheyssuhteista riippuen — jo hakattavan metsän alla valmiina jatkamaan kasvuaan nousevan koivun taimiston suojassa. Ensimmäisen 10-vuotiskauden aikana

niiden määrä lisääntyy vain noin kolmanneksella. Uudistumiskausi jää siten lyhyeksi, eräissä tapauksissa miltei olemattomaksi, ja yleensäkin vain korkeintaan 5—6 vuotta kestäväksi.

Toisen 10-vuotiskauden aikana hakkauksen jälkeen kuusen taimia tulee yleensä vähän lisää, mutta koivujen määrä päinvastoin vähenee, kun erityisestikin vesataimia vuosi vuodelta suurin joukoin tuhoutuu. Korpikuusikon tilalle on noussut nuori koivikko, jonka seassa on — reunametsän puulajisuhteista riippuen — tavallisesti myös joitakin nuoria mäntyjä sekä alikasvoskuusia kohtalaisen runsaasti. Kuuset ovat hyvin eri-ikäisiä. Niiden joukossa on huomattava määrä melkoisen iäkkäitä ja niiden keski-ikä on 2—3 kertaa korkeampi kuin niitä pitempien, likimain saman ikäisten koivujen ja mäntyjen keski-ikä.

Sellaisena kehitys sitten jatkuukin. Koivujen ja mäntyjen pituuskasvu pysyttelee muutaman vuosikymmenen ajan kuusten pituuskasvua nopeampana, ja siten kuusten alikasvosluonne yhä varmenee. Tämän tutkimuksen yhteydessä Evolla suoritettu koealan mittaus osoittaa, että vielä 50 vuoden kuluttua hakkauksesta eri puulajien välinen suhde on likimain ylempänä selostetun mukainen. Puut ovat vain käyneet kookkaammiksi ja kuuset, joiden pituuskasvu alkaa voittaa koivujen pituuskasvun, pyrkivät jo työntämään latvojaan koivujen latvojen korkeudelle. Voimakkaampana puulajina kuusi vähitellen voittaa heikomman koivun (vrt. K a l e l a 1942). Kun aikaa kuluu vielä pari tai kolme vuosikymmentä, niin koivut saavuttavat täyden kokonsa ja joutuvat — mikäli niitä ei ole jo harvennuksissa metsiköstä poistettu — hyväksi käytettäviksi tai sitten ne tulevat toinen toisensa jälkeen täysi-ikäisiksi ja antavat tilaa eri-ikäiselle kuusikolle, joka on asteittain voimistunut, ja paikalle palautuu taas »korpikuusikko». Kehityksen kulku on sekä ojittamattomilla — nimittäin luonnostaan metsäisillä — että ojitetuilla korpimailla suurin piirtein sama. Viimeksi mainituille taimisto nousee tosin nopeammin, tiheämpänä ja koivuvaltaisempana, ja puusto saavuttaa täydet mitat lyhyemmässä ajassa kuin ojittamattomilla korpimailla.

Välimetsiköiden puusto- ja kasvusuhteet.

Eri tutkimusalueiden välimetsiköitä sekä niissä olevia taimimääriä on edellä selostettu verraten yksityiskohtaisesti. Tässä esitetään yhdistelmä (taulukko 21), johon edellä on jo useassa yhteydessä viitattukin ja jonka perusteella voidaan vertailla eri tutkimusalueiden välimetsiköiden puustosuhteita toisiinsa.

Runkoluku (2 700 kpl/ha) on suurin Kesonkorvessa, jossa on kuusikon seassa huomattavan runsaasti pienikokoista koivua. Etenkin Melkankorven ja Kovansuon korven välimetsiköt ovat vanhoja, kummankin keski-ikä on yli 200 vuotta. Välimetsiköt ovat puisevimmat (215 m^3/ha) Ahon-

Taulukko 21. Eri tutkimusalueiden välimetsiköiden puusto- ja kasvusuhteet v. 1937.

Tabelle 21. Bestockungs- und Zuwachsverhältnisse in den Zwischenbeständen der verschiedenen Untersuchungsgebiete im Jahre 1937.

Tutkimusalue *Untersuchungsgebiet*	Runkoluku *Stammzahl*	Keski-ikä *Mittleres Alter*	Puumäärä — *Holzmasse*				Kasvu *Zuwachs*	
			m³/ha	Mänty *Kiefer* %	Kuusi *Fichte* %	Koivu *Birke* %	m³/ha	%
Melkankorpi	1 700	210	123	7	91	2	1.79	1.5
Pahkakorpi	2 100	150	161	△	84	16	3.10	1.9
Kovansuon korpi	1 300	205	113	2	89	9	1.53	1.4
Ahonkorpi	1 400	108	215	2	86	12	2.60	1.2
Kesonkorpi	2 700	97	107	3	87	10	3.35	3.7
Keskim.—*Im Mittel*	1 800	155	153	3	87	10	2.48	1.6

korvessa. Männyn osuus (7 %) kuutiomäärästä on suurin Melkankorvessa. Kasvu — erityisestikin kovin yli-ikäisten Melkankorven ja Kovansuon korven välimetsiköiden — on yhtä hyvin absoluuttisesti kuin relatiivisesti heikko. Kun otetaan kaikki taulukossa mainitut tutkimusalueet huomioon, välimetsiköiden kasvu on vuosien 1933—37 aikana ollut keskimäärin kankailla 3.18 m³/ha (2.0 %), kangaskorvissa 2.59 m³/ha (2.0 %), varsinaisissa korvissa 2.14 m³/ha (1.6 %) ja korpirämeillä 1.23 m³/ha (1.6 %). Saman kasvillisuustyypin puisevammissa metsiköissä absoluuttinen kasvu on säännöllisesti osoittautunut korkeammaksi kuin puustoltaan heikommissa metsiköissä. Keskimäärin metsikön puisevuuden vaikutus tuntuu siten, että kasvu oli alle 100 m³:n hehtaaria kohden metsiköissä 1.22 m³/ha (2.4 %), 100—200 m³:n metsiköissä 2.24 m³/ha (1.5 %) ja yli 200 m³:n metsiköissä 3.37 m³/ha (1.3 %). Kasvusadannes osoittaa puustoltaan heikommissa metsiköissä edullisempia arvoja, ja niissä myös taimisto on runsaampaa ja kehityskykyisempää kuin puisevammissa metsiköissä.

Kairauksien avulla selviteltiin välimetsiköiden kuusten aikaisempaa kasvua. Tärkeintä oli tässä yhteydessä todeta, ettei kaistaleiden hakkaus ollut järkyttänyt välimetsiköitä tai edes niiden reunapuita sikäli, että niiden kasvu olisi sen takia ruvennut kärsimään. Kairaukset päinvastoin osoittivat — samoin kuin Petrinin (1936) tutkimukset — reunapuiden yleensä jonkin verran parantavan paksuuskasvuaan hakkauksen jälkeen. Kasvun lisääntymistä näyttää tapahtuneen asteittain, useimmiten 3—5 vuoden kuluttua hakkauksesta. Kun tarkasteltuja välimetsiköitä ei ollut harvennettu tai väljennetty, ei voitu selvitellä sen luonteisten hakkauksien vaikutusta puiden kasvuun. Aikaisempien tutkimuksien mukaan (vrt. mm. Lihtonen 1943) on tunnettua, että varsinkin kuusikoissa vallittujen latvuskerrosten puut vapautuneina parantavat sekä pituus- että paksuuskasvuaan. Tosin nytkin saatettiin todeta puiden paksuuskasvun

yleensä vähän lisääntyneen viime vuosina kautta välimetsiköiden, mutta tämä oli alalla suoritettujen ojituksien aiheuttamaa. Kairauksien perusteella havaittiin lisäksi, että vallinneilla sääsuhteilla on ollut osuutensa myös korpikuusien paksuuskasvun määriin. Merkille pantavaa on ainakin vuosien 1919—25 vaiheille osunut paremman kasvun aika, mikä on yhdenmukaista valtakunnan II:n metsänarvioinnin yhteydessä hankitun runsaan aineiston osoittamien tulosten kanssa (vrt. Ilvessalo 1942 ja 1945).

Välimetsiköissä toimeenpantiin metsänhoidollisista syistä poistettavien puiden koeleimaus. Kesonkorpea lukuun ottamatta, jonka reunametsässä oli hiljattain suoritettu puhdistushakkaus, mainitunlaista puustoa kertyi noin 40—50 m^3/ha, mikä vastaa noin 20—40 % koko kuutiomäärästä. Poistettavien puiden määrä osoittautui siis huomattavan suureksi. Poisto kohdistui eri puulajeihin likimain samoissa suhteissa kuin niitä sisältyi eri tutkimusalueiden välimetsiköiden puustoihin. Poistettavien puiden osuus oli sekä absoluuttisesti hehtaaria kohden että suhteellisesti puuston kuutiosisältöön katsoen suurin tutkimusalueiden välimetsiköissä niukasti esiintyvien korpirämeitten kohdalla sekä varsinaisten korpien kohdalla vähän suurempi kuin kankailla ja kangaskorvissa, joiden välillä ei ollut kyseisessä suhteessa mainittavaa eroa.

Mitään erikoisen surullista näkyä eivät tutkittujen kaistaleryhmien »kulissimaiset» välimetsiköt silti suinkaan tarjonneet. Ns. kuoripaloa olletikin välimetsiköiden likimain lännen ja etelän puoleisissa reunapuissa oli, mutta ei huolestuttavan paljon. Ellei välimetsikköä kaistaleiden hakkauksen yhteydessä harvenneta, jäävät myrskyn tuhotkin vähäisiksi. Yksityisiä tuulenkaatoja samoin kuin pystyyn kuivumisiakin tosin esiintyy. Mikäli sen sijaan välimetsiköissä oli kaistaleiden hakkauksen yhteydessä suoritettu harvennuksia tai muita hakkauksia, oli myrsky tehnyt välimetsiköissä kaistaleiden suunnasta huolimatta tuhoisaa jälkeä, kuten mm. Loimolassa, jonka korpimetsissä maannousemaakin esiintyi runsaanlaisesti, jouduttiin paikoin toteamaan. Myrskyn tuhot osoittautuivat eri tutkimusalueissa useimmiten lounaasta, lännestä, luoteesta ja eräissä tapauksissa pohjoisesta tulleiden myrskyjen aiheuttamiksi. Tämä on pääpiirtein yhdenmukaista aikaisempien havaintojen kanssa (vrt. Blomquist 1883, Cajander 1910, Bonsdorff 1917 ja 1918, Hannikainen 1919, Laitakari 1930 b ja Kalela 1945).

Katsaus tutkittujen siemenpuuhakkauksien ja lohkoharsintojen tuloksiin.

Tämän tutkimuksen yhteydessä on tarkasteltu taimettumissuhteita myös muutamissa siemenpuuasentoon hakatuissa korpimetsissä. Epävarmaksi tekijäksi muodostuu näissä siemenpuiden, varsinkin kuusten,

heikko tuulen kestävyys korpimailla. Taimistoihin, tosin jonkin verran epätasaisiin, on tutkituissa tapauksissa silti päästy. Kuusen taimien määrä on jäänyt kuten paljaaksihakatuissa kaistaleissakin etupäässä alalla jo ennen hakkausta olleiden varaan. Kuusen taimiston tiheys ja tasaisuus vaihtelevat metsikön aikaisemmista kuutiomäärä- ja tiheyssuhteista riippuen. Mikäli kookkaita kuusisiemenpuita on parisataa tai sitä enemmän hehtaaria kohden, ei kehityskykyistä koivun taimistoa yleensä ilmesty. Jos sen sijaan siemenpuita on vain satakunta hehtaarilla ja vaikka koivusiemenpuita olisi hyvinkin niukasti, alkaa alalle kohta siemenpuuhakkauksen jälkeen ilmestyä myös koivun taimistoa, joka nopeamman kasvunsa perusteella hyvin pian saa valta-aseman sitä keskimäärin paljon vanhempaan, huomattavasti eri-ikäiseen kuusen taimistoon verraten.

Kun siemenpuista osa yleensä jo lähivuosina kaatuu tai kuivuu pystyyn, niiden positiivinen merkitys, so. alan siemennys, niiden oma kasvu, taimistolle tarjoama hallan suoja jne., jää vähäiseksi. Toisaalta siemenpuista on myös haittansa. Mikäli nimittäin ne sattuisivat jäämään pystyyn ja mikäli niitä ei ajoissa poisteta, taimisto, niin hyvin kuusen kuin varsinkin koivun, nousee ja kehittyy siemenpuualoilla yleensä aukkoisena ja epätasaisempana kuin esimerkiksi paljaaksihakatuissa kaistaleissa.

Tutkimuksen kohteeksi on joutunut myös eri asteisella harsinnalla käsiteltyjä korpimetsiköitä. Tässä suhteessa on todettu, että varsin lievänkin harsinta voi korpimailla, olletikin ojitetuilla, johtaa taimettumiseen. Taimet, yleensä yksinomaan kuusta, ovat kuitenkin heikkoja ja hidaskasvuisia ja jo puolen metrin pituisina niiden kehitys saattaa pysähtyä miltei kokonaan. Vasta kun kuusikkoon on kohdistunut siksi voimakas hakkaus, että sen tiheydeksi on voitu merkitä 0.5—0.6, jolloin hakkaus onkin jo l o h k o h a r s i n n a n eli keskitetyn harsinnan luonteista, taimia — edelleen etupäässä kuusta — ilmestyy runsaammin ja myös kehityskykyisiä. Ne ovat yleensä hidaskasvuisempia kuin vastaavan pituiset kuusen taimet paljaaksihakatuissa kaistaleissa nuoren koivikon suojassa.

Kehityskykyistä koivun taimistoa ilmestyy korpikuusikkoon vasta sitten, kun sen tiheydeksi voidaan merkitä 0.3—0.4 tai kun siihen on hakattu aukkoja, joiden läpimitta on — puuston ollessa jonkin verran eripituistakin — vähintään 8—10 m. Vesojen muodostuminen ja kehitys on vielä tällöinkin heikompaa kuin paljaaksihakatuilla aloilla. Lohkoharsintametsikön taimisto on epätasaista tiheyteensä, korkeuteensa ja kasvuunsa katsoen. Samojen puuryhmien koivun taimistokin on jonkin verran eri-ikäistä, vaikkakaan ei siinä määrin kuin kuusen taimisto, jonka yksilöistä, ellei metsikkö ole ollut ennen hakkausta ylen puisevaa, huomattava osa on hakkausta vanhempia, usein hyvinkin vanhaa. Siten myös esimerkiksi rinnankorkeuden saavuttaneiden kuusten keski-ikä on yleensä 2—5 kertaa korkeampi kuin saman lohkoharsintametsikön vastaavan pituisten koivun taimien keski-ikä. Mäntyjä, yhtä vähän kookkaampia kuin taimiakaan,

ei tutkituissa lohkoharsintametsiköissä ole ollut lainkaan tai niitä on ollut vain nimeksi.

Tosin kovienkin metsämaiden harsintakuusikoissa on taimia (vrt. mm. Sarvas 1944), mutta edellä mainitut tiheysasteita ja aukkojen suuruutta koskevat lukuarvot näyttävät silti olevan yhdenmukaisia sen edellä esitetyn ja yleisen käsityksen kanssa, että metsä — ei vain kuusi, vaan koivukin — uudistuu korpimailla varjoisammissa olosuhteissa kuin kovilla metsämailla. Niinpä Kalelan (Cajander, Erkki K 1934 ja Kalela 1936) mukaan kuusen taimiryhmän kehitys edellyttää korkeassa ja täysitiheässä kovan maan kuusikossa vähintään 5—6 aarin suuruisia aukkoja.

Lohkoharsinnan tavoin käsiteltyjen metsiköiden, joihin tämän tutkimuksen yhteydessä on osunut koealoja, taimi- ja puuluku, kuutiosisältö ja kasvu vaihtelevat suuresti hakkauksen voimakkuudesta riippuen. Voimakkaammat hakkaukset ovat johtaneet koivuvaltaisempaan, runsaampaan ja nopeakasvuisempaan taimistoon kuin varovaisemmat hakkaukset. Hakkausta aikaisempien kuusen taimien pituuskasvu elpyy vasta vähitellen, yleensä 4—8 vuoden kuluttua hakkauksesta. Kookkaampien puiden paksuuskasvu elpyy puiden koosta, elinvoimaisuudesta ja asemasta riippuen tavallisesti 3—6 vuoden kuluttua. Samanaikaisesti tai vähän myöhemmin elpyy myös sellaisten kuusten pituuskasvu, jotka eivät ole vielä »täysimittaisia». Suoritetuilla ojituksilla ja vallinneilla sääsuhteilla on ollut vaikutuksensa paksuuskasvun määriin, mutta nämä vaikutteet eliminoiden on voitu todeta, että hakkauksen johdosta kiihtyneen kasvun aikaa kestää, kuten kovilla metsämaillakin (vrt. mm. Sarvas 1944), yleensä vain 10—15 vuotta. Metsikön kokonaiskasvu, joka hakkauksen vaikutuksesta ensin alenee ja sitä enemmän, kuta voimakkaampi hakkaus on ollut, osoittaa kuitenkin jatkuvaa nousua.

Hallavaara on tutkituissa lohkoharsintametsiköissä, voimakkaastikin hakatuissa, osoittautunut vähäiseksi eikä myrskykään ole aikaansaanut sanottavia tuhoja. Tosin v. 1942, jolloin pääosa lohkoharsintametsiköiden tutkimuksista suoritettiin, ei liene ollut erikoisen kovia halloja, mutta kuitenkin sellaisia, että eräillä paljaaksihakkausaloilla, kuten aiemmin on selostettu, hallan merkkejä esiintyi koivujen suojaa vailla olleissa kuusissa. Myrskyn vaaraa ajatellen on huomattava, että kyseiset metsiköt eivät ole olleet ennen hakkauksiakaan tiheitä.

Metsänhoidollisia sovellutuksia.

Edellä esitetyt tutkimukset osoittavat, että korpimetsien luontainen uudistaminen ei yleensä tuota vaikeuksia. Kuusen taimia ilmestyy ja ne säilyttävät elinvoimansa tiheähkönkin puuston alla. Mikäli metsikköä harvennetaan, kauankin varjossa kituneet taimet toipuvat ja lisäävät ennen pitkää kasvuaan. Paljaaksihakatuille korpimaille taas koivu ilmestyy, voidaanpa sanoa, miltei väkisten. Haitallista heinittymistä tai ruohottumista ei tapahdu. Vain runsas laiduntaminen koivun taimettumista vaikeuttaa ja hidastaa. Kaikki edellä sanottu koskee luonnostaan metsäisiä kangaskorpia ja varsinaisia korpia, yhtä hyvin ojittamattomia kuin ojitettuja. Viimeksi mainittuihin se soveltuu vielä ehdottomammin kuin edellisiin. Runsasravintoiset ruoho- ja heinäkorvet, metsäisetkin, ovat poikkeusasemassa, mainitun tyypin heikkometsäisimmistä asteista ja heikkometsäisistä nevakorvista puhumattakaan, joiden tehokas metsittyminen saattaa ojituksen lisäksi edellyttää keinollista metsitystä.

Meillä on, kuten jo tämän tutkimuksen johdantoluvussa on esitetty, korpimailla jossain määrin toimeenpantu ja yleensä hyvällä menestyksellä, kaistaleittaisia hakkauksia. Yleisempiä ovat olleet harsinnat, voimakkuudeltaan eri asteiset. Seuraavassa tarkastellaan käsillä olevan tutkimuksen tuloksien perusteella eräänlaisen kaistalehakkauksen sekä lohkoharsinnan käyttökelpoisuutta korpimetsissä.

Väljennys-kaistalehakkaus.

Valmistushakkaus.

Väljennys-kaistalehakkaukseksi nimitettäväksi ehdottamani menetelmän mukaan korpimetsiä uudistamaan ryhdyttäessä metsikössä suoritetaan aluksi väljennys tai valmistushakkaus, jolloin poistetaan vikanaisia, huonomuotoisia, heikkokasvuisia ja kuivia puita sekä tarpeen mukaan parempiakin puita siinä määrin, että puiden latvukset huomattavasti irroittautuvat toisistaan. Tällöin on kasvuisiakin puuryhmiä riittävästi harvennettava. Mikäli metsikössä on jäljellä paikkakunnalla ehkä vähäarvoisina pidettyjä puulajeja, kuten haapaa ja harmaaleppää, poistetaan tässä yhteydessä nekin. Edelliset on ehkä jo kaulattu muutamaa vuotta aikaisemmin. Korpimetsissä yleensä niukasti esiintyviä koivuja ja mäntyjä on sen sijaan pyrittävä säästämään, sillä ne ovat aikanaan tarpeen sekä

kaistaleiden että välimetsiköiden siementäjinä. Yli-ikäiset kuitenkin poistetaan. Ellei metsikköä ole aikaisemmin harvennettu, on tällainen valmistushakkauskin, mikä voidaan suorittaa uudistettavaksi tarkoitetussa korvessa samanaikaisesti kautta koko korven, myrskyvaaran takia tehtävä varovasti.

Valmistushakkauksen aikana alalla useissa tapauksissa jo melko runsainakin olevien kuusen taimien elinehdot paranevat hakkauksen jälkeen ja alalle alkaa vähitellen ilmestyä lisää kuusen taimia. Ellei nuorennosta nouse riittävästi, on valmistushakkaus tehokkaampana uusittava. Aikaisemmin hakkuilta säästyneessä kuusikossa olisi jo myrskyvaaraa silmällä pitäen hakkaus suoritettava kahdessa erässä. Kun puusto on muutaman vuoden aikana ainakin jossain määrin vahvistunut myrskyä kestävämmäksi, voidaan metsikkö hakata jo huomattavasti harvempaan asentoon. Mikäli korpikuusikko on harventunut siinä määrin, että sen tiheys voidaan arvioida edes 0.6:ksi, kuusen taimia kyllä jo ilmestyy.

Kaistaleiden hakkaus.

Niin pian kuin alalle on noussut kohtalaisen runsaasti — likimain 50 kpl aaria eli yksi kpl kahta m^2 kohden — kuusen taimia, so. yleensä 10—15 vuoden kuluttua valmistushakkauksesta, ryhdytään paljaaksihakkaukseen. Kapeahkot, 40—60 m leveät ja jonkin verran leveämmätkin korpinotkelmat voidaan hakata paljaiksi reunoja myöten. Kangasniemekkeitä ja korven pisimpiä pohjukoita ylittäen koetetaan välttää äkkijyrkkien mutkien tekoa hakkausalan reunaan. Loivia mutkia voidaan »kaistaleen» reunaan jättää, mutta reunapuiksi olisi mahdollisuuden mukaan saatava myrskyä kestäviä, alas asti oksaisia puita. Lukuun ottamatta valmistushakkauksen jälkeen ehkä pystyyn kuivuneiden puiden talteen ottoa reunametsissä ei olisi myrskyvaaran takia kaistaleiden hakkauksen yhteydessä suoritettava minkäänlaisia hakkauksia.

Avarampia korpia ei voida hakata samanaikaisesti kauttaaltaan paljaiksi, vaan hakkaus suoritetaan kaistaleittain 40—50 metrin kaistaleleveyttä käyttäen. Kaistaleen leveydeksi hyväksytään yleensä siementävien reunakuusten kaksinkertainen pituus, mutta kun tässä on kysymys metsistä, joissa valtaosa odotettavissa olevasta kuusen taimistosta on jo alalla valmiina, voisivat kaistaleet siltä kannalta katsoen olla leveämpiäkin. Myrskyvaaran takia samoin kuin hallan tuhoja pelätен on kuitenkin varovaisinta rajoittaa kaistaleiden leveyttä. Niiden leveys täytyykin jättää olosuhteista riippuvaksi. Mikäli alalla on jo likimain riittävästi kuusen taimia, mikäli reunametsä on elinvoimaista ja runsaasti siementä tekevää sekä myrskynkestävää ja mikäli seutu ei ole erikoisesti myrskyjen uhkaama tai hallan tuhoille altis, kaistaleet voivat olla aina 50—60 metriä leveitä, poikkeustapauksissa leveämpiäkin.

Kaistaleet voidaan hakata — edellyttäen, että avarahkoa korpea olisi ryhdyttävä samanaikaisesti uudistamaan — ns. kulissihakkauksen tapaan siten, että kunkin kaistaleen väliin jätetään kaistaleen tai vähintään 40 m:n levyinen — myrskyjen uhkaamilla paikoilla leveämpi — »metsäkulissi» hakkaamatta. Myrskyvaaran takia näistä välimetsiköistä ei kaistaleiden hakkauksen yhteydessä olisi lainkaan poistettava eläviä puita. Kaistaleiden pituudella ei ole ratkaisevaa merkitystä, mutta niiden suunta olisi mahdollisuuden mukaan valittava siten, että ne tulisivat kohtisuoraan vallitsevaa tuulen suuntaa vastaan. Kuten aiemmin selostettiin, meillä lienevät yleensä suurin piirtein lännen puoleiset tuulet metsille tuhoisimmat. Paikallisilla olosuhteilla on kuitenkin usein ratkaiseva vaikutus tuhoavien myrskytuulien suuntaan. Se kaistalehakkauksiin yleensä sovellettu sääntö, että kaistaleet olisi hakattava kohtisuoraan etelän aurinkoa vastaan, ei ole ehdoton korpimailla, missä maan kosteussuhteet ovat metsän uudistumiselle yleensä edulliset. Pikemminkin lienee suuntaa eteläinen — pohjoinen pidettävä parhaana kaistaleen suuntana. Silloin taimet saavat runsaimmin lämpöä ja valoa, ja kasvamaan jäävät reunametsän puut eivät joudu kuoripalolle niin alttiiksi kuin esimerkiksi lännestä itään tai luoteesta kaakkoon suunnatun kaistaleen pohjois- tai koillisreunalle jäävät puut. Suunta eteläinen—pohjoinen on epäilemättä edullisin myös maan lämpösuhteiden kannalta. Likimain länsi—itä-suuntaisessa kaistaleessa lumi ja sen mukaisesti myös routa säilyvät kaistaleen eteläreunassa pitempään kuin kaistaleen muissa osissa. Sanotusta syystä sekä lisäksi jatkuvan varjon takia kaistaleen eteläreuna pysyy koko alkukesän kaistaleen muita osia viileämpänä. Tämänkin tutkimuksen yhteydessä tehtyjen havaintojen mukaan kaistaleen ja välimetsikön rajalla tavallisesti esiintyvä niukasti koivuntaiminen ala on levein länsi—itä-suuntaisen kaistaleen eteläreunassa. Useat eri näkökohdat tuntuvat siis osoittavan, että kaistaleiden edullisin suunta korpimailla on eteläinen—pohjoinen. Jo Amilon (1923) arvelee, että raakahumuksen peittämillä mailla, kuten soistuneissa kuusimetsissä, hakkaussuunta eteläinen—pohjoinen olisi paras. Kaistaleiden suuntaa määrätessä on kuitenkin huomioitava myös erilaiset paikalliset tekijät, mm. puutavaran kuljetukseen vaikuttavat tieolot.

Mikäli kaistaleittain hakattava korpi rajoittuu avariin puuttomiin aloihin, kuten suuriin nevoihin, joilta käsin myrskytuulet uhkaavat, on varovaisinta jättää näitä vastaan myrskyn suojuksiksi riittävän kokoiset, so. likimain välimetsiköiden levyiset metsävyöhykkeet hakkaamatta.

Paljaaksihakattavilta aloilta poistetaan kaikki puut korkeintaan noin puolen metrin tai ryhmittäin olevia jonkin verran pitempiäkin kuusen taimia lukuun ottamatta. Kuusen taimet vapautuvat tällöin yhtäkkiä alttiiksi auringon paisteelle, mutta se ei tuota niille ainakaan kovin suurta

haittaa. Ne joutuvat ehkä myös — lähivuosien kevätkesien sääsuhteista riippuen — hallojen uhkaamiksi, jotka saattavat vikuuttaa kasvaimien alkuja, siten jossain määrin häiriten taimien kasvua. Alalle ilmestyy kuitenkin nopeasti koivun taimia, vesojen alkuja — mikäli on kaadettu myös koivuja — jo seuraavana kesänä. Yleensä viiden kuuden vuoden kuluttua kuusen taimet ovat nuoren, ripeästi edistyvän koivun taimiston suojassa. Tämän edellytyksenä tosin on, ettei alaa laidunneta.

Siemenpuiden tai ylispuiden, varsinkaan kuusten, jättäminen kaistaleisiin ei näytä tarpeelliselta eikä suotavalta. Sellaiset päinvastoin, mikäli ne ehkä pysyisivät pystyssä ja mikäli niitä ei ajoissa poistettaisi, johtavat yleensä korpimaillakin aukkoiseen taimistoon. Mainittakoon, että mm. Tertti (Hertz 1932) erityisesti painostaa yksinäisten puiden, varsinkin kuusten, hakkausalalle jättämisen haitallista vaikutusta ns. kovilla metsämailla yksistään jo kuusen uudistumisen kannalta asiaa arvostellen. Koivut pysyvät korpimaillakin pystyssä kuusia paremmin ja koivuylispuut ovat alikasvokselle vähemmän haitallisia kuin kuuset.

Maan pinnan valmistaminen korpien paljaaksihakkausaloilla ei ole tarpeen. Poltto ei saa missään tapauksessa tulla kysymykseen. Se tosin yhä jouduttaisi koivun taimien ilmestymistä, mutta poltto hävittäisi alalle jo ilmestyneen kuusen alikasvoksen eikä poltto ole kuusen uudistumiselle eduksi (vrt. mm. Heikinheimo 1915). Hakkuutähteitä, joiden määrää valmistushakkaus on tosin jo osaksi vähentänyt, jää tietenkin paljaaksihakkausalalle erittäin runsaasti. Niiden kasaamiseen ei silti tarvitse ryhtyä, vaan pikemminkin niitä on hajoitettava tasaisesti kautta alan. Kuusen taimia olisi tietenkin pyrittävä vapauttamaan hakkuutähteiden alta. Latvuksien karsiminen ei liene tarpeellista.

Edellä esitelty kuusikon uudistamistapa muistuttaa jo Gayerin (1898) suosittelemaa »Schirmbesamung in Saumschlägen»-eli »Randverjüngung»-menetelmää sekä Wagnerin (1923) laveasti perustelemaa reunaharsintametodia, mutta eroaa niistä kuitenkin monessa suhteessa aivan oleellisesti. Kuusen taimiaineksen ilmestymiseen väljennyshakkauksen jälkeen on myös meillä kiinnitetty huomiota (vrt. mm. Ilvessalo, L. ja Laitakari 1930, Laitakari 1930 a, Cajander, Erkki K. 1934, Tertti 1937) ja sehän oikeastaan on ydinajatus parempien kangasmaiden metsien uudistamiskysymyksessä yleensäkin (Heikinheimo 1944, Kalela 1945).

Kaistaleiden välisten metsiköiden uudistaminen.

Myös kaistaleiden väliset metsiköt on aikanaan uudistettava. Kuten edellä esitetystä on käynyt selville, välimetsiköiden kohdalla edellytettiin suoritettavaksi valmistushakkaus samanaikaisesti kuin kaistaleidenkin kohdalla, joten niistä on heikkotuottoisin puusto poistettu ja metsikkö

saatettu siihen tilaan, että kuusen taimien ilmestyminen on käynyt mahdolliseksi. Sen jälkeen kun kaistaleisiin on noussut 3—4 metrin korkuinen koivun taimisto, so. noin 15 vuoden kuluttua kaistaleiden hakkauksesta, kuusen taimien ilmestymistä kaistaleisiin tapahtuu voimakkaan varjostuksen ja runsaan lehtikarikkeen takia hyvin vähän, joten välimetsiköt ovat siementäjinä miltei menettäneet merkityksensä ja niiden uudistamiseen voidaan ryhtyä. Nyt joutuu harkittavaksi, mitä menetelmää käyttäen tämä uudistaminen olisi parhaiten suoritettava.

Edellä on asetuttu sille kannalle, että välimetsiköt ovat yleensä vain 40—50 metriä leveitä kuten kaistaleetkin. Kaistaleiden leventäminen ei sen vuoksi — nimenomaan myrskyvaaraa ajatellen — saata juuri tulla kysymykseen. Samasta syystä ei niihin voida soveltaa lohkoharsintaakaan. Lähinnä kysymykseen tuleva on paljaaksihakkaus. Tämä, kuten kaistaleidenkin hakkaus, olisi suoritettava paksuhkon lumen aikana ja mieluimmin suojasäällä, jotta kuusen taimiin kohdistuva tuho jäisi mahdollisimman pieneksi.

Välimetsiköissä on tällöin riittävästi kuusen taimia. Vaikka kauankin varjossa kituneina ne ovat kuitenkin toipumiskykyisiä, mutta niiden olisi paljaaksihakkauksen jälkeen mahdollisimman pian saatava hallan suojaa. Kaistaleiden koivikko on nyt lähes 15 vuotta vanhaa, joten vapaasti kasvaneet kantovesat ovat jo siementämiskykyisiä (Heikinheimo 1915, Mikola 1942). Näiden siemennyksen varmentamiseksi sekä samalla kuusen taimien hallan suojaa ajatellen hakkausalalle jätetään mahdollisuuksien mukaan joitakin koivuja ja mäntyjäkin siemenpuiksi. Tätä silmällä pitäen onkin kaistaleiden hakkausta edeltäneessä valmistushakkauksessa pyritty säästämään, kuten edellä mainittiin, hyvälaatuisia koivuja ja mäntyjä kyseistä tarkoitusta varten. Siementäviä koivuja ei tarvita edes 10 kpl hehtaaria kohden, sillä 10 koivusiemenpuun kylvämien siementen luku (Heikinheimo 1932) on noin 10 kertaa suurempi kuin 100 mäntysiemenpuun. Myös tutkittujen kaistaleiden taimettuminen osoittaa, että jo yksityinen tai muutama harva hakkausalan lähitienoilla oleva koivu siementää nopeasti laajat alat. On selvää, että koivu- ja mäntysiemenpuutkin joutuvat suureen myrskyn vaaraan, mutta moneksi vuodeksi niitä ei tarvitse eikä sovikaan jättää, sillä se johtaisi alalle nousevan koivuvaltaisen taimiston aukkoisuuteen ja siemenpuiden talteen oton yhteydessä taimistolle aiheutuva tuho lisääntyy vuosi vuodelta.

Lisänäkökohtia.

Se kysymys, mikä metsikkömuoto tuottaa taloudellisesti parhaan tuloksen, on ollut jatkuvasti pohdittavana, mutta on yhä avoin. Tuntuu siltä, että tässä ehdotettu korpimetsien uudistusmenetelmä on sekä metsänhoidollisesti että taloudellisesti suositeltava. Valmistushakkauksessa voidaan ottaa talteen heikkotuottoinen puusto ja jäljelle jää paraskasvuinen,

jonka kasvu väljässä tilassa ei vain säily, vaan yleensä yhä paranee samalla kuin puut lisäävät siementuottoaan ja myrskynkestävyyttään. Hitaasti uudistuva kuusi taimettuu siten metsikössä, jossa kasvu jatkuu likimain vähentymättömänä ja kohdistuu parhaisiin puihin, joten arvokasvu voi olla hakkauksen edellistä korkeampi. Kasvusadannes on joka tapauksessa aikaisemmasta kohonnut. Siementyminen jää yksityisistä siemenvuosista riippumattomaksi ja muodostuu runsaaksi. Korvessa maa on harvahkon puuston alla tyydyttävästi siemennyskuntoinen ja kuusi uudistuu kyseisissä oloissa melkoisen varjoisassa metsässä. Jo Blomquist (1883) esittää, että kuusen taimi säilyy terveenä ankarassakin siimeksessä, vaikka se viihtyy parhaiten täydessä päivänvalossa. Ja hän jatkaa, että kuusi menestyy hyvin koivikon valoisan lehvistön alla ja toipuu lihavalla maalla vaikkapa 30 à 40 vuotta koivikon alla kasvaneena. Tämän toteavat myös myöhemmät tutkimukset (Cajander, Erkki K. 1933, Sarvas 1944, ym.). Myös esillä olevan tutkimuksen yhteydessä tehdyt havainnot osoittavat, että vuosikymmeniäkin varjossa kituneet kuusen taimet ovat elinehtojen parantuessa hyvin toipumiskykyisiä. »Väljennysvaihe» saa niin ollen jäädä pitkäksikin ja valmistushakkaus saatetaan, kuten edellä mainittiin, vaikkapa uusia. Paljaaksihakkaus voidaankin suorittaa vasta sitten, kun aika siihen, menekkisuhteet ja muut niihin verrattavat seikat huomioon ottaen, näyttää sopivalta.

Kun sitten kaistaleiden ja ennen pitkää myös välimetsiköiden kohdat hakataan paljaiksi, niin kuusi saa jatkaa kasvuaan alan nopeasti valtaavan, puulajeistamme hintaansa katsoen — erämaaseutuja lukuun ottamatta — arvokkaimmaksi kohonneen koivun turvissa. Uudistumisaika jää siten miltei olemattomaksi. Koivut suojaavat kuusen taimia hallan ja osaksi ehkä lumenkin (Heikinheimo 1915, Barth 1920) tuhoilta. Kasvaessaan koivujen välissä ja alla kuuset muodostuvat vähemmän oksaisiksi tai ainakin hento-oksaisemmiksi (vrt. Cajander, Erkki K. 1933) ja siten teknillisesti arvokkaammiksi kuin esimerkiksi lohkoharsintametsikössä. Kuusi vuorostaan edistää koivujen puhdistumista oksistaan ja niin ollen parantaa niiden laatua. Eräänä näkökohtana tulkoon vielä mainituksi, että Kankaan (1935) tutkimuksien mukaan valoisissa metsiköissä, siis puhtaissa koivikoissa, ruskotäpläisyyttä tavataan yleisemmin ja runsaammin kuin varjoisissa, siis kuusi-koivusekametsiköissä.

Aikaa myöten koivut varjostavat liikaakin. Kuusten pituuskasvu pysyy heikkona tai suorastaan hidastuu, jota paitsi koivujen oksat saattavat piestä kuusten silmuja ja kasvaimia piloille. Viimeksi mainitussa suhteessa korpimaille luonteenomainen hieskoivu ei tosin liene yhtä tuhoisa kuin riippuvaoksainen rauduskoivu. Kuusten kasvutilasta on joka tapauksessa pidettävä huolta koivikkoa ajoissa, viimeistäänkin 20—25 vuoden ikäisenä, jolloin koivut ovat yleensä jo aisapuun kokoisia ja osaksi jo alaoksistaan puhdistuneet, varovasti harventaen. Nopeasti kasvaneita leven-

televiä koivun vesaryhmiä ja tiheimpiä koivun taimiryhmiä yleensäkin sekä mahdollisesti ilmestyneitä haavan ja harmaalepän vesoja olisi — kuusen taimien kehitystä silmällä pitäen — hyvä raivata jo kymmenkunta vuotta aikaisemmin. Laatupuun kasvatusta ajatellen olisi tietenkin ajoissa aloitettu kuivien oksien karsintakin paikallaan. Sitenkin voidaan jossain määrin parantaa kuusten kasvutilaa. Myöhemmin koivikkoa voidaan ja vanhemmiten sitä onkin kasvatettava yhä harvempana, joten kuusten viihtyminen sen alla on sitäkin varmempaa. Kun sitten koivujen pituuskasvu vähenee ja ennen pitkää loppuu kokonaan, niin kuusten pituuskasvu jatkuu yhä tai suorastaan kiihtyy ja edellä mainitut haitat vähenevät. Koivut saavuttavat täyden mittansa ja ikänsä kuusia aikaisemmin ja joutuvat asteittain yhä voimakkaammiksi muodostuvissa harvennuksissa vähitellen kaikki talteen otettaviksi. Tällöin on uusi metsä valmiina entisen tilalla ja metsikkö jatkaa kasvuaan likimain puhtaana kuusikkona.

Edellisestä selviää, että ilman kasvutila tulee jatkuvasti mahdollisimman tarkoin hyväksi käytetyksi. Näin on asia myös maan kasvutilan suhteen. Koivun juuristo tunkeutuu nimittäin turvemaillakin kuusen juuristoa vähän syvemmäksi. Lappi-Seppälän (1930) mukaan tasaikäisen koivu-mäntysekametsikön tuotto voittaa sekä määrään että laatuun katsoen mainittujen puulajien puhtaiden metsiköiden tuoton. Edellä selostetuista ja osaksi kohta jäljempänä mainittavista syistä tuntuu siltä, että myös koivu-kuusisekametsän tuotto todennäköisesti muodostuu näiden puulajien puhtaiden metsikköjen tuottoa suuremmaksi.

Koivun merkitystä turvemailla, joissa ojituksen jälkeenkin lähinnä hapen puute maassa on puiden kasvua rajoittavana tekijänä, ei voida arvioida kyllin suureksi. Tämä perustuu ennen kaikkea koivun voimakkaaseen haihduntaan sekä sen helposti lahoavien juurien maata kuohkeuttaviin ominaisuuksiin. Koivun lehtikarikkeen maata »parantava» vaikutus on selvittämättä, mutta yleensä ollaan sitä mieltä, että havupuut ainakin kovilla metsämailla kasvavat paremmin, jos paikalla aiemmin on kasvanut koivua. Aaltosen (1942) puuntaimilla suorittamat kokeet viittaavat samaan suuntaan. Toisaalta taas koivut ovat sikäli haitallisia, että niiden lehtikarike tappaa nuoria ja hentoja kuusen taimia, mutta se tarjoaa (Hertz 1932) kuitenkin parempia mahdollisuuksia kuusen taimien alkuun pääsylle ja toimeentulolle kuin esimerkiksi karhunsammalpeitteinen metsämaa. Lehtikarikkeiden tuhoisa vaikutus (vrt. mm. Kujala 1926) sammalpeitteeseen on sitä paitsi nimenomaan korpimailla merkityksellinen. Kun kuusi on (Aaltonen 1932, ym.) lisäksi siinä maineessa, että se johtaa raakahumuksen muodostumiseen ja jouduttaa maan podsoloitumista, on koivun sekoitus siltäkin kannalta ainakin lievästi soistuneilla mailla ilmeisesti eduksi.

Esitetyn perusteella näyttää siltä, että ehdotettu hakkausmenetelmä tarjoaa useita etuja. Eräänä sellaisena käytännössä huomion arvoisena

näkökohtana on mainittava vielä se, että siinä leimauskustannukset jäävät vähäisiksi. Väljennyshakkauksessa tosin poistettavat puut on leimattava, mutta paljaaksihakattavien kaistaleiden kohdat voidaan merkitä vain mittanauhan ja seivästyksen avulla. Myöhemmin suoritettavan välimetsiköiden hakkauksen yhteydessä joutuvat vaikkapa maalilla merkittäviksi vain harvalukuiset siemenpuut. Myös hakkuutyö ja sen valvonta samoin kuin puutavaran ajokin on helpompaa kuin esimerkiksi lohkoharsintaa käytettäessä. Ehdotettu hakkausmenetelmä edellyttää tosin jonkin verran enemmän suunnitelmallisuutta, mutta varsin joustavasti voidaan, kuten jo aikaisemmin on mainittu, nyt esiteltyä metsän uudistusmenetelmääkin soveltaessa ottaa huomioon kulloinkin vallitsevat kaupalliset ja muut hakkuiden ajankohtaan vaikuttavat olosuhteet. Metsätalouden järjestelyn kannalta ehdotettu menetelmä tuntuu hyvinkin edulliselta.

On tunnettua, että muihin puulajeihimme ja erityisesti kuuseen verraten biologisesti heikommalla koivulla luontaiset kasvuedellytykset ovat maassamme suhteellisen heikot. Yhtä hyvin kuin tuoreilla kankailla vielä varmemmin korpimailla kuusi valtaa luonnostaan kasvutilan ellei koivua tavalla tai toisella auteta. Kun koivun arvo on viime aikoina vuosi vuodelta noussut, on sen suosiminen ilmeisesti paikallaan. Tässä esitetty väljennyskaistalehakkaus tarjoaa erään keinon koivun tuotannon suojaksi. Toisaalta menetelmä ei kuitenkaan johda kuusen lopulliseen häviöönkään, sillä paikalla saa taas ennen pitkää vallan likimain puhdas kuusikko.

Muita uudistushakkaustapoja, erityisestikin lohkoharsinta (keskitetty harsinta).

Edellä esitelty uudistusmenetelmä ei suinkaan ole ainoa korpimetsiin mahdollinen. Varsinainen harsinta, jossa voidaan poimia puita miltei yksitellen paikastaan, soveltuu korpikuusikkoihinkin huonosti. Taimia kylläkin jonkin verran syntyisi, mutta ne olisivat hentoja ja niiden kehitys olisi hidasta. Rinnankorkeusmitan täyttävillä puun aluilla olisi runsaasti ikää ja paperipuun kokoinen kuusi olisi hyvin vanha. Vasta valtaluokkiin kohotessaan puiden kasvu elpyisi. Metsikkö säilyisi puhtaana kuusikkona.

Siemenpuuhakkaustakaan ei voida suositella, sillä kuusisiemenpuut kaatuvat olletikin pehmeäpohjaisella korpimaalla — poikkeuksellisen suojaisia kohtia lukuun ottamatta — yleensä hyvin pian yksi toisensa jälkeen. Jos ne sattuisivatkin pysymään pystyssä, niin ne ehkä kuivuvat. Vähän kestävämpiä tuulta vastaan ovat mänty ja koivu, joten sellaista menetelmää voitaisiin ajatella, että kuusen taimisto hankittaisiin valmistus- tai väljennyshakkauksen jälkeen sekä jätettäisiin siemenpuiksi muutamia mäntyjä ja koivuja. Nämäkin olisi — edellyttäen että ne pysyvät pystyssä — muistettava poistaa ajoissa.

Paremmin soveltuu harsinnan ja siemenpuuhakkauksen väliaste, lohkoharsinta eli keskitetty harsinta. Etenkin aukkoisissa, epätasaisissa ja ryhmittäin eripitkissä korpimetsissä sekä muotoonsa katsoen epäsäännöllisillä ja pienenpuoleisilla korpimailla se voi olla paikallaan. Tällöin otetaan talteen hakkuukypsiä puita, vapautetaan metsikössä jo olevia taimiryhmiä, aukkoja laajennetaan, tehdään uusia pikkuaukkoja ja tiheimpiä puuryhmiä harvennetaan siinä määrin, että niihin alkaa ilmestyä taimia. Hakkaus on siten metsikön laadusta riippuen verraten vapaata, milloin harvennusta tai väljennystä, milloin aukko- tai vyöhykehakkausta. Tällöin saadaan metsikköön jo syntymään koivuakin, vaikkakin sen osuus säilyy edelleen suhteellisen pienenä, ellei uudistushakkauksia erikoisesti jouduteta, mikä näyttäisi olevan sekä metsänhoidollisen että taloudellisen tuloksen kannaltakin eduksi.

Lohkoharsinnalla on tunnetut etunsa jos haittansakin. Se soveltuu kaistalehakkausta paremmin epätasaiseen maastoon ja epätasaisiin metsiin, joissa kaistaleiden kohdalta kaatuisi runsaasti keskenkasvuisiakin puita. Vaikka lohkoharsinnassa yksityisten puuryhmien käsittely vaatii leimaajalta tottunutta silmää, soveltunee tämä silti laajaperäisiin oloihin väljennys-kaistalehakkausta paremmin, joka edellyttää melkoista suunnitelmallisuutta. Myös seuduissa, joissa koivulla ja pienellä puulla ei ole riittävää menekkiä, lohkoharsinta voi olla paikallaan. Leimauskustannukset ovat lohkoharsintametsikössä suuremmat, samoin hakkuun, ajon ja niiden valvonnan kustannukset. Myrskyvaaraa ei ole unohdettava korpimetsien lohkoharsinnassakaan. Koskemattomiin, so. vuosikymmeniä kaikelta hakkaukselta säästyneisiin korpikuusikkoihin lohkoharsinta ei sen vuoksi sovellu. Hallojen merkitys on vähäinen. Lohkoharsintametsikön taimistot ovat yleensä ryhmittäisiä, joten niiden hoito ei ole niin helppoa ja yksinkertaista kuin kaistaleille nousseiden taimistojen.

Lohkoharsintametsikön tuoton vertailu väljennys-kaistalehakkauksen tuottoon jäisi etupäässä vain pohtimiseksi. Wahlgrenin (1922) mukaan Ruotsissa ollaan yleensä sitä mieltä, ettei eri-ikäinen metsikkö tuota yhtä paljon kuin tasaikäinen. Meillä katsotaan sekä taloudellisesti että metsänhoidollisesti edullisimmiksi ne hakkaustavat, joissa, kuten Lihtonen (1943) kirjoittaa, »emometsää asteittain vähentämällä käytetään hyödyksi hakkauksen puustossa aiheuttama kasvun lisä». Mainitunlainen ajatus korostaa väljennyshakkauksien arvoa. Tuntuukin siltä, että sekä meillä että Ruotsissa hyväksytty käsitys puhuu tuoton määrään katsoen paremmin väljennys-kaistalehakkauksen kuin lohkoharsinnan puolesta.

Edellä selostettuja hakkaustapoja tarkasteltaessa on lähdetty siltä pohjalta, että hakattavan korpikuusikon tilalle olisi saatava syntymään riittävä kuusen taimisto ja aikaa myöten taas kuusivaltainen metsä. Mikäli tästä periaatteesta luovutaan, voidaan korpimaalla toimeenpanna yksinkertainen lohkopaljaaksihakkaus. Vaikkei alalla olisikaan

kuusen taimia ja vaikka korpi olisi jopa 100—200 m leveä tai ehkä vieläkin leveämpi, voidaan sen hakkuukypsä kuusikko, jos niin syystä tai toisesta katsotaan tarpeelliseksi, hakata samanaikaisesti kauttaaltaan paljaaksi. Heikinheimon (1915 ja 1932) mukaan kuusi siementää jotakuinkin riittävästi 50 m:n ja sitä suuremmankin etäisyyden päähän ja kuusen siemen kulkee ilmassa jopa 200 metrin matkan, joten varsin kookkaallekin paljaaksihakkausalalle saattaa vielä hakkauksen jälkeenkin ilmestyä jonkin verran myös kuusen taimia. Mikäli korpi on ojitettu ja mikäli korven reunoilla on siementä tekeviä koivuja, koivun taimiston ilmestyminen on — edellyttäen ettei alaa laidunneta — joka tapauksessa kutakuinkin taattua. Tämä varmenee yhä, jos kautta alan levitetyt hakkuutähteet poltetaan, mikä tällöin — sikäli kuin alalla ei ole aikaisempaa taimistoa suojattavana — on siltä kannalta katsoen mahdollista. Ehdotettu menetelmä, so. korven paljaaksihakkaus ja lisäksi hakkuutähteiden poltto, saattaa eräissä tapauksissa olla hyvin suositeltavaa (vrt. Kangas 1940) nimenomaan korpikuusikoissa, jotka ovat (Heikinheimo 1920, Tikka 1935, ym.) maannousemalle erikoisen alttiita.

Lehtokorpien, ruoho- ja heinäkorpien sekä nevakorpien metsien uudistaminen.

Tässä esitelty tutkimus on kohdistunut, kuten edellä on mainittu, kangaskorpien ja varsinaisten korpien metsien uudistamiskysymyksien selvittelyyn. Muutamia koealoja on tosin osunut myös näitä lihavammille korpimaille. Esiintyneiden tapauksien perusteella voidaan mainita, että ojitettujen lehtokorpien ja saniaiskorpien samoin kuin nähtävästi varsinaisten lettokorpien metsiä on uudistettava kuten mustikkatyyppiä lihavamman kovan maan metsiä. Taimisto on hankittava ja kehitettävä puustoa harventaen ja harvennusta vähitellen tehostaen. Koivu näyttää tosin olevan turvemailla melkoisen kilpailukykyinen ruohikon ja heinikön kanssa, mutta paljastavia hakkauksia on mainituissa herkästi rikkaruohottuvissa korpityypeissä silti varottava.

Ruoho- ja heinäkorpien sekä lettokorpien heikkometsäiset alatyypit samoin kuin nevakorvet on — varsinkin jos niihin halutaan saada etupäässä kuusta tai mäntyä — ojitettuinakin yleensä keinollisesti metsitettävä. Tällöin on jo ennen metsitystyöhön ryhtymistä, mikä ei saisi lykkääntyä ainakaan monta vuotta ojituksesta eteenpäin, useimmiten paikallaan toimittaa puhdistushakkaus parhaita puita alalle jättäen. Nekin on lähivuosina poistettava, sillä turvemailla, runsasravintoisillakin, ylispuut muodostuvat niin hyvin keinollisesti hankitulle kuin luontaisesti nousevalle nuorennokselle, nimenomaan koivulle, haitallisiksi aiheuttaen odotettuun taimistoon epätasaisuutta ja aukkoisuutta.

Kirjallisuusluettelo.

Aaltonen, V. T. 1925. Über den Aziditätsgrad (pH) des Waldbodens. — *Selostus:* Metsämaan happamuusasteesta. MKJ. 9.

—»— 1932. Über den Einfluss der Holzart auf den Boden. — *Summary:* The effect of different species of tree on the soil. MTJ. 17.

—»— 1936. Kuusi männyn kilpailijana kasvupaikasta. — *Referat:* Die Fichte als Konkurrentin der Kiefer um den Standort. AFF. 42.

—»— 1938. Maa ja metsän uudistuminen. Metsänhoitajien jatkokurssit 1937. III. SF. 46.

—»— 1942. Muutamia kasvukokeita puuntaimilla. — *Referat:* Einige Vegetationsversuche mit Baumpflanzen. AFF. 50.

Amilon, J. A. 1923. Skogsskötseln och dess förutsättningar. Stockholm.

Barth, Agnar. 1920. Skogsbrukslaere. I. Hugstsystemene og skogens naturlige föryngelse. 3die utgave. Kristiania.

Blomquist, A. G. 1883. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. II. Granen. Finska Forstför. medd. 3. Helsingfors.

Bonsdorff, A. J. 1917. Studien über die Sturmrichtungen in Finnland. AFF. 8.

—»— 1918. Beiträge zur Kenntnis der Sturmschäden in Finnland. AFF. 8.

Bühler, Anton. 1918. Der Waldbau. I. Bd. Stuttgart.

Cajander, A. K. 1910. Metsiemme uudistushakkaukset toisiinsa verrattuina. Maahenki. Helsinki.

Cajander (Kalela), Erkki K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. — *Referat:* Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland. MTJ. 19.

—»— 1934. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. — *Referat:* Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzenbestände nach der Befreiung. MTJ. 19.

Ebermayer, Ernst. 1900. Der Einfluss der Wälder auf die Bodenfeuchtigkeit, auf das Sickerwasser, auf das Grundwasser und die Ergiebigkeit der Quellen. Stuttgart.

Enroth, G. Hj. 1915. Lohkohakkauksesta Suomen sotilasvirkataloilla. Suomen metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja. Erikoistutkimuksia 4. Helsinki.

Gayer, Karl. 1898. Der Waldbau. Vierte Auflage. Berlin.

Hannikainen, P. W. 1919. Metsänhoito-oppi metsän ystäville. Neljäs painos. Helsinki.

Heikinheimo, Olli. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. — *Referat:* Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. AFF. 4.

—»— 1920. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. — *Referat:* Die Schneeschadengebiete in Finnland und ihre Wälder. MKJ. 3.

—»— 1922. Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. — *Referat:* Über die Bewirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinnlands. MKJ. 5.

—»— 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä. I. — *Referat:* Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. I. MTJ. 17.

—»— 1944. Metsien luontainen uudistaminen. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia N:o 22. Toinen painos. Helsinki.

Hertz (Tertti), Martti. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. — *Referat:* Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideböden. MTJ. 17.

Hesselman, Henrik. 1917. Om våra Skogsföryngringåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring. Medd. fr. stat. Skogsförsöksanst. H. 13—14. Stockholm.

Homén, Th. 1896. Über die Bodentemperatur in Mustiala. Acta Soc. Scient. Fennicae XXI, N:o 9. Helsinki.

Huuhtanen, V. 1938. Piirteitä Itä-Suomen piirikunnan metsätaloudesta. — *Referat:* Die Waldwirtschaft im staatlichen Forstdistrikt Ostfinnland. Metsänhoitajien jatkokurssit 1937. III. SF. 46.

Ilvessalo, Lauri ja Laitakari, Erkki. 1930. Metsikön uudistus. Maa ja metsä IV: Metsätalous II. Porvoo.

Ilvessalo, Yrjö. 1920. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. — *Referat:* Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. AFF. 15.

—»— 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. — *Referat:* Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. *Summary:* The forest resources and the condition of the forests of Finland. The second national forest survey. MTJ. 30.

—»— 1945. Puiden kasvun vaihtelu ja sen merkitys kasvututkimuksissa. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

Jonson, Tor. 1929. Massatabeller för träduppskattning. Femte upplagan. Stockholm.

Kalela, Erkki K. 1936. Tutkimuksia Itä-Suomen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä. — *Referat:* Untersuchungen über die Entwicklung der Fichten-Weisserlen-Mischbestände in Ostfinnland. AFF. 44.

—»— 1942. Sekametsiköitten käsittelyn ymmärtämiseksi. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

—»— 1945. Metsät ja metsien hoito. Helsinki.

Kangas, Esko. 1935. Die Braunfleckigkeit des Birkenholzes und ihr Urheber Dendromyza (Dizygomyza) betulae n. sp. — *Selostus:* Koivun ruskotäpläisyys ja sen aiheuttaja Dendromyza (Dizygomyza) betulae n. sp. MTJ. 22.

—»— 1940. Kuusen käpytuhot ja siemensato v. 1937. — *Referat:* Zapfenschäden und Samenertrag bei der Fichte im J. 1937. MTJ. 29.

—»— 1940. Maannousema kuusikoittemme metsänhoidollisena kysymyksenä. Metsätaloudellinen aikakauslehti. Helsinki.

Keränen, Jaakko. 1925. Temperaturkarten von Finnland. Meteorol. Keskuslait. toimit. 17. Helsinki.

—»— 1930. Metsäilmastosta. Maa ja metsä IV: Metsätalous II. Porvoo.

Korhonen, W. W. 1915. Die Ausdehnung und Höhe der Schneedecke. Meteorol. Keskuslait. toimit. 2. Helsinki.

—»— 1925. Sadekarttoja Suomesta (Niederschlagskarten aus Finnland). Meteorol. Keskuslait. toimit. 1. Helsinki.

Kotilainen, Mauno J. 1945. Katso Lukkala, O. J. 1945.

Kujala, Viljo. 1926. Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. — *Selostus:* Tutkimuksia metsäkasvillisuudesta Etelä- ja Keski-Suomessa. I. MKJ. 10.

Laitakari, Erkki. 1920. Tutkimuksia sääsuhteiden vaikutuksesta männyn pituus- ja paksuuskasvuun. — *Referat:* Untersuchungen über die Einwirkung

der Witterungsverhältnisse auf den Längen- und Dickenwachstum der Kiefer *(Pinus silvestris)*. AFF. 17.

—»— 1930 a. Metsän hoito eri metsätyypeillä. Maa ja metsä IV: Metsätalous II. Porvoo.

—»— 1930 b. Metsien ilmastolliset vaarat. Maa ja metsä IV: Metsätalous II. Porvoo.

—»— 1930 c. Katso Ilvessalo, Lauri. 1930.

Lappi-Seppälä, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. — *Selostus:* Tutkimuksia tasaikäisen mänty-koivu-sekametsikön kehityksestä. MTJ. 15.

Lihtonen, V. 1943. Tutkimuksia metsän puuston muodostumisesta. Tuottohakkauslaskelma. — *Referat:* Untersuchungen über die Bildung des Holzvorrates des Waldes. AFF. 51.

Lukkala, O. J. 1937. Nälkävuosien suonkuivausten tuloksia. — *Referat:* Ergebnisse der in den Hungerjahren angelegten Moorentwässerungen. MTJ. 24.

—»— 1940. Metsämiehen suo-oppi. Helsinki.

—»— 1942. Sateen mittauksia erilaisissa metsiköissä. — *Referat:* Niederschlagsmessungen in verschiedenartigen Beständen. AFF. 50.

—»— ja Kotilainen, Mauno J. 1945. Soiden ojituskelpoisuus. Helsinki.

Lundberg, Gustav. 1926. Handbok i skogsdikning. Stockholm.

Mikola, Peitsa. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. — *Referat:* Über die Ausschlagbildung bei der Birke und ihre forstliche Bedeutung. AFF. 50.

Multamäki, S. E. 1937. Kuusen uudistumisesta vesiperäisillä mailla. — *Referat:* Von der Verjüngung der Fichte auf Torfböden. Yksityismetsänhoitajayhd. vuosikirja X. Helsinki.

—»— 1939. Kuusen kylvöstä ja istutuksesta metsitettävillä soilla. — *Referat:* Über Fichtensaat und -pflanzung auf zu bewaldenden Mooren. AFF. 47.

—»— 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. — *Referat:* Das Erfrieren der Fichtenpflanzen in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore. AFF. 51.

Mäkelä, L. A. 1939. Piirteitä Länsi-Suomen piirikunnan metsätaloudesta. — *Referat:* Die Forstwirtschaft im Forstverwaltungsbezirk Westfinnland. Metsänhoitajien jatkokurssit 1938. IV. SF. 52.

Ototzkij, P. 1898, 1899, 1900. Der Einfluss der Wälder auf das Grundwasser. Zeitschrift f. Gewässerkunde: 1898, H 4, 5; 1899, H 3; 1900, H 3.

Petrini, Sven. 1936. Om kantträdens reaktion vid friställning och överbeståndets produktion vid skärmföryngring. Medd. fr. statens Skogsförsöksanst. H. 29. Stockholm.

Pöntynen, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. — *Referat:* Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte als Unterwuchs in den finnischen Staatswäldern von Grenz-Karelien. AFF. 35.

Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. — *Referat:* Einwirkung der Sägestammplänterungen auf die Priwatwälder Südfinnlands. MTJ. 33.

Tertti, Martti. 1937. Kuusimetsien uudistushakkauksista. — *Referat:* Über die Verjüngungshiebe in Fichtenbeständen. Metsänhoitajien jatkokurssit 1936. II. SF. 42.

Thurmann-Moe, P. 1941. Om skogens innflytelse på jordens vannforråd med spesielle undersøkelser over dens drenerende evne. — *Referat:* Ueber den Einfluss des Waldes auf die Wasservorräte des Bodens mit besonderen Unter-

suchungen über die entwässernde Fähigkeit desselben. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 1941.

Tikka, P. S. 1935. Puiden vikanaisuuksista Pohjois-Suomen metsissä. Tilastollis-metsäpatologinen tutkimus. — *Referat:* Über die Schadhaftigkeiten der Bäume in den Wäldern Nord-Suomis (-Finnlands). Eine statistisch-forstpathologische Untersuchung. AFF. 41.

Wagner, Chr. 1923. Der Blendersaumschlag und sein System. 3 Aufl. Tübingen.

Wahlgren, A. 1922. Skogsskötsel. 2 uppl. Stockholm.

Lyhennyksiä. — *Abkürzungen.*

AFF = Acta forestalia fennica. Helsinki.

MKJ = Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja. Communicationes ex Instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae. Helsinki.

MTJ = Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja. Communicationes Instituti forestalis Fenniae. Helsinki.

SF = Silva fennica. Helsinki.

DIE NATÜRLICHE VERJÜNGUNG DER BRUCHWÄLDER.

Referat.

Einleitung.

Das ungeteilte Finnland umfasste reichlich 2.5 Mill. Hektar Bruchmoore. Von diesen wurden 1.9 Mill. ha den wüchsigen Waldböden zugezählt, d. h. solchen, die auch unentwässert mittelmässigen Wald tragen, im allgemeinen birkendurchsetzten Fichtenbestand. Obgleich fast 10 % dieser Bruchmoorfläche im Frieden von 1940 verlorengingen, wandten sich die Abholzungen auch weiterhin zu einem beträchtlichen Teil auch den Bruchwäldern zu.

Es ist bisher noch nicht geklärt worden, durch welchen Hieb die Bruchwälder zu erziehen und durch welchen zu verjüngen wären. Dieser Frage ist auch in den Lehrbüchern für Waldbau nur wenig oder überhaupt keine Aufmerksamkeit zugewandt worden. Auch ist beim Hieb der Bruchwälder keine besondere Orientierung massgebend gewesen. Zuvor wurden in ihnen Blockholzplenterungen nach Mindestmass gleicherweise wie auf anderen Waldböden ausgeführt. Mit wachsender Nachfrage nach Papierholz verringerte sich das Mindestmass, und die Bruchwälder wurden mancherorts sogar sehr gewaltsamen Abholzungen ausgesetzt. In den letzten zwei Jahrzehnten, besonders in den zwanziger Jahren, als man die Pflege der finnischen Wälder auf mancherlei Weise zu heben begann, fand die Durchführung starker Abholzungen überhaupt und besonders in alten Fichtenbeständen auf Bruchmoorboden immer mehr Anklang. So kam man besonders in den Staatsforsten zu Trakt- und teilweise auch Saumkahlschlägen von Bruchwald. Die letzteren waren meistens sog. Kulissenhiebe, bei denen man durch einen und denselben Zug mehrere parallele Säume schlägt und zwischen ihnen ungefällte »Waldkulissen» stehenlässt.

Neben den Kahlschlägen hat man auch in Staatsforsten Plenterungen verschiedenen Grades angestellt, die auch in den Wäldern der Holzwarengesellschaften den Kahlschlägen vorgezogen worden sind. In den Privatwäldern ist je nach den Verhältnissen verschieden starkes Plentern von Lang- und Schichtholz auch auf Bruchmooren angewandt worden.

In Anbetracht des oben Gesagten wurde es als begründet erachtet zu erforschen, zu welchen Ergebnissen die verschiedenartigen Abholzungen auf Bruchmooren geführt haben und mittels welcher Methoden die Bruchwälder zu verjüngen wären, so dass das Ergebnis unter Berücksichtigung der Verhältnisse das bestmögliche wäre. Die hier zu beschreibenden Untersuchungen haben sich den Wäldern der südlichen Hälfte Finnlands sowie in erster Linie solchen Bruchmoortypen zugewandt, die auch unentwässert den wüchsigen Waldböden zugezählt werden können. Die meisten der untersuchten Bruchmoorgebiete waren mehr oder weniger wirksam entwässert, obgleich als Voraussetzung galt, dass sowohl entwässerte als auch unentwässerte Bruchmoore als Untersuchungsgegenstand angenommen werden konnten.

Untersuchungsgebiete und -methoden.

Die Untersuchungsstellen liegen in den Versuchsrevieren der Forstlichen Forschungsanstalt und in anderen Staatswäldern, alle in der Südhälfte Finnlands, wie aus Abb. 1 auf S. 9 ersichtlich. Die Zusammenstellung auf S. 10 gibt ein Bild von den in der Gegend der Untersuchungsgebiete herrschenden klimatischen Verhältnissen.

In den vier Hauptuntersuchungsgebieten, Melkankorpi, Pahkakorpi, Kovansuon korpi und Ahonkorpi, wurden in den Jahren 1925—30 in alten Fichtenbeständen auf Bruchmoorboden viele parallele, 40—50 m breite Kahlschlagsäume mit etwa gleich breiten Zwischenbeständen angelegt, in welchen letzteren gleichzeitig überhaupt keine Bäume gefällt wurden. Der Wald war vor dem Hiebe ein im allgemeinen ungleichaltriger, 100—200-jähriger, schlecht gewachsener, von Birke und spärlicher Kiefer durchsetzter Fichtenbestand, mit einem Kubikinhalt von etwa 100 und 200 m^3/ha. Die betreffenden Moore sind im allgemeinen dünntorfig (0.5—1.0 m); noch dünntorfigere, gemeine Bruchwälder und gar eigentliche feste Böden sind in den Säumen nur wenig vorgekommen. Die Gebiete — über die Böschungs-, Waldtypen- u. a. Verhältnisse zweier von diesen geben die Karten auf S. 16 und 47 einen Begriff — sind 3—6 Jahre nach dem Hieb entwässert worden.

Die Untersuchungen wurden schon im Herbst 1936 durch Grundwasser- und Niederschlagsmessungen, Luft- und Bodentemperaturbeobachtungen sowie Beobachtungen über die Entsamung eingeleitet. Es wurden Grundwassermesser in Linien quer durch die Säume so untergebracht, dass im allgemeinen einer in die Mitte eines Saumes und einer in die Mitte eines Zwischenbestandes, d. h. des zwischen zwei Säumen gelegenen Waldstreifens, sowie in zwei Untersuchungsgebieten ausserdem ein Messer in den Randteil jedes Saumes und jedes Zwischenbestandes in 5 m Abstand von der sie trennenden Grenze kam. Die Länge der aus Brettern hergestellten Grundwassermesser betrug 1.5 m, wovon der 1.3 m lange, an seinem unteren Ende durchlöcherte untere Teil in ausgehobene Erdgruben versenkt wurde. Der durchlöcherte Teil wurde, um ein Verstopfen zu verhindern, mit Fichtenzweigen umhüllt. Der Grundwasserstand wurde in regelmässigen Zeitabständen, wenigstens sommers viermal im Monat, gemessen. Im Herbst wurden die Messer durch Strohhüte vor Frost geschützt. So liessen sich denn auch die Messer in vielen Fällen den Winter über ungefroren erhalten.

Die Regenmesser, insgesamt 12 Stück, wurden auf denselben Linien wie die Grundwassermesser derart aufgestellt, dass in jedem Untersuchungsgebiet ein Messer auf die Mitte wenigstens eines Saumes, also auf offenes Feld und die zur Verfügung stehende Menge auf die Mitte der benachbarten Zwischenbestände kam. Die Regen- wie auch die Grundwassermesser wurden somit in Beständen mit verschiedener Geschlossenheit untergebracht. Der im Winter gefallene Schnee blieb als Wasser ungemessen, aber über die Dicke der Schneedecke neben den Niederschlagsmessern wurden Beobachtungen angestellt.

Neben jedem Regenmesser wurde an der Nordseite eines etwa 10 cm dicken Pfahls 1.5 m über der Bodenoberfläche ein Max.-Min.-Thermometer aufgestellt. Die Ablesung dieser Thermometer — es wurde jedesmal die nach der letzten Messung höchste und niedrigste Temperatur notiert — erfolgte gleichzeitig mit der Besichtigung der Grundwasser- und Regenmesser. Nebenbei wurde zur Zeit des ungefrorenen Bodens auch die Bodentemperatur 30 cm unter der Erdoberfläche und im Winter wiederum, wenn der Boden gefroren war, nach regelmässigen Zwischenzeiten die Dicke der gefrorenen Bodensicht gemessen.

Um die Besamungsfähigkeit der den Säumen anliegenden Bestände klarzulegen, wurden in der Linie quer durch die Säume Samenkästen, insgesamt 32 Stück, aufgestellt. Sie kamen in die Zwischenbestände wie auch in die Säume, im allgemeinen

in deren Mitte, einige auch an die Ränder der Säume in 5 m Abstand vom Randwald. Die Samenkästen wurden im allgemeinen zweimal im Monat entleert, im Winter erst nach der Schneeschmelze.

Die oben geschilderten Grundwasser-, Niederschlags-, Temperatur- u. a. Beobachtungen erstreckten sich in den verschiedenen Untersuchungsgebieten über verschieden lange Zeiten, in einem von ihnen ununterbrochen über fünf Jahre.

Bei der Besichtigung der Jung- und Altbestände im Herbst 1937, als seit dem Abtrieb 7—10 Jahre vergangen waren, wuchs in den Säumen ein stellenweise lückiger und ungleichmässiger, im allgemeinen aber ziemlich dichter und wüchsiger, 1.5—3.0 m hoher, schwach kieferndurchsetzter Birkenaufschlag mit reichlichem Unterwuchs von Fichtenpflanzen. Die Pflanzen und Bäume wurden auf quer durch die Säume und Zwischenbestände verlaufenden, 5 m breiten und in Abständen von 50 m gelegenen Linien gezählt. Ohne Auswahl einige zu verschiedenen Höhenklassen und in den Zwischenbeständen auch zu verschiedenen Durchmesserklassen gehörende Versuchsbäume, diese reichlicher als jene, wurden untersucht.

In dem fünften Untersuchungsgebiet, im Kesonkorpi, wurden die Verjüngungsverhältnisse in einem auf Bruchmoorboden 1929/30 angelegten Fichtenkahlschlag (etwa 15 ha) klargelegt. Bei der Ausführung der Untersuchungen im Herbst 1937 wuchs auf der Hiebsfläche ein ungleichmässiger, lichter und lückiger fichtendurchsetzter, 3—4 m hoher Birkenaufschlag. An den in den Jahren 1929 und 1930 ausgehobenen Gräben war der Aufschlag am stattlichsten und stellenweise sogar sehr dicht, aber sonst bestand etwa zwischen den mittleren und peripheren Teilen der Hiebsfläche kein nennenswerter Unterschied.

Im Herbst 1942 wurden die Untersuchungsgebiete des Jahres 1937 erneut besucht, um Wiederholungsmessungen anzustellen. Diese betrafen jetzt einen Teil, annähernd die Hälfte der früheren Probeflächenbestände der Säume — im Kesonkorpi der Kahlschlagfläche — und verhalfen zur Feststellung der Veränderungen, die im Verlaufe von 5 Jahren in der Menge und Grösse der Pflanzen vor sich gegangen waren.

In demselben Herbst wurde die Verjüngung der Bruchwälder ausser in den vorher erwähnten Beständen auch auf einigen Waldflächen (den Untersuchungsorten 1—8, s. Karte S. 9) untersucht, auf denen erst vor einigen Jahren Schirmschläge, Femelschläge, u. a. Hiebe durchgegangen waren. Die Untersuchung der Jung- und Altbestände wurde nach einer der oben beschriebenen ungefähr entsprechenden Methode ausgeführt, doch waren hier die Probeflächen getrennt, quadratisch oder rechteckig, meistens 0.10—0.20 Hektar gross.

Vergleichende Betrachtung der Untersuchungsergebnisse.

Über die Wirkung des Waldes auf den Grundwasserstand und die von den Niederschlägen in den Boden gelangende Wassermenge.

An Hand der in den vier Hauptuntersuchungsgebieten 1937—40 ausgeführten Grundwassermessungen ist festgestellt worden, dass der Grundwasserstand von der Niederschlagsmenge der der Messung vorausgegangenen Tage unmittelbar abhängig ist. Des weiteren ist hervorgegangen, dass im Grundwasserstand im Laufe des Jahres im allgemeinen zwei Minima, das eine im Winter, das andere, stärkere im Spätsommer, sowie zwei Maxima eingetreten sind, das eine nach der Schneeschmelze im Frühling, das andere, im allgemeinen etwas schwächere, im Spätherbst. Dies ist zu ersehen aus dem Zahlenmaterial von Tabelle 13 (S. 95), in der die Mittelwerte der Messungen vieler Jahre angegeben sind, sowie noch anschaulicher aus Abb. 57 (S. 96). Im Mittel hat der Grundwasserspiegel im Mai—September auf entwässerten

Bruchmoorböden in den Säumen 45 cm und in den Zwischenbeständen 54 cm unter der Bodenoberfläche gestanden. In bezug auf das ganze Jahr sind die entsprechenden Zahlen 40 und 48 cm. Da auf den Säumen allgemein schon wüchsiger Aufschlag mit vorherrschender Birke stand, dessen Transpirationswirkung den benachbarten Fichtenbeständen gegenüber gar nicht gering ist, weil die Säume ausserdem verhältnismässig schmal und der Boden allgemein abschüssig war, werden die geringen Unterschiede zwischen den Grundwasserständen der Säume und der anliegenden Zwischenbestände einleuchtend.

Die in den Säumen oberhalb des Kronendaches, also auf offenem Felde, sowie in den anliegenden verschieden dichten Zwischenbeständen angestellten Regenmessungen haben die Frage beleuchtet, ein wie grosser Teil der Niederschläge in den Baumkronen hängenbleibt. Tabelle 14 (S. 98) gibt eine Zusammenstellung der diesbezüglichen Ergebnisse. Die Mengen wechseln sehr stark je nach der Menge, Dauer und Ankunftsrichtung der Niederschläge sowie vor allem nach der Bestandesdichte. Unter Berücksichtigung aller vier Untersuchungsgebiete haben die Baumkronen durchschnittlich 22 % aufgefangen, so dass wohl festgestellt werden kann, dass in der Südhälfte Finnlands ungefähr ein Fünftel oder ein Viertel von der Menge der im Mai—September gefallenen Niederschläge in alten Fichtenbeständen auf Bruchmooren von den Baumkronen aufgefangen wird und aus ihnen zurück in die Luft verdunstet. Es kann auch (Abb. 58, S. 98) festgestellt werden, dass von der Gesamtmenge der im Sommer gefallenen Niederschläge von den Baumkronen in überdichten (1.0) Fichtenbeständen und Fichtenmischwäldern etwa die Hälfte, in dichten (0.9) 30—40 % und in ziemlich dichten (0.8) 20—25 %, in lichteren stufenweise weniger aufgefangen wird.

Über die Wirkung des Waldes auf die Luft- und die Bodentemperatur.

Die nebeneinander in den Säumen und den anliegenden Zwischenbeständen 1937—40 ausgeführten Messungen gaben auch Aufschluss darüber, welchen Einfluss die Bestockung auf die Luft- und die Bodentemperatur ausübt. Ihre Ergebnisse werden durch einige Figuren beleuchtet (vgl. Abb. 7, 19, 20 und 41). Die Höchstwerte der Lufttemperatur in 1.5 m Höhe über dem Erdboden sind in den Säumen 3—5° C grösser als in den benachbarten Zwischenbeständen. Am bemerkenswertesten ist, dass die Mindestwerte der Lufttemperatur im Mai—September in den Säumen um 2—4° C niedriger als in den Zwischenbeständen gewesen sind. Im Vorsommer sind die Unterschiede im allgemeinen grösser gewesen, um gegen den Spätsommer abzunehmen.

Die durchschnittliche Bodentemperatur im Mai—September hat bei den Bruchmooren in den Säumen 30 cm unter der Bodenoberfläche 8—9° C betragen. In den Zwischenbeständen war die Bodentemperatur im Mai—September durchschnittlich 1—3° C niedriger als in den anliegenden Säumen. Für den Herbst ist nur ein geringer Unterschied zu verzeichnen gewesen, oder es hat sich das Verhältnis fast umgekehrt.

Die Dicke des Bodenfrostes (vgl. Abb. 7, 19, 20 und 41) ist in den Säumen einige — in eigentlichen Bodenfrostwintern sogar viele — Zentimeter geringer als in den Zwischenbeständen gewesen. Der Unterschied lässt sich dadurch erklären, dass in den Säumen die Schneedecke früher als in den Zwischenbeständen erscheint und in diesen den ganzen Winter über dünner als in jenen bleibt. Trotz den etwas verschieden starken Bodenfrostschichten der Zwischenbestände und der Säume scheint im Zeitpunkt ihres Auftauens im Frühling kein deutlicher Unterschied zu bestehen.

Besamungsversuche.

In den vier Hauptuntersuchungsgebieten wurden die Mengen der von den Bäumen herabfallenden Samen und der Streu in der Zeit zwischen den Herbsten 1936 und 1940 ermittelt. Abgesehen von dem Jahr 1940 sind die betreffenden Jahre schwache Kiefernsamenjahre gewesen, und auch für die Fichte ist kein einziges auch nur mittelmässiges Samenjahr eingetreten.

Der recht geringe Ertrag an Kiefernsamen erklärt sich durch das äusserst spärliche Auftreten der Kiefer in den Zwischenbeständen. Volle Fichtensamen sind in den Zwischenbeständen durchschnittlich in einer Menge von etwa einem Drittelkilogramm jährlich je Hektar, Birkensamen — obgleich in den Randwäldern spärlich Birken wie auch Kiefern standen — ein halbes Kilogramm gestreut worden. Beiderlei Samen ist in den Zwischenbeständen in fast zehnfacher Menge gegenüber den mittleren Teilen der Säume und in fast dreifacher gegenüber ihren Randpartien abgefallen.

Die Streu hat vorwiegend Fichtennadeln und Birkenblätter umfasst und ist hauptsächlich im Herbst und im beginnenden Winter abgefallen. Ihre Menge ist in den mittleren Teilen der Säume (92 kg/ha) geringer als in ihren Randteilen (134 kg/ha), am grössten aber (445 kg/ha) in den Zwischenbeständen. Die in den verschiedenen Untersuchungsgebieten gefallene Streumenge wechselt beträchtlich und ist um so grösser, je holz- und birkenreicher der Bestand ist.

Über die durch den Kahlschlag verursachten Veränderungen in der Bodenvegetation.

Im Gesträuch macht sich die Wirkung des vor 7—12 Jahren durchgeführten Kahlschlages dadurch bemerkbar, dass sich die Himbeere, *Rubus idaeus*, in den Zwischenbeständen nur in Ausnahmefällen angetroffen, in einigem Umfang in den Säumen, und zwar fast ebensogut auf den festen Waldböden wie auf den Bruchmoorböden, eingefunden hat. Beachtenswerter ist das Erscheinen von verschiedenen Gräsern und ihr merkliches Erstarken auf den Hiebsflächen. *Deschampsia flexuosa* begegnet man einigermassen auch in den Zwischenbeständen, aber in den Säumen, besonders auf festem Boden, ist sie zahlreicher und üppiger geworden. Auch *D. caespitosa* hat sich, wenngleich spärlicher, eingestellt. Bemerkenswert ist der Einzug von *Calamagrostis purpurea*, *Agrostis canina* und *A. tenuis* in die Säume. Oft am augenfälligsten ist das Überhandnehmen des zu den Kräutern gehörenden *Chamaenerium angustifolium*.

Für alle angeführten lichtbedürftigen Pflanzenarten ist es bezeichnend, dass sie empfindlicher und reichlicher auf den festen Böden, weniger im gemeinen Bruchwald und noch weniger in normalen Bruchwäldern sich einstellen. »Verunkrautung», die die Verjüngung der Kahlschlagflächen erschwerte, ist weder bei den normalen Bruchwäldern noch wohl auch bei den gemeinen Bruchwäldern zu befürchten, aber auf den festen Waldböden, schon beim *Myrtillus*-Typ, nicht zu reden von besseren, haben die genannten Pflanzenarten, besonders die Gräser, die Neubestockung der Flächen merklich erschwert. Auch die Bodenvegetation der hainartigen Bruchwälder sowie der Kraut- und Grasbrücher wird nach einem Kahlschlag so reichlich, dass die Verjüngung der Fläche erschwert ist.

Auf die Reichlichkeit oder auch nur Üppigkeit der eigentlichen Torfmoose, der *Polytrichum*- und der *Sphagnum*-Arten, hat der Kahlschlag keinen deutlichen Einfluss in bestimmter Richtung ausgeübt. Beide gedeihen gut in den Säumen wie auch in den anliegenden Zwischenbeständen. Besonders in den Lücken der Bruchmoorflächen der Säume ist der Bärenmoosbestand sehr üppig und hat denn auch seinerseits in gewissem Masse eben die Lückigkeit veranlasst.

Die Untersuchungsgebiete waren im allgemeinen entwässert. Da aber die Entwässerungen jung, nur in wenigen Fällen auch nur 10 Jahre alt waren, trat die Wirkung der Gräben in der Zusammensetzung der Bodenvegetation noch nicht nennenswert hervor.

Über die Bestockung der Säume.

In den vier Hauptuntersuchungsgebieten wurde die natürliche Bestockung der abgeholzten Säume untersucht. In dem fünften, im Kesonkorpi, wich die Hiebsfläche in gewissen Teilen durch ihre beträchtlichere Breite wie auch unregelmässige Form von den Säumen ab, doch ist auch sie in den Statistiken über die gefundenen Pflanzenmengen den Säumen zugezählt worden.

Tabelle 15 (S. 107) zeigt die Menge der Pflanzen auf verschiedenen Waldböden in den Säumen und Zwischenbeständen der Untersuchungsgebiete sowie ihre Verteilung auf die verschiedenen Holzarten im Herbst 1937. Die höchste Zahl (38 700 St./ha) wurde in den 1927/28 geschlagenen Säumen des Pahkakorpi gefunden, annähernd ebenso viel auch in den 1925/26 abgeholzten Säumen des Melkankorpi. Etwas schwächer war die Neubestockung in den 1930/31 angelegten Säumen des Kovansuon korpi. Gering (16 000 St./ha) im Vergleich zu den vorhergehenden war die Anzahl der Pflanzen in den 1929/30 geschlagenen Säumen des Ahonkorpi und noch geringer (13 400 St./ha) auf der Kahlschlagfläche desselben Jahres im Kesonkorpi. Der niedrige Wert beim Ahonkorpi ist zum Teil durch spätere Hiebsmassnahmen, vorwiegend aber durch den fortdauernden Weidegang auf der Fläche bedingt. Die ziemlich schwache Verjüngung im Kesonkorpi beruht teilweise auf denselben Ursachen sowie darauf, dass die Fläche bis zum Hiebsjahr recht nass und die Entwässerung bis 1939 unvollständig war.

Die normalen Bruchwälder haben sich im allgemeinen am besten (26 400 St./ha), die gemeinen Bruchwälder etwas schlechter (21 600 St./ha) und die festen Waldböden (MT) noch sogar merklich schlechter (14 200 St./ha) als die letzteren bewaldet. Bei den zuletzt genannten haben ungünstigere Feuchtigkeitsverhältnisse und Vergrasung sowie das Vieh, das aus verschiedenen Gründen auf festen Waldböden lieber als auf torfigen Böden weidet, die Bewaldung erschwert. Die Holzartenverhältnisse des Pflanzenbestandes sind insofern vom Randwald abhängig, als in den Säumen wie auch in den Zwischenbeständen ganz wenig Kiefer auftritt. Birke kommt in den Zwischenbeständen im allgemeinen spärlich vor, 2—16 % von der Kubikmasse des Bestandes, was durchschnittlich 153 m^3/ha ausmacht, aber in den Säumen beträgt der Anteil der Birke 71—90 % der gesamten Pflanzenzahl. Trotzdem die Fichte in den Zwischenbeständen die ganz überwiegend vorherrschende (84—91 % der Kubikmasse) Holzart ist, beläuft sich ihr Anteil in den Säumen durchschnittlich nur auf 19 % der gesamten Pflanzenzahl. Nach der Saummitte hin wachsen im allgemeinen Zahl und Höhe der Pflanzen, und zumal der relative Anteil der Birkenpflanzen nimmt in der besagten Richtung zu. Auf 3—5 m breiten Zonen zu beiden Seiten der Säume tritt jene Veränderung am stärksten hervor, und hier zeigen auch die Prozentanteile der Fichte die schroffste Zunahme nach den Zwischenbeständen hin.

In Tabelle 15 ist auch die Menge der in den Zwischenbeständen der verschiedenen Untersuchungsgebiete gewachsenen Pflanzen angegeben. Als Pflanzen sind dabei die bis zur Oberhöhe der Pflanzen der benachbarten Säume aufragenden Stämmchen gerechnet worden. Auch in den Zwischenbeständen finden sich am meisten Pflanzen in den normalen Brüchern, weniger in den gemeinen Bruchwäldern und am wenigsten auf den festen Waldböden.

Die Anzahl der kümmernden Pflanzen (Tabelle 16), ist in den Zwischenbeständen natürlich grösser als in den Säumen. Frostbeschädigte Fichtenpflanzen, denen die im Frühling desselben Jahres (1937) vom Frost angegriffenen Pflanzen zugerechnet worden sind, kommen in den Säumen sehr reichlich (14 %), in den Zwischenbeständen nur andeutungsweise (1 %) vor. Besonders gross (20—23 %) ist der Anteil der Frostschäden zumal in den Säumen der südlichsten Untersuchungsgebiete Ahon-

korpi und Kesonkorpi, in den der schützende Birkenaufschlag lichter und weniger zusammenhängend als in den übrigen Untersuchungsgebieten gewesen ist. Im Melkankorpi, Pahkakorpi und Kovansuon korpi belief sich die Menge der frostbeschädigten Pflanzen in den mittleren Saumteilen auf je 13 % von der Gesamtzahl der Fichtenpflanzen, aber in den 10 m breiten Randzonen der Säume betrug ihr Anteil nur 1—10 %, durchschnittlich 5 %. Die schützende Wirkung des Randwaldes zeigte sich auch darin, dass in den mittleren Saumteilen auch ganz kleine Pflanzen, wie sie sich in den Randteilen erhalten hatten, vom Frost angegriffen worden waren.

Auf Grund des vorliegenden Materials kann ebenfalls festgestellt werden, dass von den Fichtenpflanzen aller untersuchten Säume auf den festen Waldböden 12 %, in den gemeinen Bruchwäldern 13 %, auf den normalen Bruchmooren 15 % und auf den bruchmoorartigen Reisermooren 3 % durch die 1937 eingetretenen Spätfröste beschädigt waren. Die festen Waldböden, gemeinen Bruchwälder und normalen Bruchwälder weichen also in der genannten Hinsicht nicht sehr viel voneinander ab. Doch ist zu bemerken, dass der den Fichtenpflanzen vom Birkenaufschlag gebotene Frostschutz in den normalen Bruchwäldern wirksamer als in den gemeinen Bruchwäldern und in diesen wiederum etwas wirksamer als auf den festen Waldböden gewesen ist. Trotz der hohen Zahl der frostbeschädigten Fichtenpflanzen erscheint der Sachverhalt indessen nicht besorgniserregend. Der Frost hat nämlich im allgemeinen nur einige Triebe schwach »gezeichnet», wodurch allerdings das Wachstum der Pflanzen auch verzögert werden kann. Durch fortgesetzte Fröste verstümmelte Pflanzen sind in den untersuchten Säumen in nur ganz geringer Zahl angetroffen worden.

Aus Tabelle 17 (S. 111) geht hervor, wie sich die Birkenpflanzen der Säume und Zwischenbestände in den verschiedenen Untersuchungsgebieten auf samenbürtige und den Ausschlag verteilen. Der Einfluss des Standorts äusserte sich insofern in der Entstehungsweise der Birkenpflanzen, als von den Birkenpflanzen aller untersuchten Säume auf festen Waldböden 15 %, in gemeinen Bruchwäldern 25 %, auf normalen Bruchwäldern 31 %, auf bruchmoorartigen Reisermooren 59 % und durchschnittlich 29 % Ausschläge waren. Das Ausschlagen erwies sich also auf moorigen Böden als häufiger als auf festen Waldböden. Die Moorbirke *(Betula pubescens)* war fast alleinherrschend; nur etwa 1 % der Gesamtzahl der Birkenpflanzen bestand aus der Rauhbirke *(B. verrucosa)*.

Im Herbst 1942, nachdem seit den oben beschriebenen Untersuchungen 5 Jahre vergangen waren, wurden die Untersuchungsgebiete wieder besucht, um die Entwicklung der Aufschläge auf den Säumen zu prüfen. Dabei wurde auf einigen Probeflächen die Menge der Pflanzen nach denselben Höhenklassen wie früher gezählt. Aus der Tabelle 18 (S. 112) ist zu ersehen, dass die Kiefernpflanzen in der Zeit zwischen den beiden Besichtigungen etwas zugenommen haben. Die Gesamtmenge der Fichtenpflanzen ist dieselbe geblieben. In einigen Gebieten ist eine kleine Vermehrung, anderseits eine unbedeutende Verminderung eingetreten. Die Birkenpflanzen haben im allgemeinen stark abgenommen. Besonders die kleinen Ausschläge sind in Massen abgestorben.

Alters- und Zuwachsverhältnisse der Pflanzen.

Zur Lösung der wichtigen Frage, eine wie grosse Menge der Pflanzen auf den Säumen schon zur Zeit des Kahlschlages auf der Fläche aufgetreten war und wie viele erst nach dem Hieb aufgewachsen sind, wurden einige Alterbestimmungen vorgenommen. Nach den an Hand dieser Bestimmungen gezeichneten ausgeglichenen Alterskurven ist dann die Menge der vor und nach dem Hieb aufgewachsenen Pflanzen berechnet worden.

Die überhaupt spärlich auftretenden Kiefernpflanzen (Tabelle 19, S. 114 und Abbildung 59, S. 115) sind grösstenteils nach dem Abtrieb aufgewachsen. Von der Zahl der Fichtenpflanzen sind in den verschiedenen Untersuchungsgebieten etwa 50—80 % dem Hiebsjahr vorausgegangen, und durchschnittlich fast ein Drittel ist nach den vor 7—12 Jahren durchgeführten Abtrieben aufgekommen. Von den Birkenpflanzen sind durchschnittlich über ein Drittel nach dem Hieb entstanden.

Die Fichtenpflanzen der Säume wie auch der Zwischenbestände sind sehr ungleichaltrig. Eine Häufung um das Hiebsjahr kann bei ihrer Entstehung nicht festgestellt werden, ebensowenig konzentrieren sie sich allgemein auf gewisse bessere Samenjahre. Die Kiefern- und Birkenpflanzen der Säume dagegen sind annähernd gleichaltrig, nur etwas jünger als der Hieb. Den ausgeglichenen Alterskurven gemäss wechselte das Durchschnittsalter der 1.3 m hohen Fichtenpflanzen (Tabelle 20, S. 115) im Herbst 1937 in den verschiedenen Untersuchungsgebieten zwischen 21 und 28 Jahren und belief sich durchschnittlich auf 25 Jahre. Die Fichtenpflanzen, die im Herbst 1937 Brusthöhe erreicht hatten, haben sich bei der Durchfürung der Abtriebe vor 7—12 Jahren in sämtlichen Untersuchungsgebieten in guter Anfangsentwicklung befunden. Das Durchschnittsalter der gleich hohen Birkenpflanzen der Säume wechselte in den verschiedenen Untersuchungsgebieten zwischen 8 und 10 Jahren.

Die Messungen mit Bezug auf den jährlichen Gang des Höhenzuwachses der Fichtenpflanzen erweisen, dass das Wachstum der durch den Hieb befreiten Fichtenpflanzen sich im allgemeinen 5—9 Jahre nach diesem zu beleben begonnen hat. Die Erholung ist stufenweise vor sich gegangen, und ihre Geschwindigkeit wie auch ihr Mass scheinen nicht sehr von dem Alter der Pflanzen, wohl aber eher von ihrer Höhe sowie von der Grösse und dem Zustand der Krone abhängig gewesen zu sein. Die Entwässerung hat ihrerseits die Erholung beschleunigt, und in einigen Fällen ist sie geradezu als ihre Bedingung aufgetreten. Auch hat es sich erwiesen, dass die jährlich wechselnden klimatischen Verhältnisse auch auf den entwässerten Bruchmoorböden ihren Einfluss zum mindesten bei den Nadelholzpflanzen auf die Beträge des jährlichen Höhenzuwachses ausgeübt haben.

Die Bestockungs- und Zuwachsverhältnisse der Zwischenbestände.

Auf Grund von Tabelle 21 (S. 120) können die Bestockungsverhältnisse der Zwischenbestände in den verschiedenen Untersuchungsgebieten miteinander verglichen werden. Die Stammzahl ist am grössten (2 700 St./ha) im Kesonkorpi, der Kubikinhalt am höchsten (215 m^3/ha) im Ahonkorpi. Der Zuwachs — insbesondere der der sehr überjährigen Zwischenbestände im Melkankorpi und im Kovansuon korpi — ist sowohl absolut als relativ schwach. Werden alle in der Tabelle angeführten Untersuchungsgebiete berücksichtigt, so hat der Zuwachs der Zwischenbestände in den Jahren 1933—37 auf den festen Waldböden durchschnittlich 3.18 m^3/ha (2.0 %), in den gemeinen Bruchwäldern 2.59 m^3/ha (2.0 %), in den normalen Bruchwäldern 2.14 m^3/ha (1.6 %) und auf den bruchmoorartigen Reisermooren 1.28 m^3/ha (1.6 %) betragen.

Mittels Zuwachsbohrungen wurde der frühere Zuwachs der Fichten der Zwischenbestände festgestellt. Am wichtigsten war in diesem Zusammenhang festzustellen, dass der Saumschlag die Zwischenbestände oder auch nur ihre Randbäume nicht so beeinträchtigt hatte, dass ihr Zuwachs darunter zu leiden begonnen hätte. Vielmehr erwiesen die Bohrungen, dass die Randbäume nach dem Hieb ihren Dickenzuwachs sogar etwas gesteigert hatten. Auf Grund der Bohrungen liess sich ausserdem feststellen, dass die eingetretenen Witterungsverhältnisse auch an den Mengen des Dickenwachstums der Bruchmoorfichten beteiligt gewesen waren. Zu beachten ist wenigstens die um die Jahre 1919—25 liegende günstige Zuwachsperiode.

In den Zwischenbeständen wurde ein Versuchsauszeichnen der aus waldbaulichen Gründen zu beseitigenden Bäume durchgeführt. An derartigem Vorrat kamen etwa 40—50 m³/ha zusammen, welche Menge etwa 20—40 % der gesamten Kubikmasse entspricht. Einen besonders traurigen Anblick haben die »kulissenartigen» Zwischenbestände der untersuchten Saumgruppen jedoch nicht geboten. Sog. Rindenbrand trat besonders an den annähernd westlichen oder südlichen Randbäumen der Zwischenbestände auf, wenn auch nicht in beängstigender Menge. Wird der Zwischenbestand im Zusammenhang mit dem Schlagen der Säume nicht durchforstet, so bleiben auch die Sturmschäden gering. Vereinzelte Windbrüche wie auch Vertrocknung auf dem Stock sind jedoch zu verzeichnen.

Überblick über die Ergebnisse der untersuchten Schirm- und Femelschläge.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Untersuchung wurden die Verjüngungsverhältnisse auch in einigen in Schirmschlagstellung gehauenen Bruchwäldern untersucht. Zu einem unsicheren Faktor wird in diesen auf Bruchmoorboden die schwache Windfestigkeit der Samenbäume, besonders der Fichten. Doch haben sich in den untersuchten Fällen Nachwuchsbestände, wenn auch etwas ungleichmässige, erzielen lassen. Die Menge der Fichtenpflanzen ist, wie auch in den kahlgeschlagenen Säumen, vorwiegend auf die schon vor dem Hieb auf der Fläche vorhandenen angewiesen. Soweit höchstens etwa hundert Fichtensamenbäume auf dem Hektar stehen und auch wenn Birkensamenbäume nur in ganz spärlicher Zahl vorkämen, beginnt auf der Fläche gleich nach dem Schirmschlag auch Birkenaufschlag zu erscheinen.

Da die Samenbäume im allgemeinen zum Teil schon in den nächsten Jahren fallen oder auf dem Stock verdorren, bleibt ihre positive Bedeutung, d. h. Besamung der Fläche, eigener Zuwachs, Frostschutz der Pflanzen usw., recht gering. Auf der anderen Seite haben die Samenbäume auch ihre Nachteile. Soweit sie nämlich stokkenbleiben und nicht beizeiten gefällt werden, wird der Nachwuchs — sowohl der Fichte als auch besonders der Birke — auf den Samenschlagflächen im allgemeinen lückig und ungleichmässiger als z. B. auf den kahlgeschlagenen Säumen.

Gegenstand der Untersuchung sind auch verschieden stark geplenterte Bruchwälder gewesen. In dieser Hinsicht hat sich feststellen lassen, dass sogar ein recht schwaches Plentern auf Bruchmooren, zumal auf entwässerten, zu einer gewissen Verjüngung der Fläche führen kann. Die Pflanzen, im allgemeinen ausschliesslich Fichten, sind jedoch schwach und sehr schlechtwüchsig, und wenn sie ungefähr einen halben Meter hoch sind, macht ihre Entwicklung fast völlig halt. Erst nachdem der Fichtenbestand einer so radikalen Behandlung unterzogen worden ist, dass seine Dichte mit 0.5—0.6 hat bezeichnet werden können, wobei der Hieb denn auch schon dem Femelschlag oder einem konzentrierten Plentern nahe kommt, erscheinen in reichlicherer Menge auch entwicklungsfähige Pflanzen — nach wie vor vorwiegend Fichte.

Wüchsiger Birkenaufschlag wächst im Fichtenbestand des Bruchmoors erst dann auf, wenn als Dichte 0.3—0.4 angegeben werden kann oder wenn Lücken im Bestand geschlagen sind, deren Durchmesser — auch bei einigermassen verschieden hoher Bestockung — wenigstens 8—10 m beträgt. Der Aufschlag ist in Dichte, Höhe und Zuwachs ungleichmässig. Auch die Birkenverjüngung gleicher Baumgruppen ist etwas ungleichaltrig, wenn auch nicht in dem Masse wie die Fichtenverjüngung, von deren Individuen ein beträchtlicher Teil oft sogar sehr alt ist. Die kräftigeren Hiebe haben zu stärker birkendurchsetzter, reichlicherer und wüchsigerer Verjüngung als vorsichtigere geführt. Der Zuwachs, wenigstens der Dickenzuwachs, der stehengebliebenen Bäume ist je nach ihrer Grösse, Lebenskraft und Lage im all-

gemeinen 3—6 Jahre nach dem Abtrieb erstarkt. Die Witterungsverhältnisse und die ausgeführten Entwässerungen sind von Einfluss auf die betreffenden Dickenzuwachsbeträge gewesen. Von diesen Faktoren absehend hat aber festgestellt werden können, dass das durch den Hieb beträchtlich beschleunigte Wachstum im allgemeinen nur 10—15 Jahre angehalten hat. Der Gesamtzuwachs des Bestandes, der durch den Hieb erst sinkt, und zwar um so mehr, je stärker der Hieb gewesen ist, erweist jedoch trotz dem stabilisierten und sogar verminderten Zuwachs der einzelnen Bäume einen beständigen Aufstieg.

Die Frostgefahr hat sich in den untersuchten Femelwäldern, in sogar stark abgeholzten, als gering erwiesen, und auch der Sturm hat keine nennenswerten Schäden verursacht. In letzterer Hinsicht ist jedoch in bezug auf die Sturmgefahr zu bemerken, dass die untersuchten Femelwälder auch vor den Abtrieben nicht dicht gewesen sind.

Waldbauliche Nutzanwendungen.

Im folgenden wird auf Grund der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung die Anwendbarkeit eines gewissen Saum- sowie des Femelschlages in Bruchwäldern besprochen.

Lichtungs-Saumschlag.

Gemäss dem nach meinem Vorschlag so zu bezeichnenden Verfahren wird, zum Zwecke der Neubestockung von Bruchwäldern im Bestande zunächst ein Lichtungs- oder Vorbereitungshieb ausgeführt, bei dem man anbrüchige, schlechtgeformte, schlechtwüchsige und verdorrte Bäume sowie je nach Bedarf auch bessere in dem Masse fällt, dass die Kronen der Bäume beträchtlich voneinander getrennt werden. Dabei sind auch wüchsige Baumgruppen genügend zu lichten, und zwar so, dass auch die unteren Schichten des Bestandes freigelegt werden. Wenn der Bestand nicht früher gelichtet worden ist, ist auch ein derartiger Vorbereitungshieb, der in einem zu verjüngenden Bruchmoor gleichzeitig über dessen ganze Fläche auszudehnen ist, wegen der Sturmgefahr vorsichtig anzustellen.

Die Lebensbedingungen der Fichtenpflanzen, die während des Vorbereitungshiebs auf der Fläche in vielen Fällen selbst schon ziemlich reichlich auftreten, bessern sich nach dem Hieb, und auf der Fläche beginnen allmählich neue Fichtenpflanzen zu erscheinen. Wenn keine genügende Verjüngung aufkommt, ist der Vorbereitungshieb wirksamer zu wiederholen. In Fichtenbeständen, die zuvor von Abtrieben verschont geblieben sind, wäre schon mit Rücksicht auf die Sturmgefahr der Hieb zu zwei verschiedenen Malen vorzunehmen.

Die Abholzung der Säume. Sobald auf der Fläche ein ziemlich reichlicher Fichtennachwuchs — ungefähr 50 Stück je Ar oder eine Pflanze auf je zwei Quadratmetern — aufgewachsen ist, was im allgemeinen 10—15 Jahre nach dem Vorbereitungshieb erreicht ist, schreitet man — am liebsten zur Zeit dickeren Schnees und bei Tauwetter — zum Kahlschlag. Ziemlich schmale, 40—60 m breite und auch etwas breitere Bruchmoorsenken können bis an die Ränder kahlgeschlagen werden. Die Vorsprünge des festen Waldbodens und die längsten Ausbuchtungen des Bruchmoores überschreitend, sucht man die Anlage scharfer Biegungen im Rand der Hiebsfläche zu vermeiden.

Ausgedehntere Bruchwälder können nicht gleichzeitig durchweg kahlgeschlagen werden, sondern der Hieb wird saumweise vorgenommen, unter Anwendung einer Saumbreite von 40—50 m. Da es sich hier um Wälder handelt, in denen der überwiegende Teil des vorausgesehenen Fichtennachwuchses bereits auf der Fläche fer-

tig vorhanden ist, könnten die Säume mit Rücksicht auf die Besamung auch breiter sein. Wegen der Sturmgefahr und zur Vermeidung von Frostschäden geht man jedoch am vorsichtigsten vor, wenn man die Breite der Säume beschränkt.

Die Säume können — vorausgesetzt, dass es sich um die gleichzeitige Verjüngung eines ausgedehnteren Bruchwaldes handelt — nach Art des sog. Kulissenhiebs derart verjüngt werden, dass man zwischen je zwei Säumen eine ebenso breite oder wenigstens 40 m breite »Waldkulisse» ungefällt stehenlässt. Wegen der Sturmgefahr wären in diesen Zwischenbeständen in Verbindung mit dem Saumschlag keine lebenden Bäume zu fällen. Die Länge der Säume ist nicht von entscheidender Bedeutung, aber ihre Richtung wäre nach Möglichkeit so zu wählen, dass sie senkrecht zu der vorherrschenden Windrichtung lägen. Die bei den Saumschlägen allgemein angewandte Regel, dass die Säume senkrecht gegen die Südsonne zu schlagen wären, gilt nicht unbedingt für die Bruchwälder, in denen die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens für die Verjüngung des Bestandes überhaupt günstig sind. Eher hat die nord-südliche Richtung als beste Saumrichtung zu gelten. Dann erhalten die Pflanzen reichlicher Wärme und Licht, und der Rand des weiterwachsenden Altholzes ist nicht zu stark dem Rindenbrand ausgesetzt.

Auf den Abtriebsflächen werden alle Bäume gefällt, abgesehen von den einen halben Meter hohen oder den gruppenweise stehenden, etwas höheren Fichtenpflanzen. Die Fichtenpflanzen werden dadurch dem Sonnenschein ausgesetzt wie auch von den Spätfrösten bedroht, aber spätestens nach fünf Jahren wachsen sie schon im Schutze eines jungen, rasch sich entwickelnden Birkenaufschlages. Samenbäume oder Überhälter, besonders Fichten, in den Säumen stehenzulassen, erscheint nicht notwendig. Ebensowenig ist eine Bearbeitung der Bodenoberfläche erforderlich. Abbrennen darf unter keinen Umständen in Frage kommen. Gewiss würde es das Aufkommen eines Birkenaufschlags beschleunigen, gleichzeitig würde es aber den Untergang des auf der Fläche schon bestehenden Fichtenunterwuchses bedeuten und ist auch überhaupt vom Standpunkt der Verjüngung der Fichte zu verwerfen.

Die Verjüngung der Zwischenbestände. Nachdem in den Säumen ein 3—4 m hoher Birkenaufschlag aufgewachsen ist, d. h. etwa 15 Jahre nach dem Saumhieb, erscheinen in den Säumen nur noch sehr wenig Fichtenpflanzen. Die Zwischenbestände haben dann also schon ihre Bedeutung als Besamer fast verloren und es kann nunmehr ihre Verjüngung unternommen werden. Dabei ist zu überlegen, unter Anwendung welcher Methode dieselbe am besten durchzuführen wäre.

Oben hat als Voraussetzung gegolten, dass die Zwischenbestände, wie auch die Säume, im allgemeinen nur 40—50 m breit zu bemessen seien. Eine grössere Saumbreite kann daher — namentlich mit Rücksicht auf die Sturmgefahr — eigentlich nicht in Frage kommen. Aus demselben Grunde kann auch der Femelschlag nicht auf sie angewandt werden. Am nächsten bei der Hand liegt der Kahlschlag. In den Zwischenbeständen ist dann schon ein genügender Fichtennachwuchs vorhanden, der trotz seiner zuvor selbst lange andauernden Beeinträchtigung durch den Schatten immer noch erholungsfähig ist, für dessen Frostschutz aber möglichst bald zu sorgen wäre. Der Birkenbestand der Säume ist dann fast 15 Jahre alt, so dass die frei aufgewachsenen Stockausschläge schon besamungsfähig sind. Zur Sicherung ihrer Besamung sowie zugleich zugunsten des Frostschutzes der Fichtenpflanzen werden nach Möglichkeit einige Birken und auch Kiefern als Samenbäume zurückgelassen.

Weitere Gesichtspunkte. Es hat den Anschein, als sei das hier dargestellte Verjüngungsverfahren für Bruchwälder sowohl waldbaulich als auch wirtschaftlich zu empfehlen. Beim Vorbereitungshieb kann die ertragarme Bestockung

abgetrieben werden und stehen bleibt die wüchsigste, deren Zuwachs im lichten Bestand nicht nur erhalten bleibt, sondern sich im allgemeinen immer nur bessert, während die Bäume ihren Samenertrag und ihre Windfestigkeit steigern. Die Besamung bleibt auch von den einzelnen Samenjahren unabhängig und reichlich.

Werden dann die Säume und bald auch die Zwischenbestände abgetrieben, so darf die Fichte ihr Wachstum fortsetzen im Schutze der Birke, die die Fläche rasch erobert und — abgesehen von Einödgegenden — den höchsten Kaufwert erreicht hat. Die Verjüngungszeit bleibt somit praktisch fast belanglos. Mit der Zeit beschatten die Birken zu stark. Für den Wuchsraum der Fichten ist daher durch rechtzeitige, spätestens bei 20—25-jährigem Alter vorzunehmende vorsichtige Durchforstung des Birkenbestandes zu sorgen. Später kann und bei höherem Alter muss denn auch der Birkenbestand immer lockerer erzogen werden, so dass das Gedeihen der Fichten darunter um so sicherer ist. Wenn die Birken ihr volles Mass und Alter eher als die Fichte erreichen, werden die erstgenannten nach und nach bei den stets stärker eingreifenden Durchforstungen allmählich alle abgetrieben.

Für die Birke, die gegenüber den übrigen finnischen Holzarten und besonders der Fichte biologisch schwächer ist, gestalten sich die natürlichen Wachstumsvoraussetzungen verhältnismässig ungünstig. Noch sicherer als auf den frischen Waldböden behauptet die Fichte auf den Bruchmooren den Standort, soweit der Birke nicht auf diese oder jene Weise geholfen wird. Da der Wert der Birke in letzter Zeit von Jahr zu Jahr gestiegen ist, dürfte ihre Bevorzugung wohl am Platze sein. Der hier besprochene Lichtungs-Saumschlag bietet ein Mittel zum Schutze der Birkenproduktion. Demgegenüber führt indes das Verfahren keineswegs zu einem endgültigen Erliegen der Fichte, denn an derselben Stelle wird bald ein fast reiner Fichtenbestand herrschen.

Sonstige Verjüngungshiebsarten, insbesondere der Femelschlag.

Das oben dargestellte Verjüngungsverfahren ist keineswegs das einzige in Bruchwäldern mögliche. Die Schirmschlagform eignet sich allerdings nicht, denn die Fichtensamenbäume fallen besonders auf Bruchmooren sehr bald einer nach dem anderen um. Soweit sie zufällig stehenbleiben, verdorren sie im allgemeinen. Ebensowenig ist ein eigentliches Plentern geeignet. Gewiss wüchsen in gewissem Masse Fichtenpflanzen auf, aber sie wären schwach, und ihre Entwicklung wäre besonders langsam. Erst beim Aufsteigen in die herrschenden Stammklassen könnte sich das Wachstum der Bäume erholen. Der Bestand erhielte sich als reiner Fichtenbestand.

Besser eignet sich eine Zwischenstufe zwischen Schirmschlag und Plenterschlag, der F e m e l s c h l a g oder das konzentrierte Plentern. Dabei werden hiebsreife Stämme abgetrieben, die im Bestande bereits vorhandenen Pflanzengruppen befreit, Lücken erweitert, neue kleine Lücken angelegt und die dichtesten Baumgruppen so gelockert, dass in ihnen Jungpflanzen zu erscheinen beginnen. Der Hieb ist somit je nach der Beschaffenheit des Bestandes verhältnismässig frei, bald eine Durchforstung oder ein Lichtungshieb, bald Löcher- oder Gruppenanhieb. Dabei kann im Bestand auch schon Birke aufkommen, obgleich ihr Anteil — wenn die Verjüngungshiebe nicht besonders beschleunigt werden — weiterhin verhältnismässig gering bleibt.

Der Femelschlag hat seine bekannten Vor- und Nachteile. Er eignet sich besser als der Saumschlag für ungleichmässiges Gelände und für ungleichmässige Bestände, in denen in den Säumen auch zahlreiche halbwüchsige Bäume umfallen würden. Auch in Gegenden, in denen Birke und Kleinholz keinen genügenden Absatz finden, kann der Femelschlag besser angebracht sein. Die Sturmgefahr ist auch beim Femelschlag in Bruchwäldern nicht zu vergessen. Für unberührte, d. h. jahrzehntelang

von jeglichen Hiebsmassnahmen verschonte Fichtenbruchwälder ist der Femelschlag daher nicht geeignet.

Bei der Betrachtung der oben beschriebenen Hiebsformen ist davon ausgegangen worden, dass an Stelle des abtriebsreifen Fichtenbruchwaldes ein hinreichender Fichtenanflug und mit der Zeit ein Bestand mit vorherrschender Fichte zu bewirken wäre. Soweit man auf dieses Prinzip verzichtet, kann auf dem Bruchmoor der einfache Femelkahlschlag durchgeführt werden. Auch wenn auf der Fläche keine Fichtenpflanzen stehen und obschon das Bruchmoor bis zu 100—200 m breit ist, kann sein hiebsreifer Fichtenbestand, soweit es aus diesem oder jenem Grunde als notwendig erachtet wird, gleichzeitig durchweg kahlgeschlagen werden. Sofern das Bruchmoor entwässert ist und sofern an seinen Rändern samenstreuende Birken stehen, ist das Erscheinen von Birkenaufschlag — vorausgesetzt, dass die Fläche nicht beweidet wird — auch dann so gut wie gesichert. Überdies können auf sehr ausgedehnten Hiebsflächen als Samenbäume einzelne Birken und eventuell sogar auch Kiefern zurückgelassen werden, die auch auf Torfboden weniger als die Fichte der Gefahr des Umfallens ausgesetzt sind.

Die Verjüngung der Wälder fruchtbarerer Bruchmoortypen.

Die hier dargestellte Untersuchung hat sich, wie oben angeführt, der Lösung der Bestandesverjüngungsfrage in gemeinen Bruchwäldern und auf normalen Bruchmooren zugewandt. Die Wälder der fruchtbareren Bruchmoortypen, die auch ohne Entwässerung einen mittelmässigen Wald tragen — einige Probeflächen sind auch auf solche entfallen —, sind zu verjüngen wie die Wälder des fruchtbareren — den *Myrtillus*-Typ übertreffenden — Mineralbodens. Die Verjüngung ist durch Auflockern des Bestandes und allmähliche Steigerung des Durchforstungsgrades zu bewirken und zu entwickeln. Die Birke ist zwar auf Torfböden gegenüber den Kräutern und Gräsern ziemlich konkurrenzfähig, aber vor Kahlschlägen ist bei nährstoffreichen Bruchmoortypen doch zu warnen. Die von Natur aus schwach bewaldeten, ziemlich fruchtbaren Bruchmoortypen, wie die meisten Kraut- und Grasbrücher sowie die weissmoorartigen Bruchmoore, sind — zumal wenn man sie auch mit Fichte oder Kiefer zu bestocken gedenkt — nach der Entwässerung im allgemeinen künstlich zu bewalden.

PYSTYPUIDEN KUUTIOIMIS-TAULUKOT

YRJÖ ILVESSALO

VOLUME TABLES FOR STANDING TREES

Summary in English

HELSINKI 1947

Helsinki 1947. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisällysluettelo.

Sivu

Alkusanat 4
Johdanto 5
Aineiston keräys, mittaus ja muokkaus 8
Taulukoiden laadinta 10
Kuorellinen kuutiomäärä 10
Kuoreton kuutiomäärä 13
Taulukoiden rakenne 17
Taulukoiden käyttö 24
Taulukoiden tarkkuus 26
Kapenemisluokka rungon muodon osoittajana 26
Kuutioimistaulukoiden osoittaman tuloksen suhde todelliseen kuutiomäärään 31
Loppupäätelmät 37

Kuutioimistaulukot.

Kuutiomäärä kuorineen
Mänty. Lyhyet puut (pituus 2—7 m) 40
Kuusi. Lyhyet puut (pituus 2—7 m) 42
Koivu. (sekä haapa ja leppä). Lyhyet puut (pituus 2—7 m) 44
Mänty. 8 + m pituiset puut 46
Kuusi. 8 + m pituiset puut 68
Koivu. (sekä haapa ja leppä). 8 + m pituiset puut (haapa vain 16 m saakka) 92
Haapa. 17 + m pituiset puut 114
Kuoreton kuutiomäärä (sadannekset kuorellisesta kuutiomäärästä) 125
Lyhyet puut (pituus 2—7 m); mänty, kuusi ja koivu (sekä haapa ja leppä) 126
Mänty. 8 + m pituiset puut 127
Kuusi. 8 + m pituiset puut 133
Koivu (sekä haapa ja leppä). 8 + m pituiset puut 137
Summary in English 141

Alkusanat.

Pystypuiden kuutioimistaulukoiden valmistaminen on ollut Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen työohjelmassa miltei Tutkimuslaitoksen perustamisesta lähtien. Tutkimusaineiston ensimmäinen kantaosa oli näet koossa jo v. 1918 Suomen Metsätieteellisen Seuran toimesta suoritetussa kasvu- ja tuottotaulukoiden laadintatyössä tehtyjen koepuiden mittausten tuloksena. Ajankohtaiset muut työt, etenkin valtakunnan metsien arvioinnit, ovat tehtävän valmistumista suuresti viivästäneet. Tämä on kuitenkin ollut myös hyödyksi siinä mielessä, että vähitellen on saatu kokoon yhä monipuolisempi aineisto. Nyt valmistuttuaan taulukot jätetään käytännössä kokeiltaviksi ja, sikäli kuin ne osoittautuvat tarkoitustaan vastaaviksi, yleiseen käyttöön sovellettaviksi. Taulukoiden laadintaa jatketaan toisen osan valmistamiseksi, jonka tarkoituksena olisi ilmaista kunkin kokoisista puun rungoista tietyin edellytyksin saatavan puutavaran määrä.

Kuutioimistaulukoiden aineiston keräyksessä ja muokkauksessa sekä taulukoiden laadinnassa ovat monet metsänhoitajat, metsäteknikot ja mittausapurit sekä laskuapulaiset olleet mukana. Työn suunnittelijana ja sen tuloksen julkaisijana on mieluisa tehtäväni lämpimästi kiittää kaikkia apuansa antaneita, erityisesti taulukoiden laadinnan viimeisissä vaiheissa sitkeästi työskennellyttä metsänarvioimisen tutkimusosaston henkilökuntaa, josta suurimman ja hyvin merkitsevän osan on suorittanut fil. maisteri Alli Salovaara.

Erityisen suurella kiitollisuudella tunnustan, että Suomen Kulttuurirahaston minulle v. 1944 suoma suuriarvoinen palkintoapuraha on tukena ja kannustimena tehokkaasti vaikuttanut tämän pitkäaikaisen työn ja sen tuloksena syntyneiden, toivoakseni sekä käytännöllistä metsätaloutta että tutkimustoimintaa palvelevien suomalaisten kuutioimistaulukoiden lopulliseen valmistumiseen.

Helsingissä helmikuussa 1947.

Yrjö Ilvessalo.

Johdanto.

Metsänarvioimisen vanhimmilta ajoilta lähtien on pyritty valmistamaan käytännöllisiä apuneuvoja puuston helppoa ja nopeata, mutta samalla riittävän luotettavaa mittausta varten. Tällaisten apuneuvojen joukossa on Cotta'n[1]) antamasta alusta ja erityisesti hyvin tunnettujen ns. baijerilaisten kuutioimistaulukoiden[2]) ilmestymisestä lähtien ollut hyvin merkittävä sija pystypuiden kuutioimistaulukoilla, jotka ilmaisevat puun rungon kuutiomäärän, kun muutamia tiettyjä tekijöitä rungosta tunnetaan. Näitä tekijöitä ovat tavallisesti olleet läpimitta rinnan (1.3 m) korkeudelta, pituus ja muoto; toisinaan läpimitta yksinään, mutta useimmiten yhdessä pituuden tai pituuden ja muodon kanssa.

Kuutioimistaulukoita tavataan metsäkirjallisuudessa ja käytännössä sangen lukuisasti ja eri maissa valmistettuina eri kielisinä sellaisilla metsänarvioimisen kirjallisuudessa tutuilla nimillä kuin: massataulukot, massatabeller, massetabeller, kubiktabeller, massetabelid, Massentafeln, volume tables, tarif de cubage, массовныя таблицы jne. Taulukoiden laadintatavat ovat suuresti vaihdelleet, samoin niiden rakenne ja käyttötapa sekä edelleen koko perusta, jona enimmäkseen on ollut koepuuaineisto, mutta toisinaan taas vain pieni lukumäärä puita, joista on saatu lähtökohta matemaattiselle, runkokäyrien yhtälöihin pohjautuvalle käsittelylle.

Moniin kuutioimistaulukkoihin liittyy hyvin vaillinainen esitys niiden laadinnasta, käytöstä ja luotettavuuden tarkastelusta tai sellainen puuttuu kokonaan. Toisinaan taas niistä saa melkoisen hyvän, jopa välisti verraten täydellisenkin käsityksen näissä suhteissa. Kun kuutioimistaulukot ovat metsänarvioimisen alalla suoritetun tutkimustyön ehkä tavallisin ja yleisimmin käytetty tuote, olisi jo tämän tutkimusalan synnyn ja kehityksen kuvaamisen mielessä houkuttelevaa esittää tällaisista taulukoista ja niiden laadintatavoista yhtenäinen järjestelmällinen kuvaus. Pakostakin melkoisen laajaksi paisuvana sellaisen painatus ei kuitenkaan ole nykyisenä aikana puolustettavissa. Pelkkä luettelokin julkaistuista taulukoista venyisi pitkäksi.

Saattaa tuntua oudolta, ettei Suomessa metsätieteen huomattavista saavutuksista huolimatta ole valmistettu ja julkaistu monenlaisiin tarkoituksiin miltei jokapäiväisesti tarvittavia yleisiä pystypuiden kuutioimis-

[1]) Heinrich von Cotta, Systematische Anleitung zur Taxation der Waldungen. Berlin 1804.

[2]) Massentafeln zur Bestimmung des Inhalts der vorzüglichsten teutschen Waldbäume. München 1846.

taulukoita. Syynä tähän on ilmeisesti ollut se, että metsätieteellinen tutkimustyö on Suomessa pyritty kohdistamaan ensi sijassa sellaisiin oman maan metsiä ja metsätaloutta koskeviin kysymyksiin, joihin ulkomailla suoritettujen tutkimusten tulokset ovat vaikeasti sovellettavissa. Kuutioimistaulukoita on ollut valittavana runsaasta ulkomaisesta kokoelmasta ja on pidetty luultavana, että niistä joitakin voidaan meillä luottavasti ja luontevasti käytäntöön soveltaa.

Suomessa ovat olleet käytössä jotakuinkin yksinomaisesti Ruotsin metsäkorkeakoulun ent. rehtorin ja metsänarvioimisen professorin Tor Jonson in laatimat kuutioimistaulukot: Massatabeller för träduppskattning. Tästä syystä tarkastellaan seuraavassa näiden taulukoiden soveltamista ja myöhemmin verrataan uusia taulukoita näihin.

Mainittujen taulukoiden käyttö on ollut eräiltä, tulosten tarkkuuteen ratkaisevasti vaikuttavilta osilta epävarmaa. Ensinnäkin on ollut epävarmaa niiden käyttö samassa ainoassa muodossaan eri puulajeille, sekä lehti- että havupuille, kuten taulukoiden soveltamisessa meillä ja ehkä muuallakin on ollut tavallista, vaikka taulukot on tarkoitettu lähinnä havupuille. Eri puulajien runkojen rakenne saattaa näet esim. kuoren ja latvuksen yleisesti melkoisen erilaisen rakenteen vuoksi olla toisistaan poikkeava ja johtaa erilaiseen kuutiomäärään yksinomaan tästä johtuen. Jäljempänä esitettävät vertailut viittaavat selvästi tähän. Näin saattaa asianlaita olla myös käytettäessä samoja taulukoita kuorellisen ja kuorettoman kuutiomäärän hakemiseen.

Huomattavan vaikeaksi ja epävarmaksi näiden taulukoiden soveltamisessa on osoittautunut rungon muodon määrittäminen niiden edellyttämällä tavalla. Muodon osoittajana käytetään rinnankorkeuden ja latvan huipun puolivälistä otetun läpimitan ja rinnankorkeusläpimitan keskinäistä suhdetta. Ylempi läpimitta tulee jo 12 m pituisesta puusta otettavaksi 6.65 m, 16 m pituisesta 8.65 m, 20 m pituisesta puusta 10.65 m korkeudelta jne. Ja esim. 20 m pituisessa puussa, jonka rinnank. läpimitta on esim. 20 cm ja ylempi läpimitta 14.0 cm, jo 3 mm virhe viimeksi mainitussa vie puun tietyn muotoluokan keskeltä viereisen muotoluokan piiriin. Ylemmän läpimitan riittävän tarkka mittaus maasta käsin käy hyvin vaikeaksi ja usein oksiston takia mahdottomaksi. Jos taas koepuita tätä tarkoitusta varten kaadetaan, niin yhtä hyvin ne silloin mitataan tarkalleen pätkittäin ja koealan puusto kuutioidaan niiden perusteella.

Taulukoiden laatija toteaa itse tämän ja esittää apukeinoja muotoluokan määrittämiseksi tekemällä koemittauksia kaadetuista puista kyseessä olevassa tai saman kaltaisessa metsikössä tai arvioimalla muotoluokka kokemuksen perusteella, tai ns. muotopistemenetelmän avulla. Viimeksi mainitussa menetelmässä pyritään pääasiallisesti latvuksen pituuden ja muodon perusteella silmävaraisesti määrittämään rungossa ns. muotopiste, so. se kohta, joka voidaan olettaa tuulen puuta taivuttavan voiman keskuk-

seksi rungossa. Muotopisteen korkeus maasta ratkaisee muotoluokan, Muotopisteen korkeuden määrittäminen on kuitenkin monesta syystä häilyvää, ja useat tutkimukset ovat osoittaneet näin määritetyn muotoluokan ja todellisen muotoluokan keskinäisen riippuvaisuuden heikoksi.

Muotopistemenetelmää ei ole Suomessa sanottavasti käytetty kyseessä olevien kuutioimistaulukoiden soveltamisessa. Ei liene käytetty sanottavasti muitakaan taulukoiden laatijan esittämiä mittauksiin perustuvia apumenetelmiä, vaan yleisesti on valittu muotoluokka harkinnan ja kokemuksen tai sattumoisin kaatuneina tavattujen puiden mittauksen perusteella. Suomen I:ssä valtakunnan metsien arvioinnissa käytettiin näitä taulukoita soveltamalla puulajeittain ja metsätyyppiryhmittäin suuripiirteisiä keskimääräisiä muotoluokkia, joiden määrittämisen pohjana olivat arvioimislinjoilla kaatuneina tai kaadettuina tavattujen puiden mittaukset.

Suuriarvoisten ja laajalti tunnettujen Tor Jonsonin kuutioimistaulukoiden korvaamista omilla kotimaisilla, riittävän laajaan koepuuaineistoon perustuvilla kuutioimistaulukoilla on kauan pidetty tarpeellisena, lähinnä juuri edellisessä mainituista syistä. [1]) Taulukot on kuviteltu rakenteeltaan sellaisiksi, että kaikki niiden käytössä tarvittavat tekijät voidaan riittävän tarkoin suoranaisesti maasta käsin mitata. Tällaisten taulukoiden viivästyessä on syntynyt muutamia erikoistaulukoita, joista erityisesti on mainittava Aron eri kokoisten runkojen käyttöpuun suhteellista tilavuutta osoittavat taulukot, sekä muutamia paikallisia kuutioimistaulukoita, joista ennen kaikkea Osaran (Hildén) Pohjois-Karjalan koivulle laatimat taulukot ovat huomattavat ja laadinnaltaan omaperäiset. [2]) Vielä mainittakoon metsäneuvos V. Luostarisen laatimat mutta julkaisemattomat koivun taulukot, jotka hän ystävällisesti luovutti Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa laadittavien taulukoiden valmistamisessa apuna ja vertailuihin käytettäviksi.

---

[1]) Mainittakoon, että Ruotsissa on näiden taulukoiden rinnalle juuri nyt ilmestynyt taulukot likimääräistä mittausta varten (Manfred Näslund, Skogsforskningsinstitutets mindre tabeller för kubering av stående träd. Västerås 1946). Taulukot on valmistettu kuutioimisfunktioiden perusteella, erikseen eri puulajeille, erikseen etelä- ja pohjois-Ruotsille, läpimitan 2 cm:n ja tuuman sekä pituuden ½—1 m:n luokkavälein. Muototekijäksi on ajateltu vihreän latvuksen pituus %:ina puun pituudesta, mutta sitä ei ole varsinaisesti käyttöä varten taulukkoihin sovellettu. Kesällä 1947 näistä taulukoista on ilmestynyt laajempi julkaisu: Manfred Näslund, Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. (Meddel. fr. Statens Skogsforskningsinstitut. Band 36. Nr 3).

[2]) Paavo Aro, Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään. (Metsätiet. tutkimuslait. julk. 20. 4). Helsinki 1935.

N. A. Hildén, Koivun kuutioimisesta massataulukoiden avulla, Pohjois-Karjalasta kootun aineiston nojalla. (Acta forest. fenn. 32.2). Helsinki 1926.

Aineiston keräys, mittaus ja muokkaus.

Tämän julkaisun sisältämien kuutioimistaulukoiden aineiston keräys juontaa alkunsa kasvu- ja tuottotaulukoiden valmistelun ajoilta 1916—1920 [1]). Näiden taulukoiden laadinnan pohjaksi otetuilta 467 koealalta mitattiin tarkoin 2 568 koepuuta, jotka samalla tarkoitettiin kuutioimistaulukoiden perusaineistoksi. Koepuumäärä oli kuitenkin viimeksi mainittuun tarkoitukseen riittämätön ja täysitiheistä luonnon metsistä kertyneenä aivan yksipuolinen.

Aineistoa ryhdyttiin täydentämään v:sta 1924, I valtakunnan metsien arvioinnin maastotöiden päätyttyä aloitetussa pysyvien koealojen mittauksessa. Runkomuodoltaan yleensä toisenlaisen aineiston keräämiseksi mitattiin koepuita kartoitustöissä tehdyiltä linjoilta, voimanjohtolinjojen avauksessa sekä useissa seuduissa hakkuutyömailla. Kertyneen aineiston kokoonpano ja edustavuus erilaisia kasvupaikkoja, metsiköitä ja olosuhteita silmällä pitäen tarkastettiin ennen vv. 1936—38 toimeenpantua toista valtakunnan metsien arviointia. Puutteellisiksi havaittuihin kohtiin hankittiin täydennystä hakkuualoilta ja lopuksi mittaamalla tikkaiden ja millimetrijakoisen varsikaulaimen avulla pystyyn muodoltaan suhteellisen harvinaisia lyhyitä puita.

Koottu aineisto käsitti kaikkiaan n. 12 000 koepuuta. Näistä jäi kuitenkin osa pääasiallisesti vain vertailuissa ja taulukoiden tarkkuuden tarkastelussa käytetyksi.

Koepuiden mittaus tapahtui pätkittäin, tyvipölkky 1 m mittaisena ja 12 m lyhyemmissä muut pölkyt samoin mutta 12 metristä lähtien muut 2 m pituisina. Aivan lyhyet puut mitattiin kuitenkin ½ m pituisina kappaleina. Mittauskorkeus oli siis vastaavasti: 0.5, 1.5, 2.5 jne. m, 0.5, 2, 4, 6 jne. m sekä 0.25, 0.75, 1.25 jne. m. Jokaisesta kohdasta läpimitta mitattiin kahdessa kohtisuoraan vastakkaisessa suunnassa mm:n ja kuoren vahvuus ½ mm tarkkuudella. Pituuden mitta otettiin dm:n, lyhyistä puista ½ dm tarkkuudella. Lisäksi mitattiin aina läpimitta 6 m korkeudelta ynnä erilaisia latvusta ja järeätä puuta koskevia mittoja sekä selvitettiin ikä ja latvuskerros ynnä biologis-teknillinen puuluokka.

Aineiston muokkaus käsitti koepuiden kuutiomäärän laskennan pätkittäisen kuutioimisen mukaisesti kuorellisena ja kuorettomana, sekä kuorisadanneksen ja jäljempänä mainittavan kapenemisen laskemisen ynnä eräitä muita samoin jäljempänä selviäviä laskelmia.

---

[1]) Yrjö Ilvessalo, Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. (Acta forest. fenn. 15). Helsinki 1920.

Huomattava lisätehtävä oli kannon määrän tutkiminen. Tämä kuvataan seuraavassa lyhyesti, koska siinä pyrittiin kannon todellisen kuutiomäärän asemesta nimenomaan kuutioimistaulukoiden laadintaan soveltuvaan kannon kuutiomäärään. Koepuiden kuutioimisessa kanto sisältyi tyvikappaleen alaosana rungon kuutiomäärään, ja se oli siis jäljestä päin vähennettävä, sillä kuutioimistaulukoissa on pyritty kannottomaan, todella hyödyksi käytettävään rungon kuutiomäärään.

Kannon kuutiomäärän selvittämiseksi tehtiin maan eri osissa erilaisilla hakkuualoilla mittaukset 6 380 kannosta. Kannon ja samalla rungon rinnankorkeuden lähtökohta on eri tutkimuksissa jonkin verran vaihdellut. Tavallisesti se on ollut maanpinta, joka yleensä hyvin vastaa puun syntymäpistettä (sirkkataimen juurenniskaa) [1]). Tässä otettiin kuitenkin lähtökohdaksi ylin katkaisua ja samalla tyvitukkia selvästi haittaava juurenhaaran niska tai yleensä se kohta, josta puu lumettomana aikana, kasvipeite poistaen, olisi voitu mahdollisimman alhaalta katkaista. Ellei mitään katkaisua selvästi haittaavia juurenhaaroja ole, niin tämä kohta on aivan tai jotakuinkin maanpinta. Tällaisia lähtökohtia on tutkimusaineiston koepuiden mittauksessa pyritty pitämään tyvipölkyn mittauksen perusteena. Kannon kuoren vahvuus otettiin usean mittauksen keskiarvona ja läpimitta kahdessa kohtisuoraan vastakkaisessa suunnassa.

Mittaukset osoittivat kannon keskimääräisen korkeuden vaihtelevan etelästä maan pohjoisimpiin osiin 10:stä jonkin verran alle 15:een cm, joten vaihtelu supistui keskiarvoja tarkastellen hyvin ahtaisiin rajoihin. Eri puulajien suhteen ei havaittu selvää eroa, ja myös läpimitan mukaan vaihtelu oli pieni, esim. männyn keskiarvot olivat etelä- ja keski-Suomessa: kannon läpimitta $<$ 10 cm korkeus 10.2 cm, läpimitta 10—20 cm korkeus 11.8 cm, läpimitta 20—30 cm korkeus 12.1 cm, läpimitta 30+ cm korkeus 12.4 cm. Tulokset poikkesivat jonkin verran Aron varhaisemmin saamista tuloksista. Syynä on erilainen lähtökohta, ja mahdollisesti puiden kaadossa on puun arvon kohotessa yleisesti päästy vähän entistä lyhyempiin kantoihin, mistä kuitenkin sodan aikana ja jälkeen on esiintynyt poikkeuksia.

Kun kannon korkeus oli selvitetty, tehtiin sen kuutiosisällön laskemista varten rungon alaosan kapenemista osoittavia mittauksia. Rungon kaksi vastakkaista läpimittaa mitattiin lukuisista koepuista 5—10 cm välein vähintään rinnankorkeudelle saakka ylöspäin. Näin saatiin lisää valaistusta rungon alimpaan osaan sisältyvän tyvilaajeneman vaikutuksesta kuutiomäärään. Tämä otettiin huomioon kannon kuutiomäärän laskennassa siten, että kannon kuutiomäärä saatiin vähennetyksi puun tyvipölkyn kuutiomäärästä sellaisena kuin kanto todella oli siihen sisältynyt koepuiden kuutioimisessa.

[1]) Vrt. Erik Lönnroth, Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. (Acta forest. fenn. 30.1). Helsinki 1925. Asiaa on selvitelty ss. 94—95, josta (samoin kuin Aron s. 7 mainitun tutkimuksen sivulta 17) ilmenee myös poikkeuksia tästä käsityksestä esiintyvän.

Kannon kuutiomäärä näin laskettuna kohcaa puun kuutiomäärän kolmanteen—kuutioimistaulukoissa yleensä viimeisenä ilmaistuun—desimaaliin vaikuttavaksi, eri puulajeilla vaihdellen, rinnankorkeudelta n. 5—8 cm vahvuisissa puissa. Siitä se vähitellen suurentuen saavuttaa 18—20 cm vaiheilla 0.004 m^3, n. 30 cm vaiheilla 0.010 m^3 ja vasta 40—45 cm vaiheilla 0.020 m^3. Kannon osalle jää tällöin yleensä 1—2.5 % aiemmin esitetyllä tavalla saadusta rungon kuutiomäärästä.

Näiden laskelmien tulosten mukaisesti vähennettiin kannon kuutiomäärä rungon kuutiomäärästä. Laaditut kuutioimistaulukot ilmaisevat siis puiden runkojen kuutiomäärät näin määritetyillä ja lasketuilla sekä siis todennäköisesti keskimääräistä käytäntöä vastaavilla kantojen kuutiomäärillä vähennettyinä.

Taulukoiden laadinta.

Kuorellinen kuutiomäärä.

Kuutioimistaulukoiden laadinnassa pyrittiin sellaisiin taulukkoihin, joita käytännössä mahdollisten, suoranaisten ja samalla kohtuullisen helposti suoritettavien mittausten perusteella voitaisiin soveltaa pystypuiden riittävän tarkkaan kuutioimiseen. Mitattavat tekijät ovat: kaikkialla käytäntöön yleisesti vakiintunut puun rinnankorkeusläpimitta sekä pituus ja rungon muoto.

Kahden ensiksi mainitun tekijän suoranainen mittaus käy sopivin kojein helposti päinsä. Muodon osoittajaksi otettiin jo aineiston keräyksen ensi vaiheessa monien kokeilujen ja tarkastelujen perusteella sopivimmaksi havaittu rungon kapeneminen rinnankorkeudelta toisen usein käytetyn mittauskorkeuden 6 m kohdalle. Muodon osoittajaksi tuli siis rinnankorkeusläpimitan ja 6 m korkeudelta otetun läpimitan ero (d1.3— d6.0). Edellinen saattaa kylläkin monesti olla tyvilaajeneman piirissä, kuten useat tutkimukset ovat osoittaneet, siis rungon muodoltaan epäsäännöllisessä osassa. Mutta sitä ei missään tapauksessa voitu hyljätä, sillä sehän on kaikkialla yleisesti käytetty perusläpimitta. Ylemmän läpimitan siirtäminen jonkin verran alemmaksi ei sanottavasti helpottaisi mittausta mutta aiheuttaisi pitkissä puissa enemmän epävarmuutta muodon määrittämiseen. 6 m ylempää taas on vaikeata mitata läpimitta riittävän tarkoin.

Tämä kapeneminen (d1.3—d6.0) otettiin rungon muodon osoittajaksi 8 m pituisista puista lähtien, joihin se yleensä vielä soveltui. 6 ja 7 m pituisille puille, joissa 6 m sattuu jo aivan liian lähelle latvan huippua, havaittiin sopivaksi ylemmän läpimitan korkeudeksi 3.5 m. 5 m pituisille ja sitä lyhyemmille puille muototekijää ei enää pidetty tarpeellisena, vaan katsottiin rinnank. läpimitan ja pituuden riittävän kuutioimisen tekijöiksi.

Muodon määrittämiseen käytetty ylempi läpimitta otettiin siis varsinkin pitkistä puista suhteellisen alhaalta ja lisäksi kiinteältä korkeudelta.

Kumpikin johtui käytännöllisistä syistä. Ensinnäkin tältä korkeudelta läpimitta saadaan vielä riittävän tarkoin mitatuksi. (vrt. s. 23). Toiseksi kiinteä korkeus, jonka käyttämistä vastaan teoreettiselta kannalta kylläkin voidaan esittää painavaa huomautusta, on metsän arvioimisessa monin verroin helpompi sovellettavaksi kuin sangen työläästi jokaisesta puusta erikseen pituuden perusteella määritettävä osakorkeus. Viimeksi mainitun soveltaminen käytännölliseen metsän arvioimiseen olisi tuskin mahdollistakaan. Ylemmän läpimitan ottamista alempaa kuin esim. puun puolelta korkeudelta tai Jonsonin muotoluokan edellyttämältä korkeudelta tukivat kotimaassa erityisesti Heikkilän jo v. 1915 suorittama tutkimus ja Lönnrothin perusteellinen tutkimus rungon kuutioimiskaavoista sekä edelleen Lappi-Seppälän tutkimus rungon muodosta. [1])

Koepuut jaettiin puulajeittain kapenemisluokkiin ja niissä edelleen metrin eroin pituusluokkiin ja cm-eroin läpimittaluokkiin. Taulukoiden ensimmäisessä, valmistavassa laadinnassa, joka tapahtui II valtakunnan metsien arvioinnin tulosten laskentaa varten, käytettiin yksinomaan graafista menetelmää. Tasoitukset suoritettiin neljänä vaiheena, jolloin kullekin arvioinnissa käytetylle 2.5 cm läpimittaluokalle saadut keskimääräiset kuutiomäärän arvot vertailtiin pituusluokittain ja edelleen kapenemisluokittain tasaisten lukusarjojen aikaan saamiseksi. Taulukoiden valmistaminen rajoitettiin siihen, mikä oli sanottua arvioinnin tulosten laskentaa varten välttämätöntä.

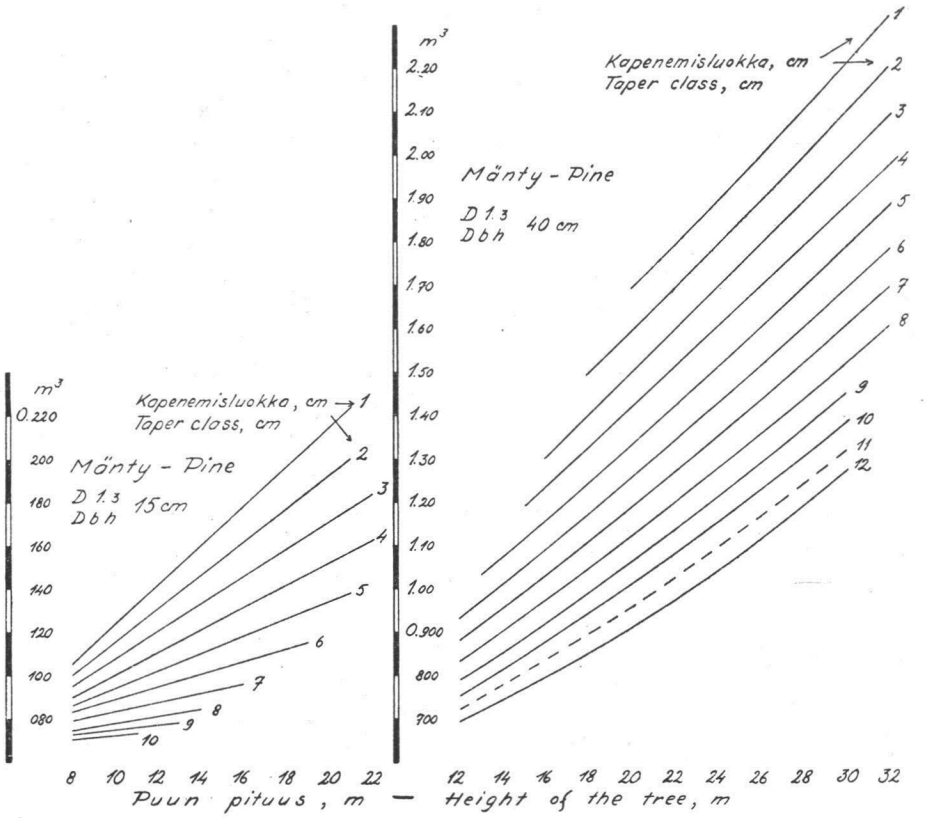
Sodan jälkeen aloitettiin kuutioimistaulukoiden lopullinen valmistaminen. Graafisesti saadut kuutiomäärän lukusarjat tasoitettiin uudelleen yksinkertaisen analyyttisen menetelmän $(y = ax^{2.0-2.5})$ avulla, jolloin vaaka-akselille asetetulle rinnank. läpimitalle (x) valittiin puulajeittain sekä kapenemis- ja pituusluokittain sellainen potenssi — yleensä 2.0—2.5 väliltä — että se johti kussakin tapauksessa mahdollisimman hyvin suoraan tasoitusviivaan. [2]) a:n arvo laskettiin puulajeittain, kapenemisluokittain ja pituusluokittain dl.3-luokkien keskiarvoina, joiden sisällä a:n vaihtelu oli yleensä hyvin pieni. Tämä menettely vei työtä huomattavasti eteenpäin, mutta näinkin dl.3-luokittain saadut kuutiomäärän lukusarjat tarkistettiin ja tasoitettiin kuitenkin vielä kolmena vaiheena. Siten voi-

[1]) T. Heikkilä, Huber'in kaavan käyttökelpoisuudesta ja eräistä muista kuutioimiskaavoista. (Metsätal. aikakausk. ss. 422—433). Helsinki 1915.
Erik Lönnroth, Über Stammkubierungsformeln. (Acta forest. fenn. 31.5). Helsinki 1927.
M. Lappi-Seppälä, Tutkimuksia männyn ja koivun runkomuodosta. (Acta forest. fenn. 44.4). Helsinki 1936.

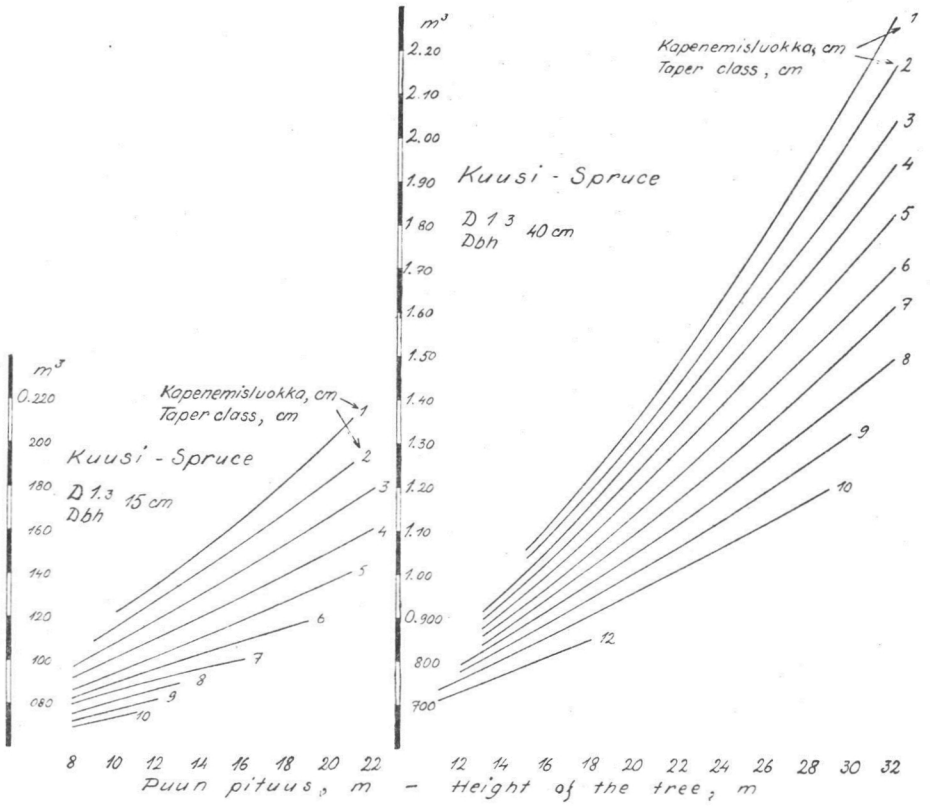
[2]) Menetelmä muistuttaa alkuaan Kopetzkyn menetelmän nimellä tunnettua menettelytapaa, jota kehitettynä käytettiin kasvu- ja tuottotaulukoiden laadinnassa (Yrjö Ilvessalo, Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä. Ss. 46—48. Acta forest. fenn. 15. Helsinki 1920) ja sen jälkeen on käytetty paljon sekä käytännöllisiä tarkoituksia että tutkimuksia varten otettujen koealojen kuutioimiseen. Menetelmää on tunnetusti kehittänyt ennen kaikkea Lönnroth jo yliopiston metsänarvioimisen harjoittelutöitä varten laatimissaan ohjeissa (1916—1920) sekä s. 9 alaviitassa mainitussa tutkimuksessaan. Myöhemmin menetelmää on pyritty muualla edelleen kehittelemään mutta tuskin hyödyttävin tuloksin.

tiin lopultakin asettaa varmoihin rinnakkaisiin vertailuihin läpimittaluokat, pituusluokat ja kapenemisluokat.

Tällä tavalla kylläkin paljon työtä ja aikaa vaativin menetelmin mutta kokonaan luonnosta kerättyyn laajaan aineistoon perustaen rakennettiin kuutioimistaulukot. Kuitenkin suoritettiin vielä ennen niiden lopullista hyväksymistä kunkin kapenemisluokan sisällä kuutiomääräsarjojen peräkkäisten lukujen erotusten tarkistus sekä läpimitta- että pituusluokan suuntaan. Näin saatiin kuutiomääräluvut viimeiseen esitettyyn desimaaliin saakka yleensä tasaisesti läpimitan ja pituuden suunnassa kohoaviksi. Joissakin kohdissa esiintyy kuitenkin molempien suuntien yhtäaikaisen, täysin täsmällisen tasoituksen vaikeuden johdosta muutaman yksikön epätasaisuutta viimeisessä desimaalissa. Mahdollisten virheiden ja epätasaisuuksien ilmi saamista ja korjaamista varten taulukoiden kaikki luvut asetettiin puulajeittain ja d1.3-luokittain suorakulmaisiin akselistoihin sillä tavalla kuin kuvista 1—3 nähdään.



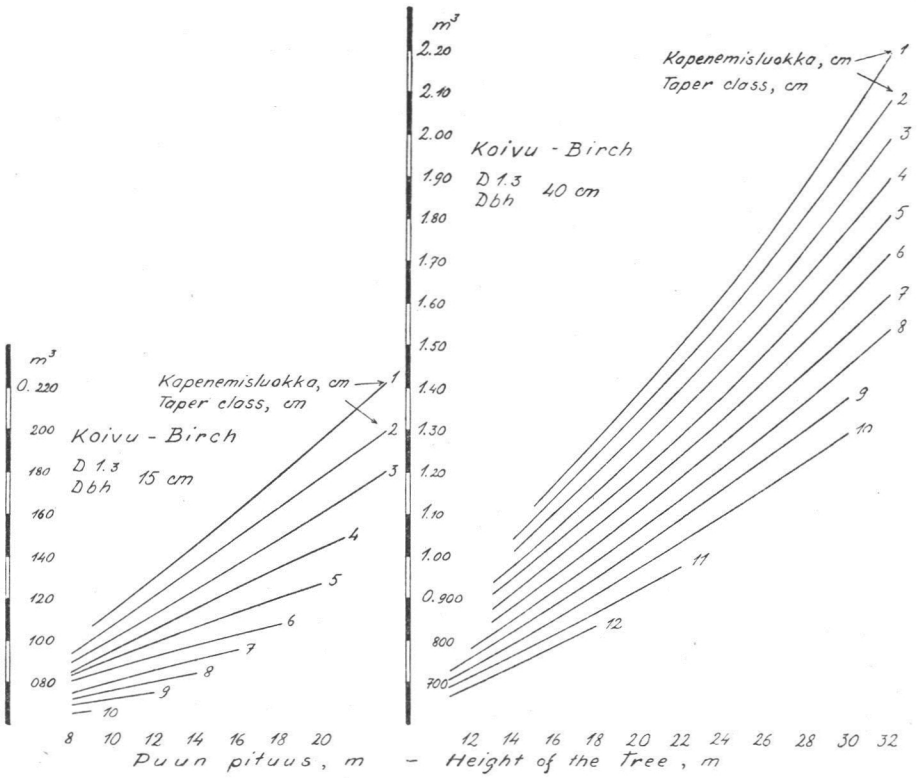
Kuva — *Fig.* 1. Kuutiomäärien keskinäinen suhde kapenemisluokittain (esim. männystä). — *Mutual relation of the volumes by taper-classes (examples of pine).*



Kuva — *Fig.* 2. Kuutiomäärien keskinäinen suhde kapenemisluokittain (esim. kuusesta). — *Mutual relation of the volumes by taper-classes (examples of spruce).*

Kuoreton kuutiomäärä.

Valtakunnan metsien arvioinnin tulosten laskentaa varten laaditut väliaikaiset kuutioimistaulukot käsittivät edellisessä kuvattuja kuorellisia taulukoita vastaavat taulukot myös kuorettomille kuutiomäärille. Nämä kuutiomääräluvut ilmaisivat kuitenkin kukin kohdallaan huomattavasti vaihtelevan lukusarjan keskiarvoja, sillä kuoren määrä vaihtelee vieläpä saman puulajin, kapenemis-, pituus- ja d1.3-luokan kohdalla huomattavasti. Tämä nähdään taulukkoon 5 otetuista esimerkeistä. Niin laajamittaisessa työssä kuin valtakunnan metsien arvioinnissa eri suuntiin käyvät poikkeukset voivat hyvin tasoittua, mutta yleisessä kuutioimistaulukoiden käytössä ne saattaisivat johtaa melkoisen epävarmoihin tuloksiin. Tästä syystä ei ole pidetty tarkoituksen mukaisena eikä kustannussyistä sopivanakaan julkaista sanotunlaisia kuorettoman kuutiomäärän



Kuva — *Fig.* 3. Kuutiomäärien keskinäinen suhde kapenemisluokittain (esim. koivusta). — *Mutual relation of the volumes by taper-classes (examples of birch).*

taulukoita, jotka olisivat vaatineet saman sivumäärän kuin kuorellisen kuutiomäärän taulukot.

Kooltaan samanlaisten puiden huomattava kuoren määrän vaihtelu tekee puuston kuorettoman kuutiomäärän laskennan kuorelliseen verrattuna tuntuvasti epävarmemmaksi. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen monet koealat ovat osoittaneet, että asianlaita on näin, vaikka kysymyksessä olisi vain koealakin ja sen kuutioimisen pohjana huomattava määrä kaadettuja tai pystykoepuita. Kuorettoman kuutiomäärän suhteen on siis yleensä tyydyttävä epävarmempaan tulokseen kuin kuorelliselle kuutiomäärälle on saatavissa.

Esitetyistä syistä on suoranaisten kuorettoman puun kuutioimistaulukoiden asemesta laadittu hyvin paljon suppeampaan sivumäärään mahtuvat sadanneslukutaulukot, jotka osoittavat puulajeittain sekä kapenemis-, pituus- ja d1.3-luokittain kuorettoman kuutiomäärän keskimääräisen osuuden kuorellisesta kuutiomäärästä. Kun tällaisten sadanneslukujen

vaihtelu luokasta toiseen on useissa tapauksissa vähäistä ja hidasta, on taulukot voitu saada kooltaan pieniksi, mutta samalla on kuitenkin pidetty silmällä niiden riittävyyttä verraten vaativiinkin tarkoituksiin.

Kuoren määrän vaihtelu on siis huomattava ja lisäksi oikukas, joten se saattaa kulloinkin kuutioitavissa puissa ja metsiköissä poiketa tuntuvasti taulukoiden keskiluvuista. Tästä syystä pyrittiin tarkempaan tulokseen pääsemistä varten saamaan jonkinlaisia taulukoiden k u o r e t t o m a n p u u n s a d a n n e s t e n k o r j a u s l u k u j a.

Tietyn kokoisen puun kuoren määrään näyttää rungon läpimitan, pituuden ja kapenemisen ohella olevan vaikutusta kasvupaikalla ja sen maantieteellisellä sijainnilla, puun asemalla metsikössä, puun latvuksen muodolla ja laadulla sekä puun iällä. Kaikkien viimeksi mainittujen tekijäin vaikutus on vaihteleva ja epämääräinen. Tämä tekee niiden käytännöllisen huomioon oton vaikeaksi ja niiden käytön kuorisadanneksen korjaustekijöinä tarkoitustaan vastaamattomaksi.

Ainoaksi käytännössä mahdolliseksi korjaustekijäksi havaittiin k u o r e n v a h v u u s r i n n a n k o r k e u d e l l a. Tämä voidaan kuorimittarilla helposti mitata, ja sen ja kuorettoman kuutiomäärän sadannesluvun — siis samalla kuoren määrän — välillä osoittautui olevan huomattava, vaikkakin monien vaihtelevien tekijäin heikentämä keskinäinen riippuvaisuus. Tätä riippuvaisuutta kuvaavat muutamina esimerkkeinä taulukossa 1 esitetyt, ryhmittäisinä lasketut korrelaatiokertoimet keskivirheineen.

Kuusen ja koivun korrelaatiokertoimet ovat korkeat ja niihin liittyvät keskivirheet pienet, paitsi koivun suurimmassa vahvuusryhmässä, josta havaintoja on niukasti. Näillä puulajeilla kuoren rakenne on siis siinä mitassa säännöllinen, että kuoren vahvuus rinnankorkeudella keskimäärin huomattavan paljon kuvastaa kuorettoman puun volyymisuutta niinkin väljän läpimittaryhmityksen puitteissa kuin tässä on käytetty. Mainittakoon esim., että kuorettoman puun *volyymisadannesta 86 vastaa* keskimäärin rinnankorkeudella seuraava *kuoren vahvuus:*

kuusi	d1.3	10—15 cm	kuori	4.5 mm	koivu	10—15 cm	kuori	4.5 mm
spruce	*D. bh*		*bark*		*birch*		*bark*	
»	»	15—20 cm	»	6.1 mm	»	15—20 cm	»	6.3 mm
»	»	20—25 cm	»	8.5 mm	»	20—25 cm	»	8.9 mm
»	»	25—30 cm	»	10.5 mm	»	25—30 cm	»	11.5 mm
»	»	30—35 cm	»	11.7 mm				

Koivun kuorettoman kuutiomäärän sadannesluvut soveltuvat likimääräisesti myös haavalle ja lepälle. Mainittakoon, että kaikkien 17 + m pituisten haapakoepuiden keskimääräiseksi sadannesluvuksi saatiin koepuiden

kuutioimislomakkeista laskemalla 86.3 ja vastaavaksi luvuksi koivun sadanneslukutaulukoiden perusteella 86.8, joten eroa tuskin on olemassa.

Männyn korrelaatiokertoimet ovat huomattavasti matalampia ja niiden keskivirheet suurempia kuin kuusen ja koivun, vaikka läpimitan ryhmityksen lisäksi on otettu pituuden ryhmitys. Männyn kuoren rakenteessa on siis — erityisesti tyvitukin osalla — niin paljon enemmän epäsäännöllisyyttä, ettei rinnankorkeudelta mitattu kuoren vahvuus kuvasta kuorettoman puun ja kuoren volyymiosuutta siinä määrin kuin kuusella ja koivulla mutta kuitenkin niin paljon, että sitä voidaan jonkinlaisena korjaustekijänä käyttää. Mainittakoon jälleen esim., että kuorettoman puun *volyymisadannesta* 86 *vastaa* keskimäärin:

mänty	dl.3	10—15 cm	kuori	5.2 mm	dl.3	25—30 cm	kuori	18.0 mm
pine	*D. bh*		*bark*				*bark*	
»	»	15—20 cm	»	9.3 mm	»	30—35 cm	»	22.0 mm
»	»	20—25 cm	»	13.5 mm				

Nämä männyn kuoren vahvuuden luvut ovat suuripiirteisempiä keskiarvoja kuin kuusen ja koivun, sillä männyllä on samassa läpimittaryhmässä havaittavissa huomattava riippuvaisuus puun pituudesta ja myöskin kapenemisluokasta, kuten taulukko 2 muutamin esimerkein osoittaa. Mainittakoon vielä esim., että kuorettoman puun volyymisadannesta 86 vastaa dl.3- ja pituusryhmittäin keskimäärin seuraava rinnank. kuoren vahvuus:

mänty	dl.3	11—15 cm	pituusluokka	10—15 m	kuori	4.5 mm
pine	*D. bh*		*height-class*		*bark*	
»	»	»	»	15+ m	»	6.1 mm
»	»	15—20 cm	»	10—15 m	»	8.0 mm
»	»	»	»	15—20 m	»	10.0 mm
»	»	20—25 cm	»	10—15 m	»	11.2 mm
»	»	»	»	15—20 m	»	14.0 mm
»	»	»	»	20 + m	»	17.2 mm

Rinnankorkeudelta mitatun kuoren vahvuuden ja kuorettoman puun volyymisadanneksen keskinäinen riippuvaisuus osoittautui — monista oikukkaista poikkeuksista huolimatta — niin huomattavaksi, että sitä käytettiin perusteena korjauslukujen laskemiseen kuorettoman puun volyymisadanneksia osoittaviin taulukkoihin. Samalla kiinnitettiin huomiota pituuden ja kapenemisluokan vaikutukseen, mikä edellisessä esitetyn mukaisesti ilmenee männyllä verraten voimakkaana mutta kuusella ja koivulla hyvin lievänä ja oikukkaana.

Taulukko — *Table* 1. Puun kuorettoman kuutiosadanneksen riippuvaisuus rinnankorkeuden kuoren vahvuudesta. — *Dependence of the barkless volume per cent on the bark thickness at breast-height.* (Esim. — *Examples).*

Puulaji *Species of tree*	D1.3, cm *D. bh, cm*	Pituusluokka, m *Height-class, m*	Korrelaatiokertoin *Correlation coefficient* $r \pm \varepsilon (r)$
Mänty	15—20	15—18	— 0.671 ± 0.035
Pine	20—25	16—20	— 0.686 ± 0.041
»	25—30	18+	— 0.682 ± 0.038
Kuusi	15—20	Keskimäärin — *Average*	— 0.894 ± 0.012
Spruce	20—25	»	— 0.889 ± 0.014
»	25—30	»	— 0.864 ± 0.019
Koivu	10—15	»	— 0.845 ± 0.017
Birch	15—20	»	— 0.868 ± 0.020
»	20+	»	— 0.686 ± 0.048

Taulukko — *Table* 2. Männyn rungon kapenemisen, pituuden ja rinnankorkeusläpimitan vaikutus kuorettoman kuutiomäärän osuuteen kuorellisesta. — *Influence of the taper, height and D. bh of pine stem on the share of the barkless volume of the volume incl. bark.*

Kuorettoman puun keskiarvo-%:n muuttuminen, kun *Change of the average barkless volume per cent, when*					
kapeneminen *the taper*		pituus *the height*		rinnank. läpimitta *the D. bh*	
suurenee luokasta toiseen — *changes from class to class*					
Esimerkkejä muutamista d1.3- ja pituusluokista — *Examples of some D. bh- and height-classes*	83.5—82.4—82.0—80.9	Esim. muutamista kapenemis- ja d1.3-luokista — *Examples of some taper- and D. bh-classes*	83.5—84.4—86.0	Esim. muutamista kapenemis- ja pituusluokista — *Examples of some taper- and height-classes*	83.0—85.0
	84.4—83.0—81.5		82.4—83.0—84.4		81.5—84.2
	86.0—84.4—82.4		82.0—81.5—82.4		84.4—86.6—86.6
	85.0—84.2—83.9		85.0—86.6—87.0		82.4—85.0—85.0—87.6
	86.6—85.0—82.4		84.2—85.0—85.0		82.4—82.4—87.0
	88.5—87.0—85.0		86.6—88.3—88.6		87.0—88.3
	86.6—85.0—82.4		85.0—87.4—87.5		85.0—87.4—88.4
	88.2—87.4—85.9		82.4—85.9—86.8		85.9—88.1
	87.6—87.0—85.9—85.4		87.6—88.4—87.9		85.5—87.9
	88.4—88.1—87.1—86.1		87.0—88.1—88.0		86.8—88.0
	87.9—88.0—87.4		85.9—87.1—87.4		
	88.6—87.5—86.8		85.4—86.1		

Taulukoiden rakenne.

Kuutioimistaulukot on laadittu täydellisinä erikseen männylle, kuuselle ja koivulle. Kapenemisen, rinnank. läpimitan ja pituuden puolesta samanlaisina nämä puulajit eroavat kuutiomäärältään niin paljon toisistaan (vrt. ss. 20—21), että eri taulukot ovat niille tarpeen pyrittäessä riittävän tarkkaan tulokseen.

Haavan kuutioimiseen soveltuvat koivun taulukot 16 m pituuteen saakka, mutta sitä pitemmille puille haapa on d1.3 11 cm lähtien tarvinnut

omat lukusarjansa. Saman kapenemisluokan haavan runko on 6 m korkeuden yläpuolella keskimäärin jonkin verran täyteläisempi kuin koivun runko, nähtävästi yleensä vähemmän oksistoksi haaroittuneen latvuksen ansiosta, vaikkakin poikkeuksia esiintyy. Näin haavan kuutiomäärä onkin kapenemis-, d1.3- ja pituusluokittain 1—5 %:n välillä vaihdellen suurempi kuin vastaavan mittaisen koivun kuutiomäärä.

Lepän kuutiomäärä saadaan keskimäärin verraten tarkoin koivun taulukoista, mutta kapenemisluku ei näytä kuvaavan rungon muotoa miltei pensasmaisesta ja mutkaisesta aivan suoraan ja säännölliseen saakka vaihtelevalle lepälle siinä määrin kuin muille puulajeille. Edellisen laatuisille lepän rungoille koivun taulukot antavat vähän liian suuren ja viimeksi mainitun laatuisille keskimäärin oikean tuloksen.

Kuvat 4 ja 5 osoittavat muutamina esimerkkeinä eri puulajien kuutiomäärien eroja, joita taulukoita keskenään vertaillen on vaikeampi havaita. Saman kapenemis-, pituus- ja läpimittaluokan kohdalla männyn kuutiomäärä on yleensä suurin. Tämä johtuu erityisesti männyn kuoren yleensä paljon suuremmasta ohenemisesta rinnankorkeudelta 6 m korkeudelle, mikä vie männyn rungon huonompaan kapenemisluokkaan kuin 6 m yläpuolella oleva osa edellyttäisi. Mäntyä lähinnä on kuutiomäärän suhteen yleensä kuusi, ja kuusta seuraa koivu. Huomattavimpina poikkeuksina edellisestä havaitaan seuraavat. Kuusi ylittää männyn usein huonoissa kapenemisluokissa, erityisesti alemmissa mutta harvoin korkeissa pituusluokissa. Koivun kuutiomäärä kohoaa etenkin huonoissa kapenemisluokissa suuremmaksi kuin kuusen, osaksi matalien ja osaksi korkeiden pituusluokkien vahvoissa puissa, välisti koko läpimittasarjan mitan. Näiden keskinäisten suhteiden lähempi selvittely syrjäytetään tässä.

Eri puulajien taulukot on jaettu suppeaan »lyhyiden puiden», pituus 2—7 m, ja laajempiin »pitkien puiden», pituus 8 + m, taulukkoihin. 5 m pituuteen saakka ei ole otettu mitään muototekijää, koska sellaiset ovat näille epävarmoja, ja erot eri muotoluokkien välillä olisivat absoluuttisesti pienet. 6 ja 7 m pituisten puiden taulukoissa muodon osoittajana on aiemman esityksen mukaisesti kuoren päältä otettujen läpimittojen ero d1.3—d3.5 m, cm:n suuruisin luokin. 8 m:stä alkaen kullakin kapenemisluokalla, d1.3—d6.0 m, on cm:n välein oma taulukkonsa. Hyvin paljon kapeneville, suhteellisen harvinaisina esiintyville puille luokat ovat kuitenkin 2 cm välein, ja poikkeuksellisen suuresti kapenevat rungot ovat yleensä vain satunnaisesti esiintyvinä jääneet ilman taulukoita. Edellisten väliluokille on käytettävä interpolointia viereisten luokkien perusteella, ja jälkimmäiset jäävät viimeisten luokkien perusteella tehtävän ekstrapoloinnin varaan.

Taulukosta 3 nähdään, että 8 + m pituisissa puissa kapenemisluokat 3—5 cm käsittävät valtakunnan metsien arvioinnin mukaan n. $^2/_3$—$^3/_4$ kaikista puista. Koepuuaineistossa luokka 2 cm esiintyy verraten yleisenä,

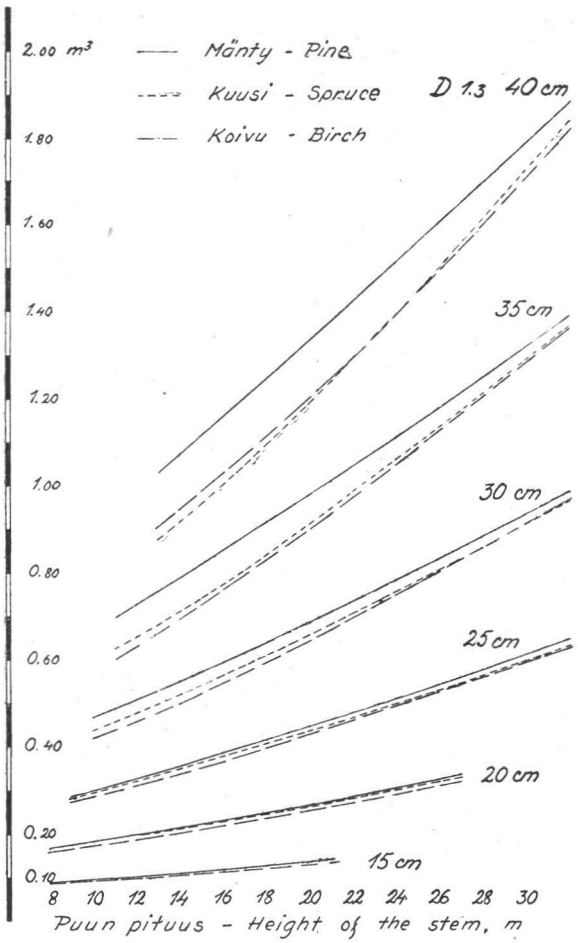
Taulukko — *Table* 3. Eri kapenemisluokkien esiintyminen Suomen metsissä. — *Occurrence of the different taper-classes in the forests of Finland.*

Puulaji *Species of tree*	Kapenemisluokka — *Taper-class*, cm											Yhteensä *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+	
	%											
1. D 1.3—D 6.0 m (8 + m pituiset puut — *Trees of 8 + m height)*												
Mänty — *Pine* .. 1[1])	1.0	3.5	20.0	23.0	23.0	16.0	6.0	3.0	2.0	1.5	1.0	100
» » 2[2])	0.3	10.2	29.8	27.0	13.8	7.3	4.3	2.3	1.4	1.0	2.6	100
Kuusi — *Spruce* .. 1	0.8	3.7	22.0	26.0	22.0	14.5	5.5	2.5	1.5	1.0	0.5	100
» » 2	0.2	11.3	29.9	24.4	16.1	8.5	4.7	3.0	1.3	0.6		100
Koivu — *Birch* .. 1	2.5	6.0	24.0	27.5	20.5	11.5	3.5	2.0	1.0	1.0	0.5	100
» » 2	1.3	14.8	35.9	20.2	10.8	6.7	4.3	2.6	1.5	1.0	0.9	100
2. D 1.3—D 3.5 m (6 ja 7 m pituiset puut — *Trees of 6 and 7 m height)*												
Mänty — *Pine* ... 1	15.7	40.0	17.8	10.2	6.5	4.0	2.3	1.7	0.9	0.6	0.3	100
» » 2	32.6	40.8	11.6	5.5	2.7	1.8	1.8	1.6	0.7	0.9		100
Kuusi — *Spruce* .. 1	12.1	44.7	18.3	10.4	6.5	4.4	1.7	1.1	0.5	0.2	0.1	100
» » 2	16.6	55.4	20.0	4.7	1.6	1.0	0.7					100
Koivu — *Birch* ... 1	27.0	34.2	16.5	9.3	7.1	2.9	1.6	0.9	0.3	0.1	0.1	100
» » 2	36.8	44.4	10.5	3.9	2.6	1.0	0.8					100

Taulukko — *Table* 4. Tietyn läpimitta- ja pituusluokan koepuiden jakaantuminen kapenemisluokkiin. — *Distribution of the sample trees of a certain D. bh-class and height-class into taper-classes.* (Esim. — *Examples).*

Puulaji *Species of tree*	D1.3 cm *D. bh*	Pituusluokka m *Height-class*	Kapenemisluokka — *Taper-class*, cm									Yhteensä *In all*
			— 2	3	4	5	6	7	8	9	10 +	
			% mitatuista puista — *per cent of the measured trees*									
Mänty *Pine*	11—15	10—12	3.7	35.7	40.4	13.7	4.3	1.9	0.3			100
	16—20	10—12		2.1	29.4	24.2	18.9	14.7	4.3	3.3	3.1	100
	»	16—18	3.3	43.6	43.2	7.8	2.1					100
	21—25	13—15		7.7	22.0	38.5	16.5	8.8	4.4	2.1		100
	»	16—18	2.3	10.4	41.6	29.5	15.0	1.2				100
	»	19—21	1.8	27.4	48.7	15.9	4.4	1.8				100
	26—30	19—21	1.6	4.4	30.1	32.4	19.0	9.5	2.2	0.8		100
	»	22—24	2.6	2.6	37.7	31.1	20.8	5.2				100
	31—35	19—21		3.4	14.8	16.5	22.2	22.5	11.0	6.9	2.7	100
	»	25—27		1.1	11.1	25.5	25.5	15.2	12.0	5.7	3.9	100
Kuusi *Spruce*	11—15	10—12	2.9	29.2	37.3	18.8	7.9	3.4	0.5			100
	16—20	13—15	2.8	23.6	38.2	23.2	7.3	2.1	2.8			100
	21—25	16—18	2.4	22.6	26.2	23.8	11.9	8.1	5.0			100
	26—30	19—21	1.4	13.9	36.1	27.8	11.1	5.5	4.2			100
	31—35	22—24		2.1	5.3	20.0	33.7	22.1	10.5	6.3		100
Koivu *Birch*	11—15	10—12	8.3	34.4	28.1	18.7	8.3	2.2				100
	16—20	13—15	1.1	11.0	27.0	25.0	18.2	11.0	4.5	2.2		100
	21—25	16—18	2.0	7.3	37.9	33.3	11.1	5.6	2.8			100
	26—30	19—21	2.8	8.3	39.3	19.9	16.7	11.2	1.8			100
	31—35	22—24		1.2	13.1	21.0	25.3	18.0	9.0	8.3	4.1	100

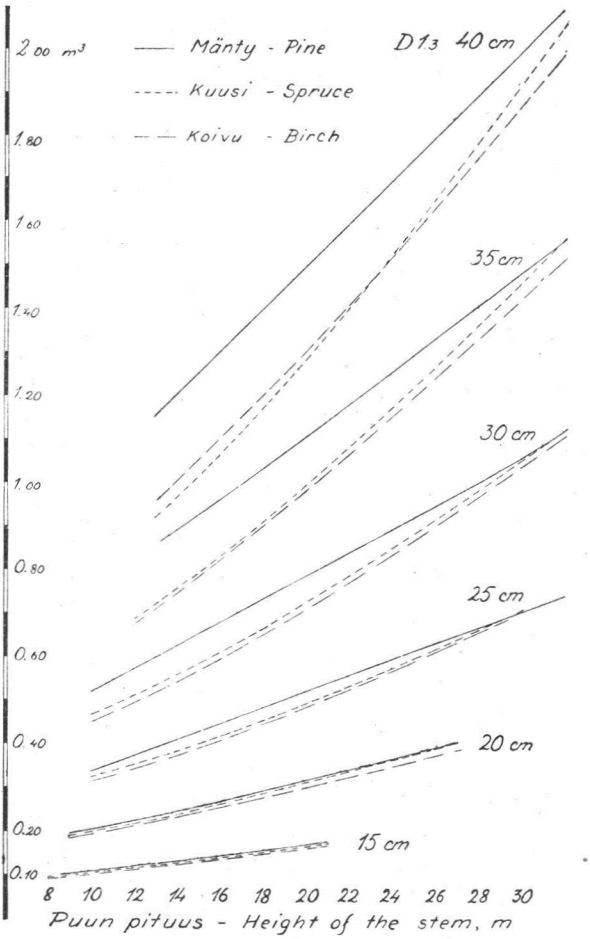
[1]) Valtakunnan metsien arvioinnin mukaan. — *According to the National Forest Survey.*
[2]) Kuutioimistaulukoiden koepuuaineisto. — *The sample tree material of the volume tables.*



Kuva — *Fig.* 4. Eri puulajien kuutiomäärien keskinäinen suhde kapenemisluokassa 3 cm. — *Mutual relation of the volumes of the different species of trees in the taper-class 3 cm.*

syystä että tästä aineistosta hyvin huomattava osa on säännöllisistä, täysitiheistä metsiköistä otetuilta koealoilta. 10—11 cm suuremmat kapenemisluokat esiintyvät niin harvinaisina, että niiden suhteen voidaan todella tulla toimeen joka toisella luokalla ja niihin perustuvan interpoloinnin ja ekstrapoloinnin avulla. 6 ja 7 m pituisissa puissa kapenemisluokat 1—3 cm käsittävät valtavan pääosan puista, ja jo 6—7 cm suurempia luokkia tavataan hyvin vähän, esim. kallio- ja tunturimailla ynnä soilla.

Kuvat 1—3 osoittavat muutamina havainnollisina esimerkkeinä, kuinka suuret eri kapenemisluokkien väliset erot ovat tietyn vahvuisilla ja pituisilla puilla. Erot ovat jo vierekkäistenkin luokkien välillä niin suuret että muodon huomioon ottaminen on todella välttämätöntä kuutioimistaulukoissa. Tämän toteamiseksi on edelleen laadittu taulukko 4,



Kuva — *Fig.* 5. Eri puulajien kuutiomäärien keskinäinen suhde kapenemisluokassa 5 cm. — *Mutual relation of the volumes of the different species of trees in the taper-class* **5 cm.**

josta muutamin esimerkein nähdään tietyn d1.3- ja pituusluokan puiden jakaantuvan usean eri kapenemisluokan kesken. Kuutioimistulos olisi selvästi melkoisessa määrässä sattuman varainen, ellei kapenemisluokkaa olisi muotoa osoittamassa. Kuten luonnollista on, kapenemisluokka suurenee läpimitan suuretessa mutta pituuden pysyessä samana ja pienenee taas pituuden suuretessa mutta läpimitan pysyessä samana.

Puulajin ja kapenemisluokan jälkeen kuutioimistaulukoissa nähdään tekijänä rinnank. läpimitta cm:n ja vahvimmilla, suhteellisen vähän esiintyvillä puilla 2 cm eroin. Kuutiomäärä on tietenkin hyvin riippuvainen läpimitan suuruudesta. Edelleen on tekijänä pituus metrin välein. Pituuden huomattava merkitys nähdään kuvista 1—3.

Taulukko — *Table* 5. Kuorettoman kuutiomäärän sadanneslukujen poikkeukset keskiarvosta. — *Deviations of the percentages of the volume excl. bark from the average.*

Esimerkkejä — *Examples.* Mänty — *Pine.*

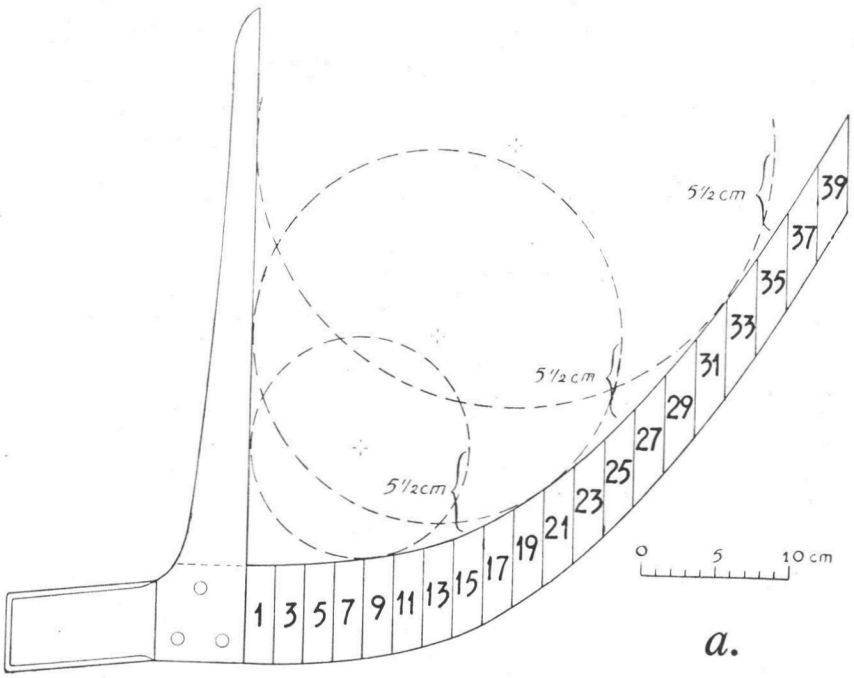
Rinnank. läpimitta *D. bh* cm	Pituus *Height* m	Kapenemisluokat *Taper-classes* cm	Poikkeus sadannesluku-keskiarvosta *Deviation from the average per cent*					
			— 1	1.1 — 2	2.1 — 3	3.1 — 4	4.1 — 5	5 +
			%:ssa koepuista — *in per cent of the sample trees*					
11—15	10—12	2—5	34	21	14	11	12	8
	13—15	2—4	36	23	14	11	9	7
	16—18	2—4	40	28	17	8	5	2
16—20	13—15	3—5	47	21	13	11	3	5
	16—18	3—5	57	19	12	6	3	3
	19—21	2—4	52	19	13	12	1	3
21—25	16—18	3—5	51	21	13	8	4	3
	19—21	3—5	55	27	8	7	1	2
	22—24	3—5	57	25	12	2	2	2
26—30	16—18	4—7	51	24	10	11	3	1
	19—21	4—7	47	24	17	10	2	0
	22—24	4—6	46	31	14	6	0	3

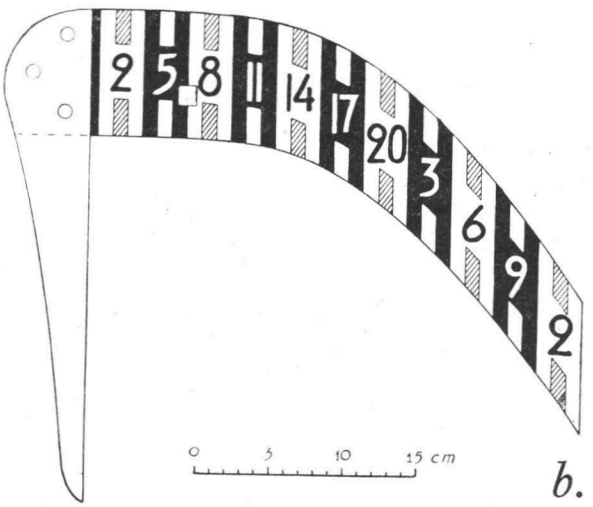
Kuutioimistaulukot ulottuvat 50 cm läpimittaan ja 32 m, huonoissa kapenemisluokissa 30 m, pituuteen saakka. Näitä mittoja suuremmat puut ovat niin harvinaisia, että niiden kuutiomäärän hakeminen on jätetty lähinnä edellisten luokkien perusteella tapahtuvan ekstrapoloinnin varaan. Pyrittäessä taas saamaan kuutiomääriä kapenemis- ja dl.3-luokkien tasasentimetrien ja pituusluokkien tasametrien väliltä voidaan käyttää interpolointia kuhunkin suuntaan.

Taulukoiden kuutiomäärät ovat kaikki kuorellisia todellisia kuutiomääriä kiintokuutiometreinä ja ilman kantoa, jonka määrittämisestä on aiemmin tehty selkoa.

Kuten taulukoiden laadintaa kuvattaessa on esitetty, ei ole pidetty tarkoituksen mukaisena julkaista kuorettomalle kuutiomäärälle kuorellista kuutiomäärää vastaavia laajoja taulukoita. Kuorettomat kuutiomäärät saadaan kuorellisten kuutiomäärien perusteella ss. 126—140 olevien taulukoiden sadanneslukujen avulla. Kun sadanneslukujen vaihtelu luokasta toiseen on hidasta, esitetään ne pieniä puita lukuun ottamatta vain joka toiselle dl.3- ja pituusluokalle. Kun kukin sadannesluku on tuntuvasti vaihtelevan sarjan keskiarvo, on luvut pyöristetty helppokäyttöisiksi kokonaisluvuiksi. Taulukko 5 osoittaa muutamin esimerkein, minkälaisissa rajoissa kuorettoman kuutiomäärän sadanneslukujen vaihtelu keskiarvon ympärillä liikkuu männyllä, jolla vaihtelu yleensä on suurin.

Kuorettoman kuutiomäärän sadanneksia osoittaviin taulukkoihin on liitetty sarake, jonka avulla käy mahdolliseksi likimääräisesti korjata, suu-





Kuva — *Fig.* 6. Kuutioimistaulukoiden käyttöä varten kehitettyjä käyräkaulaimia: a. rinnankork. läpimitan ja b. 6 m kork. läpimitan mittausta varten. — *Curve-callipers developed for the use of volume tables: a. for measuring of D. bh and b. of the diameter at 6 m height.* (Valmistanut Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa metsäteknikko O. E. T ö y r y, jolta saatavissa. — *Prepared at the Finnish Forest Research Institute by forest technicist O. E. T ö y r y.*

rentaa tai pienentää, taulukon osoittamaa sadanneslukua, milloin kysymyksessä on keskimääräistä ohut- tai paksukuorisempia puita. Sarake osoittaa kunkin vahvuusluokan puun keskimääräisen kuoren vahvuuden rinnankorkeudella. Jos kuoren vahvuus selvästi poikkeaa tästä keskimäärästä, voidaan kuorettoman puun sadanneslukua pienentää tai suurentaa kunkin puulajin taulukon ensimmäisellä sivulla olevan alaviittauksen mukaisesti.

Taulukoiden käyttö.

Taulukoiden käyttö edellyttää kuutioimisen puulajeittain: mänty, kuusi, koivu + leppä + haapa 16 m pituuteen saakka sekä sen jälkeen haapa erikseen. Eri puulajien erilainen käyttö ja arvo saattaakin puulajien erikseen kuutioimisen yleensä välttämättömäksi. Mutta jos pääpuulajin rinnalla on kuutioitavana suhteellisen pieni määrä muita puulajeja, voidaan ne tietenkin ilman sanottavaa virhettä yhdistää pääpuulajiin ellei muiden puulajien kuutiomääriä erikseen tarvita.

Sovellettavan kapenemisluokan selvittämiseksi suoritetaan kapenemismittaukset — 6 ja 7 m pituisista puista d1.3—d3.5 m ja 8 + m pituisista puista d1.3—d6.0 m kuoren päältä — parhaiten samoista puista, joiden pituudet mitataan. Sopivin käytännöllinen kaulain tähän tarkoitukseen, samoin kuin puidenlukuun yleensä, on metsäteknikko O. E. Töyryn Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen arvioimisosastossa perusteellisten kokeiden tuloksena kehittämä käyräkaulain (käyräasteikkoinen kulmakaulain), jota kuvaa piirros 6.

Rinnank. läpimittaluokille tai luokkaryhmille lasketaan kapenemismittausten perusteella keskimääräiset kapenemisluokat. Usein saattaa olla syytä graafisesti tasoittaa luokittaiset tai ryhmittäiset keskiarvot, jolloin vaaka-akselille tietenkin asetetaan d1.3 ja pystyakselille kapenemisluokka. Kapenemisluokka otetaan kapenemisen lähimmän kokonaisluvun mukaan, esim. 3.6—4.5 = 4 cm. Likimääräisesti voidaan menetellä siten, että esim. koealan puustolle arvioidaan kapenemishavaintojen perusteella vain yksi keskimääräinen kapenemisluokka. Tämän arvioimisessa on pantava pääpaino niiden d1.3-luokkien kapenemishavainnoille, jotka enimmin vaikuttavat puuston kuutiomäärän suuruuteen.

Ellei kapenemisluokkaa jostain syystä ole ensinkään selvitetty, voidaan kuutioiminen likimääräisesti suorittaa seuraavasti: hyvin tiheänä ja säännöllisenä kasvaneelle puustolle luokan 2 tai 3 cm mukaan, tyydyttävän tiheänä ja säännöllisenä kasvaneelle puustolle 4 cm mukaan, keskinkertaisen tiheänä kasvaneelle 4 tai 5 cm ja harvahkona kasvaneelle, yleensä jo keskinkertaista huonomman runkomuodon käsittävälle puustolle 6 cm mukaan sekä sen jälkeen yhä väljemmässä tilassa kasvaneelle, tavallisesti huonomuotoisemmalle puustolle aina suuremman kapenemisen mukaan. Taulukosta 3 nähdään, kuten jo aiemmin on esitetty, missä määrin eri

kapenemisluokkien puita on Suomen metsissä, ja mikä siis eri kapenemisluokkien taulukoiden merkitys on käytännössä.

Rinnank. läpimitan oikean mittauskorkeuden määrittämiseksi olisi puidenluvussa käytettävä 1.3 m pituista keppiä, jonka alapää asetetaan alimpaan kohtaan, mistä puu voidaan kaataa. Kuten aiemmin (s. 9) on esitetty, tämä kohta on tyveä laajentavan, ylimmän katkaisua haittaavan juurenhaaran niska tai, ellei mitään sellaista ole, maan pinnan raja puun tyveä vasten. Näin menetellen rinnankorkeus tulee taulukoiden edellyttämällä tavalla määritetyksi, ja runkoon tulee mukaan siitä taulukoiden kuutiomäärissä vähennetty kanto.

Mitattaessa puut cm-luokittain (dl.3 4.6—5.5 = 5 cm, 5.6—6.5 = 6 cm jne.) saadaan yksikkökuutiomäärät kunkin läpimitta-cm:n riviltä taulukoista. 2 cm läpimittaluokkia käytettäessä yksikkökuutiomäärät otetaan kunkin luokan keskuksen riviltä (dl.3 4.1—6.0 = 5 cm, 6.1—8.0 = 7 cm jne. tahi 5.1—7.0 = 6 cm, 7.1—9.0 = 8 cm jne.) Jos 2 cm runkolukusarja on jyrkästi nouseva tai laskeva (esim. dl.3 5 cm 15 kpl, 7 cm 35 kpl, 9 cm 57 kpl jne. tai 21 cm 56 kpl, 23 cm 31 kpl, 25 cm 10 kpl) ja pyritään tarkkaan tulokseen, voidaan yksikkökuutiomäärä interpoloida vähän — sarjan jyrkkyyden mukaisesti 0.2—0.4 cm—luokan keskuksen ala- tai yläpuolelta. Tavallisessa käytännössä tätä ei juuri tehdä interpoloinnin hankaluuden takia, eikä nousu tai lasku usein olekaan säännöllistä ja jyrkkää.

Pituuden mittaus suoritetaan pituusmittarilla, esim. Lönnrothin, Christenin tai yksinkertaisella cm-jakoisella pituusmittarilla, jotka kaikki edellyttävät 4—5 m aputangon, taikka myös toisenlaisilla pituusmittareilla, jotka aputangon asemesta edellyttävät etäisyyden mittaamisen puusta mittauspaikkaan. Aputanko on asetettava siten, että 1.3 m kohta siinä asettuu rinnank. kepin yläpään kohdalle. Käytännöllisessä metsän arvioimisessa saatetaan usein mitata jostakin kohdasta yhden puun pituus ja arvioida naapuripuiden pituudet siihen verraten. Siten saadaan havaintoja nopeasti kertymään. Haluttaessa yksikkökuutiomäärä ½ m kohdalta voidaan jälleen interpoloida tasametri-pituuksien väliltä. Pituuden mittaus suoritetaan parhaiten n. runkomitan etäisyydeltä puusta ja tukien pituusmittaria pitävää kättä n. 2 m pituista tukitankoa tahi jotakin puun runkoa vasten.

Kuorettomat kuutiomäärät saadaan vastaavista kuorellisista luvuista kuorettomien kuutiomäärien keskimääräisiä kuutiosadanneksia osoittavien taulukoiden avulla. Tavallisessa käytännöllisessä metsän arvioimisessa, milloin on kysymyksessä maastoltaan ja puustoltaan vaihtelevan metsäalueen puiden kuutioiminen, keskimääräiset kuorettoman kuutiomäärän sadannekset johtavat yleensä tyydyttävän tarkkaan tulokseen (vrt. taul. 5). Mutta jos metsä käsittää ilmeisesti keskimääräistä ohut- tai paksukuorisempia puita tahi on kysymyksessä koealan kuoret-

toman kuutiomäärän tarkka laskenta, on tehtävä kuoren vahvuuden mittauksia rinnankorkeudelta ja pyrittävä taulukoiden korjaussarakkeen ja siihen liittyvän ohjeen avulla korjaamaan keskimääräiset sadannesluvut todennäköisiksi oikeammiksi luvuiksi. Kuoren vahvuuden mittaukset saatetaan helposti suorittaa kuorimittarin avulla samoista puista, joista pituus mitataan. Tulokset voidaan graafisesti tasoittaa, jolloin kuhunkin kohtaan saadaan luontevat, tasoitetut luvut.

Taulukoiden tarkkuus.

Kuutioimistaulukot johtavat tunnetusti yleensä sitä tarkempaan tulokseen, mitä suurempi lukumäärä puita niiden perusteella kerrallaan kuutioidaan. Yksityiselle puulle ne saattavat antaa tarkan tuloksen, jos puu on kapenemis-, läpimitta- ja pituusluokan keskimäärän mukainen, mutta sitä virheellisemmän tuloksen, mitä enemmän puu jostain syystä poikkeaa luokan keskimääräisestä puusta. Viimeksi mainittuihin kuuluvat kuiva- ja poikkilatvaiset, haaroittuneet, poikkeuksellisen tyvekkäät ja pahan koron tai tervasroson yms. huomattavasti vioittamat puut.

Kapenemisluokka rungon muodon osoittajana.

Kuutioimistuloksen tarkkuus on suuresti riippuvainen siitä, missä määrin kapenemisluokka todella voi osoittaa pystypuusta vaikeasti määritettävän rungon muodon.

Tätä valaisee männyn osalta taulukko 6 a, josta nähdään, mitenkä todellisina pidettävät, pätkittäin lasketut kuutiomäärät sattuvat mitatun kapenemisluokan osoittaman kuutioimistuloksen kohdalle, ja missä määrin ne hajaantuvat muiden kapenemisluokkien osalle. Keskittyminen mitatun kapenemisluokan kohdalle on todellisuudessa suurempi ja hajaantuminen muiden luokkien osalle pienempi kuin taulukon luvut osoittavat, sillä määriteltäessä, minkä kapenemisluokan kohdalle taulukkoon kukin puu todellisen kuutiomäärän perusteella on viety, on läpimitta ja pituus otettu lähimmän tasa-cm:n ja tasa-m:n mukaisesti. Interpolointi kummankin suhteen olisi laajan aineiston käsittelyssä ollut hyvin työläs, jonka vuoksi kaikissa näissä vertailuissa on tyydytty todellista epäedullisempaan kuvaan.

Kapenemisluokissa 2—5, jotka aiemman taulukon 3 mukaan käsittävät n. $^3/_4$ kaikista männyistä, todellinen kuutiomäärä vastaa runsaassa puolessa verratuista puista kyseessä olevan kapenemisluokan kuutioimistulosta. Miltei kaikissa tapauksissa hajaantuminen rajoittuu lähimpiin naapuriluokkiin. Luokissa 6—8 cm, joita esiintyy jo suhteellisen vähän, tulos on vain jonkin verran heikompi. Kapenemisluokka ilmaisee siis hyvin huomattavassa määrässä rungon muodon.

Taulukko — *Table* 6 a. Kapenemisluokan puiden jakaantuminen eri kapenemisluokkiin todellisen kuutiomäärän mukaan. — *Distribution of the trees of a certain taper-class into different taper-classes according to the true volume.*

Mänty — *Pine.*

Kapenemisluokka cm *Taper class*	Todellista kuutiomäärää vastaava kapenemisluokka, cm *Taper-class corresponding to the true volume, cm*										Yhteensä *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+	
2	13.2	54.0	27.8	5.0							100 %
		95.0 %									
3	1.7	17.6	58.3	21.2	1.2						100
		97.1 %									
4		1.0	24.2	52.8	20.4	1.4	0.2				100
			97.4 %								
5		0.2	2.5	25.0	52.3	18.0	2.0				100
				95.3 %							
6			0.4	6.0	28.1	45.8	17.3	2.4			100
					91.2 %						
7					6.0	27.1	42.2	20.3	4.4		100
						89.6 %					
8					0.6	5.0	25.3	42.2	20.5	6.4	100
							88.0				

Vertauksen vuoksi sama aineisto on käsitelty Jonsonin kuutioimistaulukoiden mukaisesti. Muotoluokka on laskettu koepuista kahden läpimitan suhteena eikä siis muotopisteen perusteella tai muuten likimääräisesti arvioimalla. Taulukko 6 b osoittaa, ettei todellisen kuutiomäärän hajaantuminen jonkin muotoluokan sisällä eri muotoluokkien alle ole ainakaan pienempi kuin kapenemisluokkien suhteen.

Tämän vertailun mukaan kapenemisluokka voi tyydyttää rungon muodon määrittämistarpeen ainakin samassa määrässä kuin muotoluokka suoraan läpimittojen suhteena laskettuna ja ilmeisesti paljon paremmin kuin muotoluokka epävarmasti määritettävän muotopisteen tai muun likimääräisen menettelyn perusteella arvioituna. Puusta mitatun kapenemisluokan ja todellista kuutiomäärää vastaavan kapenemisluokan välinen korrelaatiokertoin on 0.880 ± 0.004. Muotoluokan suhteen vastaava korrelaatiokertoin on 0.806 ± 0.008. Hajonta (σ) on kapenemisluokille taulukon vaakasuorassa suunnassa 1.615 ja pystysuorassa suunnassa 1.615 sekä muotoluokille vastaavasti 1.964 ja 1.698.

Taulukko — *Table* 6 b. Muotoluokan puiden jakaantuminen eri muotoluokkiin todellisen kuutiomäärän mukaan. — *Distribution of the trees of a certain form-class into different form-classes according to the true volume.*

(Edellisen taulukon puut käsiteltyinä Tor Jonsonin kuutioimistaulukoiden perusteella. — *The trees of the above table treated on ground of Tor Jonson's volume tables.*)

Muotoluokka *Form-class*	Todellista kuutiomäärää vastaava muotoluokka *Form class corresponding to the true volume*											Yhteensä *Total*
	0.50	0.55	0.575	0.60	0.625	0.65	0.675	0.70	0.725	0.75	0.80+	
0.575	9.1	20.1	30.9	30.4	6.5	3.0						100 %
			81.4 %									
0.60	0.8	8.7	20.7	37.6	20.1	8.0	4.1					100
				78.4 %								
0.625		2.7	8.3	25.0	34.1	20.3	7.3	2.3				100
					79.4 %							
0.65			1.9	6.9	25.4	34.4	22.9	6.6	1.9			100
						82.7 %						
0.675				0.7	7.2	23.6	35.7	21.7	7.7	3.4		100
						81.0 %						
0.70					0.5	7.9	22.7	36.1	22.1	10.7		100
							80.9 %					
0.725						2.7	9.7	25.2	34.9	22.8	4.7	100
								82.9 %				
0.75							2.7	7.2	25.6	40.8	23.7	100
									90.1 %			

Muotoluokka ei siis näinkään tarkastaen ole tutkitussa koepuuaineistossa ollut ainakaan kapenemisluokkaa parempi. Päinvastaista tulosta olisi tietenkin odottanut, koska muotoluokan ylempi läpimitta otetaan yleensä huomattavasti korkeammalta rungosta kuin kapenemisluokan ylempi läpimitta. Aiemmin (s. 11) on kuitenkin jo mainittu eräistä tutkimuksista jotka viittaavat siihen, ettei muotoluokan tästä syystä tarvitse olla tarkempaan tulokseen johtava.

Lisäksi on huomattava, että muotoluokan ylempi läpimitta sattuu useimmiten rungon suhteellisen nopeasti kapenevaan osaan, oksikkaan tuoreen latvuksen sisälle. Tässä rungon osassa esiintyy oksikkuudesta johtuen tavallista suurempia läpimitan heilahteluja puoleen ja toiseen, oksien välimailta oksien kohdalle, jolloin pienikin mittauskohdan siirto oksien takia voi vaikuttaa tuntuvasti tulokseen. Kapenemisluokan ylemmän läpimitan

Taulukko — *Table* 7 a. Kapenemisluokan puiden jakaantuminen eri kapenemisluokkiin todellisen kuutiomäärän mukaan. *Distribution of the trees of a certain taper-class into different taper-classes according to the true volume.*
Kuusi — *Spruce.*

Kapenemisluokka *Taper-class* cm	Todellista kuutiomäärää vastaava kapenemisluokka, cm *Taper class corresponding to the true volume, cm*										Yhteensä *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+	
2	25.2	49.7	23.8	1.3							100 %
		98.7 %									
3	4.4	26.0	48.0	19.0	2.3	0.3					100
			93.0 %								
4		3.4	26.4	47.9	20.1	1.6	0.6				100
			94.4 %								
5		0.5	2.5	23.1	49.3	20.2	4.4				100
				92.6 %							
6			0.5	1.4	25.5	49.1	19.4	4.1			100
					94.0 %						
7				0.6	3.2	20.0	44.1	25.9	6.2		100
						90.0 %					
8						2.6	35.9	41.0	17.9	2.6	100
							94.8 %				

kohta on 10 m pituusluokan jälkeen alempana ja vähitellen yhä paremmin verraten vähän tuoreita oksia käsittävässä ja yleensä läpimitan vaihtelun suhteen tasaisemmassa, hitaasti kapenevassa rungon osassa. Mittauskohdan pieni siirto oksien takia on silloin suhteellisen vähän tulokseen vaikuttava. Analyyttisten yhtälöiden, runkokäyrien, perusteella runkomuotoa laskettaessa nämä seikat eivät tule riittävästi esille. Oksista johtuvat rungon paksunnokset aiheuttavat läpimitan säännöttömyyttä siinä määrässä, että muotoluokka todellisuudessa helposti poikkeaa tasaisen kapenemisen mukaan saatavasta muotoluokasta. Vielä on huomattava, että suhteellisen nopeasti kapeneva rungon yläosa vaikuttaa verraten vähän rungon kuutiomäärään, kun taas 6 m korkeuteen rajoittuva osa yksinään merkitsee useimmiten yli puolta rungon koko kuutiomäärästä.

K u u s e n suhteen valaisevat edellisessä esitettyä taulukot 7 a ja b. Todellisen kuutiomäärän keskittyminen rungosta mitatun kapenemisluokan kohdalle on vähän heikompi kuin männyn taulukossa, mutta kun otetaan mukaan molemmin puolin viereiset kapenemisluokat, keskittyminen on yhtä hyvä. Muotoluokkien taulukossa kuusi viittaa korkeiden muotoluokkien kohdalla vähän mäntyä suurempaan keskittymiseen.

Taulukko — *Table* 7 b. Muotoluokan puiden jakaantuminen eri muotoluokkiin todellisen kuutiomäärän mukaan. — *Distribution of the trees of a certain form-class into different form-classes according to the true volume.*
(Edellisen taulukon puut käsiteltyinä Tor Jonsonin kuutioimistaulukoiden perusteella. — *The trees of the above table treated on ground of Tor Jonson's volume tables.)*

Muotoluokka *Form-class*	Todellista kuutiomäärää vastaava muotoluokka *Form class corresponding to the true volume*											Yhteensä *Total*
	0.50	0.55	0.575	0.60	0.625	0.65	0.675	0.70	0.725	0.75	0.80+	
0.575	1.0	17.7	30.2	32.1	18.0	1.0						100 %
			80.0 %									
0.60		2.4	15.0	33.5	30.3	13.9	4.9					100
				78.8 %								
0.625			2.1	19.0	33.5	30.6	13.7	1.1				100
					83.1 %							
0.65			1.4	4.7	22.3	35.9	23.0	10.1	2.6			100
						81.2 %						
0.675					5.4	23.5	34.7	24.8	10.5	1.1		100
							83.0 %					
0.70						6.1	23.2	35.7	25.0	9.4	0.6	100
								83.9 %				
0.725							6.9	15.0	40.2	37.9		100
									93.1 %			
0.75								6.8	18.2	50.0	25.0	100
										93.2 %		

Kapenemisluokkia koskevassa taulukossa keskittyminen on parempi kuin muotoluokkien taulukossa, vaikka muotoluokat jälleen on laskettu läpimittojen osamääränä eikä muotopisteen tms. likimääräisen menetelmän perusteella.

Kapenemisluokka voi siis kuusenkin suhteen tyydyttää rungon muodon määrittämisen ainakin yhtä hyvin kuin muotoluokka. Puusta mitatun kapenemisluokan ja todellista kuutiomäärää vastaavan kapenemisluokan välinen korrelaatiokertoin on 0.880 ± 0.006 ja vastaava korrelaatiokertoin muotoluokalle 0.867 ± 0.008. Hajonta (σ) on kapenemisluokan suhteen taulukon vaakasuorassa suunnassa keskimäärin 1.819 ja pystysuorassa suunnassa 1.608 sekä muotoluokan suhteen vastaavasti 1.875 ja 1.706. Kapenemisluokka osoittautuu siis vähän edullisemmaksi kuin muotoluokka. Erot kapenemisluokan ja muotoluokan välillä eivät kuiten-

kaan ole niin suuret kuin männyllä, mikä johtunee mm. siitä, että myöskin 6 m kohta sattuu kuusella paljon yleisemmin latvuksen tuoreen oksiston sisälle.

Taulukot 8a ja b kertaavat edellisen vielä koivun suhteen. Todellinen kuutiomäärä keskittyy mitatun kapenemisluokan kohdalle vähän heikommin kuin kuusen taulukossa, mikä viittaa koivun epäsäännöllisempään rungon muotoon. Kun otetaan huomioon myös molemmin puolin viereiset kapenemisluokat, on keskittyminen luokissa 2 ja 3 cm suurempi kuin kuusella mutta seuraavissa kapenemisluokissa pienempi. Paljon kapenevissa puissa, joita tosin esiintyy suhteellisen vähän (vrt. taul. 3), voi siis kuutioimistaulukoiden antama tulos helposti poiketa esim. yhden kapenemisluokan verran. Poikkeus vie, kuten useimmiten männyllä ja kuusellakin, yleisemmin lähinnä pienemmän kapenemisluokan puolelle.

Esitetty keskittyminen on kapenemisluokan suhteen paljon suurempi kuin muotoluokan suhteen. Kapenemisluokka tyydyttää siis koivun rungon muodon määrittämisen puutteistaan huolimatta tuntuvasti paremmin kuin muotoluokka. Tämä johtuu ilmeisesti koivun rungon muodon tavallista suuremmasta vaihtelusta yläosassa, tuoreen latvuksen sisällä. Vahvaoksaisuus, joka usein lähenee haaroittumista, haittaa muotoluokan ylemmän läpimitan säännöllisyyttä.

Edellisen mukaan on ymmärrettävää, että puusta mitatun kapenemisluokan ja todellista kuutiomäärää vastaavan kapenemisluokan välinen korrelaatiokertoin, 0.862 ± 0.009, on korkeampi kuin samalle koepuuaineistolle laskettu vastaava muotoluokan korrelaatiokertoin 0.715 ± 0.015. Hajonta (σ) on kapenemisluokan suhteen taulukon vaakasuorassa suunnassa keskimäärin 1.859 ja pystysuorassa suunnassa 1.795 sekä muotoluokan suhteen vastaavasti 2.258 ja 1.934. Tämäkin viittaa siihen, että muotoluokan laskentaan tarvittavan ylemmän läpimitan tarkka määrittäminen on oksaisuudesta aiheutuvan vaihtelun takia huomattavan epävarmaa.

Kaikkien puulajien suhteen vertailu osoittaa siis, että kapenemisluokkiin perustuvissa kuutioimistaulukoissa puiden rungon muoto tulee yleensä määritetyksi ainakin yhtä tarkoin, jopa usein tarkemmin kuin muotoluokkiin perustuvissa kuutioimistaulukoissa, vaikka viimeksi mainituissa muoto määritettäisiin tavallisesti vain kaadetuista puista mahdollisena kahden läpimitan suhteena.

Kuutioimistaulukoiden osoittaman tuloksen suhde todelliseen kuutiomäärään.

Kuutioimistaulukoiden tarkkuuden tarkastaminen suoritettiin pääasiallisesti koepuuaineiston perusteella. Koepuulomakkeisiin merkittiin todellisen, pätkittäin kuutioiden saadun kuutiomäärän rinnalle kuutioi-

Taulukko — *Table* 8 a. Kapenemisluokan puiden jakaantuminen eri kapenemisluokkiin todellisen kuutiomäärän mukaan. — *Distribution of the trees of a certain taper-class into different taper-classes according to the true volume.*

Koivu — *Birch.*

Kapenemisluokka *Taper-class* cm	Todellista kuutiomäärää vastaava kapenemisluokka, cm *Taper-class corresponding to the true volume, cm*										Yhteensä *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+	
2	20.5	46.6	32.9								100 %
	100.0 %										
3	3.6	28.8	46.2	19.8	1.6						100
		94.8 %									
4	1.8	7.9	28.2	45.0	15.8	1.3					100
			89.0 %								
5		0.9	9.0	32.1	43.1	13.0	1.9				100
				88.2 %							
6			1.0	9.7	32.9	39.9	11.1	5.4			100
					83.9 %						
7			1.0	4.0	12.0	34.0	35.0	12.0	2.0		100
						81.0 %					
8					3.0	6.4	35.5	38.9	9.7	6.5	100
							84.1 %				

mistaulukoiden osoittama kuutiomäärä ja sen poikkeus edellisestä. Vertailu jäi kuitenkin kuutioimistaulukoille epäedulliseksi sen takia, että kuutiomäärä otettiin niistä interpoloimatta, siis vain kapenemis- ja läpimittaluokan tasa-cm:n ja pituusluokan tasa-m:n kohdalta. Interpoloimalla näiden välistä koepuulomakkeen mm- ja dm-merkinnän mukaisesti poikkeukset todellisesta kuutiomäärästä olisivat yleensä tuntuvasti pienemmät. Mainittakoon esim., että puulle jonka kapenemisluokka on 3.6 cm, d1.3 20.4 cm ja pituus 16.4 m saadaan lähimmin tasaluokin kuutiomäärä 0.250 m^3 mutta interpoloiden kussakin kohdassa luokkien väliltä 0.274 m^3, joten ero on 9.6 %. Vertailuissa käytetty tasa-cm:iin ja tasa-m:iin perustuva menettely katsottiin kuitenkin oikeaksi, koska kuutioimistaulukoita käytännössä sovellettaessa kuutiomäärä haetaan niistä tasa-cm:n ja tasa-m:n kohdalta.

Taulukko — *Table* 8 b. Muotoluokan puiden jakaantuminen eri muotoluokkiin kuutiomäärän mukaan. — *Distribution of the trees of a certain form-class into different form-classes according to the true volume.*

(Edellisen taulukon puut käsiteltyinä Tor Jonsonin kuutioimistaulukoiden perusteella. — *The trees of the above table treated on ground of Tor Jonson's volume tables.)*

Muotoluokka *Form-class*	Todellista kuutiomäärää vastaava muotoluokka *Form-class corresponding to the true volume*											Yhteensä *Total*
	0.50	0.55	0.575	0.60	0.625	0.65	0.675	0.70	0.725	0.75	0.80	
0.55	23.8	32.7	18.9	10.0	8.6	5.3	0.7					100 %
		75.4										
0.575	9.7	20.7	27.9	18.2	13.0	7.5	3.0					100
			66.8									
0.60	2.4	11.2	18.9	23.5	20.3	11.8	8.0	3.9				100
				62.7								
0.625		3.0	9.3	18.9	26.4	19.1	13.0	7.1	3.2			100
					64.4							
0.65			3.2	10.0	21.3	24.7	18.4	11.9	8.0	2.5		100
						64.4						
0.675					12.5	24.3	25.3	19.3	13.6	4.0	1.0	100
							68.9					
0.70					3.8	13.4	23.1	25.2	18.3	10.5	5.7	100
								66.6				

Vertailun tulokset nähdään taulukosta 9 puulajeittain ja kapenemisluokittain, viimeksi mainitut kuitenkin suurimpien osalta aineiston vähyyden takia yhdistettyinä.

Kuutioimistaulukoiden männylle osoittamien kuutiomäärien poikkeus todellisesta kuutiomäärästä jää koko aineiston mukaan 68.4 %:ssa koepuista alle 5 %:n, vaikka kuutioimistaulukoiden käytössä menetelläänkin edellisessä mainitulla tavalla likimääräisesti. 93.2 %:ssa koepuista poikkeus jää alle 10 %:n ja 98.2 %:ssa alle 15 %:n sekä nousee yli 20 %:n vain aivan satunnaisesti, 0.3 %:ssa koepuista. Kun sama vertailu tehdään Jonsonin kuutioimistaulukoiden perusteella, mittaamalla muotoluokka kahden läpimitan suhteena, vastaavat sadannesluvut ovat jotakuinkin yhtä suuret: 66.7, 93.3, 99.1 ja 0.1. Molempien kuutioimistaulukoiden tarkkuus on siis miltei tasan samanlainen. Mutta on jälleen muistettava, että Jonsonin taulukoiden tulos jää käytännössä horjuvaksi sen johdosta, ettei

Taulukko — *Table* 9. Kuutioimistaulukoiden osoittaman tuloksen poikkeus todellisesta kuutiomäärästä. — *Deviation of the volume shown by the volume tables from the true volume.*

Puulaji *Species of tree*	Kapenemisluokka, cm *Taper-class, cm*	Poikkeus — *Deviation*				
		< 5 %	< 10 %	< 15 %	< 20 %	> 20 %
		koepuiden lukumäärästä % — *per cent of the number of sample trees*				
Mänty *Pine*	(1—) 2	63.5	89.4	94.8	99.1	0.9
	3	66.2	92.1	97.7	99.5	0.5
	4	69.9	93.6	98.6	99.6	0.4
	5	73.9	94.6	99.4	99.8	0.2
	6	69.5	94.6	98.6	99.8	0.2
	7	70.0	93.8	99.2	100.0	—
	8	69.4	92.0	99.1	100.0	—
	9	70.0	91.8	97.9	100.0	—
	10+	67.5	94.0	97.6	100.0	—
Keskimäärin — *Average*		68.4	93.2	98.2	99.7	0.3
Kuusi *Spruce*	(1—) 2	70.9	94.5	100.0	—	—
	3	73.2	95.4	99.5	100.0	—
	4	71.0	95.0	99.4	100.0	—
	5	79.9	94.6	100.0	—	—
	6	83.3	99.1	100.0	—	—
	7	86.4	96.9	98.3	100.0	—
	8+	70.0	93.3	97.8	100.0	—
Keskimäärin — *Average*		74.0	95.2	99.7	100.0	—
Koivu *Birch*	(1—) 2	58.6	81.2	95.0	98.5	1.5
	3	58.0	85.1	96.0	99.2	0.8
	4	65.4	89.4	97.7	99.4	0.6
	5	60.5	87.8	98.3	100.0	—
	6	62.9	87.5	98.5	100.0	—
	7	59.9	89.2	97.1	100.0	—
	8+	64.9	88.6	96.7	99.0	1.0
Keskimäärin — *Average*		60.1	86.8	97.3	99.4	0.6
Sama koepuuaineisto käsiteltynä Tor Jonsonin kuutioimistaulukoiden perusteella *The same data of sample trees treated on ground of Tor Jonson's volume tables*						
Mänty *Pine*	Keskimäärin .... *Average*	66.7	93.3	99.1	99.9	0.1
Kuusi *Spruce*	Keskimäärin ..... *Average*	69.8	95.9	99.3	99.8	0.2
Koivu *Birch*	Keskimäärin ..... *Average*	53.3	82.3	95.8	98.4	1.6

ylempää läpimittaa saada pystypuista mitatuksi, vaan muotoluokka arvioidaan muotopisteen perusteella tai muulla tavalla likimääräisesti.

Poikkeuksia osoittavat sadanneslukusarjat ovat eri kapenemisluokissa jonkin verran erilaisia. Keskimäärää vähän suuremmat poikkeukset pie-

nimmissä kapenemisluokissa johtuvat pääasiallisesti siitä, että näissä luokissa on paljon pieniläpimittaisia puita, joiden kuutiomäärät ovat pienet, ja joissa siis vähäinenkin kuutiomäärän poikkeus on sadanneksina suhteellisen suuri.

Kuutioimistaulukoiden k u u s e l l e osoittamien kuutiomäärien poikkeus todellisesta kuutiomäärästä pysyy ahtaammissa rajoissa kuin männyn suhteen havaittiin. Syynä on ennen kaikkea männyn kuoren rakenteen suurempi vaihtelu. Poikkeus jää alle 5 %:n 74.0 %:ssa kuusikoepuista ja alle 10 %:n 95.2 %:ssa eikä yksikään tapaus ole sattunut ulottumaan yli 20 %:n. Kun vastaavat sadannesluvut Jonsonin kuutioimistaulukoiden perusteella kuutioitaessa ovat 69.8, 95.9 ja 0.2, eivät erot näiden taulukoiden tarkkuudessa kuusenkaan suhteen ole sanottavat. Mutta käytännöllisessä soveltamisessa etu on jälleen, varmemman ja helpomman muodon määrittämisen takia, kapenemisluokkiin perustuvien taulukoiden puolella.

Kuutioimistaulukoiden k o i v u l l e osoittamat kuutiomäärät poikkeavat todellisesta kuutiomäärästä keskimäärin enemmän kuin männylle ja kuuselle saatavat kuutiomäärät. Koivun tavallisesti korkeammalle ulottuvasta tyvilaajenemasta ja yleensä epäsäännöllisemmästä latvuksesta aiheutuva rungon muodon suurempi vaihtelu lienevät pääsyitä tähän. Poikkeus todellisesta kuutiomäärästä jää alle 5 %:n 60.1 %:ssa koepuista ja alle 10 %:n 86.8 %:ssa, mutta alle 15 %:n kuitenkin jo 97.3 %:ssa eli jokseenkin samassa määrässä kuin männyn ja kuusen poikkeukset. Vastaavat sadannesluvut Jonsonin taulukoiden perusteella kuutioitaessa ovat 53.3 82.3 ja 95.8. Uudet kuutioimistaulukot antavat siis keskimäärin tarkempia tuloksia kuin Jonsonin taulukot, mikä havaittiin jo valtakunnan metsien arvioinnin koealoja kuutioitaessa.[1]) Ja, kerrattakoon vielä, käytännöllisessä soveltamisessa uudet taulukot ovat helpomman ja varmemman muodon määrittämisen takia edullisemmat.

Otettaessa poikkeusten suunta (+ ja — merkit) huomioon saatiin tulokseksi, että kuutioimistaulukoiden perusteella laskettu k o k o k o e p u u a i n e i s t o n kuutiomäärä poikkesi todellisesta kuutiomäärästä seuraavasti: mänty —0.4 %, kuusi —0.6 % ja koivu —0.6 %. Poikkeus oli siis hyvin pieni, mikä viittaa täysin tyydyttävään tulokseen ainakin suurehkojen puumäärien kuutioimisen ollessa kysymyksessä. Poikkeuksen negatiivinen suunta on paremmin hyväksyttävä kuin positiivinen, sillä hakkuissa kanto tulee kasvipeitteen ja lumen vaikutuksesta pikemmin tässä laskettua hieman suuremmaksi kuin pienemmäksi.

Taulukoiden tarkkuudesta erityisesti suurten puiden kuutioimisessa suoritettiin lisäkoe mittaamalla eräillä hakkuutyömailla etelä-Suomessa 168 mänty t u k k i p u u t a pätkittäin ja vertaamalla saatuja kuutiomää-

[1]) Y r j ö I l v e s s a l o, Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. S. 95. (Metsätiet. tutkimuslait. julk. 30). Helsinki 1942.

riä kuutioimistaulukoiden osoittamiin kuutiomääriin. Koepuut vaihtelivat kapenemisluokasta 2 cm luokkaan 16 cm, läpimittaluokasta 20 cm yli 50 cm:iin ja pituusluokasta 16 m luokkaan 27 m, joten vaihtelu ulottui väljiin rajoihin. Kuutioimistaulukoiden antaman kuutiomäärän poikkeus todellisesta kuutiomäärästä on seuraavanlainen:

<5	%	76.6	%:ssa	koepuiden lukumäärästä
5.0— 9.9	»	18.5	»	»
10.0—14.9	»	4.5	»	»
15.0—19.9	»	0.4	»	»

Poikkeukset jäävät ahtaampiin rajoihin kuin männyn aiemmassa vertailussa. Kokonaissumman ero on —0.7 %, siis jälleen pieni ja negatiivinen. Tuloksen voidaan katsoa hyvin täyttävän kuutioimistaulukoilta vaadittavan tarkkuuden, varsinkin kun muistetaan, että kuutioimistaulukoista kuutiomäärät on jälleen haettu kapenemis- ja dl.3-luokan lähimmän tasa-cm:n ja pituuden tasa-m:n kohdalta.

Loppupäätelmät.

Kuutioimistaulukoiden laatiminen eri puulajeille erikseen on ollut aiheellista puulajien välillä havaittavien erojen vuoksi.

Taulukoiden perustaminen kolmeen puusta mitattavaan tekijään, rinnank. läpimittaan, pituuteen ja muotoon, on ollut välttämätöntä, koska kuutiomäärä on huomattavan riippuvainen kaikista näistä tekijöistä.

Ottamalla muodon osoittajaksi kapenemisluokka, so. puun rungon kapeneminen cm:inä rinnankorkeudelta 6 m korkeudelle (8 + m pituiset puut) tai 3.5 m korkeudelle (6 ja 7 m pituiset puut) muodon määrittäminen on saatu käytännössä mahdolliselle pohjalle. Tarvittavien läpimittojen mittaus käy helposti ja riittävän tarkoin päinsä sitä varten kehitettyjen yksinkertaisten kaulaimien avulla. Näin määritettynä muoto saadaan myös käytäntöä varten riittävän tarkoin huomioon otetuksi.

Kuutioimistaulukot jakaantuvat näin menetellen kahteen osaan, 6—7 m (ynnä ilman muototekijää 2—5 m) pituiset puut ja 8 + m pituiset puut, mutta tämä ei sanottavasti haitanne taulukoiden käyttöä.

Saman kokoisten puiden kuoren määrä vaihtelee useista syistä johtuen niin huomattavasti ja oikukkaasti, että yhtä laajojen taulukoiden julkaiseminen kuorettomalle kuutiomäärälle kuin kuorelliselle ei ole puolustettavissa. Kuorettoman puun taulukot tyydyttävät suppeina, volyymiosuutta osoittavina sadanneslukutaulukkoina käytännön tarpeen. Sadanneslukuja voidaan likimääräisesti korjata rinnankorkeuden kuoren vahvuuden perusteella, milloin se keskimääräistä huomattavasti ohut- tai paksukuorisempien puiden kuutioimiseksi on tarpeellista.

Laaditut kuutioimistaulukot ilmaisevat tehtyjen vertailujen mukaan puiden kuutiomäärän ainakin yhtä tarkoin kuin Suomessa yleisesti käytetyt ja luotettaviksi todetut ruotsalaiset Tor Jonsonin kuutioimistaulukot. Viimeksi mainittujen käytössä on kuitenkin muodon tarkka määrittäminen osoittautunut vaikeaksi ja likimääräinen määrittäminen taas epävarmaksi. Kun tämä puute on voitu uusissa taulukoissa poistaa todennäköisesti tyydyttävällä tavalla ja kun uudet taulukot on laadittu myös täydellisemmiksi, puulajeittain sekä erikseen kuorelliselle ja kuorettomalle puulle, ansainnevat ne kokonaan omiin oloihin perustuvina taulukkoina kokeilun käytännössä ja siinä mahdollisesti tarkoituksen mukaisiksi osoituttuaan yleisen käytön.

KUUTIOMÄÄRÄ KUORINEEN.

VOLUME INCL. BARK.

Mänty. Lyhyet puut (pituus 2—7 m) — *Pine. The short trees (height 2—7 m).*

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*	Puun pituus, metriä — 2	3	4	5	6									
					Rungon kapeneminen rinnankorkeudelta 3.5 m korkeudelle (D 1.3m —									
					—1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen k-m³ (kannotta) —													
1	0.0003	0.0004												
2	0.0010	0.0012	0.0014											
3	0.0017	0.0020	0.0023	0.0026	0.003	0.003								
4	0.0028	0.0032	0.0038	0.0045	005	005	0.004							
5	0.004	0.005	0.006	0.007	008	007	006							
6	006	007	008	009	011	010	009	0.008						
7	008	009	010	012	015	014	013	012	0.011					
8		011	013	015	020	018	017	016	015					
9		014	016	019	025	023	022	021	019					
10		017	020	024	032	030	028	026	024	0.022				
11			025	030	040	037	035	032	029	026				
12			030	036	049	045	042	039	035	032				
13			036	043		054	050	046	042	039				
14			043	050		063	058	054	050	047	0.044			
15				058		072	067	063	059	056	053	0.050		
16				066		082	077	073	069	066	063	060		
17				074		092	088	084	080	077	074	070	0.066	
18				082		103	099	095	091	088	085	081	077	
19						114	110	106	102	099	096	092	088	0.085
20						125	121	117	113	110	107	103	099	096
21						137	133	129	125	122	119	115	111	108
22							145	141	137	134	131	127	123	120

Kuutiomäärä kuorineen — *Volume incl. bark.*

Height of the stem, metres

7

D 3.5 m), cm — *Taper of the stem, difference: D. bh — diam. at 3.5 m height, cm*

—1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*
Volume of the stem incl. bark, solid cubic meter (without stump)										
										1
										2
										3
0.007	0.006	0.005								4
010	009	008	0.007							5
013	012	011	010							6
017	015	014	013	0.012						7
022	020	018	017	016						8
027	025	023	022	021						9
034	032	030	028	026	0.024					10
043	040	038	035	032	030					11
052	049	046	042	039	036					12
062	058	054	050	047	043	0.040				13
072	068	063	059	055	051	048	0.045			14
083	079	074	069	065	061	057	054			15
094	090	085	080	075	071	067	064	0.060		16
106	101	096	091	086	082	078	074	070		17
118	113	108	103	098	094	089	085	081	0.077	18
130	125	120	115	110	106	101	096	092	088	19
142	137	132	127	122	118	113	108	104	100	20
	149	144	139	134	130	125	120	116	112	21
	161	156	151	146	142	137	132	128	124	22

Kuusi. Lyhyet puut (pituus 2—7 m) — *Spruce. The short trees (height 2—7 m).*

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*	Puun pituus, metriä —													
	2	3	4	5	6									
					Rungon kapeneminen rinnankorkeudelta 3.5 m korkeudelle (D1.3 m —									
					—1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen k-m³ (kannotta) —													
1	0.0003	0.0004	0.0005											
2	0.0010	0.0012	0.0014											
3	0.0017	0.0020	0.0023	0.0026	0.003	0.003								
4	0.0028	0.0032	0.0038	0.0045	005	005	0.004							
5	0.004	0.005	0.006	0.007	008	007	006							
6	006	007	008	009	011	010	009	0.008						
7	008	009	010	012	015	014	013	012	0.011					
8		011	013	015	019	018	017	016	015					
9		014	016	019	024	023	022	021	019					
10		017	020	024	031	029	028	026	024	0.022				
11			025	030	039	036	034	032	030	028				
12			031	037	048	045	042	039	036	034				
13			037	044		054	051	047	043	040				
14			044	052		064	060	055	051	047	0.044			
15				060		074	069	064	060	056	053	0.050		
16				068		084	079	074	070	066	063	060		
17				076		094	089	084	080	077	074	070	0.067	
18				084		105	100	095	091	088	085	081	077	
19						116	111	107	103	099	096	092	088	
20						127	123	119	115	111	108	104	100	0.096
21						139	135	131	127	123	120	116	112	108
22							147	143	139	135	132	128	124	120

Kuutiomäärä kuorineen — *Volume incl. bark.*

Height of the stem, metres										*Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm*
7										
D 3.5 m), cm — *Taper of the stem, difference: D. bh — diam. at 3.5 m heigt, cm*										
—1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	*Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*
Volume of the stem incl. bark, solid cubic meter (without stump)										
										1
										2
										3
0.007	0.006	0.005								4
009	008	007	0.007							5
012	011	010	010							6
016	015	014	013	0.012						7
021	020	018	017	016						8
027	025	023	022	021						9
034	032	030	028	026	0.024					10
042	040	038	035	032	030					11
051	049	046	042	039	036					12
061	058	054	050	047	043	0.040				13
072	068	063	059	055	051	048	0.045			14
084	079	074	069	065	061	057	054			15
096	091	086	081	076	071	067	064	0.060		16
108	103	097	092	087	082	078	074	070		17
120	115	109	104	099	094	089	085	081		18
132	127	121	116	111	106	101	096	092	0.088	19
145	139	133	128	123	119	114	109	104	100	20
	151	146	141	136	132	127	121	116	112	21
	163	159	154	149	145	140	134	129	124	22

Koivu (haapa ja leppä). Lyhyet puut (pituus 2—7 m) — *Birch*

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm
Breast-height diameter of the tree (on bark), cm

Puun pituus, metriä —

2	3	4	5	6									
				Rungon kapeneminen rinnankorkeudelta 3.5 m korkeudelle (D1.3 m—									
				—1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				Puun rungon kuutiomäärä kuorineen k-m³ (kannotta) —									
1	0.0002	0.0003	0.0004										
2	0.0008	0.0010	0.0012	0.0014									
3	0.0016	0.0018	0.0020	0.0023	0.003	0.003							
4	0.0027	0.0030	0.0035	0.004	005	004	0.004						
5	0.004	0.004	0.005	0.006	008	007	006						
6	006	006	007	008	011	010	009	0.008					
7	008	009	010	011	015	013	012	011	0.010				
8		011	013	015	019	017	016	015	014				
9		014	016	019	023	021	020	019	018				
10		017	020	024	029	027	026	024	023	0.021			
11			024	029	036	034	033	031	029	026			
12			029	035	045	042	040	038	035	032			
13			035	042		051	048	045	041	038			
14			042	049		060	056	053	049	046	0.043		
15				056		069	065	061	057	054	051	0.048	
16				064		079	075	071	067	064	061	058	
17				072		089	085	081	077	074	071	068	0.065
18				080		100	096	092	088	085	082	078	075
19						111	107	103	099	096	093	089	085
20						122	118	114	110	107	104	100	095
21						134	130	126	122	118	114	110	106
22							142	138	134	130	126	122	118

0.081
091
102
114

Kuutiomäärä kuorineen — *Volume incl. bark.*
(and aspen and alder). *The short trees (height 2—7 m).*

Height of the stem, metres										Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*
7										
D 3.5 m), cm — *Taper of the stem, difference: D. bh — diam. at 3.5 m height, cm*										
—1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Volume of the stem incl. bark, solid cubic meter (without stump)										
										1
										2
0.004										3
006	0.005	0.004								4
009	008	007	0.006							5
012	011	010	009							6
016	014	013	012	0.011						7
020	018	017	016	015						8
025	023	022	021	020						9
031	029	028	027	025	0.024					10
039	037	036	034	032	030					11
048	046	044	041	039	036					12
058	055	052	049	046	043	0.040				13
068	065	061	058	054	050	047	0.044			14
078	075	071	067	063	059	055	052			15
089	085	081	077	073	069	065	061	0.057		16
101	096	092	088	084	080	075	071	067		17
114	108	104	100	096	091	086	082	078		18
127	121	116	112	108	103	098	093	089	0.085	19
140	134	129	124	120	115	110	105	100	096	20
	147	142	137	132	127	122	117	112	107	21
	160	155	150	144	139	134	129	124	119	22

Mänty. Kapenemisluokka (D1.3—D6.0 m), 1 cm —

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*	Puun rungon pituus, metriä —												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta) —												
5	0.010	0.010	0.011	0.011									
6	015	016	017	017	0.018	0.018							
7	022	023	024	025	027	028	0.029						
8	029	031	033	035	037	039	041	0.044					
9	037	040	043	045	048	051	054	057	0.060				
10	046	049	053	056	060	064	068	072	076	0.080			
11		060	064	068	073	078	083	088	093	098	0.103		
12		071	076	082	088	094	100	105	111	117	122	0.128	
13		084	090	097	104	111	118	124	130	137	144	151	0.158
14		098	106	114	122	130	138	145	152	160	169	177	185
15			123	133	142	151	160	169	177	186	196	206	215
16			142	153	164	174	184	195	205	215	226	237	247
17			162	174	187	199	210	221	233	245	257	269	280
18			183	196	210	224	237	249	262	276	289	302	314
19				220	235	250	264	278	293	308	322	336	349
20				246	262	278	293	309	325	341	357	372	386
21				273	291	308	325	342	359	376	393	409	425
22					322	341	360	378	396	414	431	448	465
23					355	376	397	417	436	455	473	491	509
24					390	413	436	458	478	498	517	536	555
25						453	478	501	522	543	564	584	604
26						496	521	545	568	590	613	635	657
27							566	591	616	641	665	689	713
28							613	640	667	694	720	746	772
29								691	720	749	778	806	834
30								746	777	808	838	868	898
31									837	869	901	933	964
32									898	932	966	1.00	1.03
33										997	1.03	1.07	1.10
34										1.06	1.10	1.14	1.18
35											1.18	1.22	1.26
36											1.26	1.30	1.34
37												1.38	1.42
38												1.46	1.51
39													1.60
40													1.69
42													1.89
44													
46													
48													
50													

Kuutiomäärä kuorineen — *Volume incl. bark.*

Pine. *Taper-class (Diam. 1.3 m—Diam. 6.0 m), 1 cm.*

Height of the stem, metres												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	*Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*
Volume of the stem incl. bark, solid cubic meter (without stump)												
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
0.193												14
224	0.233											15
257	266	0.276										16
291	301	312	0.323									17
326	338	350	362	0.374								18
362	375	388	401	414	0.427							19
400	414	428	442	456	470	0.484						20
440	455	471	486	501	516	531	0.545					21
482	499	516	532	549	565	581	597	0.613				22
527	545	563	581	599	617	635	653	671	0.689			23
574	593	613	633	652	672	691	711	731	751	0.771	0.791	24
624	645	666	687	708	729	750	771	793	815	837	859	25
679	701	723	745	768	790	812	834	857	881	905	929	26
737	761	785	808	832	856	879	902	925	949	974	999	27
798	824	850	875	900	925	950	975	1.00	1.03	1.06	1.09	28
861	889	917	945	973	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	29
927	957	987	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14	1.17	1.20	1.23	1.27	30
995	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.22	1.25	1.29	1.32	1.36	31
1.07	1.10	1.13	1.16	1.20	1.23	1.26	1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	32
1.14	1.17	1.20	1.24	1.28	1.31	1.35	1.39	1.43	1.47	1.51	1.55	33
1.22	1.25	1.28	1.32	1.36	1.40	1.44	1.48	1.52	1.56	1.60	1.64	34
1.30	1.33	1.37	1.41	1.45	1.49	1.53	1.57	1.62	1.66	1.70	1.74	35
1.38	1.42	1.46	1.50	1.54	1.59	1.63	1.67	1.72	1.76	1.81	1.85	36
1.47	1.51	1.55	1.59	1.64	1.69	1.73	1.77	1.82	1.87	1.92	1.97	37
1.56	1.60	1.64	1.69	1.74	1.79	1.83	1.88	1.93	1.98	2.03	2.08	38
1.65	1.69	1.74	1.79	1.84	1.89	1.94	1.99	2.04	2.09	2.14	2.20	39
1.74	1.79	1.84	1.89	1.94	1.99	2.05	2.10	2.16	2.21	2.27	2.32	40
1.94	2.00	2.05	2.11	2.16	2.22	2.28	2.33	2.39	2.45	2.51	2.57	42
2.15	2.21	2.27	2.33	2.39	2.45	2.52	2.58	2.64	2.71	2.77	2.84	44
2.36	2.43	2.50	2.57	2.64	2.71	2.77	2.84	2.91	2.98	3.05	3.12	46
		2.74	2.82	2.90	2.97	3.04	3.11	3.19	3.27	3.35	3.43	48
		3.00	3.08	3.16	3.24	3.32	3.40	3.48	3.57	3.65	3.73	50

Mänty. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 2 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
5	0.008	0.008											
6	014	014	0.015	0.015									
7	020	021	022	022	0.023	0.024							
8	027	029	030	031	033	034	0.036						
9	034	037	039	041	043	045	048	0.050					
10	043	046	049	051	054	057	060	063	0.066				
11	052	055	059	063	066	070	074	078	082	0.086			
12	062	066	071	076	080	085	090	094	099	104	0.109		
13	073	079	085	090	096	101	107	112	118	124	129	0.134	
14		093	100	106	113	119	126	132	139	146	152	158	0.165
15		108	116	123	131	139	147	154	161	169	177	185	193
16		123	132	141	151	160	169	177	185	194	203	213	222
17		140	150	161	172	182	192	201	211	221	232	242	252
18			170	182	194	206	217	227	238	250	262	273	284
19			192	205	218	231	243	255	267	280	293	305	317
20			215	229	243	257	270	284	298	312	326	339	352
21			239	255	271	286	301	316	331	346	361	375	389
22				283	301	318	334	350	366	382	398	413	428
23				313	333	352	370	387	403	420	437	454	470
24				346	367	387	406	425	443	461	479	497	515
25					403	424	445	465	484	504	524	543	562
26					441	464	486	507	528	549	571	592	613
27						505	528	551	574	597	620	643	666
28						548	573	598	622	647	672	697	722
29							620	647	673	700	727	754	780
30							670	699	727	756	785	813	841
31								753	783	814	845	875	905
32								808	840	873	907	940	973
33								864	899	935	971	1.01	1.04
34									960	998	1.03	1.07	1.11
35									1.02	1.06	1.10	1.14	1.18
36									1.09	1.13	1.17	1.21	1.25
37										1.20	1.24	1.29	1.33
38										1.27	1.32	1.37	1.41
39										1.35	1.40	1.45	1.50
40											1.49	1.54	1.59
42											1.66	1.72	1.78
44											1.84	1.90	1.97
46												2.10	2.16
48												2.31	2.38
50												2.53	2.61

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
0.200	0.207											15
230	238											16
261	270	0.279										17
294	304	314	0.324	0.334								18
328	339	350	361	373	0.385							19
364	376	388	401	414	427	0.439						20
402	415	429	443	457	471	485	0.499					21
442	457	472	488	503	518	533	548	0.563				22
486	502	518	535	551	567	584	600	617	0.633			23
532	549	567	585	602	620	638	656	674	692	0.710	0.728	24
581	600	619	639	658	677	696	715	735	755	775	795	25
634	654	675	696	717	738	758	778	799	820	842	864	26
689	711	734	756	779	801	823	844	866	889	912	936	27
747	771	795	819	843	867	890	914	938	963	988	1.01	28
807	833	858	884	909	935	961	987	1.02	1.05	1.08	1.11	29
869	897	924	952	979	1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	1.17	1.20	30
934	964	993	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14	1.18	1.21	1.25	1.29	31
1.00	1.03	1.06	1.10	1.13	1.16	1.19	1.22	1.26	1.30	1.34	1.38	32
1.07	1.10	1.13	1.17	1.21	1.24	1.27	1.31	1.35	1.39	1.43	1.47	33
1.14	1.18	1.21	1.25	1.29	1.32	1.36	1.40	1.44	1.48	1.52	1.56	34
1.22	1.26	1.29	1.33	1.37	1.41	1.45	1.49	1.53	1.57	1.61	1.65	35
1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50	1.54	1.58	1.62	1.67	1.71	1.75	36
1.38	1.42	1.46	1.51	1.55	1.59	1.64	1.68	1.72	1.77	1.81	1.85	37
1.46	1.51	1.55	1.60	1.64	1.69	1.74	1.78	1.83	1.88	1.92	1.96	38
1.55	1.60	1.64	1.69	1.74	1.79	1.84	1.89	1.94	1.99	2.03	2.07	39
1.64	1.69	1.74	1.79	1.84	1.89	1.94	2.00	2.05	2.10	2.15	2.20	40
1.83	1.88	1.94	2.00	2.05	2.11	2.16	2.21	2.27	2.33	2.39	2.45	42
2.03	2.09	2.15	2.21	2.27	2.33	2.39	2.45	2.51	2.58	2.64	2.71	44
2.23	2.30	2.37	2.44	2.51	2.58	2.64	2.71	2.77	2.84	2.91	2.98	46
2.45	2.53	2.61	2.68	2.75	2.83	2.90	2.97	3.05	3.12	3.19	3.26	48
2.69	2.77	2.85	2.93	3.01	3.09	3.17	3.25	3.33	3.41	3.49	3.57	50

Mänty. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 3 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
5	0.008												
6	013	0.014	0.014										
7	019	020	020	0.021	0.022								
8	025	026	027	028	030	0.031	0.033						
9	032	034	036	037	039	040	042	0.044					
10	040	042	045	047	049	051	053	055	0.057				
11	049	052	055	058	060	063	066	068	071	0.074			
12	059	062	066	070	073	077	080	084	088	091	0.095		
13	070	074	079	083	088	092	096	101	106	110	114	0.118	
14	082	087	093	098	104	109	114	119	125	130	135	140	0.146
15	095	101	108	114	121	127	133	139	146	152	158	164	171
16	109	116	124	131	139	147	154	161	168	175	183	190	198
17		132	141	150	159	168	176	184	192	200	209	218	226
18		150	160	170	180	190	199	208	217	227	237	247	256
19		170	181	192	202	213	223	233	244	255	266	277	288
20		191	203	215	226	238	249	261	273	285	297	309	321
21		213	226	239	252	265	278	291	304	317	330	343	356
22		236	250	265	280	295	310	324	338	351	365	379	392
23		261	277	293	310	327	343	358	373	388	403	417	432
24		288	306	324	342	360	377	394	410	426	443	459	475
25			337	357	376	395	414	432	449	467	485	503	520
26			369	391	412	432	452	472	491	510	529	549	568
27			404	427	449	471	492	513	534	555	576	597	619
28			441	465	488	512	535	558	580	603	625	648	672
29				505	530	555	580	605	629	654	678	702	727
30				546	573	600	627	654	680	706	732	758	785
31				589	619	648	677	705	733	761	789	817	845
32					667	698	729	759	788	818	848	878	909
33					717	750	782	814	845	877	909	942	975
34						804	837	870	903	937	972	1.01	1.04
35						859	893	927	961	1.00	1.04	1.07	1.11
36							950	985	1.02	1.06	1.10	1.14	1.18
37							1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	1.21	1.25
38								1.12	1.16	1.20	1.24	1.29	1.33
39								1.19	1.23	1.27	1.32	1.37	1.41
40									1.30	1.35	1.40	1.45	1.50
42									1.45	1.51	1.57	1.62	1.68
44									1.61	1.68	1.74	1.80	1.86
46										1.86	1.92	1.99	2.05
48										2.05	2.12	2.19	2.26
50										2.24	2.32	2.40	2.48

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
0.178												15
205	0.212											16
234	242	0.250										17
265	274	283	0.292	0.301								18
298	308	318	328	339	0.350							19
332	343	354	366	378	390	0.402						20
368	380	393	406	419	433	446	0.459					21
406	420	434	449	463	478	492	505	0.518				22
447	462	477	493	509	525	540	555	570	0.586			23
491	507	524	541	558	575	592	608	625	643	0.661	0.679	24
538	556	574	592	611	629	648	666	684	703	722	741	25
588	607	627	647	667	687	707	726	745	765	785	805	26
640	661	683	704	726	747	768	789	810	831	852	873	27
695	718	741	764	787	810	832	855	878	901	924	947	28
752	777	801	826	850	875	900	925	950	976	1.00	1.03	29
811	838	864	891	917	944	972	999	1.03	1.06	1.09	1.12	30
873	902	930	958	986	1.01	1.04	1.08	1.11	1.14	1.18	1.21	31
939	969	999	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.19	1.22	1.26	1.30	32
1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	1.16	1.20	1.23	1.27	1.30	1.34	1.38	33
1.08	1.11	1.14	1.17	1.21	1.24	1.28	1.31	1.35	1.39	1.43	1.47	34
1.15	1.18	1.22	1.25	1.29	1.32	1.36	1.40	1.44	1.48	1.52	1.56	35
1.22	1.26	1.30	1.33	1.37	1.41	1.45	1.49	1.53	1.58	1.62	1.66	36
1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50	1.54	1.58	1.63	1.68	1.72	1.76	37
1.38	1.42	1.46	1.51	1.55	1.59	1.64	1.68	1.73	1.78	1.82	1.86	38
1.46	1.51	1.55	1.60	1.64	1.69	1.74	1.78	1.83	1.88	1.93	1.97	39
1.55	1.60	1.64	1.69	1.74	1.79	1.84	1.89	1.94	1.99	2.04	2.09	40
1.73	1.78	1.84	1.89	1.94	2.00	2.05	2.10	2.16	2.21	2.27	2.32	42
1.92	1.98	2.04	2.09	2.15	2.21	2.27	2.33	2.39	2.45	2.51	2.57	44
2.12	2.19	2.26	2.32	2.38	2.45	2.51	2.58	2.64	2.70	2.77	2.83	46
2.34	2.41	2.48	2.55	2.62	2.69	2.76	2.83	2.91	2.98	3.05	3.12	48
2.56	2.63	2.71	2.79	2.87	2.95	3.02	3.10	3.18	3.26	3.34	3.42	50

Mänty. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 4 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
6	0.012	0.013											
7	017	018	0.019										
8	023	024	025	0.026	0.027								
9	029	031	032	034	035	0.036	0.037						
10	037	039	041	043	044	046	047	0.048					
11	046	048	050	053	055	057	059	061	0.064				
12	056	058	061	064	067	070	072	075	078	0.081			
13	067	070	073	076	080	084	087	091	094	098	0.101		
14	078	082	086	090	095	099	103	108	112	116	120	0.124	0.129
15	090	095	100	105	111	116	121	126	131	136	141	146	151
16	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	176
17	119	126	133	140	147	154	160	167	174	182	189	196	203
18	135	143	151	159	167	175	182	189	197	206	215	223	231
19	152	161	171	180	188	197	205	213	222	232	242	252	261
20	171	181	192	202	211	221	231	240	250	261	271	282	292
21		202	214	225	236	247	258	269	280	291	302	314	325
22		224	237	250	263	275	287	299	311	323	335	348	360
23		248	263	277	291	305	318	331	344	357	370	384	398
24		274	290	306	321	336	351	365	379	394	409	424	439
25		302	319	336	353	369	385	401	417	433	449	466	482
26		331	350	369	387	404	421	439	456	473	491	509	527
27			383	403	422	441	460	479	498	516	535	555	575
28			418	439	459	480	500	521	542	562	582	603	625
29			454	477	499	521	543	565	588	610	632	654	678
30			492	516	540	564	588	612	636	659	683	707	732
31				557	583	609	635	661	686	711	737	763	789
32				601	629	656	684	711	738	765	793	821	850
33					676	705	734	763	792	821	851	882	913
34						755	786	817	848	880	912	945	978
35						807	840	873	906	940	974	1.01	1.04
36						863	897	931	965	1.00	1.03	1.07	1.11
37							954	992	1.03	1.06	1.10	1.14	1.18
38							1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	1.21	1.25
39							1.07	1.12	1.16	1.20	1.24	1.29	1.33
40								1.19	1.23	1.27	1.32	1.37	1.41
42								1.32	1.37	1.43	1.48	1.53	1.58
44								1.47	1.53	1.59	1.65	1.70	1.76
46								1.63	1.70	1.76	1.82	1.88	1.94
48									1.87	1.94	2.01	2.08	2.15
50									2.05	2.13	2.20	2.28	2.36

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
0.157	0.163											15
182	188	0.193										16
209	216	222	0.228									17
239	246	254	263	0.272								18
270	279	288	298	308	0.318							19
302	312	323	334	345	356	0.368						20
337	348	360	372	384	397	410	0.423					21
373	386	399	413	426	440	454	467	0.480				22
412	426	441	456	471	486	500	515	530	0.545			23
455	470	485	501	518	534	550	566	582	599	0.616		24
499	516	533	550	568	586	603	621	638	656	674	0.692	25
545	564	583	602	621	640	659	678	697	716	735	754	26
595	615	636	656	677	697	717	737	758	780	801	822	27
647	669	691	713	735	757	778	800	823	847	870	893	28
701	725	748	772	795	819	843	867	892	917	942	967	29
757	783	808	834	859	885	911	937	964	992	1.02	1.05	30
816	843	871	898	925	953	982	1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	31
878	907	936	965	994	1.02	1.05	1.08	1.11	1.15	1.18	1.21	32
943	973	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.16	1.19	1.23	1.26	1.29	33
1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	1.17	1.20	1.24	1.27	1.31	1.34	1.37	34
1.08	1.11	1.14	1.18	1.21	1.25	1.28	1.32	1.36	1.40	1.43	1.46	35
1.15	1.18	1.22	1.26	1.29	1.33	1.37	1.41	1.45	1.49	1.52	1.55	36
1.22	1.26	1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50	1.54	1.58	1.62	1.66	37
1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50	1.55	1.59	1.63	1.68	1.72	1.76	38
1.38	1.42	1.46	1.50	1.55	1.59	1.64	1.68	1.73	1.78	1.82	1.86	39
1.46	1.51	1.55	1.60	1.64	1.69	1.74	1.79	1.84	1.88	1.93	1.97	40
1.63	1.68	1.74	1.79	1.84	1.89	1.94	1.99	2.05	2.10	2.15	2.20	42
1.82	1.87	1.93	1.98	2.04	2.10	2.16	2.21	2.27	2.33	2.39	2.45	44
2.01	2.08	2.14	2.20	2.26	2.33	2.39	2.45	2.51	2.57	2.64	2.71	46
2.22	2.29	2.36	2.42	2.49	2.56	2.63	2.70	2.77	2.84	2.91	2.98	48
2.43	2.50	2.58	2.66	2.73	2.81	2.88	2.96	3.04	3.11	3.18	3.25	50

Mänty. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 5 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
7	0.015	0.016											
8	020	021	0.022	0.023									
9	026	028	029	030	0.031	0.032							
10	034	036	037	039	040	041	0.042						
11	043	045	046	048	050	051	053	0.055					
12	052	054	056	059	061	063	065	067	0.070				
13	063	065	068	071	073	076	078	081	084	0.087	0.090		
14	074	077	080	084	087	090	093	097	100	103	107	0.110	0.114
15	086	090	094	098	102	106	110	114	118	122	126	130	134
16	099	104	109	114	118	123	128	133	138	143	147	152	156
17	113	119	125	131	136	142	147	153	159	165	170	176	181
18	129	136	142	149	156	162	168	174	181	188	195	202	208
19	146	154	161	169	176	183	190	197	205	213	221	229	237
20	164	173	181	190	198	206	214	222	231	239	248	258	267
21	183	193	202	212	222	231	240	249	258	268	278	288	299
22	204	215	225	236	247	258	268	277	287	298	309	320	332
23	226	238	250	262	274	286	297	308	319	330	342	355	368
24		262	276	289	303	316	328	340	352	365	379	393	407
25		288	303	318	333	347	361	374	388	402	417	432	448
26		316	332	349	365	380	395	410	425	440	456	473	490
27		346	363	381	398	414	431	448	464	481	498	516	535
28		377	396	415	433	451	469	488	506	524	543	562	582
29			430	451	471	491	510	530	550	569	589	610	632
30			465	487	510	532	553	574	595	616	638	660	683
31			502	526	550	574	597	620	642	665	689	713	737
32			540	566	592	618	643	667	692	717	742	768	794
33				608	636	663	690	716	743	770	797	825	854
34				652	681	710	739	768	796	825	854	884	915
35				698	728	759	790	821	852	883	914	946	978
36				745	777	810	843	876	909	942	975	1.01	1.04
37					827	862	898	934	969	1.00	1.04	1.07	1.11
38					879	916	955	994	1.03	1.06	1.10	1.14	1.18
39					933	972	1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	1.22	1.26
40						1.03	1.07	1.12	1.16	1.20	1.24	1.29	1.33
42						1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.39	1.44	1.49
44							1.34	1.40	1.45	1.50	1.55	1.61	1.66
46							1.49	1.55	1.61	1.67	1.72	1.78	1.84
48								1.71	1.77	1.84	1.90	1.97	2.04
50								1.88	1.95	2.02	2.09	2.16	2.24

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	22	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
0.138												15
161	0.165	0.170										16
187	192	198	0.204									17
215	222	229	237	0.245								18
245	253	261	270	279	0.289							19
276	285	294	304	315	326	0.337						20
309	320	330	341	353	365	377	0.390					21
344	356	368	380	393	406	419	433	0.446				22
381	394	408	422	436	450	464	479	493	0.508			23
421	436	450	465	481	497	512	528	543	559	0.575		24
464	480	496	512	529	546	563	580	596	613	630	0.647	25
508	525	543	561	579	597	615	634	652	670	688	706	26
554	573	593	612	632	651	670	690	711	731	751	771	27
603	624	645	666	687	708	729	750	772	794	816	838	28
654	676	699	721	744	767	790	814	838	861	885	909	29
707	731	756	780	805	830	855	880	906	933	959	985	30
763	789	816	842	868	895	922	949	977	1.01	1.04	1.07	31
822	850	878	906	934	963	991	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14	32
883	913	943	972	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.16	1.19	1.22	33
946	978	1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	1.17	1.20	1.24	1.27	1.30	34
1.01	1.04	1.08	1.11	1.14	1.18	1.21	1.25	1.28	1.32	1.36	1.39	35
1.08	1.11	1.15	1.18	1.22	1.26	1.29	1.33	1.37	1.41	1.45	1.48	36
1.15	1.18	1.22	1.26	1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50	1.54	1.58	37
1.22	1.26	1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50	1.55	1.59	1.63	1.68	38
1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.51	1.55	1.59	1.64	1.68	1.73	1.78	39
1.38	1.42	1.46	1.51	1.55	1.60	1.65	1.69	1.74	1.78	1.83	1.88	40
1.54	1.59	1.64	1.69	1.74	1.79	1.84	1.89	1.94	1.99	2.04	2.09	42
1.72	1.77	1.82	1.88	1.94	1.99	2.05	2.10	2.16	2.21	2.27	2.32	44
1.90	1.97	2.03	2.09	2.15	2.21	2.27	2.33	2.39	2.45	2.51	2.57	46
2.10	2.17	2.24	2.30	2.37	2.44	2.50	2.57	2.64	2.71	2.77	2.83	48
2.31	2.38	2.46	2.53	2.60	2.68	2.75	2.82	2.90	2.97	3.04	3.11	50

Mänty. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 6 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
8	0.018	0.019											
9	024	025	0.026										
10	032	033	034	0.035									
11	040	041	042	044	0.045	0.046							
12	048	050	052	054	056	057	0.058	0.060					
13	058	060	063	065	067	069	071	073	0.075				
14	070	072	075	078	080	082	085	087	089	0.091	0.094		
15	083	085	088	091	094	097	100	103	106	109	112	0.115	
16	096	099	103	106	109	113	117	121	125	129	132	135	0.138
17	110	114	118	122	126	131	135	140	145	150	154	158	162
18	125	130	135	140	145	150	155	160	166	172	178	183	188
19	141	147	153	159	165	170	176	182	189	196	203	209	216
20	158	165	172	179	186	192	199	206	214	221	229	236	244
21	177	185	192	200	208	216	224	232	240	248	257	266	275
22	197	206	214	223	232	241	250	258	267	277	287	297	307
23	218	228	238	248	258	268	277	287	297	307	318	330	341
24	240	251	263	274	285	296	306	317	328	340	352	365	378
25	263	275	288	301	314	326	338	350	362	375	388	402	416
26	287	301	315	330	344	357	370	384	398	412	426	441	457
27	313	329	344	360	375	390	404	419	435	450	466	483	500
28		358	375	392	408	424	440	457	474	491	508	526	544
29		389	407	425	443	461	479	497	515	533	552	571	591
30		421	440	460	480	500	519	539	559	578	598	618	640
31		453	474	496	518	540	561	582	604	625	646	668	691
32		486	510	534	558	581	603	626	650	673	696	720	745
33			548	573	598	623	648	673	698	723	748	774	801
34			586	613	640	667	694	722	749	775	802	830	858
35			625	655	684	713	743	773	802	830	858	887	917
36				699	730	762	794	825	856	886	916	947	979
37				744	779	813	846	879	912	944	977	1.01	1.04
38					830	865	900	935	970	1.00	1.03	1.07	1.11
39					881	918	955	992	1.03	1.06	1.10	1.14	1.18
40					932	972	1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	1.21	1.25
42						1.08	1.13	1.18	1.23	1.27	1.31	1.36	1.40
44							1.27	1.32	1.37	1.42	1.47	1.52	1.57
46							1.41	1.47	1.52	1.58	1.63	1.68	1.74
48								1.62	1.68	1.74	1.80	1.86	1.93
50								1.78	1.85	1.92	1.98	2.05	2.12

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
												15
0.142												16
167	0.172	0.177										17
194	200	207	0.214	0.221								18
223	230	238	246	254	0.262							19
252	261	269	278	288	298	0.308						20
284	294	303	313	324	335	347	0.359					21
318	329	340	351	363	375	388	401	0.414				22
353	366	378	391	404	417	431	445	459	0.473			23
391	405	418	432	447	462	477	492	507	522	0.537		24
431	446	461	476	492	509	525	541	557	574	590	0.606	25
473	489	506	523	540	557	575	593	611	629	647	665	26
517	535	553	572	590	608	627	647	667	687	707	727	27
563	583	603	623	643	663	683	704	725	747	768	790	28
612	633	654	676	698	720	742	764	787	810	833	856	29
662	685	708	731	755	779	803	828	852	877	901	926	30
715	740	765	790	815	841	867	894	920	947	974	1.00	31
771	797	824	851	878	905	933	961	990	1.02	1.05	1.08	32
829	857	886	914	942	970	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	33
888	919	950	980	1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	1.17	1.20	1.23	34
949	981	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14	1.18	1.21	1.25	1.28	1.31	35
1.01	1.04	1.08	1.12	1.15	1.19	1.22	1.26	1.29	1.33	1.36	1.39	36
1.08	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	1.30	1.34	1.38	1.42	1.45	1.48	37
1.15	1.19	1.23	1.27	1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50	1.54	1.57	38
1.22	1.26	1.30	1.34	1.38	1.42	1.47	1.51	1.55	1.59	1.63	1.67	39
1.30	1.34	1.38	1.43	1.47	1.51	1.56	1.60	1.65	1.69	1.73	1.77	40
1.45	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.79	1.84	1.89	1.93	1.97	42
1.62	1.68	1.73	1.78	1.84	1.89	1.95	2.00	2.05	2.10	2.14	2.19	44
1.80	1.86	1.92	1.98	2.04	2.10	2.16	2.22	2.28	2.33	2.38	2.43	46
1.99	2.06	2.13	2.19	2.26	2.32	2.38	2.45	2.52	2.58	2.64	2.70	48
2.19	2.26	2.34	2.41	2.48	2.55	2.62	2.69	2.77	2.84	2.91	2.98	50

Mänty. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 7 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
9	0.022												
10	029	0.030											
11	036	037	0.038	0.039									
12	045	046	048	049	0.051								
13	055	057	059	060	062	0.063							
14	066	068	070	072	074	075	0.076	0.078					
15	079	081	083	085	087	089	091	093	0.096	0.098			
16	092	094	097	099	102	105	108	110	113	116	0.119		
17	106	109	112	115	118	122	125	128	132	136	140	0.143	
18	120	124	128	132	136	140	144	148	153	157	162	167	0.171
19	135	140	145	150	155	159	164	169	175	180	186	192	198
20	151	157	163	169	175	180	186	192	198	204	211	218	225
21	169	176	183	189	196	202	209	216	223	230	238	246	254
22	189	197	204	211	219	226	234	241	249	258	267	276	285
23	210	219	227	235	243	251	260	268	277	287	297	307	318
24	231	241	251	260	269	278	287	297	307	317	328	340	352
25	253	264	275	286	296	306	317	328	339	350	362	375	388
26	276	288	300	313	325	336	348	360	373	385	398	412	427
27	300	313	327	341	354	367	380	394	408	422	437	452	468
28	325	340	355	370	385	400	414	429	445	461	477	493	510
29	351	368	385	401	418	435	451	467	484	501	519	536	554
30	379	398	416	434	453	471	489	507	526	544	562	581	601
31		428	448	468	489	509	529	549	569	589	608	628	649
32		459	482	504	526	547	569	591	613	634	655	677	700
33			518	541	564	587	610	634	658	681	704	728	753
34			555	579	603	628	653	679	705	730	755	781	807
35			592	618	644	672	699	727	755	782	808	835	863
36				659	688	718	748	777	806	835	863	891	921
37				703	734	766	798	829	859	890	920	950	980
38					782	815	848	882	915	948	980	1.01	1.04
39					831	865	900	936	973	1.01	1.04	1.07	1.11
40					880	916	953	991	1.03	1.07	1.10	1.14	1.18
42						1.03	1.07	1.11	1.16	1.20	1.24	1.28	1.32
44						1.15	1.20	1.25	1.30	1.34	1.39	1.43	1.48
46							1.33	1.39	1.44	1.49	1.54	1.59	1.65
48							1.47	1.53	1.59	1.65	1.71	1.77	1.83
50							1.61	1.68	1.75	1.82	1.88	1.95	2.01

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												9
												10
												11
												12
												13
												14
												15
												16
												17
0.176												18
204	0.210	0.216										19
232	240	247	0.255									20
263	272	280	289	0.298								21
295	305	315	325	335								22
329	340	352	363	374	0.386							23
364	377	390	402	415	429							24
402	416	430	444	459	474	0.489						25
442	457	473	489	505	521	537						26
484	501	518	536	553	570	588	0.606					27
528	546	565	584	603	622	641	660	0.680				28
573	593	614	634	655	676	697	718	739	0.760			29
621	643	665	687	710	733	755	778	801	823			30
671	695	719	743	767	792	816	841	865	890	0.915		31
724	749	775	801	827	853	879	905	932	959	986	1.01	32
779	806	834	861	889	916	944	972	1.00	1.03	1.06	1.09	33
835	865	895	924	953	982	1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	1.16	34
893	924	957	990	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14	1.18	1.21	1.24	35
952	984	1.02	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.22	1.26	1.29	1.32	36
1.01	1.05	1.09	1.13	1.16	1.19	1.23	1.26	1.30	1.34	1.37	1.40	37
1.08	1.12	1.16	1.20	1.23	1.27	1.31	1.34	1.38	1.42	1.46	1.49	38
1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35	1.39	1.43	1.47	1.51	1.55	1.59	39
1.22	1.27	1.31	1.35	1.39	1.43	1.48	1.52	1.56	1.60	1.65	1.69	40
1.37	1.42	1.47	1.52	1.57	1.61	1.66	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90	42
1.53	1.59	1.64	1.69	1.75	1.80	1.85	1.90	1.95	2.00	2.06	2.11	44
1.71	1.76	1.82	1.88	1.94	2.00	2.06	2.11	2.17	2.22	2.28	2.33	46
1.89	1.95	2.02	2.08	2.15	2.21	2.27	2.34	2.40	2.46	2.52	2.58	48
2.08	2.15	2.22	2.29	2.36	2.43	2.50	2.57	2.64	2.71	2.78	2.85	50

Mänty. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 8 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
10	0.026												
11	033	0.034											
12	042	043	0.045	0.046									
13	052	053	055	056	0.057								
14	063	065	066	068	069	0.070							
15	075	077	078	080	081	083	0.085						
16	088	090	092	093	095	097	099	0.101					
17	102	104	106	108	111	113	116	119	0.122				
18	116	119	122	125	128	131	135	138	141	0.144	0.148		
19	130	134	138	142	146	150	154	158	162	166	171	0.177	
20	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	196	202	0.208
21	162	168	174	179	185	191	197	203	209	215	222	229	236
22	181	188	194	200	207	213	220	227	234	241	249	257	265
23	202	209	216	223	230	237	245	253	261	269	278	287	296
24	223	231	239	247	255	263	271	280	289	298	308	318	329
25	244	253	262	271	280	289	299	309	319	329	340	351	364
26	265	275	285	296	307	317	328	339	351	362	374	387	401
27	286	298	310	323	335	347	359	371	384	397	411	425	440
28	308	322	336	350	364	378	392	406	420	435	450	465	481
29	332	348	364	379	395	411	426	442	458	474	490	506	523
30	358	375	393	410	428	445	462	479	497	514	531	549	567
31	385	404	423	442	462	481	500	519	538	556	574	593	613
32		434	455	476	497	517	538	559	579	599	619	639	660
33		466	489	511	533	555	577	600	622	644	666	688	710
34		500	524	547	570	594	618	642	666	690	714	738	762
35			560	585	610	635	661	687	713	738	763	789	815
36			598	626	653	680	707	734	762	789	815	842	869
37				669	698	727	755	783	812	841	869	897	925
38				714	744	774	803	833	864	895	925	954	984
39					790	821	852	884	917	950	983	1.01	1.05
40					837	869	902	936	971	1.01	1.04	1.08	1.12
42						975	1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	1.21	1.25
44						1.09	1.13	1.17	1.22	1.26	1.31	1.35	1.40
46							1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.51	1.56
48							1.40	1.45	1.50	1.56	1.62	1.68	1.74
50							1.54	1.59	1.65	1.72	1.79	1.85	1.91

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												10
												11
												12
												13
												14
												15
												16
												17
												18
												19
												20
0.244												21
274	0.283											22
306	316	0.326	0.336									23
341	352	363	374	0.386	0.398							24
377	389	402	415	428	441	0.455						25
415	429	443	458	472	486	501						26
455	471	486	502	518	534	550	0.566					27
497	514	531	549	566	584	602	620					28
541	559	578	598	617	637	657	677	0.697				29
586	606	627	648	670	692	713	735	757	0.778			30
634	655	678	701	725	748	771	795	818	840			31
683	706	731	756	781	806	831	856	881	905	0.930		32
734	759	786	813	840	866	893	919	945	972	999	1.03	33
787	814	842	871	900	928	956	984	1.01	1.04	1.07	1.10	34
842	870	899	929	960	991	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14	1.17	35
898	928	959	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.19	1.22	1.25	36
955	987	1.03	1.07	1.10	1.13	1.16	1.19	1.23	1.27	1.30	1.33	37
1.02	1.06	1.10	1.14	1.17	1.20	1.24	1.27	1.31	1.35	1.38	1.41	38
1.09	1.13	1.17	1.21	1.24	1.28	1.32	1.35	1.39	1.43	1.47	1.50	39
1.16	1.20	1.24	1.28	1.32	1.36	1.40	1.44	1.48	1.52	1.56	1.60	40
1.30	1.35	1.40	1.44	1.49	1.53	1.58	1.62	1.66	1.71	1.76	1.80	42
1.45	1.51	1.56	1.61	1.66	1.71	1.76	1.81	1.86	1.91	1.96	2.01	44
1.62	1.68	1.73	1.79	1.85	1.91	1.96	2.01	2.07	2.12	2.18	2.23	46
1.80	1.86	1.92	1.98	2.05	2.11	2.17	2.23	2.29	2.35	2.41	2.47	48
1.98	2.05	2.11	2.18	2.25	2.32	2.39	2.46	2.52	2.59	2.66	2.73	50

Mänty. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 9 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon											
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Puun rungon kuutiomäärä											
11	0.030											
12	039	0.040										
13	049	050	0.051									
14	061	062	063	0.064								
15	073	074	075	076	0.077							
16	085	087	088	089	090	0.091						
17	098	100	101	103	104	106	0.108					
18	112	114	116	118	120	123	125	0.127				
19	125	128	131	134	137	141	144	147	0.150			
20	139	143	147	151	156	160	164	168	172	0.177		
21	155	160	165	170	175	180	186	191	196	201	0.207	0.214
22	173	179	185	190	196	202	209	215	221	227	234	241
23	193	199	206	212	218	225	232	240	247	254	261	269
24	213	220	227	234	241	249	257	265	274	282	290	299
25	233	241	249	257	265	274	283	292	302	311	321	331
26	253	262	271	281	290	300	311	321	332	343	354	366
27	273	283	294	306	317	328	340	352	364	377	389	402
28	293	305	318	332	345	358	371	385	398	412	426	440
29	314	329	344	359	374	389	404	419	434	449	465	480
30	337	354	371	388	405	421	438	455	471	488	505	521
31	362	381	400	419	437	455	473	492	510	528	546	564
32		410	431	451	471	490	510	530	549	569	588	608
33		441	463	484	505	526	548	569	590	611	632	653
34		473	496	518	541	564	587	610	633	655	678	700
35			530	554	579	604	628	652	677	701	725	749
36			566	593	619	645	671	697	723	749	774	799
37			605	633	661	688	716	743	771	798	825	852
38			646	675	704	733	762	791	820	849	878	907
39				718	748	778	808	839	870	901	933	965
40				761	792	823	855	888	921	955	989	1.02
42				853	888	923	959	995	1.03	1.07	1.11	1.15
44					990	1.03	1.07	1.11	1.15	1.19	1.24	1.29
46					1.09	1.14	1.19	1.24	1.28	1.33	1.39	1.44
48					1.20	1.26	1.32	1.37	1.42	1.48	1.54	1.60
50					1.32	1.39	1.45	1.51	1.57	1.63	1.70	1.76

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m											Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
kuorineen, k-m³ (kannotta)											
											11
											12
											13
											14
											15
											16
											17
											18
											19
											20
											21
0.248											22
278	0.287										23
309	320	0.330									24
342	354	366	0.378								25
378	391	404	418	0.431							26
416	430	444	459	474	0.489	0.504					27
455	470	486	502	519	536	552	0.569	0.586			28
496	513	529	547	566	584	602	621	640	0.659		29
538	556	574	594	614	634	655	675	696	716	0.736	30
582	601	621	642	664	687	709	731	753	775	796	31
628	648	670	692	716	741	764	788	811	834	857	32
674	696	720	744	769	795	821	846	871	895	920	33
723	746	771	797	824	852	879	906	933	959	985	34
773	798	825	852	880	909	938	968	1.00	1.03	1.06	35
825	852	880	909	939	971	1.00	1.04	1.07	1.10	1.13	36
880	908	937	970	1.01	1.04	1.07	1.11	1.14	1.17	1.20	37
936	966	1.00	1.04	1.08	1.11	1.14	1.18	1.21	1.24	1.28	38
996	1.03	1.07	1.11	1.15	1.18	1.21	1.25	1.28	1.32	1.36	39
1.06	1.10	1.14	1.18	1.22	1.26	1.29	1.33	1.37	1.41	1.45	40
1.19	1.23	1.28	1.33	1.37	1.42	1.46	1.50	1.54	1.58	1.63	42
1.33	1.38	1.43	1.48	1.53	1.58	1.63	1.68	1.73	1.77	1.82	44
1.49	1.54	1.60	1.65	1.71	1.76	1.82	1.87	1.92	1.97	2.02	46
1.65	1.71	1.77	1.83	1.89	1.95	2.01	2.07	2.13	2.19	2.25	48
1.82	1.89	1.95	2.01	2.08	2.15	2.22	2.28	2.35	2.41	2.48	50

Mänty. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 10 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon											
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Puun rungon kuutiomäärä											
13	0.047											
14	058	0.059										
15	070	071	0.072									
16	082	083	084	0.085								
17	094	096	097	098	0.099							
18	107	109	111	112	114	0.116						
19	120	122	125	127	130	133	0.136					
20	133	136	140	143	147	151	155	0.159				
21	148	152	157	161	166	170	175	180	0.185			
22	165	171	176	181	186	191	197	203	209	0.215		
23	184	190	196	201	207	213	220	227	234	241	0.248	
24	203	210	216	222	229	236	244	252	260	268	276	0.284
25	222	230	237	244	252	260	269	278	287	296	305	315
26	241	250	258	267	276	286	296	306	316	327	337	348
27	260	270	280	290	301	312	324	336	347	359	371	383
28	279	290	302	314	327	340	353	367	380	393	407	420
29	298	311	325	340	355	369	384	399	414	429	444	458
30	318	334	350	367	384	400	417	433	449	466	482	498
31	341	360	378	396	415	433	451	468	486	504	521	539
32	367	388	408	428	448	467	486	505	524	543	562	581
33		419	440	461	481	502	522	543	563	584	604	624
34		451	473	495	516	538	560	582	603	625	647	668
35		484	507	530	553	576	599	622	645	668	691	714
36		518	543	567	592	616	640	665	689	713	737	762
37			580	606	632	657	683	709	735	760	785	811
38			618	645	672	699	727	754	781	808	835	862
39			657	685	713	742	771	800	829	857	886	915
40			697	726	755	785	815	846	877	908	939	971
42				812	845	879	912	946	980	1.02	1.05	1.09
44				903	939	975	1.01	1.05	1.09	1.13	1.18	1.23
46				1.00	1.05	1.09	1.13	1.17	1.22	1.27	1.32	1.37
48				1.11	1.16	1.20	1.25	1.30	1.35	1.41	1.47	1.52
50				1.22	1.27	1.32	1.37	1.43	1.49	1.55	1.62	1.68

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m											Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
kuorineen, k-m³ (kannotta)											
											13
											14
											15
											16
											17
											18
											19
											20
											21
											22
											23
											24
0.325											25
359	0.371										26
395	408	0.422									27
433	447	462	0.477								28
473	488	504	520	0.537							29
514	530	547	565	584	0.603	0.622					30
556	574	592	612	632	653	674	0.695				31
600	619	639	660	682	704	727	749	0.771	0.793		32
644	665	687	710	733	757	781	805	828	851	0.874	33
690	713	736	760	785	811	837	862	887	912	937	34
737	761	786	812	839	866	894	921	948	976	1.00	35
787	812	838	866	895	924	954	984	1.01	1.04	1.07	36
838	865	893	923	955	986	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14	37
890	919	951	985	1.02	1.05	1.09	1.12	1.15	1.18	1.22	38
945	976	1.01	1.05	1.09	1.12	1.16	1.19	1.22	1.26	1.30	39
1.01	1.04	1.08	1.12	1.16	1.19	1.23	1.27	1.31	1.34	1.38	40
1.13	1.17	1.22	1.26	1.31	1.35	1.39	1.43	1.47	1.52	1.57	42
1.27	1.31	1.36	1.41	1.46	1.51	1.56	1.60	1.65	1.70	1.76	44
1.42	1.47	1.52	1.58	1.63	1.68	1.74	1.79	1.84	1.89	1.95	46
1.57	1.63	1.69	1.75	1.81	1.86	1.92	1.98	2.04	2.10	2.16	48
1.74	1.80	1.86	1.92	1.99	2.06	2.12	2.18	2.25	2.31	2.38	50

Kuutiomäärä kuorineen.

Mänty. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 12 cm.

D 1.3 *D. bh* cm	Puun rungon pituus, m												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)												
14	0.054												
15	065												
16	076												
17	088	0.089											
18	100	101	0.103										
19	113	115	117										
20	126	129	132	0.135									
21	140	144	148	152									
22	155	160	164	169	0.173								
23	171	176	181	186	192								
24	187	193	199	205	211	0.218							
25	204	211	217	224	230	237							
26	222	229	236	243	251	258	0.265						
27	240	248	256	264	273	281	290	0.299					
28	259	268	277	286	296	307	317	328	0.339				
29	278	288	299	310	321	333	345	358	371	0.384			
30	298	310	322	334	347	361	375	389	403	417	0.431		
31	319	333	347	361	375	390	405	421	437	453	469	0.485	
32	340	356	372	388	404	421	438	455	472	490	507	525	0.543
33	363	381	399	417	435	453	471	490	508	527	546	565	584
34	386	406	426	446	466	486	506	525	544	564	585	606	627
35		433	455	477	499	521	543	563	583	604	626	649	672
36		463	487	510	533	557	580	602	624	646	668	692	716
37		497	522	546	570	594	618	641	665	689	712	736	761
38		533	559	584	609	634	658	682	707	732	756	781	807
40			640	666	692	718	744	770	796	822	848	875	902
42					779	807	835	863	891	919	949	980	1.02
44						897	928	960	993	1.03	1.07	1.11	1.15
46							1.02	1.06	1.11	1.15	1.20	1.25	1.30
48							1.13	1.18	1.23	1.28	1.34	1.39	1.45
50							1.24	1.30	1.36	1.42	1.48	1.54	1.60
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	← Pituus, m		
33	0.604												
34	649	0.672											
35	696	720	0.744										
36	741	767	792	0.817									
37	787	814	841	868	0.895								
38	834	862	891	921	950	0.980							
40	931	963	1.00	1.04	1.08	1.12	1.15	1.19	1.23	1.27			
42	1.06	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35	1.39	1.44			
44	1.20	1.25	1.29	1.34	1.38	1.43	1.47	1.52	1.56	1.61			
46	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80			
48	1.50	1.56	1.61	1.67	1.72	1.78	1.83	1.89	1.94	2.00			
50	1.66	1.72	1.78	1.84	1.90	1.96	2.02	2.09	2.15	2.22			

Kuutiomäärä kuorineen.

Mänty. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 14 cm.

D 1.3 *D. bh* cm	Puun rungon pituus, m												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)												
16	0.073												
17	083												
18	093												
19	104												
20	116	0.118											
21	129	131											
22	142	145	0.148										
23	156	160	165										
24	170	176	182										
25	185	192	199										
26	201	209	218	0.227									
27	217	226	235	245									
28	234	244	254	265									
29	252	263	274	285									
30	271	283	295	307	0.318								
31	291	304	317	330	344								
32	312	326	340	355	371								
33	334	349	365	382	400	0.418							
34	357	374	392	411	431	452	0.474						
35	381	400	420	442	464	487	509						
36		428	451	475	499	523	546	0.569					
37		458	484	510	536	560	584	608	0.631				
38		490	518	546	573	598	623	647	671	0.696			
40			591	619	647	675	702	728	753	778	0.803		
42			669	697	726	754	782	810	837	863	890	0.919	0.948
44				777	807	837	867	897	928	959	990	1.03	1.07
46					890	922	955	990	1.03	1.07	1.11	1.16	1.21
48							1.05	1.09	1.14	1.19	1.24	1.29	1.35
50							1.16	1.21	1.27	1.32	1.38	1.43	1.49
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**	← Pituus, m		
44	1.11	1.15											
46	1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.51	1.56	1.61	1.66	1.71			
48	1.40	1.46	1.51	1.57	1.62	1.68	1.73	1.79	1.84	1.90			
50	1.55	1.61	1.67	1.73	1.79	1.85	1.91	1.97	2.03	2.10			

Huom.! Taulukko: Mänty. Kapenemisluokka 16, on painatussyistä sivulla 91.

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 1 cm —

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*	Puun rungon pituus, m —												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta) —												
5	0.009	0.009											
6	015	015	0.016										
7	021	022	023	0.023	0.024								
8	028	029	031	032	034	0.035	0.037						
9	036	038	040	043	046	048	050	0.052					
10	045	047	050	054	058	061	065	069	0.073				
11		059	062	066	071	076	081	086	091	0.096			
12		072	076	080	085	091	097	103	109	115	0.121		
13		085	090	095	101	107	113	120	127	134	141	0.148	
14		099	105	111	118	124	131	138	146	153	161	169	0.177
15			122	129	136	143	151	159	167	175	183	192	202
16			140	148	156	165	173	181	190	199	208	218	229
17			159	168	178	187	196	205	215	225	236	247	258
18			179	189	200	210	220	230	241	252	264	276	289
19			200	211	222	233	244	256	268	281	294	308	322
20				233	245	257	269	282	296	310	325	341	357
21				257	270	283	296	310	326	342	358	375	393
22				282	296	310	324	340	357	374	392	410	429
23				307	322	337	353	370	389	408	427	447	468
24				333	350	367	384	403	423	443	464	486	509
25					380	398	416	436	458	480	503	527	552
26					411	429	449	471	494	518	543	569	597
27					442	461	482	506	531	557	585	614	644
28					474	494	517	542	568	597	628	660	692
29					507	529	553	579	607	638	671	706	741
30					542	565	590	618	648	680	715	752	790
31					577	601	628	658	690	724	761	800	841
32					612	638	668	699	732	768	808	851	895
33					647	676	708	741	776	815	858	904	950
34					683	715	748	783	822	864	910	960	1.01
35					721	755	790	827	868	913	962	1.01	1.06
36						796	833	872	915	961	1.01	1.06	1.12
37							876	917	962	1.01	1.06	1.12	1.18
38							919	962	1.01	1.06	1.12	1.18	1.24
39								1.01	1.06	1.11	1.17	1.23	1.30
40								1.06	1.12	1.17	1.23	1.29	1.36
42								1.15	1.21	1.28	1.35	1.42	1.49
44									1.32	1.39	1.47	1.55	1.63
46									1.43	1.51	1.60	1.68	1.77
48									1.55	1.64	1.73	1.82	1.91
50									1.68	1.77	1.86	1.96	2.06

Kuutiomäärä kuorineen. *Volume incl. bark.*

Spruce. *Taper-class (Diam. 1.3 m—Diam. 6.0 m), 1 cm.*

Height of the stem, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Volume of the stem incl. bark, solid cubic meter (without stump)												
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
0.212												15
240	0.251											16
270	283											17
303	318	0.334	0.350									18
337	353	370	387	0.405	0.423							19
373	390	408	426	445	464							20
411	429	448	468	488	509	0.530	0.552					21
449	470	491	512	534	557	579	602					22
489	512	535	558	582	606	630	654	0.678	0.701			23
533	558	582	607	632	658	685	711	738	766	0.795	0.823	24
579	606	632	658	685	713	743	773	803	833	863	893	25
626	655	683	711	741	772	804	837	869	901	933	965	26
675	706	736	767	799	833	867	902	936	970	1.01	1.04	27
725	758	791	825	860	896	932	968	1.00	1.04	1.08	1.11	28
776	811	847	884	922	961	1.00	1.03	1.07	1.11	1.15	1.18	29
828	865	904	945	987	1.03	1.07	1.10	1.14	1.18	1.22	1.26	30
882	922	964	1.01	1.05	1.10	1.14	1.18	1.22	1.26	1.30	1.34	31
938	981	1.02	1.07	1.12	1.17	1.21	1.26	1.31	1.35	1.39	1.43	32
995	1.04	1.09	1.14	1.19	1.24	1.29	1.34	1.39	1.44	1.48	1.53	33
1.05	1.10	1.15	1.20	1.26	1.31	1.37	1.42	1.47	1.53	1.58	1.63	34
1.11	1.17	1.22	1.27	1.33	1.39	1.45	1.51	1.56	1.62	1.68	1.73	35
1.18	1.24	1.29	1.34	1.40	1.47	1.53	1.60	1.66	1.72	1.78	1.84	36
1.24	1.30	1.36	1.42	1.48	1.55	1.61	1.68	1.75	1.82	1.89	1.95	37
1.30	1.36	1.43	1.50	1.56	1.63	1.70	1.77	1.84	1.92	1.99	2.06	38
1.36	1.43	1.50	1.57	1.64	1.71	1.78	1.86	1.94	2.02	2.09	2.17	39
1.43	1.50	1.57	1.64	1.72	1.80	1.88	1.96	2.04	2.12	2.20	2.28	40
1.56	1.64	1.71	1.79	1.88	1.97	2.06	2.14	2.23	2.32	2.41	2.49	42
1.71	1.79	1.87	1.96	2.05	2.14	2.24	2.34	2.44	2.54	2.63	2.72	44
1.86	1.95	2.04	2.13	2.22	2.32	2.43	2.54	2.65	2.76	2.86	2.96	46
2.01	2.11	2.20	2.30	2.40	2.51	2.63	2.74	2.86	2.98	3.09	3.20	48
2.17	2.28	2.38	2.49	2.60	2.71	2.83	2.95	3.07	3.19	3.32	3.44	50

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 2 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
5	0.008	0.008											
6	014	014	0.015	0.015									
7	020	021	022	022	0.023	0.024							
8	026	028	029	030	032	033	0.035						
9	033	035	037	039	042	044	046	0.049					
10	042	044	047	050	054	057	060	063	0.066				
11	052	055	058	062	066	070	074	078	082	0.086			
12	064	067	071	075	079	084	089	094	099	104	0.109		
13	076	080	084	089	094	099	104	110	116	122	128	0.134	
14	088	094	099	105	110	116	121	127	134	140	147	154	0.161
15		109	115	122	128	134	140	147	154	161	169	176	184
16		125	132	140	147	154	161	169	176	184	193	201	210
17		142	150	159	167	175	183	191	200	209	219	229	240
18			169	179	188	197	206	215	225	235	246	258	271
19			189	200	210	219	229	240	251	263	275	289	303
20			210	221	232	243	254	266	279	292	306	321	336
21			232	244	256	268	281	295	309	323	338	354	370
22			256	269	282	295	309	324	339	355	371	388	405
23			280	294	308	323	338	354	371	388	406	424	443
24			305	320	336	352	368	385	403	422	442	462	483
25			332	348	365	382	399	417	437	458	480	502	525
26			360	377	395	413	432	452	473	496	520	544	569
27				408	426	445	465	487	510	535	561	588	615
28				439	458	478	499	523	547	574	603	632	662
29				471	491	512	535	560	586	614	645	677	709
30				504	525	547	571	597	625	656	689	723	758
31				538	560	584	609	636	666	699	735	771	808
32					596	621	648	677	708	743	782	821	861
33					633	659	687	718	752	790	831	872	914
34					671	698	727	760	797	838	881	925	969
35					709	737	768	803	843	886	932	978	1.02
36					748	777	810	847	889	934	983	1.03	1.08
37					787	817	852	892	936	983	1.03	1.08	1.14
38						857	895	938	985	1.04	1.09	1.14	1.20
39						897	939	987	1.04	1.09	1.14	1.20	1.26
40							984	1.04	1.09	1.14	1.20	1.26	1.32
42							1.07	1.12	1.18	1.25	1.32	1.38	1.45
44								1.22	1.29	1.36	1.44	1.51	1.58
46								1.32	1.40	1.48	1.56	1.64	1.72
48								1.42	1.51	1.60	1.69	1.77	1.86
50								1.53	1.62	1.72	1.82	1.91	2.01

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
0.191												15
220	0.231											16
252	264	0.276										17
284	297	311	0.325	0.339								18
317	331	346	361	376	0.391							19
351	366	382	398	414	430	0.446						20
386	402	419	436	453	471	488	0.506					21
423	440	458	476	495	514	533	552	0.570				22
462	481	500	520	540	561	581	602	622	0.642			23
504	525	546	567	589	612	635	658	681	704	0.728	0.751	24
548	571	594	617	641	666	692	717	743	769	795	821	25
594	620	645	670	696	723	751	779	807	835	863	891	26
642	670	697	725	753	782	812	842	872	902	932	962	27
691	721	750	780	811	843	874	906	938	970	1.00	1.03	28
741	773	805	838	872	906	939	972	1.00	1.04	1.07	1.10	29
792	826	861	897	934	970	1.00	1.04	1.07	1.11	1.15	1.18	30
844	881	919	957	997	1.04	1.07	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	31
900	939	978	1.02	1.06	1.11	1.15	1.19	1.23	1.28	1.32	1.36	32
956	998	1.04	1.08	1.13	1.18	1.22	1.27	1.32	1.37	1.41	1.45	33
1.01	1.06	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	34
1.07	1.12	1.17	1.22	1.27	1.33	1.38	1.43	1.48	1.54	1.59	1.65	35
1.13	1.19	1.24	1.29	1.35	1.41	1.46	1.52	1.57	1.63	1.69	1.75	36
1.19	1.25	1.31	1.37	1.42	1.48	1.54	1.60	1.66	1.72	1.79	1.85	37
1.26	1.32	1.38	1.44	1.50	1.56	1.62	1.68	1.75	1.82	1.89	1.95	38
1.32	1.39	1.45	1.51	1.57	1.64	1.70	1.77	1.84	1.92	1.99	2.05	39
1.39	1.45	1.51	1.58	1.65	1.72	1.79	1.87	1.94	2.02	2.09	2.15	40
1.52	1.59	1.66	1.73	1.81	1.89	1.97	2.05	2.13	2.21	2.29	2.36	42
1.66	1.74	1.81	1.89	1.98	2.06	2.15	2.24	2.33	2.42	2.51	2.59	44
1.80	1.89	1.97	2.06	2.15	2.24	2.33	2.43	2.53	2.63	2.73	2.82	46
1.95	2.04	2.14	2.23	2.33	2.42	2.52	2.63	2.73	2.83	2.94	3.05	48
2.11	2.21	2.31	2.41	2.51	2.61	2.72	2.83	2.93	3.03	3.15	3.28	50

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 3 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
5	0.008												
6	013	0.014	0.014										
7	018	019	020	0.021	0.022								
8	024	025	027	028	030	0.031	0.033						
9	031	033	035	037	039	041	043	0.045					
10	039	041	044	047	049	052	055	057	0.059				
11	049	051	054	058	061	064	067	070	073	0.076			
12	060	063	066	070	073	077	081	085	089	092	0.096		
13	072	075	079	083	087	092	096	101	106	110	114	0.118	
14	083	088	093	098	103	108	112	117	123	128	134	139	0.144
15	096	102	108	114	120	125	130	136	142	148	155	161	167
16	111	117	124	131	137	143	149	156	163	170	177	185	192
17	126	133	141	149	156	163	170	177	185	193	201	210	220
18		151	159	168	176	184	192	200	209	218	228	239	250
19		170	179	188	197	206	215	224	234	245	257	269	281
20		189	199	209	219	229	239	250	262	274	287	300	313
21		210	221	232	243	254	266	278	291	304	318	332	346
22		232	244	256	268	281	294	307	321	335	350	365	381
23			268	281	294	308	322	336	351	367	384	401	418
24			293	308	322	337	352	367	383	401	420	439	457
25			319	335	350	366	382	399	417	437	458	478	498
26			347	363	379	396	414	433	453	474	497	519	541
27			376	393	410	428	447	467	489	512	537	562	586
28			407	424	442	461	481	503	526	551	578	605	632
29			438	456	475	495	516	539	564	591	620	650	679
30			469	488	508	530	552	576	603	632	663	695	726
31				521	543	566	590	615	643	674	708	742	775
32				555	578	603	629	656	685	718	754	791	827
33				590	615	641	668	697	729	764	802	841	879
34					652	679	707	738	773	811	851	892	933
35					689	717	747	780	817	858	901	944	987
36					726	755	787	823	863	907	952	998	1.04
37					764	794	829	868	910	957	1.00	1.05	1.10
38					802	834	872	913	958	1.01	1.06	1.11	1.16
39						875	916	959	1.01	1.06	1.11	1.16	1.22
40						916	960	1.01	1.06	1.11	1.17	1.22	1.28
42							1.03	1.09	1.15	1.22	1.28	1.34	1.41
44							1.12	1.19	1.26	1.33	1.40	1.47	1.54
46							1.23	1.30	1.37	1.44	1.52	1.60	1.67
48								1.41	1.48	1.56	1.65	1.73	1.81
50								1.51	1.59	1.68	1.78	1.87	1.96

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
0.173	0.179											15
200	208	0.217	0.225									16
229	239	249	259									17
260	271	282	293	0.304								18
292	304	316	328	340	0.352							19
325	338	351	364	377	390	0.403						20
360	373	387	401	415	429	443	0.457	0.471				21
396	410	425	440	455	471	486	502	518				22
434	450	466	482	499	516	533	550	568	0.586			23
475	492	510	528	547	566	585	604	624	643	0.663	0.683	24
518	537	557	577	598	619	640	661	683	705	727	749	25
563	585	607	629	651	674	697	721	745	769	793	817	26
610	634	658	682	706	731	756	782	808	834	860	886	27
658	684	710	736	763	790	817	844	872	900	928	956	28
707	735	763	792	821	851	880	909	939	969	999	1.03	29
756	787	818	849	881	914	946	978	1.01	1.04	1.07	1.10	30
808	841	875	909	943	977	1.01	1.05	1.09	1.12	1.15	1.18	31
862	897	933	970	1.01	1.05	1.08	1.12	1.16	1.20	1.24	1.27	32
917	955	993	1.03	1.08	1.12	1.16	1.20	1.24	1.29	1.33	1.36	33
974	1.02	1.06	1.10	1.15	1.19	1.24	1.28	1.33	1.37	1.42	1.46	34
1.03	1.08	1.12	1.17	1.22	1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.51	1.56	35
1.09	1.14	1.19	1.24	1.29	1.34	1.39	1.44	1.49	1.54	1.60	1.66	36
1.15	1.20	1.26	1.31	1.36	1.41	1.47	1.52	1.57	1.63	1.69	1.75	37
1.22	1.27	1.33	1.38	1.44	1.49	1.55	1.60	1.66	1.72	1.78	1.84	38
1.28	1.34	1.39	1.45	1.51	1.57	1.63	1.69	1.75	1.82	1.88	1.94	39
1.34	1.40	1.46	1.52	1.58	1.64	1.71	1.78	1.85	1.92	1.98	2.04	40
1.47	1.54	1.60	1.67	1.74	1.81	1.88	1.96	2.03	2.10	2.17	2.24	42
1.61	1.68	1.75	1.82	1.90	1.98	2.06	2.14	2.22	2.30	2.37	2.44	44
1.75	1.83	1.91	1.99	2.07	2.15	2.24	2.32	2.41	2.50	2.58	2.66	46
1.90	1.98	2.07	2.16	2.24	2.33	2.42	2.51	2.60	2.69	2.78	2.87	48
2.05	2.14	2.23	2.33	2.42	2.51	2.60	2.70	2.79	2.89	2.99	3.09	50

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 4 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
6	0.012	0.013											
7	017	018	0.019										
8	022	023	024	0.025	0.026								
9	028	030	032	033	034	0.036	0.037						
10	036	038	040	042	044	046	048	0.050					
11	045	047	050	053	055	057	060	062	0.064				
12	056	058	061	064	067	070	073	076	079	0.083			
13	067	070	074	077	080	084	088	091	095	099	0.103		
14	078	083	087	091	095	099	103	107	111	116	121	0.126	0.130
15	091	096	101	106	111	115	120	125	130	135	141	146	151
16	105	111	117	122	127	132	138	144	150	156	163	169	175
17	120	127	133	139	145	151	158	165	172	179	186	194	202
18	136	144	151	158	165	172	179	187	195	203	212	221	230
19	154	162	170	177	185	194	202	211	220	229	239	249	259
20		181	190	198	207	217	226	236	246	257	268	279	290
21		201	211	220	230	241	252	263	274	286	298	310	322
22		223	234	244	255	267	279	291	303	316	329	342	355
23		245	257	269	281	294	307	320	333	347	362	376	390
24		269	282	295	308	322	336	350	365	381	397	413	428
25		294	308	322	336	351	366	382	399	416	434	452	469
26			335	350	365	381	397	414	433	452	472	492	511
27			364	379	395	412	430	449	469	490	511	533	554
28			394	410	427	445	464	484	505	528	552	576	599
29			424	441	459	478	498	520	543	567	593	619	644
30			456	473	492	512	534	557	581	607	635	663	691
31			488	506	526	547	570	595	621	649	679	710	740
32				540	561	584	608	634	662	692	725	758	791
33				575	597	621	647	674	704	737	772	807	842
34				610	633	659	686	715	748	783	820	857	895
35					670	697	726	758	793	830	869	908	948
36					707	735	766	801	838	878	919	961	1.00
37					744	774	808	845	884	927	970	1.02	1.06
38					782	815	851	890	932	976	1.02	1.07	1.12
39						857	895	936	980	1.03	1.07	1.12	1.17
40						900	939	982	1.03	1.08	1.13	1.18	1.24
42							1.02	1.07	1.13	1.18	1.24	1.30	1.36
44							1.11	1.17	1.23	1.29	1.36	1.43	1.49
46							1.20	1.27	1.34	1.41	1.48	1.55	1.62
48							1.30	1.37	1.45	1.53	1.61	1.68	1.76
50							1.40	1.48	1.56	1.65	1.74	1.82	1.91

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
0.156	0.161											15
181	187	0.193										16
209	216	224	0.232									17
238	247	256	264	0.273								18
268	278	288	297	307	0.318							19
300	310	321	332	343	354	0.365						20
333	345	356	368	380	392	403	0.415					21
368	380	392	405	418	432	445	458	0.471				22
404	418	432	446	460	475	490	504	519	0.534			23
443	459	475	491	507	523	540	556	573	590	0.607		24
486	504	521	538	556	574	592	611	630	649	668	0.687	25
530	550	569	588	607	627	647	668	689	710	731	752	26
576	597	617	638	660	682	704	726	749	772	795	818	27
622	645	667	690	714	738	762	786	811	836	861	886	28
669	694	719	744	770	797	823	849	876	903	930	957	29
718	746	773	801	829	858	887	916	945	974	1.00	1.03	30
769	799	829	859	890	922	953	985	1.02	1.05	1.08	1.11	31
822	853	886	920	954	989	1.02	1.06	1.09	1.13	1.16	1.19	32
876	910	945	982	1.02	1.06	1.09	1.13	1.17	1.21	1.24	1.28	33
932	970	1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	1.21	1.25	1.29	1.33	1.37	34
989	1.03	1.07	1.11	1.15	1.20	1.24	1.28	1.33	1.37	1.42	1.46	35
1.05	1.09	1.13	1.18	1.22	1.27	1.32	1.36	1.41	1.46	1.51	1.55	36
1.11	1.15	1.20	1.25	1.29	1.34	1.39	1.44	1.49	1.54	1.59	1.64	37
1.17	1.22	1.27	1.32	1.37	1.42	1.47	1.52	1.58	1.63	1.68	1.73	38
1.23	1.28	1.33	1.39	1.44	1.49	1.55	1.60	1.66	1.72	1.78	1.83	39
1.29	1.35	1.40	1.46	1.51	1.57	1.63	1.69	1.75	1.82	1.88	1.94	40
1.42	1.48	1.54	1.60	1.66	1.73	1.80	1.86	1.93	2.00	2.07	2.14	42
1.56	1.62	1.69	1.75	1.82	1.89	1.97	2.04	2.11	2.19	2.26	2.34	44
1.70	1.77	1.84	1.91	1.98	2.06	2.14	2.22	2.30	2.38	2.45	2.53	46
1.84	1.92	2.00	2.08	2.15	2.23	2.31	2.40	2.48	2.57	2.65	2.73	48
1.99	2.07	2.16	2.25	2.33	2.42	2.50	2.58	2.67	2.76	2.85	2.93	50

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 5 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
7	0.015	0.016											
8	020	021	0.022	0.023									
9	026	027	029	030	0.031	0.032							
10	033	035	037	038	040	042	0.044						
11	042	044	046	048	050	052	054	0.056					
12	052	054	057	059	062	064	067	069	0.071				
13	063	066	069	071	074	077	080	083	086	0.089	0.092		
14	074	078	082	085	088	091	095	098	102	106	110	0.114	0.118
15	086	091	095	099	103	107	111	115	119	124	129	133	137
16	100	105	110	114	118	123	128	133	138	143	148	153	158
17	114	120	126	131	136	141	147	153	159	164	170	177	183
18	130	137	143	149	155	161	168	175	181	188	195	203	210
19	147	154	161	168	175	182	190	198	205	213	222	230	238
20	165	173	181	188	196	205	214	222	231	240	250	259	267
21	184	193	202	210	219	229	239	248	258	268	278	288	297
22	204	214	224	233	243	254	265	275	286	297	308	319	329
23		236	247	257	268	280	292	304	316	328	340	352	363
24		260	271	283	295	308	321	334	347	360	374	387	400
25		285	297	310	323	336	350	365	380	395	410	424	439
26		310	324	338	352	366	381	397	414	431	447	464	480
27		337	352	367	382	398	414	431	449	467	485	505	523
28			382	397	413	430	447	466	485	505	525	546	566
29			413	428	444	462	481	502	522	543	565	588	610
30			444	459	476	495	516	538	560	583	607	632	656
31			475	492	510	530	552	575	599	624	650	677	704
32			508	526	545	566	589	613	639	667	696	725	754
33				560	581	603	627	653	681	711	742	773	805
34				595	617	640	666	693	724	756	789	822	856
35				630	653	678	705	735	768	802	837	872	908
36					689	716	746	778	813	849	886	924	962
37					725	754	787	822	859	897	937	977	1.02
38					761	794	830	867	906	946	989	1.03	1.07
39						835	874	913	954	1.00	1.04	1.08	1.13
40						877	918	959	1.00	1.05	1.09	1.14	1.19
42							1.00	1.05	1.10	1.15	1.21	1.26	1.31
44							1.10	1.15	1.21	1.26	1.32	1.38	1.44
46							1.20	1.26	1.32	1.38	1.44	1.51	1.57
48							1.30	1.36	1.42	1.49	1.56	1.64	1.71
50							1.40	1.46	1.53	1.61	1.69	1.77	1.85

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
0.141												15
162	0.166	0.171										16
188	194	200	0.206									17
216	223	230	236	0.242								18
245	253	260	268	275	0.283							19
275	284	292	300	309	318	0.327						20
307	316	325	334	344	354	363	0.373					21
340	350	360	370	381	392	403	414	0.425				22
375	387	399	410	422	434	447	459	472	0.484			23
413	427	440	453	467	480	494	508	522	536	0.550		24
454	469	484	499	514	529	544	560	576	593	609	0.625	25
497	514	530	547	563	580	597	615	633	652	670	688	26
541	560	578	596	614	632	651	671	691	712	732	752	27
586	606	626	646	666	686	707	728	750	773	795	817	28
632	654	676	698	720	743	766	789	813	837	861	885	29
680	705	729	753	777	802	828	853	879	905	931	957	30
730	757	783	810	837	864	892	920	948	976	1.00	1.03	31
782	810	839	869	899	930	960	990	1.02	1.05	1.08	1.11	32
835	866	898	930	964	998	1.03	1.06	1.09	1.13	1.16	1.19	33
890	924	958	992	1.03	1.06	1.10	1.13	1.17	1.21	1.24	1.27	34
946	984	1.02	1.06	1.09	1.13	1.17	1.21	1.25	1.29	1.32	1.35	35
1.00	1.04	1.08	1.12	1.16	1.20	1.24	1.28	1.32	1.36	1.40	1.44	36
1.06	1.10	1.14	1.18	1.23	1.27	1.31	1.36	1.40	1.44	1.49	1.53	37
1.12	1.16	1.21	1.25	1.30	1.34	1.39	1.44	1.48	1.53	1.58	1.62	38
1.18	1.22	1.27	1.32	1.37	1.42	1.47	1.52	1.57	1.62	1.67	1.72	39
1.24	1.29	1.34	1.39	1.44	1.49	1.55	1.60	1.66	1.72	1.78	1.83	40
1.37	1.42	1.48	1.54	1.59	1.65	1.71	1.77	1.83	1.90	1.96	2.02	42
1.50	1.56	1.62	1.68	1.74	1.81	1.88	1.94	2.01	2.08	2.15	2.21	44
1.64	1.70	1.77	1.83	1.90	1.97	2.04	2.11	2.19	2.27	2.34	2.41	46
1.78	1.85	1.92	1.99	2.07	2.14	2.21	2.29	2.37	2.45	2.53	2.61	48
1.93	2.00	2.08	2.16	2.24	2.32	2.40	2.47	2.55	2.63	2.72	2.80	50

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 6 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
8	0.019	0.020	0.021										
9	024	026	027	0.028									
10	031	033	034	036	0.037	0.028							
11	039	041	043	045	047	048	0.049						
12	049	051	053	055	057	059	061	0.062	0.063				
13	059	062	064	067	070	072	074	076	078	0.080			
14	070	074	077	080	083	085	088	090	093	096	0.098		
15	082	086	090	093	097	100	103	106	109	113	116	0.118	
16	095	100	104	108	112	116	120	124	127	131	134	138	0.141
17	109	114	119	124	129	133	138	143	147	151	155	160	164
18	124	130	136	141	147	152	158	164	169	174	179	185	190
19	140	147	154	160	166	173	180	186	192	198	205	211	216
20	158	166	173	180	187	195	203	210	216	223	231	238	244
21	177	185	193	201	209	218	227	235	242	250	258	266	273
22	197	206	215	224	233	242	252	261	269	278	287	296	304
23	218	228	238	248	258	268	278	288	298	308	318	328	337
24	241	252	262	273	284	295	306	318	329	340	351	362	372
25	265	276	287	299	311	323	335	348	361	374	386	398	410
26	289	301	314	327	340	353	366	380	395	409	422	436	450
27		328	342	356	370	384	398	414	430	445	460	475	491
28		356	370	385	400	415	431	448	465	482	499	516	533
29		384	399	415	431	447	464	483	502	520	539	557	576
30		414	430	446	462	480	498	519	539	559	580	600	621
31		445	462	478	495	514	534	555	578	600	623	645	668
32			495	512	530	549	570	593	617	642	667	692	717
33			529	546	565	585	607	632	658	685	712	739	767
34				580	600	622	646	672	700	729	758	787	817
35				614	636	660	686	714	743	774	805	836	869
36				648	672	698	726	756	788	820	853	887	922
37					709	736	767	800	834	868	903	939	975
38					747	776	809	844	880	916	954	992	1.03
39					785	818	853	890	928	967	1.00	1.04	1.08
40						861	897	936	976	1.02	1.06	1.10	1.14
42							990	1.03	1.07	1.12	1.17	1.22	1.26
44							1.08	1.13	1.18	1.23	1.28	1.34	1.39
46							1.18	1.23	1.29	1.34	1.40	1.46	1.52
48							1.28	1.33	1.39	1.45	1.52	1.59	1.65
50							1.38	1.44	1.50	1.57	1.65	1.72	1.79

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
												15
0.144												16
168	0.172	0.176										17
194	199	204	0.208									18
221	227	233	238	0.244	0.249							19
250	257	263	269	276	282							20
280	288	295	302	309	317	0.324						21
312	320	328	336	344	353	362						22
346	355	365	374	384	394	404	0.414					23
383	394	405	416	427	438	449	460	0.471				24
422	435	447	460	472	484	497	510	523	0.536			25
464	478	492	506	519	533	547	562	577	592	0.607		26
507	522	538	553	568	583	599	615	632	649	666	0.683	27
550	567	585	602	619	636	653	671	689	708	727	745	28
595	614	634	653	671	690	709	729	749	770	790	810	29
642	664	685	705	726	747	769	790	813	835	857	879	30
691	715	738	760	783	807	831	855	880	904	928	952	31
742	767	792	818	844	871	897	923	949	975	1.00	1.03	32
794	821	849	878	907	936	965	993	1.02	1.05	1.08	1.11	33
848	878	908	939	970	1.00	1.03	1.06	1.09	1.13	1.16	1.19	34
903	936	969	1.00	1.03	1.06	1.10	1.13	1.17	1.21	1.24	1.27	35
959	995	1.03	1.06	1.10	1.13	1.17	1.21	1.25	1.29	1.32	1.35	36
1.01	1.05	1.09	1.12	1.16	1.20	1.24	1.28	1.32	1.36	1.40	1.44	37
1.07	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.36	1.40	1.45	1.49	1.53	38
1.13	1.17	1.21	1.26	1.30	1.35	1.39	1.44	1.48	1.53	1.58	1.62	39
1.19	1.23	1.28	1.32	1.37	1.42	1.47	1.52	1.57	1.62	1.67	1.71	40
1.31	1.36	1.41	1.47	1.52	1.57	1.63	1.68	1.73	1.79	1.85	1.90	42
1.44	1.49	1.55	1.61	1.67	1.73	1.79	1.85	1.91	1.97	2.03	2.09	44
1.58	1.63	1.69	1.75	1.82	1.88	1.95	2.01	2.08	2.15	2.21	2.28	46
1.72	1.78	1.84	1.91	1.98	2.05	2.11	2.18	2.26	2.33	2.40	2.47	48
1.86	1.93	2.00	2.07	2.15	2.22	2.29	2.36	2.43	2.50	2.58	2.65	50

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 7 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
9	0.023	0.024	0.025										
10	029	031	032	0.033									
11	037	039	040	042	0.044								
12	046	048	050	052	054	0.055							
13	056	059	061	064	066	067	0.068						
14	067	070	073	076	078	080	082	0.083					
15	079	082	086	089	092	094	096	098	0.100				
16	091	095	099	103	106	109	112	115	117	0.119			
17	105	109	114	118	122	126	130	133	136	138	0.141		
18	119	124	130	135	140	144	149	153	157	160	163	0.166	
19	135	141	147	153	158	164	170	175	179	183	187	191	0.194
20	152	159	166	172	178	185	191	197	202	207	212	217	221
21	171	179	186	193	200	208	215	221	227	232	238	244	249
22	191	199	207	215	223	231	239	246	253	259	266	273	279
23	212	221	230	238	247	256	265	273	281	288	296	304	311
24	234	244	254	263	273	283	292	302	311	320	328	336	345
25	257	268	279	289	300	311	321	332	342	352	362	371	381
26	281	293	305	316	328	340	351	363	375	386	397	408	420
27	306	319	332	344	357	370	383	396	409	422	434	447	460
28	332	346	360	373	387	401	415	430	445	459	473	487	500
29	361	375	389	403	417	432	448	465	481	497	512	527	542
30		405	419	433	448	464	482	500	518	535	552	569	586
31		435	450	465	481	498	517	536	556	575	594	613	632
32			482	498	515	533	553	574	595	617	638	659	680
33			515	532	550	569	590	612	635	659	682	705	729
34			548	566	585	605	627	652	677	702	727	752	778
35				600	620	642	667	693	720	746	773	800	829
36				634	655	680	707	735	764	792	820	850	881
37				668	691	719	748	778	809	839	869	901	934
38					728	758	789	822	855	887	920	953	987
39					767	799	832	867	902	936	971	1.00	1.04
40						842	877	913	950	987	1.02	1.06	1.10
42						930	970	1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	1.22
44						1.02	1.06	1.11	1.15	1.20	1.24	1.29	1.34
46							1.16	1.21	1.26	1.31	1.36	1.41	1.47
48							1.26	1.31	1.36	1.42	1.48	1.54	1.60
50							1.36	1.41	1.47	1.53	1.60	1.67	1.73

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												9
												10
												11
												12
												13
												14
												15
												16
												17
												18
												19
0.225	0.230											20
254	259	0.264										21
284	290	296	0.302									22
317	324	331	338	0.345	0.353							23
353	361	370	378	386	395	0.403	0.412					24
391	401	411	421	430	439	449	459	0.470				25
431	442	454	465	475	486	497	509	521	0.533			26
472	485	498	511	523	535	547	560	574	587	0.600	0.613	27
514	529	544	558	571	584	598	613	628	643	658	673	28
558	575	591	607	622	637	653	669	686	703	720	737	29
604	622	640	657	674	692	710	728	747	765	784	802	30
652	672	691	710	729	749	770	790	811	831	851	871	31
702	724	745	767	789	811	834	856	878	900	922	944	32
753	777	801	825	850	875	900	924	949	973	1.00	1.02	33
805	832	858	885	912	940	967	993	1.02	1.05	1.07	1.10	34
859	888	917	945	974	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	35
913	945	976	1.00	1.03	1.06	1.10	1.13	1.16	1.20	1.23	1.26	36
967	1.00	1.03	1.06	1.09	1.13	1.17	1.20	1.23	1.27	1.31	1.34	37
1.02	1.06	1.09	1.12	1.16	1.20	1.24	1.27	1.31	1.35	1.39	1.43	38
1.08	1.12	1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35	1.39	1.44	1.48	1.52	39
1.14	1.18	1.22	1.26	1.30	1.34	1.39	1.43	1.48	1.53	1.58	1.62	40
1.26	1.30	1.35	1.40	1.44	1.49	1.54	1.59	1.64	1.69	1.74	1.79	42
1.38	1.43	1.48	1.54	1.59	1.64	1.70	1.75	1.80	1.86	1.91	1.96	44
1.52	1.57	1.62	1.68	1.74	1.79	1.85	1.91	1.97	2.03	2.09	2.15	46
1.66	1.71	1.77	1.83	1.89	1.95	2.01	2.07	2.14	2.20	2.27	2.34	48
1.80	1.86	1.92	1.98	2.05	2.12	2.19	2.25	2.31	2.38	2.45	2.52	50

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 8 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
10	0.027												
11	035	0.036											
12	044	045	0.047										
13	053	055	057	0.060	0.062								
14	064	066	069	072	074								
15	075	078	081	084	087	0.089							
16	087	091	094	098	101	103	0.105						
17	101	105	109	113	116	119	122	0.124					
18	115	120	125	129	133	137	140	143	0.145				
19	130	136	141	146	151	156	160	163	166	0.168			
20	147	154	160	165	170	176	181	185	188	191	0.194		
21	165	172	179	185	191	198	204	208	212	215	218	0.222	
22	185	193	200	207	214	221	227	232	237	241	245	249	0.253
23	207	215	223	230	238	245	252	258	264	269	274	279	284
24	229	238	247	255	263	271	279	287	294	300	305	311	317
25	252	262	271	280	289	298	307	316	324	331	338	345	352
26	275	286	297	307	317	327	337	347	356	364	372	380	389
27	299	311	323	334	346	357	368	379	389	398	408	417	427
28	325	338	351	363	375	387	399	412	424	435	446	456	467
29	351	365	379	392	405	418	432	446	460	473	485	497	509
30	378	393	408	422	436	450	465	481	496	511	525	538	552
31		421	437	452	467	483	500	517	534	550	566	581	597
32		451	468	484	500	517	535	553	572	591	609	626	643
33		482	500	517	534	552	571	591	612	632	652	671	691
34		513	532	550	569	588	609	631	653	675	696	717	740
35			565	584	604	625	648	672	695	718	741	765	789
36			598	618	639	663	688	714	739	763	788	814	840
37				652	675	701	729	757	784	810	836	863	891
38				687	713	741	770	800	829	858	886	914	944
39					752	782	813	844	876	906	936	966	997
40					792	824	857	890	923	956	988	1.02	1.05
42						920	952	985	1.02	1.06	1.09	1.13	1.17
44						1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	1.20	1.24	1.29
46							1.14	1.18	1.23	1.28	1.32	1.37	1.42
48							1.23	1.28	1.33	1.39	1.44	1.49	1.54
50							1.32	1.38	1.44	1.50	1.56	1.62	1.68

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												10
												11
												12
												13
												14
												15
												16
												17
												18
												19
												20
												21
												22
0.289												23
323	0.329											24
360	367	0.374										25
398	406	415	0.424									26
437	447	457	467	0.477	0.487							27
478	490	502	514	525	535	0.545						28
522	535	548	561	573	585	597	0.609					29
566	581	596	610	624	638	652	666	0.680	0.695			30
613	630	646	661	677	693	709	725	742	759	0.776		31
662	681	698	716	734	752	771	789	807	825	843	0.861	32
712	733	753	773	794	814	834	854	875	895	915	935	33
763	786	808	831	854	877	899	921	944	968	991	1.01	34
815	840	865	889	914	939	964	989	1.01	1.04	1.07	1.09	35
868	895	922	948	975	1.00	1.03	1.05	1.08	1.11	1.14	1.17	36
921	951	979	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.21	1.24	37
974	1.00	1.03	1.06	1.09	1.13	1.16	1.19	1.22	1.26	1.29	1.32	38
1.03	1.06	1.09	1.13	1.16	1.20	1.23	1.27	1.30	1.34	1.37	1.40	39
1.09	1.12	1.16	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35	1.39	1.43	1.46	1.49	40
1.21	1.25	1.29	1.33	1.37	1.41	1.45	1.50	1.54	1.59	1.63	1.67	42
1.33	1.37	1.42	1.47	1.51	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.85	44
1.46	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.86	1.91	1.97	2.03	46
1.59	1.64	1.69	1.75	1.80	1.86	1.91	1.96	2.02	2.08	2.14	2.20	48
1.73	1.79	1.84	1.90	1.96	2.02	2.08	2.14	2.19	2.25	2.31	2.37	50

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 9 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon											
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Puun rungon kuutiomäärä											
10	0.025											
11	033											
12	042	0.043										
13	051	052	0.054									
14	061	063	065	0.068								
15	072	075	077	080	0.082							
16	084	087	090	093	096	0.098						
17	097	101	104	108	111	113	0.115					
18	111	116	120	124	127	130	132					
19	126	132	137	141	144	148	151	0.153				
20	143	149	154	159	163	167	171	174	0.176			
21	161	167	173	179	184	189	193	196	199	0.201		
22	180	187	194	200	206	211	216	220	223	226		
23	201	208	216	223	229	235	240	245	249	253	0.257	
24	223	231	239	247	254	260	266	272	277	282	287	
25	246	254	263	271	279	286	293	300	306	312	318	0.324
26	269	278	288	297	306	314	322	330	337	344	351	358
27	293	303	314	324	334	343	352	361	370	378	386	394
28	318	329	341	352	363	373	383	393	403	413	423	432
29	344	356	369	381	393	404	415	426	437	449	460	471
30	371	384	397	410	423	436	448	461	473	486	498	510
31	398	412	426	440	454	468	482	496	510	524	538	552
32		441	456	471	486	501	517	532	548	564	580	596
33		472	488	504	520	536	553	570	587	605	622	640
34		503	520	537	554	572	590	609	628	647	666	685
35			552	570	589	609	629	649	669	689	710	731
36			585	604	624	646	668	690	711	733	756	779
37			618	638	660	684	708	732	755	779	804	828
38				672	697	723	750	776	801	827	853	878
39				708	736	764	793	821	848	875	902	929
40					776	806	836	866	895	924	953	981
42					862	895	928	961	993	1.03	1.06	1.09
44					960	990	1.02	1.06	1.10	1.13	1.16	1.20
46						1.09	1.12	1.16	1.20	1.24	1.28	1.32
48						1.18	1.22	1.26	1.30	1.35	1.40	1.44
50						1.28	1.32	1.36	1.41	1.46	1.52	1.57

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m											Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
kuorineen, k-m³ (kannotta)											
											10
											11
											12
											13
											14
											15
											16
											17
											18
											19
											20
											21
											22
											23
											24
											25
0.365											26
402											27
441	0.450	0.459									28
481	491	501	0.511								29
522	534	546	557	0.567							30
566	579	593	606	618	0.630						31
611	626	642	657	672	686	0.700					32
657	674	692	709	727	744	760	0.776				33
704	723	743	763	783	802	820	838	0.856			34
752	773	795	817	839	860	881	901	921	0.942	0.964	35
802	824	847	871	895	918	942	965	987	1.01	1.03	36
852	876	901	926	951	976	1.00	1.03	1.05	1.07	1.10	37
903	929	955	982	1.01	1.03	1.06	1.09	1.11	1.14	1.17	38
955	982	1.01	1.04	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.21	1.25	39
1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	1.16	1.19	1.22	1.26	1.29	1.33	40
1.12	1.15	1.19	1.22	1.26	1.30	1.33	1.37	1.41	1.45	1.49	42
1.24	1.27	1.31	1.35	1.39	1.43	1.47	1.51	1.55	1.60	1.64	44
1.36	1.40	1.44	1.48	1.52	1.57	1.61	1.66	1.70	1.75	1.80	46
1.48	1.53	1.57	1.62	1.67	1.72	1.76	1.81	1.86	1.91	1.96	48
1.62	1.67	1.72	1.77	1.82	1.87	1.92	1.98	2.03	2.08	2.13	50

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 10 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon											
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Puun rungon kuutiomäärä											
12	0.040											
13	049	0.050										
14	058	060	0.061									
15	069	071	073	0.076								
16	081	083	086	089	0.091							
17	094	097	100	103	106	0.108						
18	107	111	115	119	122	124	0.126					
19	122	127	132	136	139	142	145					
20	139	144	149	153	157	160	164	0.167				
21	157	162	168	173	177	181	184	187				
22	175	182	188	194	199	203	206	209	0.212			
23	195	203	210	216	221	226	229	232	235	0.238		
24	217	225	232	239	245	250	254	258	262	266	0.270	
25	240	248	256	263	270	276	281	286	290	294	298	0.302
26	263	271	280	288	296	303	309	315	320	325	330	334
27	287	296	305	314	323	331	338	345	351	356	362	367
28	312	322	331	341	351	360	368	376	383	390	396	402
29	338	349	359	370	380	390	400	409	417	425	433	440
30	365	376	388	399	410	421	432	443	453	462	470	478
31	392	404	417	429	441	453	465	477	488	499	509	519
32	420	433	447	460	473	486	500	513	526	538	550	562
33		464	479	493	506	520	535	550	565	579	593	606
34		496	511	526	541	556	572	588	604	620	635	650
35			543	559	576	593	611	628	645	662	678	695
36			575	592	611	630	649	668	686	705	723	742
37			607	626	646	667	688	711	730	750	770	790
38				661	683	706	730	753	775	797	818	839
39				697	721	746	772	797	821	845	867	889
40				734	761	788	815	842	868	893	916	940
42					851	880	908	937	965	1.00	1.02	1.05
44					942	972	1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	1.16
46					1.03	1.06	1.10	1.13	1.17	1.21	1.24	1.27
48						1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35	1.39
50						1.24	1.28	1.33	1.38	1.42	1.47	1.52

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m											Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
kuorineen, k-m³ (kannotta)											
											12
											13
											14
											15
											16
											17
											18
											19
											20
											21
											22
											23
											24
											25
0.338											26
372											27
408	0.415										28
447	454										29
487	496	0.505									30
530	540	550									31
574	586	598	0.609								32
619	633	647	661	0.674							33
665	681	697	713	728	0.743						34
712	730	747	765	782	799						35
761	779	798	817	836	855	0.874					36
810	830	850	870	890	911	933	0.954				37
860	881	903	924	945	967	990	1.01	1.03			38
911	934	957	980	1.00	1.02	1.05	1.07	1.10	1.12		39
964	988	1.01	1.04	1.06	1.09	1.12	1.14	1.17	1.20		40
1.07	1.10	1.13	1.16	1.19	1.22	1.25	1.28	1.31	1.34	1.38	42
1.19	1.22	1.25	1.28	1.32	1.35	1.39	1.42	1.45	1.49	1.53	44
1.31	1.34	1.37	1.41	1.45	1.49	1.53	1.56	1.60	1.64	1.68	46
1.43	1.47	1.51	1.55	1.59	1.63	1.67	1.71	1.75	1.80	1.84	48
1.56	1.61	1.65	1.69	1.73	1.78	1.82	1.87	1.91	1.96	2.00	50

Kuutiomäärä kuorineen.

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 12 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon pituus, m												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)												
16	0.075												
17	086	0.089											
18	099	103	0.107										
19	114	119	123										
20	131	136	140	0.143									
21	148	153	158	162	0.166								
22	166	172	177	182	186								
23	186	192	198	204	208	0.212							
24	208	214	220	226	231	235							
25	231	237	243	249	254	258	0.262						
26	254	260	266	272	278	283	287						
27	278	285	291	297	303	309	314						
28	302	310	317	323	330	336	342	0.347					
29	327	336	344	351	358	364	370	375					
30	354	364	373	381	388	395	401	406					
31	382	392	402	411	419	426	433	439					
32	410	421	431	441	450	458	466	473	0.481				
33		451	462	472	482	492	501	509	518				
34		483	494	505	516	527	537	547	556	0.565			
35			526	538	550	562	574	586	597	607			
36			558	572	585	599	613	626	638	649			
37			590	605	620	636	652	667	681	693			
38				639	656	674	692	709	725	739	0.752		
39				674	694	713	733	752	770	786	800		
40				710	732	753	775	796	816	833	850		
42					819	841	863	885	907	929	949	0.967	
44					915	937	959	980	1.00	1.03	1.05	1.07	1.10
46					1.01	1.03	1.06	1.08	1.11	1.14	1.16	1.18	1.20
48						1.13	1.16	1.18	1.21	1.24	1.27	1.29	1.31
50						1.22	1.25	1.28	1.32	1.35	1.39	1.42	1.45

Kuutiomäärä kuorineen.

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 14 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon pituus, m										
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)										
17	0.078										
18	091	0.095									
19	106	111	0.115								
20	123	128	132								
21	140	145	149	0.152							
22	158	163	167	170							
23	177	182	186	190	0.194						
24	198	203	207	212	216						
25	220	225	229	234	239						
26	243	248	252	257	262	0.267					
27	267	272	276	281	286	291					
28	291	297	302	307	312	317					
29	316	322	328	333	338	343	0.348				
30	342	349	355	360	365	370	375				
31	369	376	382	388	393	398	403				
32	397	405	412	418	424	429	434	0.439			
33		435	442	449	456	462	468	474			
34		467	475	482	490	497	504	511			
35			507	515	524	532	541	549	0.556		
36			539	549	559	569	579	588	596		
37			571	583	594	606	617	627	636		
38				618	631	644	657	667	677	0.688	
39				655	669	683	697	709	721	733	
40				693	708	723	738	753	766	778	
42					792	808	824	840	856	871	0.885
44					876	894	912	930	948	966	982
46					960	980	1.00	1.02	1.05	1.07	1.09
48						1.06	1.09	1.12	1.15	1.17	1.19
50						1.17	1.20	1.23	1.26	1.28	1.31

Kuutiomäärä kuorineen.

Kuusi. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 16 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon pituus, m								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)								
20	0.115	0.119							
21	132	136							
22	150	154	0.158						
23	168	172	176						
24	188	192	196	0.200					
25	209	213	217	221					
26	232	236	240	244					
27	256	260	264	268	0.271				
28	280	284	288	292	295				
29	305	309	313	317	320				
30	330	334	338	342	345				
31	356	360	364	368	371	0.374			
32	384	388	392	396	399	402			
33		418	422	426	430	434			
34		451	455	459	463	467			
35			488	492	497	502	0.508		
36			520	526	532	538	544		
37			553	560	567	574	581		
38				596	604	612	620		
39				632	642	652	661		
40				673	683	693	702	0.712	
42					764	774	784	795	
44					839	850	861	873	0.885
46								975	990
48									1.09
50									1.20

Kuutiomäärä kuorineen.

Mänty. Kapenemisluokka (D 1.3—D6.0 m), 16 cm.

D 1.3 *D. bh* cm	Puun rungon pituus, m												
	8	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)												
24	0.156												
25	169												
26	182												
27	196												
28	211												
29	227	0.240											
30	245	259											
31	265	280											
32	286	302	0.318										
33	308	324	341										
34	330	347	366										
35	353	372	392	0.412									
36	379	399	420	440	0.460								
37		428	450	471	492								
38		459	482	504	526								
39		492	516	539	562	0.585							
40			552	576	600	624							
42			627	652	677	702	0.727						
44				732	758	785	812	0.839					
46						870	899	928	0.957	0.987			
48						957	989	1.02	1.06	1.10	1.15	1.20	1.25
50							1.08	1.12	1.17	1.23	1.29	1.34	1.39
	21	**22**	**23**	**24**	← Pituus, m								
50	1.45	1.51	1.57	1.63									

Koivu. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 1 cm —

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*	Puun rungon pituus, m —												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)												
5	0.009	0.010	0.011	0.013									
6	014	015	017	019	0.020	0.021	0.022						
7	019	021	023	025	026	028	029	0.031					
8	025	027	030	032	034	037	040	043	0.046				
9	032	035	038	041	044	048	052	055	058	0.060			
10	041	045	048	052	056	061	065	068	071	075	0.078		
11	050	055	059	064	069	074	078	082	086	091	095	0.099	
12	060	066	072	078	083	088	093	098	103	108	113	118	0.123
13	071	078	085	092	098	104	110	116	121	127	133	139	146
14	084	091	099	107	114	121	128	135	141	148	155	162	170
15		105	114	123	131	139	147	155	162	170	179	187	196
16		121	131	140	149	158	167	176	185	194	204	213	223
17		138	149	159	168	178	189	199	209	219	230	241	252
18			169	179	189	200	211	223	234	246	258	270	283
19			190	201	212	223	235	248	261	274	287	301	315
20			213	224	236	248	261	274	288	303	317	332	348
21			236	248	261	274	288	302	317	333	349	366	383
22			261	274	288	302	316	331	347	364	382	400	419
23				300	315	330	345	361	378	397	417	437	457
24				327	343	359	375	392	411	431	453	475	497
25				354	371	388	406	425	445	467	490	514	538
26					400	419	438	458	480	504	529	555	581
27					430	450	471	493	517	543	570	598	626
28					461	483	506	530	556	584	612	642	673
29					493	517	542	568	596	626	656	688	721
30					526	552	578	607	638	670	702	736	771
31					560	588	616	647	681	716	751	787	824
32					595	624	655	690	726	764	802	840	879
33					631	662	697	735	774	813	854	895	936
34					668	704	743	783	824	865	908	951	993
35					709	750	792	834	877	920	964	1.01	1.05
36						799	843	888	933	978	1.02	1.07	1.12
37							897	944	992	1.04	1.08	1.13	1.18
38							949	1.00	1.05	1.10	1.14	1.19	1.24
39								1.06	1.11	1.16	1.21	1.26	1.31
40								1.12	1.17	1.22	1.28	1.33	1.39
42								1.25	1.31	1.37	1.43	1.49	1.55
44									1.47	1.53	1.59	1.65	1.71
46									1.63	1.69	1.75	1.81	1.87
48									1.79	1.85	1.91	1.97	2.04
50									1.95	2.01	2.07	2.14	2.22

Kuutiomäärä kuorineen. *Volume incl. bark.*

Birch. *Taper-class (Diam. 1.3 m—Diam. 6.0), 1 cm.*

Height of the stem, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Volume of the stem incl. bark, solid cubic meter (without stump)												
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
0.152												13
177	0.185											14
204	213	0.222										15
232	242	252										16
263	274	285	0.297									17
295	308	321	334	0.347								18
329	343	357	372	386	0.401							19
363	378	394	410	426	442	0.458						20
399	416	433	450	468	486	504	0.522					21
437	456	475	494	513	533	554	574					22
478	499	520	541	562	584	607	630	0.653				23
519	542	566	590	614	638	663	688	713	0.738			24
562	587	613	640	667	694	721	748	776	803	0.830		25
607	634	663	692	721	751	781	811	842	872	902	0.932	26
654	683	714	746	777	810	843	876	909	943	975	1.01	27
704	735	767	801	835	871	907	943	979	1.02	1.05	1.09	28
755	788	823	859	896	934	972	1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	29
807	843	880	918	958	998	1.04	1.08	1.12	1.16	1.20	1.24	30
861	900	939	979	1.02	1.06	1.10	1.15	1.19	1.24	1.28	1.32	31
918	958	999	1.04	1.08	1.13	1.17	1.22	1.27	1.32	1.36	1.40	32
978	1.02	1.06	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.44	1.48	33
1.04	1.08	1.12	1.17	1.22	1.27	1.32	1.37	1.43	1.48	1.53	1.57	34
1.10	1.14	1.19	1.24	1.29	1.34	1.40	1.45	1.51	1.56	1.62	1.67	35
1.16	1.20	1.25	1.31	1.36	1.42	1.48	1.54	1.60	1.65	1.71	1.77	36
1.23	1.27	1.32	1.38	1.44	1.50	1.56	1.62	1.68	1.75	1.81	1.87	37
1.30	1.35	1.40	1.46	1.52	1.58	1.64	1.71	1.77	1.84	1.91	1.97	38
1.37	1.42	1.48	1.54	1.60	1.66	1.72	1.79	1.86	1.93	2.01	2.08	39
1.45	1.50	1.56	1.62	1.68	1.75	1.82	1.89	1.97	2.04	2.12	2.19	40
1.61	1.67	1.73	1.79	1.86	1.94	2.02	2.10	2.18	2.26	2.34	2.41	42
1.77	1.84	1.91	1.98	2.06	2.14	2.22	2.31	2.40	2.49	2.57	2.65	44
1.94	2.01	2.09	2.17	2.26	2.35	2.44	2.53	2.63	2.73	2.82	2.91	46
2.12	2.20	2.28	2.37	2.47	2.57	2.67	2.77	2.87	2.98	3.08	3.18	48
2.30	2.39	2.49	2.59	2.69	2.79	2.90	3.01	3.12	3.23	3.34	3.45	50

Koivu. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 2 cm

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
5	0.008	0.009	0.010	0.012									
6	013	014	015	017	0.018	0.020							
7	018	020	021	023	024	026	0.027	0.029					
8	024	026	027	029	031	033	035	038					
9	031	033	035	037	040	042	045	048	0.050				
10	039	041	044	047	050	053	057	060	063	0.066			
11	048	051	055	058	062	066	070	074	077	081	0.084	0.087	
12	058	062	067	071	075	080	085	089	093	097	101	105	0.108
13	069	074	080	085	090	095	101	106	110	115	120	125	130
14	081	087	094	100	106	112	118	124	130	135	141	147	153
15	093	101	109	116	123	130	136	143	150	157	164	171	178
16	107	116	125	133	140	148	156	164	172	180	188	196	204
17		133	142	150	159	168	177	186	196	205	214	223	232
18		151	161	170	179	189	199	210	220	230	241	251	262
19		171	181	191	201	211	222	234	246	257	269	281	293
20		192	203	213	224	235	247	259	272	285	298	311	325
21			225	236	248	260	273	286	300	314	329	343	358
22			249	261	274	287	300	314	329	345	361	377	394
23			273	286	300	314	329	344	360	377	395	413	432
24			299	313	328	343	358	374	391	410	430	450	470
25			325	341	356	372	388	406	425	446	467	489	511
26			351	367	384	402	420	439	459	481	504	528	553
27			378	396	414	433	453	474	496	520	544	570	597
28			407	425	444	465	487	510	534	560	586	614	643
29				455	476	499	523	548	574	601	629	659	690
30				485	508	533	559	586	615	645	675	707	740
31				515	540	567	596	626	658	690	723	757	792
32					574	603	634	668	702	737	773	809	846
33					610	642	676	712	749	786	825	863	902
34					648	684	721	759	798	837	877	918	958
35					690	729	769	809	851	892	933	976	1.02
36					734	776	819	862	907	949	992	1.04	1.08
37					781	826	872	917	964	1.01	1.06	1.10	1.14
38						879	927	975	1.02	1.07	1.12	1.16	1.20
39						934	984	1.03	1.08	1.13	1.18	1.22	1.27
40							1.04	1.09	1.14	1.19	1.24	1.29	1.35
42							1.14	1.19	1.25	1.31	1.37	1.43	1.49
44								1.32	1.38	1.45	1.52	1.59	1.65
46								1.47	1.54	1.61	1.68	1.75	1.81
48								1.63	1.70	1.77	1.84	1.91	1.98
50								1.79	1.86	1.93	2.00	2.08	2.16

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
0.159	0.165											14
185	192	0.199										15
212	220	228										16
241	251	260	0.270									17
273	284	295	307	0.318								18
305	318	330	343	355	0.367							19
338	352	366	380	394	408	0.422						20
373	388	404	419	435	451	467						21
411	428	445	462	479	497	515	0.533					22
451	470	489	508	527	547	567	588					23
491	512	534	556	577	599	621	644	0.667				24
533	556	580	605	629	654	678	703	728	0.753			25
577	602	628	655	682	709	736	764	792	820	0.849		26
623	650	679	708	737	766	796	827	858	889	920	0.951	27
672	701	731	762	794	826	859	892	925	959	992	1.02	28
721	752	785	819	853	888	923	958	994	1.03	1.07	1.10	29
773	806	841	876	913	950	986	1.02	1.06	1.10	1.14	1.18	30
826	861	898	935	973	1.01	1.05	1.09	1.13	1.18	1.22	1.26	31
882	919	957	996	1.04	1.08	1.12	1.17	1.21	1.26	1.30	1.34	32
941	980	1.02	1.06	1.10	1.15	1.19	1.24	1.29	1.34	1.38	1.42	33
1.00	1.04	1.08	1.12	1.17	1.22	1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.50	34
1.06	1.10	1.14	1.19	1.24	1.29	1.34	1.39	1.44	1.49	1.54	1.58	35
1.12	1.16	1.21	1.26	1.31	1.37	1.42	1.48	1.53	1.58	1.63	1.67	36
1.19	1.23	1.28	1.33	1.38	1.44	1.50	1.56	1.61	1.67	1.72	1.77	37
1.25	1.30	1.35	1.40	1.46	1.52	1.58	1.64	1.70	1.76	1.81	1.87	38
1.32	1.38	1.43	1.48	1.54	1.60	1.66	1.72	1.79	1.85	1.91	1.97	39
1.40	1.45	1.50	1.56	1.62	1.69	1.75	1.82	1.89	1.96	2.02	2.08	40
1.55	1.61	1.67	1.73	1.80	1.87	1.94	2.01	2.09	2.17	2.24	2.31	42
1.71	1.77	1.84	1.91	1.99	2.06	2.14	2.22	2.31	2.39	2.47	2.55	44
1.88	1.95	2.02	2.10	2.18	2.27	2.36	2.45	2.54	2.63	2.72	2.81	46
2.06	2.13	2.21	2.29	2.38	2.48	2.58	2.68	2.78	2.89	2.99	3.09	48
2.24	2.32	2.41	2.51	2.60	2.70	2.81	2.92	3.03	3.15	3.26	3.37	50

Koivu. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 3 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
5	0.007	0.008	0.009										
6	011	012	013	0.015	0.016								
7	016	018	019	021	022	0.024							
8	022	024	025	027	029	030	0.032						
9	029	031	033	035	037	039	041	0.043	0.045				
10	037	039	042	045	047	049	051	054	056	0.058			
11	046	049	052	055	058	061	063	066	069	072	0.075	0.078	
12	056	059	063	067	070	073	076	080	084	087	091	095	0.100
13	066	070	074	079	083	087	091	096	100	104	108	113	118
14	077	082	088	093	098	103	108	113	118	123	128	133	138
15	089	096	102	108	114	119	125	131	137	143	149	155	161
16	104	111	118	124	131	137	144	151	158	165	172	179	186
17	121	128	135	142	149	157	165	173	181	189	197	205	213
18	139	146	153	161	169	178	186	195	205	214	223	232	241
19		165	173	181	190	199	209	219	230	240	250	261	271
20		186	194	203	212	222	233	244	255	266	278	290	302
21		207	216	226	236	247	258	270	282	295	308	321	334
22		229	239	250	261	273	285	298	311	325	339	354	369
23		252	263	275	287	300	313	327	341	356	372	389	406
24			288	301	314	327	341	356	372	389	407	425	443
25			313	327	342	356	371	388	405	423	443	463	483
26			339	354	370	386	402	420	438	458	480	502	524
27			366	382	399	416	434	454	474	496	519	542	566
28			394	411	429	448	468	490	512	536	560	586	612
29			422	440	460	480	503	527	551	576	602	630	658
30			450	470	491	513	538	564	591	619	647	677	707
31				500	522	546	574	604	634	664	694	726	758
32				530	553	580	612	644	677	709	743	777	811
33					587	619	653	688	723	758	794	830	866
34					627	663	700	736	772	808	845	883	921
35					670	708	746	784	823	861	901	940	980
36					718	758	798	838	878	918	958	998	1.04
37					768	810	852	893	934	975	1.02	1.06	1.10
38					821	864	907	949	992	1.03	1.08	1.12	1.16
39						919	963	1.01	1.05	1.10	1.14	1.18	1.23
40							1.01	1.06	1.11	1.16	1.20	1.25	1.30
42							1.14	1.19	1.24	1.29	1.34	1.39	1.44
44								1.33	1.38	1.43	1.48	1.54	1.59
46								1.47	1.52	1.58	1.63	1.69	1.75
48								1.61	1.67	1.73	1.79	1.85	1.92
50								1.75	1.82	1.89	1.96	2.03	2.09

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
0.143	0.148											14
167	173	0.179										15
193	200	207										16
221	229	238	0.247									17
251	260	270	280	0.289								18
282	293	304	314	325	0.336							19
314	326	338	350	362	374	0.386						20
347	360	374	388	402	415	429						21
384	399	414	429	445	460	476	0.492					22
423	440	457	474	491	508	526	545					23
462	481	500	520	539	559	579	599	0.620				24
503	524	546	568	590	612	634	657	680				25
546	569	592	616	640	665	690	715	740	0.766			26
590	616	642	668	694	720	747	775	803	832	0.861		27
638	664	692	720	750	779	809	839	869	900	931	0.962	28
686	716	746	776	807	839	871	903	937	970	1.00	1.03	29
737	768	800	832	866	900	934	968	1.00	1.04	1.07	1.11	30
790	822	856	890	926	962	1.00	1.04	1.07	1.11	1.15	1.19	31
845	879	914	950	988	1.03	1.07	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	32
902	938	974	1.01	1.05	1.09	1.13	1.18	1.22	1.27	1.31	1.35	33
959	997	1.03	1.07	1.12	1.16	1.20	1.25	1.30	1.34	1.39	1.43	34
1.02	1.06	1.10	1.14	1.19	1.24	1.28	1.33	1.38	1.42	1.47	1.51	35
1.08	1.12	1.17	1.21	1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.51	1.56	1.60	36
1.14	1.19	1.23	1.28	1.33	1.38	1.43	1.49	1.54	1.59	1.65	1.70	37
1.21	1.26	1.30	1.35	1.40	1.46	1.51	1.57	1.63	1.68	1.74	1.80	38
1.28	1.33	1.37	1.42	1.48	1.54	1.59	1.65	1.71	1.77	1.83	1.89	39
1.35	1.40	1.45	1.50	1.56	1.62	1.68	1.74	1.80	1.87	1.93	1.99	40
1.49	1.55	1.61	1.67	1.74	1.80	1.86	1.93	2.00	2.07	2.14	2.20	42
1.65	1.71	1.77	1.84	1.91	1.98	2.06	2.13	2.21	2.29	2.37	2.44	44
1.81	1.88	1.95	2.02	2.10	2.18	2.26	2.35	2.43	2.52	2.61	2.69	46
1.98	2.05	2.13	2.21	2.30	2.39	2.48	2.57	2.67	2.77	2.86	2.95	48
2.16	2.24	2.33	2.42	2.51	2.60	2.70	2.81	2.91	3.02	3.12	3.22	50

Koivu. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 4 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
5	0.006												
6	010	0.011											
7	015	016	0.018	0.019									
8	021	022	024	025	0.026	0.027							
9	027	029	031	032	033	035	0.036						
10	035	037	039	041	043	044	046	0.048	0.049				
11	044	046	048	051	053	055	057	059	061	0.063			
12	054	056	059	062	064	067	069	072	074	077	0.080		
13	064	067	070	074	077	080	083	087	090	093	097	0.100	
14	074	079	083	087	091	095	099	103	107	110	114	118	0.123
15	085	091	096	101	106	111	115	120	125	129	134	139	144
16	099	106	112	117	122	128	133	139	145	150	156	161	167
17	116	122	128	134	140	146	153	160	167	173	180	186	193
18	133	139	145	152	159	166	174	182	190	197	205	212	220
19	151	157	164	171	179	187	196	204	213	222	231	239	248
20	170	177	184	192	200	209	219	228	238	248	258	268	279
21	190	198	206	215	224	233	243	253	264	275	287	298	310
22		219	228	238	248	259	270	281	293	305	318	331	344
23		241	251	262	273	285	297	309	322	336	351	365	380
24		264	275	287	300	312	325	338	352	368	384	400	417
25		287	300	313	327	340	354	369	385	402	420	438	456
26			325	339	354	369	384	400	418	437	456	476	496
27			352	367	383	399	416	434	453	473	494	515	537
28			380	396	413	431	449	469	490	512	535	558	581
29			408	425	443	463	483	505	528	552	576	601	627
30			436	454	474	496	518	542	567	593	620	647	675
31			464	484	506	529	554	581	609	637	666	695	725
32				516	540	565	592	621	652	683	714	745	777
33				549	575	602	632	664	697	730	764	797	830
34				584	612	642	675	710	745	779	814	850	885
35					652	686	722	759	795	831	868	905	942
36					695	733	771	810	848	886	924	962	1.00
37					741	782	822	863	903	943	983	1.02	1.06
38					790	832	874	917	959	1.00	1.04	1.08	1.12
39						883	927	973	1.02	1.06	1.10	1.14	1.18
40						936	982	1.03	1.07	1.11	1.16	1.20	1.25
42							1.09	1.14	1.19	1.24	1.29	1.34	1.39
44							1.21	1.26	1.32	1.37	1.43	1.48	1.53
46								1.39	1.45	1.51	1.57	1.63	1.69
48								1.53	1.59	1.66	1.72	1.79	1.85
50								1.67	1.74	1.81	1.88	1.95	2.02

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												5
												6
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
0.149												15
173	0.179											16
200	206	0.213										17
227	235	243	0.251									18
257	267	276	284	0.293								19
289	299	309	319	329	0.339							20
322	333	345	356	368	380							21
357	371	384	397	410	424	0.437						22
395	411	426	440	455	470	486	0.502					23
434	451	468	486	503	520	537	555					24
474	493	512	532	551	571	591	611	0.631				25
516	537	558	580	601	623	645	668	690	0.712			26
560	583	606	630	653	677	702	727	752	776	0.800		27
605	630	655	681	707	734	761	788	815	842	868	0.895	28
653	680	707	735	763	792	821	850	879	909	938	967	29
703	731	760	790	820	851	882	914	946	978	1.01	1.04	30
754	784	815	846	879	913	947	982	1.01	1.05	1.08	1.11	31
808	839	872	905	941	978	1.01	1.05	1.08	1.12	1.16	1.19	32
863	897	930	964	1.00	1.04	1.08	1.12	1.16	1.20	1.24	1.27	33
920	955	989	1.02	1.06	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35	34
980	1.02	1.05	1.09	1.13	1.18	1.22	1.26	1.31	1.35	1.39	1.43	35
1.04	1.08	1.12	1.16	1.20	1.25	1.29	1.34	1.39	1.43	1.47	1.51	36
1.10	1.14	1.18	1.23	1.27	1.32	1.37	1.42	1.47	1.51	1.56	1.60	37
1.16	1.21	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	38
1.23	1.28	1.32	1.37	1.42	1.47	1.53	1.58	1.63	1.69	1.74	1.80	39
1.30	1.35	1.39	1.44	1.50	1.55	1.61	1.67	1.72	1.78	1.84	1.90	40
1.44	1.49	1.54	1.60	1.66	1.73	1.79	1.85	1.91	1.98	2.04	2.10	42
1.59	1.65	1.71	1.77	1.84	1.91	1.97	2.04	2.11	2.19	2.26	2.33	44
1.75	1.81	1.88	1.94	2.01	2.09	2.17	2.25	2.33	2.41	2.49	2.57	46
1.91	1.98	2.05	2.13	2.21	2.30	2.38	2.47	2.56	2.65	2.74	2.83	48
2.09	2.16	2.24	2.33	2.41	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	50

Koivu. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 5 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
7	0.014												
8	020	0.021	0.022	0.023									
9	026	027	028	029	0.030								
10	034	035	036	038	039	0.040	0.041						
11	042	043	045	047	048	050	052	0.053	0.055				
12	051	053	055	057	059	061	063	065	067	0.069			
13	061	064	066	069	071	074	076	078	081	083	0.085		
14	072	075	078	081	084	087	090	093	096	099	102	0.105	
15	083	087	091	095	099	102	106	110	113	116	120	124	0.127
16	095	100	105	110	114	119	123	127	132	136	141	145	149
17	108	114	120	126	131	137	142	147	153	158	164	169	174
18	123	130	137	143	149	155	161	168	175	181	188	194	200
19	140	148	155	161	168	175	182	190	198	205	212	220	227
20	159	167	174	181	189	197	205	213	222	230	239	248	257
21	178	187	195	203	211	219	228	237	247	257	267	277	287
22	198	207	216	225	234	244	254	264	275	286	297	308	320
23		229	239	249	259	269	280	291	303	316	329	342	355
24		251	262	274	285	296	307	319	333	347	361	376	390
25		274	286	299	312	324	336	350	365	380	396	412	428
26		298	311	325	339	352	366	381	397	414	432	450	468
27			337	351	366	381	397	414	431	450	469	488	508
28			364	380	396	413	430	448	467	487	508	529	551
29			392	409	427	445	463	483	504	526	548	572	596
30			420	438	457	477	497	519	543	567	591	617	643
31			449	468	489	510	533	557	583	610	636	664	691
32			479	500	522	545	570	597	626	655	684	713	742
33			511	534	557	581	608	638	669	700	732	763	794
34				569	594	621	650	681	714	747	780	813	846
35				605	632	661	693	727	763	798	832	867	902
36					672	704	739	776	814	851	887	923	959
37					715	750	788	828	868	906	943	980	1.01
38					760	799	840	882	923	962	1.00	1.03	1.07
39						851	894	938	980	1.02	1.06	1.10	1.14
40						905	950	996	1.04	1.08	1.12	1.16	1.20
42							1.05	1.10	1.15	1.19	1.24	1.28	1.33
44							1.17	1.22	1.27	1.32	1.37	1.42	1.47
46							1.29	1.34	1.40	1.45	1.51	1.56	1.62
48							1.41	1.47	1.53	1.59	1.65	1.71	1.77
50							1.54	1.61	1.67	1.74	1.80	1.86	1.93

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												7
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
												15
0.153												16
179	0.184											17
206	212	0.218										18
234	241	248	0.256									19
265	273	282	291	0.299								20
297	307	317	327	337	0.346							21
331	343	354	366	377	388	0.400						22
368	381	394	407	420	433	446						23
405	420	435	451	466	481	496	0.511					24
444	461	478	496	513	531	548	564					25
486	504	523	543	562	581	600	619	0.638	0.657			26
528	549	570	592	613	634	655	676	697	719	0.741		27
573	596	619	642	665	689	712	736	759	783	807	0.831	28
620	645	669	694	720	746	771	796	822	849	875	901	29
668	694	720	747	775	804	832	860	888	917	946	975	30
718	746	774	803	833	864	895	926	958	990	1.02	1.05	31
771	800	830	861	893	925	958	992	1.03	1.06	1.09	1.12	32
825	856	887	919	953	986	1.02	1.06	1.09	1.13	1.16	1.20	33
879	912	945	978	1.01	1.05	1.09	1.13	1.16	1.20	1.24	1.28	34
936	971	1.01	1.04	1.08	1.12	1.16	1.20	1.24	1.28	1.32	1.36	35
994	1.03	1.07	1.11	1.15	1.19	1.23	1.28	1.32	1.36	1.40	1.44	36
1.05	1.09	1.13	1.17	1.21	1.26	1.30	1.35	1.40	1.44	1.48	1.52	37
1.11	1.16	1.20	1.24	1.28	1.33	1.38	1.43	1.47	1.52	1.57	1.61	38
1.18	1.22	1.26	1.31	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.61	1.66	1.71	39
1.25	1.29	1.33	1.38	1.43	1.48	1.53	1.59	1.64	1.70	1.76	1.81	40
1.38	1.43	1.48	1.54	1.60	1.65	1.71	1.76	1.82	1.89	1.96	2.02	42
1.52	1.58	1.64	1.70	1.76	1.83	1.89	1.95	2.02	2.09	2.16	2.23	44
1.68	1.74	1.80	1.86	1.93	2.00	2.07	2.15	2.23	2.31	2.38	2.46	46
1.83	1.89	1.96	2.04	2.12	2.20	2.28	2.36	2.45	2.54	2.62	2.70	48
2.00	2.07	2.15	2.23	2.31	2.39	2.48	2.58	2.67	2.77	2.86	2.95	50

Koivu. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 6 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
8	0.019	0.020											
9	025	026	0.027										
10	032	033	035	0.036	0.037								
11	040	041	043	044	046	0.047	0.048						
12	048	050	052	053	055	057	058	0.060					
13	058	060	062	064	066	068	070	072	0.074				
14	069	071	074	076	079	081	083	085	087	0.089			
15	080	083	086	089	092	095	097	100	102	105	0.108		
16	091	095	099	103	106	110	113	116	119	122	125	0.128	
17	102	107	112	116	120	125	130	134	138	141	145	149	0.152
18	115	121	126	131	136	142	147	152	157	162	167	172	177
19	130	137	143	149	155	161	167	173	179	186	192	198	204
20	148	155	162	169	176	183	190	197	204	211	218	225	232
21	166	174	182	191	199	206	214	221	229	237	246	254	262
22	186	195	204	213	222	230	238	247	256	265	275	285	294
23	207	217	227	236	246	255	264	274	284	295	307	318	329
24	228	239	250	260	271	281	291	302	314	326	339	351	364
25	249	261	273	284	296	307	319	331	344	358	372	386	401
26		285	298	310	323	335	348	362	376	392	408	424	440
27		309	323	336	350	364	379	394	410	427	444	462	480
28		334	348	363	379	395	411	428	446	465	484	503	523
29		359	374	390	408	426	444	463	483	504	524	545	567
30		385	401	418	438	458	478	499	522	544	566	589	613
31		412	428	447	469	491	512	536	561	585	609	634	660
32			455	477	501	525	549	574	600	627	654	682	709
33			483	509	536	562	587	613	641	670	700	730	759
34				545	573	601	628	656	685	716	747	779	811
35				582	612	642	672	701	732	764	797	830	864
36				621	653	685	716	748	781	815	849	883	918
37					696	730	763	796	831	867	903	938	972
38					740	776	812	847	883	920	958	995	1.03
39					786	824	861	898	935	973	1.01	1.05	1.09
40						873	911	949	990	1.03	1.07	1.11	1.16
42							1.01	1.05	1.10	1.14	1.19	1.23	1.28
44							1.12	1.17	1.22	1.27	1.32	1.36	1.41
46							1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55
48							1.38	1.43	1.49	1.54	1.59	1.64	1.70
50							1.51	1.57	1.63	1.68	1.74	1.80	1.86

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												8
												9
												10
												11
												12
												13
												14
												15
												16
												17
0.181	0.186											18
209	215	0.220										19
238	245	251	0.258									20
270	278	286	294	0.302								21
304	314	323	332	341	0.351							22
340	352	363	374	384	395							23
377	390	403	416	429	442	0.454						24
415	430	445	460	475	490	504	0.518					25
455	471	488	505	522	539	555	570	0.586				26
497	515	534	553	571	589	607	625	643	0.661			27
543	562	582	602	622	643	663	683	702	721	0.740		28
589	610	632	653	675	697	719	741	762	784	805	0.826	29
636	659	682	706	730	753	777	801	826	850	874	897	30
685	709	734	760	787	814	840	866	892	918	943	968	31
736	762	788	815	844	874	903	931	958	985	1.01	1.04	32
788	816	844	872	902	934	966	998	1.03	1.06	1.09	1.12	33
841	871	901	931	963	996	1.03	1.06	1.10	1.13	1.17	1.20	34
897	929	960	992	1.03	1.07	1.10	1.14	1.17	1.21	1.25	1.28	35
953	989	1.03	1.06	1.10	1.13	1.17	1.21	1.25	1.29	1.33	1.37	36
1.01	1.05	1.09	1.12	1.16	1.20	1.24	1.29	1.33	1.37	1.41	1.46	37
1.07	1.11	1.15	1.19	1.23	1.28	1.32	1.36	1.40	1.45	1.50	1.55	38
1.13	1.17	1.21	1.25	1.30	1.35	1.39	1.44	1.48	1.53	1.58	1.63	39
1.20	1.24	1.28	1.32	1.37	1.42	1.47	1.52	1.57	1.62	1.67	1.72	40
1.32	1.37	1.42	1.48	1.53	1.58	1.63	1.69	1.74	1.80	1.86	1.91	42
1.46	1.52	1.57	1.63	1.69	1.75	1.81	1.87	1.93	2.00	2.06	2.11	44
1.61	1.67	1.73	1.79	1.85	1.92	1.99	2.06	2.13	2.20	2.27	2.34	46
1.76	1.82	1.89	1.96	2.03	2.11	2.18	2.26	2.34	2.42	2.50	2.57	48
1.92	1.99	2.06	2.14	2.22	2.30	2.38	2.47	2.55	2.64	2.73	2.81	50

Koivu. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 7 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
9	0.023	0.024											
10	029	031	0.033	0.034									
11	037	038	040	042	0.044								
12	045	047	048	050	052	0.054							
13	055	056	058	060	062	064	0.066						
14	065	067	069	072	074	076	078	0.080					
15	075	078	081	084	086	088	090	092	0.095				
16	086	089	092	096	098	101	104	106	109	0.111			
17	097	100	104	108	111	114	118	121	124	127	0.130		
18	109	113	117	122	126	130	134	138	142	146	149	0.153	
19	122	127	132	137	143	148	152	157	162	167	172	177	0.181
20	137	143	149	155	161	168	174	180	186	192	198	203	209
21	154	161	168	176	183	191	198	205	212	218	225	231	238
22	173	181	189	198	206	215	223	230	238	246	254	262	270
23	194	203	212	222	231	240	249	257	265	274	284	294	304
24	216	226	236	246	255	265	275	284	294	305	316	327	338
25	239	249	260	270	280	290	301	312	324	337	350	362	375
26	262	273	284	295	305	316	328	341	355	369	384	398	413
27	286	297	309	321	333	346	359	373	388	404	420	436	452
28	310	321	333	347	361	376	391	407	423	440	458	476	493
29	334	345	358	373	390	407	424	442	460	478	497	516	536
30		369	384	401	419	438	458	478	498	518	538	559	581
31		393	410	429	449	470	492	514	536	559	581	604	627
32			437	458	480	503	527	551	575	600	625	650	675
33			466	490	514	539	564	589	616	643	670	697	724
34			496	522	549	576	603	630	659	687	716	745	774
35				557	586	615	644	674	705	736	766	796	827
36				594	626	657	688	720	753	785	816	848	880
37				634	668	701	734	768	802	836	869	901	933
38					712	747	782	818	853	888	923	956	988
39					757	794	831	868	904	940	977	1.01	1.05
40						843	881	919	956	993	1.03	1.07	1.11
42						944	982	1.02	1.06	1.10	1.15	1.19	1.23
44						1.04	1.08	1.12	1.17	1.22	1.27	1.31	1.36
46							1.19	1.24	1.29	1.35	1.40	1.45	1.50
48							1.31	1.36	1.42	1.48	1.53	1.59	1.64
50							1.44	1.50	1.56	1.62	1.68	1.74	1.80

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												9
												10
												11
												12
												13
												14
												15
												16
												17
												18
												19
0.214												20
244	0.251											21
278	286	0.294	0.302									22
313	323	332	341	0.350	0.359							23
349	361	372	383	393	403	0.413						24
387	400	413	426	438	449	461	0.472					25
427	440	454	469	483	496	510	523	0.536				26
468	483	499	515	530	545	560	575	589	0.603			27
510	528	545	562	579	597	614	630	646	662	0.678		28
556	575	593	612	631	650	668	686	704	723	741	0.759	29
602	622	642	662	683	704	725	745	766	787	808	829	30
649	671	693	715	738	761	785	808	831	854	877	900	31
699	722	746	770	794	819	845	871	897	922	947	972	32
750	775	800	825	851	878	906	934	963	991	1.02	1.05	33
802	830	857	883	910	939	969	999	1.03	1.06	1.09	1.12	34
857	886	915	945	974	1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	1.16	1.19	35
911	942	974	1.01	1.04	1.08	1.11	1.14	1.17	1.21	1.24	1.27	36
965	1.00	1.03	1.07	1.10	1.14	1.18	1.22	1.25	1.29	1.33	1.36	37
1.02	1.06	1.09	1.13	1.17	1.21	1.25	1.29	1.33	1.37	1.41	1.45	38
1.09	1.13	1.16	1.20	1.24	1.28	1.32	1.36	1.41	1.45	1.49	1.53	39
1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.36	1.40	1.44	1.49	1.54	1.58	1.62	40
1.27	1.32	1.37	1.41	1.46	1.51	1.56	1.61	1.66	1.72	1.77	1.82	42
1.41	1.46	1.51	1.56	1.61	1.67	1.73	1.78	1.84	1.90	1.96	2.02	44
1.55	1.60	1.65	1.71	1.77	1.84	1.90	1.96	2.03	2.09	2.16	2.23	46
1.70	1.75	1.81	1.87	1.94	2.01	2.08	2.15	2.22	2.30	2.38	2.45	48
1.86	1.92	1.99	2.05	2.12	2.19	2.27	2.35	2.43	2.51	2.59	2.67	50

Koivu. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 8 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Puun rungon kuutiomäärä												
10	0.028	0.029											
11	035	036	0.038										
12	043	044	046	0.047									
13	052	053	055	057	0.059								
14	062	063	065	068	070	0.072							
15	072	074	076	079	081	083	0.084						
16	082	085	087	090	092	094	096	0.097					
17	093	095	098	101	103	106	108	110	0.112				
18	104	106	109	113	116	120	122	125	127	0.130			
19	116	119	123	127	132	136	139	143	147	150	0.154		
20	129	134	139	144	150	155	160	165	170	174	178	0.182	
21	145	151	157	164	171	177	183	189	194	199	204	209	0.214
22	163	170	178	186	194	201	207	214	220	226	232	239	245
23	183	191	200	209	217	225	232	239	246	254	262	270	278
24	204	213	223	232	240	249	258	266	275	284	293	302	312
25	226	236	246	255	264	274	284	294	304	315	325	336	348
26	249	259	269	279	289	300	311	322	334	347	360	372	385
27	272	282	293	304	315	328	340	353	367	381	395	410	424
28	295	305	317	329	343	358	372	387	402	417	433	449	464
29	318	329	342	356	371	388	405	422	438	454	471	489	506
30	341	353	367	383	400	419	438	457	475	493	511	530	549
31		377	393	411	430	451	472	492	512	533	553	573	594
32		401	420	440	461	483	506	528	550	573	596	619	641
33		426	448	471	494	518	541	565	590	615	640	665	689
34		453	478	503	529	554	579	605	632	659	685	711	737
35			511	538	566	593	620	648	677	705	733	761	788
36			546	575	605	634	663	693	723	753	782	811	840
37				614	646	677	708	740	772	803	833	863	893
38				656	689	721	754	788	821	854	886	917	949
39					733	767	802	837	871	905	939	973	1.01
40					779	815	851	886	921	956	992	1.03	1.06
42						914	950	985	1.02	1.06	1.10	1.14	1.18
44						1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	1.22	1.26	1.31
46							1.15	1.20	1.24	1.29	1.34	1.39	1.44
48							1.26	1.31	1.36	1.42	1.47	1.53	1.58
50							1.37	1.43	1.49	1.55	1.61	1.67	1.73

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m												Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
kuorineen, k-m³ (kannotta)												
												10
												11
												12
												13
												14
												15
												16
												17
												18
												19
												20
												21
0.252												22
286	0.294											23
322	332	0.341										24
359	370	381	0.391									25
397	409	421	433	0.444								26
438	451	464	477	490	0.502	0.514						27
479	494	509	523	537	551	565	0.578					28
523	540	556	572	587	603	618	633	0.648	0.664			29
568	586	604	622	639	656	673	690	708	726	0.744		30
614	634	654	673	692	711	731	751	771	791	811	0.831	31
663	684	705	726	747	768	790	812	834	856	878	900	32
712	735	758	780	803	826	850	874	898	923	947	971	33
763	788	812	836	861	886	911	937	963	990	1.02	1.05	34
815	842	869	896	922	948	975	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	35
869	898	927	958	988	1.02	1.05	1.07	1.10	1.13	1.17	1.20	36
924	955	986	1.02	1.05	1.08	1.11	1.15	1.18	1.22	1.25	1.28	37
980	1.01	1.04	1.08	1.11	1.15	1.18	1.22	1.26	1.29	1.33	1.36	38
1.04	1.07	1.11	1.14	1.18	1.22	1.25	1.29	1.33	1.37	1.41	1.45	39
1.10	1.14	1.18	1.21	1.25	1.29	1.33	1.37	1.41	1.46	1.50	1.54	40
1.22	1.27	1.31	1.35	1.40	1.44	1.49	1.53	1.58	1.63	1.68	1.73	42
1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.86	1.92	44
1.49	1.54	1.59	1.65	1.70	1.76	1.81	1.87	1.93	1.98	2.04	2.11	46
1.64	1.69	1.75	1.81	1.87	1.93	1.99	2.05	2.11	2.17	2.23	2.30	48
1.79	1.85	1.91	1.97	2.04	2.10	2.17	2.24	2.31	2.38	2.44	2.51	50

Koivu. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 9 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon											
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Puun rungon kuutiomäärä											
11	0.034											
12	041	0.042										
13	049	051	0.052									
14	059	060	061	0.063								
15	069	070	071	073	0.075							
16	079	081	082	084	086	0.088						
17	089	091	093	095	097	099	0.101					
18	099	102	105	107	109	111	114	0.116				
19	110	113	117	120	123	126	129	132	0.134			
20	122	126	131	135	139	143	147	151	154	0.157		
21	137	142	147	153	158	164	169	173	177	181	0.185	
22	153	160	167	174	181	187	192	197	202	207	212	0.217
23	172	180	188	196	203	209	215	221	227	234	240	246
24	192	201	210	218	225	233	240	247	255	263	271	278
25	213	223	232	240	248	257	265	274	284	293	303	312
26	235	245	254	263	273	282	292	302	313	325	336	347
27	257	267	277	287	298	309	321	333	345	358	371	384
28	280	290	301	313	325	339	352	366	380	394	408	422
29	303	313	325	338	353	369	384	400	415	430	445	461
30	326	337	350	365	381	399	417	435	452	468	484	501
31	349	361	376	393	411	431	451	470	488	507	525	543
32		385	403	422	442	463	485	505	525	546	567	588
33		411	431	452	475	497	519	541	564	587	610	633
34		438	460	484	509	533	555	580	605	630	654	678
35			494	520	546	571	596	622	648	674	700	725
36			532	558	585	611	638	666	694	721	748	774
37			573	599	626	653	682	711	740	769	797	825
38				640	667	696	727	758	788	818	848	877
39				682	710	741	773	805	837	868	900	931
40				724	755	788	821	853	886	919	952	986
42					848	882	916	950	984	1.02	1.06	1.09
44					940	975	1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	1.21
46						1.07	1.11	1.15	1.19	1.24	1.29	1.33
48						1.17	1.21	1.25	1.30	1.36	1.41	1.46
50						1.27	1.31	1.35	1.41	1.47	1.53	1.59

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m											Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
kuorineen, k-m³ (kannotta)											
											11
											12
											13
											14
											15
											16
											17
											18
											19
											20
											21
											22
0.252											23
286	0.294										24
321	330	0.339									25
358	368	377	0.387								26
396	407	418	429	0.439							27
435	447	460	472	484	0.495						28
476	490	504	519	532	544	0.556					29
518	534	550	566	581	595	608	0.621				30
562	580	597	614	631	647	662	678	0.695			31
608	627	646	664	682	700	718	736	755	0.774		32
654	675	696	716	735	755	775	795	816	837	0.857	33
701	724	747	769	790	811	833	855	877	900	922	34
750	775	800	824	848	871	895	918	942	966	990	35
801	827	854	881	908	934	959	985	1.01	1.03	1.06	36
852	880	909	939	970	1.00	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14	37
906	935	965	997	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.21	38
961	990	1.02	1.06	1.09	1.12	1.16	1.19	1.22	1.26	1.29	39
1.02	1.05	1.09	1.13	1.16	1.19	1.23	1.26	1.30	1.34	1.38	40
1.13	1.17	1.21	1.25	1.29	1.33	1.37	1.41	1.45	1.50	1.54	42
1.25	1.29	1.34	1.39	1.43	1.48	1.52	1.57	1.61	1.66	1.71	44
1.38	1.43	1.48	1.53	1.58	1.63	1.68	1.73	1.78	1.83	1.88	46
1.52	1.57	1.63	1.68	1.73	1.79	1.85	1.90	1.95	2.00	2.06	48
1.65	1.71	1.77	1.83	1.89	1.95	2.01	2.07	2.12	2.18	2.24	50

Koivu. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 10 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon											
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Puun rungon kuutiomäärä											
13	0.047											
14	056											
15	065	0.066										
16	074	076										
17	084	086	0.087									
18	094	096	097	0.098								
19	104	106	108	110	0.112							
20	116	118	121	124	127	0.130						
21	129	133	137	142	146	150	0.154					
22	144	150	156	162	167	172	176	0.180				
23	162	169	176	183	189	194	199	204	0.209			
24	181	189	197	204	210	216	222	229	235	0.242		
25	201	210	218	225	233	240	247	255	263	272	0.280	
26	222	231	239	248	257	265	273	282	292	303	313	
27	243	252	261	271	281	292	302	313	324	336	347	0.358
28	264	275	285	296	307	320	333	346	359	371	383	395
29	286	297	309	321	335	350	365	380	394	406	419	433
30	308	320	333	348	364	380	397	414	429	443	457	472
31	330	343	358	375	393	411	430	448	465	481	497	514
32	352	367	385	404	423	443	463	483	501	519	538	557
33		393	413	434	455	477	498	519	539	559	580	600
34		420	442	465	489	512	534	556	579	601	622	644
35			475	500	525	549	573	597	621	644	667	690
36			511	538	564	589	614	639	665	689	713	737
37			552	579	605	631	657	683	710	735	761	786
38				620	647	674	701	729	756	783	810	836
39				662	691	719	747	775	803	831	860	888
40				705	735	764	793	821	851	880	911	941
42					824	854	885	915	946	980	1.01	1.04
44					912	944	978	1.01	1.05	1.08	1.12	1.15
46					999	1.03	1.07	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27
48						1.12	1.16	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40
50						1.21	1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.52

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m											Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
kuorineen, k-m³ (kannotta)											
											13
											14
											15
											16
											17
											18
											19
											20
											21
											22
											23
											24
											25
											26
											27
0.406											28
446	0.458										29
487	501	0.514									30
530	545	560	0.574								31
575	591	607	623	0.638							32
620	638	655	672	689	0.706						33
665	685	705	724	743	761	0.780					34
712	734	757	779	799	819	840	0.860				35
761	785	810	834	858	880	902	924	0.946			36
811	837	863	890	917	942	966	991	1.01	1.03		37
862	889	917	947	978	1.00	1.03	1.06	1.08	1.11	1.13	38
915	943	972	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.21	39
970	1.00	1.03	1.07	1.10	1.13	1.16	1.19	1.22	1.26	1.30	40
1.08	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	1.30	1.34	1.37	1.41	1.45	42
1.19	1.23	1.28	1.33	1.37	1.41	1.45	1.49	1.53	1.57	1.61	44
1.32	1.37	1.42	1.46	1.51	1.55	1.60	1.64	1.69	1.73	1.78	46
1.45	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90	1.95	48
1.58	1.64	1.69	1.75	1.81	1.87	1.92	1.97	2.02	2.07	2.12	50

Koivu. Kapenemisluokka (D 1.3—D 6.0 m), 11 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm	Puun rungon 8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Puun rungon kuutiomäärä											
23	0.152	0.158										
24	170	177	0.184									
25	189	197	204									
26	209	217	225	0.233								
27	229	237	246	255								
28	249	259	269	279	0.289							
29	269	281	292	304	317	0.331						
30	290	303	316	330	345	361	0.377					
31	311	325	341	357	374	391	409	0.426				
32	333	349	367	385	403	422	441	460	0.478			
33		375	395	415	435	455	475	495	515	0.535		
34		403	424	446	469	491	512	532	553	573	0.593	
35			456	480	504	527	550	572	593	614	634	0.655
36			493	518	542	566	590	613	635	657	678	700
37			532	558	583	608	632	656	679	702	725	747
38			572	599	625	651	675	700	724	748	772	795
40				687	714	740	765	790	816	842	869	896
42					804	830	855	881	909	938	968	998
44					894	922	950	980	1.01	1.03	1.06	1.09
46					993	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14	1.17	1.21
48						1.11	1.14	1.17	1.21	1.25	1.29	1.33
50						1.20	1.23	1.27	1.31	1.35	1.40	1.45

Koivu. Kapenemisluokka

23	0.142											
24	159											
25	177	0.184										
26	196	203										
27	215	222										
28	234	243	0.253									
29	253	264	276									
30	273	286	299	0.313								
31	293	308	323	339	0.355							
32	317	333	349	366	383							
33		360	377	395	414	0.434						
34		387	406	426	447	469	0.490					
35			436	459	482	505	527	0.549				
36			470	495	519	543	566	588	0.610			
37			509	535	560	584	608	631	653	0.675		
38				576	602	627	651	675	697	720		
40				661	688	714	739	763	787	810	0.833	
42					774	800	825	850	876	901	925	0.949
44					864	891	918	945	972	998	1.02	1.05
46						980	1.01	1.04	1.07	1.09	1.12	1.15
48						1.07	1.10	1.13	1.16	1.19	1.22	1.26
50							1.20	1.23	1.26	1.29	1.33	1.38

Kuutiomäärä kuorineen.

pituus, m											Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä) cm
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
kuorineen, k-m³ (kannotta)											
											23
											24
											25
											26
											27
											28
											29
											30
											31
											32
											33
											34
											35
											36
0.770											37
818	0.842										38
922	948	0.974									40
1.03	1.06	1.09	1.12								42
1.13	1.17	1.22	1.26	1.31	1.35						44
1.25	1.30	1.35	1.40	1.44	1.48	1.52	1.56	1.60			46
1.38	1.43	1.47	1.52	1.57	1.62	1.66	1.71	1.76	1.81	1.86	48
1.50	1.56	1.61	1.67	1.73	1.78	1.83	1.89	1.94	2.00	2.06	50

(D 1.3—D 6.0 m), 12 cm.

											23
											24
											25
											26
											27
											28
											29
											30
											31
											32
											33
											34
											35
											36
											37
											38
											40
											42
											44
1.19	1.24										46
1.30	1.35										48
1.43	1.48	1.53									50

Kuutiomäärä kuorineen. — *Volume incl. bark.*

Haapa. D 1.3—D 6.0 m 1 cm. — *Aspen. Taper-class (Diam. 1.3—Diam. 6.0 m) 1 cm.*

D 1.3 *D. bh* cm	Puun rungon pituus, m — *Height of the stem, m*													
	17[2]	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta) *Volume of the stem incl. bark, solid cubic meter (without stump)*													
11 [1]	0.092	0.096	0.100											
12	109	114	119	0.124										
13	128	134	140	147	0.153									
14	150	157	164	172	179	0.187								
15	172	181	189	198	207	216	0.225							
16	196	206	216	226	236	246	256							
17	222	233	244	255	266	278	290	0.301						
18	250	262	274	287	300	313	326	339	0.353					
19	278	292	306	320	334	348	363	378	393	0.408				
20	308	323	338	354	369	385	401	417	434	450	0.466			
21	339	355	372	389	406	423	441	458	476	495	513	0.531		
22	371	389	407	426	445	464	484	503	523	543	564	585		
23	404	425	445	466	487	508	530	551	573	595	618	642	0.665	
24	439	462	484	506	529	552	576	601	626	651	676	701	727	0.752
25	476	500	524	548	573	599	625	652	680	708	735	763	791	819
26	514	540	566	592	619	647	676	706	736	766	797	827	858	889
27	554	582	610	639	668	698	729	761	793	827	861	894	928	963
28	596	625	655	686	718	751	784	818	853	889	926	963	1.00	1.04
29	640	671	703	737	771	805	841	878	915	954	993	1.03	1.07	1.11
30	685	718	753	789	825	862	900	939	980	1.02	1.06	1.10	1.14	1.19
31	732	768	805	843	882	921	961	1.00	1.04	1.08	1.13	1.17	1.22	1.27
32	782	821	860	900	940	981	1.02	1.06	1.11	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35
33	833	875	917	960	1.00	1.05	1.09	1.13	1.18	1.23	1.27	1.32	1.38	1.43
34	887	931	975	1.02	1.06	1.11	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.46	1.51
35	943	989	1.04	1.08	1.13	1.17	1.22	1.27	1.32	1.38	1.43	1.49	1.55	1.60
36	1.00	1.05	1.10	1.14	1.19	1.24	1.29	1.34	1.40	1.46	1.52	1.58	1.64	1.69
37	1.06	1.11	1.16	1.21	1.26	1.31	1.36	1.42	1.48	1.54	1.60	1.67	1.73	1.79
38	1.12	1.17	1.22	1.28	1.33	1.38	1.44	1.50	1.56	1.62	1.69	1.76	1.82	1.89
39	1.19	1.24	1.29	1.35	1.41	1.46	1.52	1.58	1.64	1.71	1.78	1.85	1.92	1.99
40	1.26	1.32	1.37	1.43	1.49	1.55	1.61	1.67	1.73	1.80	1.87	1.95	2.03	2.10
42	1.41	1.48	1.54	1.60	1.66	1.72	1.78	1.85	1.92	2.00	2.08	2.16	2.25	2.33
44	1.57	1.64	1.70	1.76	1.83	1.90	1.97	2.04	2.12	2.21	2.29	2.38	2.47	2.57
46	1.74	1.81	1.87	1.93	2.00	2.08	2.16	2.24	2.33	2.43	2.52	2.61	2.71	2.82
48	1.91	1.97	2.04	2.11	2.19	2.27	2.36	2.45	2.55	2.66	2.76	2.86	2.97	3.08
50	2.08	2.14	2.21	2.29	2.38	2.47	2.57	2.68	2.78	2.89	3.00	3.11	3.23	3.35

[1]) 10 cm saakka = koivu. — *Until 10 cm = birch.*
[2]) 16 m » = » — » 16 m = »

Kuutiomäärä kuorineen.

Haapa. D 1.3—D 6.0 m 2 cm.

D 1.3 cm	Puun rungon pituus, m													
	17[2])	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)													
11 [1])	0.082	0.085	0.088											
12	098	102	106	0.109										
13	116	121	126	131										
14	136	143	149	155	0.161	0.167								
15	159	166	173	180	187	194	0.201							
16	183	190	198	207	215	223	231							
17	208	217	226	235	245	254	264	0.274						
18	234	245	255	266	277	288	299	311	0.323					
19	261	273	285	298	310	323	335	348	361	0.373				
20	290	303	316	330	344	358	372	386	401	415	0.429			
21	320	335	349	364	380	395	411	427	443	459	475			
22	351	368	384	401	419	436	453	471	488	506	525	0.543		
23	384	403	421	440	460	479	498	518	537	557	578	599		
24	418	439	459	480	501	522	544	567	589	611	634	657	0.680	
25	454	476	498	521	544	567	592	617	642	667	692	717	742	0.768
26	492	515	539	564	589	615	641	668	696	724	752	780	808	837
27	531	556	582	609	636	664	693	722	752	783	814	845	876	908
28	572	599	627	656	686	716	747	778	811	844	878	912	946	980
29	615	644	674	706	737	769	802	837	872	907	943	979	1.01	1.05
30	660	691	723	757	791	825	860	896	934	972	1.01	1.04	1.08	1.12
31	707	740	775	811	846	882	919	957	996	1.04	1.08	1.12	1.16	1.21
32	755	791	829	867	904	942	980	1.02	1.06	1.11	1.15	1.20	1.24	1.29
33	806	845	885	925	965	1.00	1.04	1.08	1.13	1.18	1.22	1.27	1.32	1.37
34	859	900	942	983	1.03	1.07	1.11	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45
35	916	958	1.00	1.05	1.09	1.13	1.17	1.22	1.27	1.32	1.38	1.43	1.48	1.53
36	975	1.02	1.06	1.11	1.15	1.20	1.24	1.29	1.34	1.40	1.46	1.52	1.57	1.62
37	1.04	1.08	1.12	1.17	1.22	1.27	1.32	1.37	1.42	1.48	1.54	1.60	1.66	1.72
38	1.10	1.14	1.19	1.24	1.29	1.34	1.39	1.45	1.50	1.56	1.63	1.69	1.75	1.81
39	1.16	1.21	1.26	1.31	1.36	1.41	1.47	1.53	1.59	1.65	1.71	1.77	1.84	1.91
40	1.23	1.28	1.33	1.39	1.44	1.49	1.55	1.61	1.68	1.74	1.80	1.87	1.95	2.02
42	1.35	1.41	1.47	1.54	1.60	1.66	1.72	1.78	1.85	1.93	2.00	2.07	2.15	2.24
44	1.50	1.57	1.63	1.70	1.76	1.83	1.90	1.97	2.05	2.12	2.20	2.29	2.38	2.46
46	1.66	1.73	1.80	1.87	1.94	2.01	2.08	2.16	2.25	2.33	2.42	2.52	2.62	2.71
48	1.82	1.89	1.97	2.04	2.12	2.20	2.28	2.36	2.45	2.55	2.65	2.76	2.87	2.98
50	1.99	2.06	2.14	2.23	2.31	2.39	2.48	2.58	2.68	2.78	2.89	3.01	3.13	3.25

[1]) 10 cm saakka = koivu.
[2]) 16 m » = »

Kuutiomäärä kuorineen.

Haapa. D 1.3—D 6.0 m 3 cm.

D 1.3 cm	Puun rungon pituus, m													
	17[2])	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)													
11 [1])	0.073	0.076	0.080											
12	089	093	097	0.102										
13	106	111	115	120										
14	126	131	136	141	0.146	0.151								
15	147	153	159	165	171	177	0.183							
16	169	176	183	191	198	205	212							
17	194	202	210	219	227	235	244	0.253						
18	220	229	238	248	258	267	277	287	0.297					
19	247	257	268	279	290	301	312	323	334	0.346				
20	275	286	298	311	323	335	348	360	372	385	0.397			
21	304	317	330	344	358	372	386	399	413	427	442			
22	335	350	365	380	396	411	427	442	458	474	491	0.507		
23	367	384	402	419	436	454	471	488	506	524	543	562		
24	401	420	439	458	477	497	517	537	557	577	598	619	0.640	
25	437	458	479	499	520	542	564	587	609	632	655	678	702	
26	474	497	520	542	565	589	613	638	663	688	713	739	766	0.793
27	514	538	562	587	612	638	665	692	719	746	774	803	832	862
28	555	580	607	634	661	689	718	747	777	807	838	869	900	932
29	597	624	653	682	712	742	774	805	837	870	903	937	972	1.01
30	642	671	702	733	764	796	830	864	898	933	969	1.01	1.04	1.08
31	689	720	753	786	819	853	888	924	960	997	1.04	1.08	1.11	1.15
32	737	771	806	842	877	913	949	986	1.02	1.06	1.10	1.15	1.19	1.23
33	787	824	861	899	936	974	1.01	1.05	1.09	1.13	1.17	1.22	1.27	1.31
34	839	879	918	957	996	1.04	1.07	1.11	1.16	1.20	1.25	1.30	1.35	1.39
35	894	936	977	1.02	1.06	1.10	1.14	1.18	1.23	1.28	1.33	1.38	1.43	1.48
36	953	995	1.04	1.08	1.12	1.16	1.21	1.26	1.31	1.36	1.41	1.46	1.51	1.57
37	1.01	1.06	1.10	1.14	1.19	1.23	1.28	1.33	1.38	1.44	1.49	1.54	1.60	1.66
38	1.07	1.12	1.16	1.21	1.26	1.30	1.35	1.40	1.46	1.52	1.57	1.63	1.69	1.75
39	1.14	1.18	1.23	1.28	1.33	1.38	1.43	1.48	1.54	1.60	1.66	1.72	1.78	1.84
40	1.21	1.25	1.30	1.35	1.40	1.46	1.51	1.56	1.62	1.68	1.75	1.81	1.87	1.94
42	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.61	1.67	1.73	1.80	1.87	1.94	2.01	2.08	2.15
44	1.49	1.54	1.60	1.66	1.72	1.78	1.84	1.91	1.99	2.06	2.14	2.22	2.30	2.38
46	1.64	1.70	1.76	1.82	1.89	1.96	2.03	2.10	2.18	2.27	2.35	2.44	2.53	2.62
48	1.80	1.86	1.93	1.99	2.06	2.14	2.22	2.30	2.39	2.49	2.58	2.68	2.78	2.88
50	1.97	2.04	2.11	2.18	2.25	2.34	2.43	2.52	2.62	2.71	2.81	2.92	3.03	3.15

[1]) 10 cm saakka = koivu.
[2]) 16 m » = »

Kuutiomäärä kuorineen.

Haapa. D 1.3—D 6.0 m 4 cm.

D 1.3 cm	Puun rungon pituus, m													
	17[2])	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)													
11 [1])	0.064													
12	079	0.082												
13	095	099	0.102											
14	113	117	121	0.126										
15	132	137	142	147	0.152									
16	154	160	165	171	177	0.183								
17	178	185	191	198	205	211	0.218							
18	203	211	218	226	234	241	249	0.258						
19	228	237	246	255	264	274	283	292	0.301					
20	255	265	276	286	297	308	318	328	338	0.349				
21	283	295	307	319	331	343	355	367	379	391				
22	314	328	341	355	368	381	395	409	423	437	0.451			
23	347	362	377	392	408	423	439	455	470	485	501	0.516		
24	381	397	414	431	448	466	484	502	519	536	554	572		
25	416	434	453	471	490	510	530	550	570	590	611	631	0.652	
26	452	472	493	513	534	556	578	600	622	645	668	691	714	0.737
27	490	512	534	557	580	604	628	652	677	702	727	753	779	804
28	530	554	578	602	627	653	679	706	733	760	788	816	845	873
29	572	597	623	650	677	705	733	762	791	821	851	881	912	943
30	615	643	671	700	729	758	788	819	851	883	916	948	980	1.01
31	660	691	721	752	782	813	845	878	912	947	982	1.02	1.05	1.08
32	708	741	773	806	838	871	905	940	975	1.01	1.05	1.09	1.12	1.16
33	758	793	827	862	896	931	965	1.00	1.04	1.08	1.12	1.16	1.20	1.24
34	809	846	883	920	956	992	1.03	1.06	1.10	1.15	1.19	1.23	1.28	1.32
35	863	902	940	979	1.02	1.06	1.09	1.13	1.17	1.22	1.26	1.31	1.36	1.40
36	920	960	1.00	1.04	1.08	1.12	1.16	1.20	1.25	1.29	1.34	1.39	1.44	1.48
37	981	1.02	1.06	1.10	1.14	1.19	1.23	1.28	1.32	1.37	1.42	1.47	1.52	1.57
38	1.04	1.08	1.12	1.16	1.21	1.26	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.61	1.66
39	1.10	1.14	1.18	1.23	1.28	1.33	1.37	1.42	1.48	1.53	1.58	1.64	1.70	1.75
40	1.16	1.21	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.56	1.61	1.67	1.73	1.79	1.85
42	1.29	1.34	1.39	1.45	1.50	1.55	1.60	1.66	1.73	1.79	1.86	1.92	1.99	2.06
44	1.43	1.48	1.54	1.60	1.66	1.71	1.77	1.84	1.91	1.98	2.05	2.12	2.20	2.28
46	1.57	1.63	1.70	1.76	1.82	1.88	1.95	2.02	2.09	2.17	2.26	2.34	2.43	2.51
48	1.72	1.79	1.86	1.93	1.99	2.06	2.14	2.22	2.30	2.39	2.48	2.57	2.66	2.76
50	1.89	1.96	2.03	2.10	2.18	2.25	2.33	2.42	2.51	2.61	2.71	2.81	2.91	3.02

[1]) 10 cm saakka = koivu.
[2]) 16 m » = »

Kuutiomäärä kuorineen.

Haapa. D 1.3—D 6.0 m 5 cm.

D 1.3 cm	Puun rungon pituus, m													
	17[1])	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)													
12	0.070													
13	085	0.087												
14	101	104	0.107											
15	119	123	127	0.130										
16	139	144	149	153	0.157									
17	162	168	173	179	184	0.189								
18	186	193	199	205	212	218	0.224							
19	211	218	226	233	241	248	255	0.263						
20	237	246	255	264	273	281	290	299	0.308					
21	265	275	285	296	306	316	327	337	347	0.357				
22	295	306	318	330	341	353	365	377	389	400	0.412			
23	326	339	353	366	379	393	406	420	433	446	460			
24	358	373	388	403	418	434	449	465	480	496	512	0.528		
25	393	409	426	442	459	477	494	512	530	548	566	583		
26	429	447	466	484	503	522	541	561	581	601	621	641	0.660	0.680
27	466	486	506	527	548	569	591	613	635	657	679	701	723	746
28	505	527	549	572	595	619	643	666	690	715	739	764	788	813
29	546	570	594	619	644	670	696	722	748	775	801	828	855	882
30	590	616	642	669	695	722	750	778	807	837	866	895	924	954
31	636	664	692	720	748	777	807	837	868	900	932	965	997	1.03
32	684	714	744	774	804	835	867	899	932	966	1.00	1.04	1.07	1.10
33	733	766	798	831	863	896	929	963	998	1.03	1.07	1.11	1.14	1.18
34	784	819	854	888	923	958	992	1.03	1.06	1.10	1.14	1.18	1.22	1.26
35	837	874	910	946	983	1.02	1.06	1.09	1.13	1.17	1.21	1.26	1.30	1.34
36	893	931	968	1.00	1.04	1.08	1.12	1.16	1.20	1.25	1.29	1.34	1.38	1.42
37	951	990	1.02	1.06	1.10	1.14	1.19	1.23	1.27	1.32	1.37	1.42	1.46	1.51
38	1.01	1.05	1.08	1.12	1.17	1.21	1.26	1.30	1.34	1.39	1.45	1.50	1.55	1.60
39	1.07	1.11	1.15	1.19	1.24	1.28	1.33	1.37	1.42	1.47	1.53	1.58	1.63	1.69
40	1.13	1.17	1.22	1.26	1.31	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.61	1.67	1.72	1.78
42	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.61	1.67	1.73	1.79	1.85	1.91	1.98
44	1.38	1.44	1.49	1.54	1.60	1.66	1.72	1.78	1.85	1.91	1.98	2.05	2.12	2.19
46	1.52	1.58	1.64	1.70	1.76	1.82	1.89	1.96	2.03	2.10	2.18	2.26	2.34	2.42
48	1.67	1.73	1.80	1.86	1.92	1.99	2.06	2.14	2.22	2.30	2.39	2.48	2.57	2.66
50	1.83	1.89	1.96	2.03	2.10	2.17	2.25	2.34	2.42	2.51	2.60	2.70	2.80	2.90

[1]) 16 m saakka = koivu.

Kuutiomäärä kuorineen.

Haapa. D 1.3—D 6.0 m 6 cm.

D 1.3 cm	Puun rungon pituus, m													
	17[1])	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)													
14	0.091													
15	107	0.110												
16	125	128	0.131											
17	145	149	153	0.156										
18	167	172	177	182										
19	191	197	203	209	0.215	0.221	0.226							
20	217	224	231	238	245	252	258	0.265						
21	244	253	261	270	278	286	294	303	0.311					
22	273	284	294	303	313	323	333	343	353	0.362				
23	304	316	328	339	351	363	374	385	397	408				
24	337	350	363	376	390	403	417	430	444	457	0.470			
25	371	385	400	415	430	445	461	476	492	507	522	0.537		
26	406	422	439	456	472	489	506	523	541	558	575	591	0.607	
27	443	461	479	498	516	535	554	573	592	611	630	648	667	0.685
28	482	502	522	542	563	583	604	624	645	666	687	708	728	748
29	523	544	566	588	611	633	656	678	701	724	746	769	792	814
30	566	589	613	637	661	685	709	734	759	784	809	834	859	884
31	610	635	661	688	714	739	765	792	820	847	875	902	929	957
32	655	683	712	741	769	796	824	852	882	912	943	974	1.00	1.03
33	702	733	764	795	825	854	884	914	945	977	1.01	1.04	1.07	1.11
34	751	784	817	850	882	914	945	977	1.01	1.04	1.08	1.11	1.15	1.19
35	802	836	871	906	941	976	1.01	1.04	1.08	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27
36	855	891	927	963	1.00	1.04	1.07	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35
37	910	948	985	1.02	1.06	1.10	1.14	1.18	1.22	1.26	1.31	1.35	1.39	1.43
38	966	1.00	1.04	1.08	1.12	1.16	1.21	1.25	1.29	1.34	1.39	1.43	1.47	1.52
39	1.02	1.06	1.10	1.14	1.19	1.23	1.27	1.32	1.36	1.41	1.46	1.51	1.56	1.61
40	1.08	1.12	1.17	1.21	1.26	1.30	1.34	1.39	1.44	1.49	1.54	1.60	1.65	1.70
42	1.20	1.25	1.29	1.34	1.39	1.44	1.49	1.55	1.60	1.66	1.71	1.77	1.83	1.89
44	1.33	1.38	1.43	1.48	1.53	1.59	1.65	1.71	1.77	1.84	1.90	1.96	2.03	2.10
46	1.47	1.52	1.58	1.63	1.69	1.75	1.81	1.88	1.95	2.02	2.09	2.16	2.24	2.31
48	1.61	1.67	1.73	1.79	1.85	1.91	1.98	2.06	2.13	2.21	2.29	2.37	2.46	2.54
50	1.76	1.83	1.89	1.95	2.02	2.09	2.17	2.25	2.33	2.42	2.50	2.59	2.68	2.77

[1]) 16 m saakka = koivu.

Kuutiomäärä kuorineen.

Haapa. D 1.3—D 6.0 m 7 cm.

D 1.3 cm	Puun rungon pituus, m													
	17[1])	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)													
16	0.113													
17	130	0.132												
18	150	153	0.157											
19	173	177	182	0.186										
20	198	204	209	215	0.220									
21	225	232	239	246	252	0.259								
22	254	262	271	279	287	296	0.304	0.312						
23	284	294	305	315	325	335	344	353	0.363	0.372				
24	316	328	340	352	363	375	386	397	408	418				
25	350	363	377	390	403	416	429	442	455	467	0.479	0.491		
26	385	400	415	430	444	458	473	488	503	517	530	544	0.557	
27	421	437	454	471	487	503	519	536	552	568	583	599	614	0.629
28	459	477	496	514	532	550	568	586	604	622	639	656	673	690
29	498	518	538	558	579	599	618	638	657	677	696	715	734	753
30	540	561	583	605	627	649	670	691	712	734	756	777	798	820
31	583	606	630	654	677	700	723	746	770	794	818	842	866	891
32	627	653	679	705	730	754	779	804	829	855	882	909	936	963
33	672	700	728	757	784	810	836	863	890	918	947	976	1.01	1.04
34	720	749	779	809	839	868	896	924	952	982	1.02	1.05	1.08	1.11
35	770	801	833	864	896	927	957	988	1.02	1.05	1.09	1.12	1.15	1.18
36	822	855	888	921	954	987	1.02	1.05	1.08	1.12	1.16	1.19	1.23	1.26
37	876	910	944	978	1.01	1.05	1.08	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35
38	931	967	1.00	1.04	1.07	1.11	1.15	1.18	1.22	1.27	1.31	1.35	1.39	1.44
39	986	1.02	1.06	1.10	1.14	1.18	1.22	1.26	1.30	1.34	1.39	1.43	1.47	1.52
40	1.04	1.08	1.12	1.16	1.21	1.25	1.29	1.33	1.37	1.42	1.47	1.51	1.56	1.61
42	1.16	1.20	1.25	1.29	1.34	1.39	1.44	1.48	1.53	1.58	1.64	1.69	1.74	1.80
44	1.28	1.33	1.38	1.43	1.48	1.53	1.59	1.64	1.69	1.75	1.81	1.87	1.93	1.99
46	1.41	1.47	1.52	1.57	1.63	1.68	1.74	1.80	1.86	1.93	1.99	2.06	2.13	2.19
48	1.55	1.61	1.67	1.72	1.78	1.84	1.90	1.96	2.03	2.11	2.18	2.26	2.33	2.41
50	1.70	1.76	1.83	1.89	1.95	2.01	2.08	2.15	2.22	2.30	2.38	2.47	2.55	2.64

[1]) 16 m saakka = koivu.

Kuutiomäärä kuorineen.

Haapa. D 1.3—D 6.0 m 8 cm.

D 1.3 cm	Puun rungon pituus, m													
	17[1])	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)													
18	0.132													
19	154	0.158												
20	179	183	0.187											
21	205	210	216	0.221										
22	233	240	247	253	0.260									
23	263	271	280	288	296	0.305								
24	295	304	314	324	334	344	0.354							
25	328	339	350	362	373	385	396	0.407						
26	361	374	387	401	414	426	438	450	0.462					
27	396	411	426	441	455	469	482	496	509	0.522	0.535			
28	434	451	467	483	499	514	529	544	559	574	588	0.602		
29	473	491	509	527	545	562	579	595	612	628	644	660	0.676	0.692
30	513	532	552	572	592	611	629	648	666	684	702	720	738	756
31	555	576	597	619	640	661	681	701	721	741	762	783	803	824
32	598	622	645	668	691	713	735	757	779	801	824	847	870	893
33	642	668	694	719	743	767	791	814	838	862	887	912	938	964
34	688	715	743	770	796	822	848	873	899	925	951	978	1.01	1.04
35	737	765	794	823	852	880	908	936	963	991	1.02	1.05	1.08	1.11
36	788	818	848	879	909	939	970	1.00	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18
37	841	872	903	935	967	1.00	1.03	1.06	1.09	1.13	1.16	1.20	1.23	1.26
38	895	928	961	994	1.03	1.06	1.09	1.13	1.16	1.20	1.23	1.27	1.31	1.35
39	949	984	1.02	1.05	1.09	1.12	1.16	1.20	1.23	1.27	1.31	1.35	1.39	1.44
40	1.00	1.04	1.08	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35	1.40	1.44	1.48	1.53
42	1.11	1.15	1.20	1.24	1.28	1.33	1.37	1.42	1.47	1.51	1.56	1.61	1.66	1.71
44	1.23	1.28	1.32	1.37	1.42	1.47	1.52	1.57	1.63	1.68	1.73	1.78	1.84	1.89
46	1.35	1.41	1.46	1.51	1.56	1.62	1.67	1.73	1.79	1.85	1.90	1.96	2.02	2.08
48	1.49	1.54	1.60	1.66	1.72	1.78	1.84	1.90	1.96	2.03	2.09	2.15	2.21	2.28
50	1.63	1.69	1.75	1.82	1.88	1.94	2.01	2.07	2.14	2.21	2.28	2.35	2.42	2.50

[1]) 16 m saakka = koivu.

Kuutiomäärä kuorineen.

Haapa. D 1.3—D 6.0 m 9 cm.

D 1.3 cm	Puun rungon pituus, m													
	17[1])	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)													
20	0.162													
21	187	0.191												
22	214	219	0.224											
23	242	248	255	0.261										
24	272	280	288	296	0.304									
25	304	313	323	332	342	0.351								
26	337	349	360	371	381	391	0.401							
27	372	386	398	411	422	433	445	0.456						
28	409	424	438	452	465	477	490	503	0.515					
29	447	463	479	494	509	524	539	553	566	0.579				
30	487	504	521	538	555	572	589	604	619	633	0.647			
31	527	546	565	584	603	621	639	656	673	689	706	0.723		
32	569	591	612	633	653	673	692	711	729	748	767	786	0.806	
33	612	636	660	682	704	726	747	767	787	808	829	851	872	0.893
34	658	683	708	732	756	780	803	825	847	870	893	916	939	962
35	705	731	758	784	810	836	861	886	910	935	959	984	1.01	1.03
36	754	782	810	838	865	893	921	949	977	1.00	1.03	1.06	1.08	1.11
37	805	834	863	893	922	952	983	1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	1.16	1.19
38	857	888	919	949	980	1.01	1.04	1.07	1.10	1.14	1.17	1.20	1.24	1.27
39	910	944	977	1.01	1.04	1.07	1.11	1.14	1.17	1.21	1.24	1.28	1.32	1.35
40	964	1.00	1.03	1.07	1.10	1.14	1.18	1.21	1.25	1.29	1.32	1.36	1.40	1.44
42	1.07	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35	1.40	1.44	1.48	1.52	1.56	1.61
44	1.18	1.23	1.27	1.31	1.36	1.41	1.46	1.50	1.55	1.60	1.65	1.69	1.74	1.79
46	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.55	1.61	1.66	1.71	1.76	1.82	1.87	1.92	1.97
48	1.42	1.48	1.53	1.59	1.65	1.70	1.76	1.82	1.88	1.93	1.99	2.05	2.10	2.16
50	1.54	1.61	1.67	1.73	1.80	1.86	1.92	1.98	2.05	2.11	2.17	2.23	2.29	2.35

[1]) 16 m saakka = koivu.

Kuutiomäärä kuorineen.

Haapa. D 1.3—D 6.0 m 10 cm.

D 1.3 cm	Puun rungon pituus, m													
	17[1])	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)													
24	0.250													
25	281	0.290												
26	314	324												
27	348	360	0.371											
28	385	398	410	0.421										
29	422	436	450	463	0.476									
30	461	476	491	506	521	0.535								
31	501	517	534	551	567	583	0.598							
32	542	561	580	598	615	632	649	0.665						
33	584	605	626	646	665	683	701	719	0.737					
34	627	650	672	694	715	736	756	776	795	0.814				
35	673	697	721	744	767	790	813	835	856	878	0.899			
36	721	746	771	796	821	847	872	896	920	943	967	0.990		
37	770	797	823	849	876	904	932	959	986	1.01	1.04	1.06	1.08	
38	821	849	876	904	933	962	992	1.02	1.05	1.08	1.11	1.13	1.16	1.19
39	872	902	931	960	990	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14	1.17	1.20	1.24	1.27
40	924	956	988	1.02	1.05	1.08	1.12	1.15	1.18	1.21	1.24	1.28	1.32	1.35
42	1.03	1.06	1.09	1.13	1.17	1.21	1.25	1.29	1.33	1.36	1.40	1.44	1.48	1.52
44	1.14	1.17	1.21	1.25	1.29	1.34	1.39	1.43	1.48	1.52	1.56	1.60	1.65	1.69
46	1.25	1.29	1.34	1.38	1.43	1.48	1.53	1.58	1.63	1.68	1.72	1.77	1.82	1.87
48	1.36	1.41	1.47	1.52	1.57	1.63	1.68	1.73	1.79	1.84	1.89	1.94	1.99	2.05
50	1.48	1.54	1.60	1.66	1.72	1.78	1.84	1.90	1.96	2.02	2.07	2.12	2.17	2.23

[1]) 16 m saakka = koivu.

Kuutiomäärä kuorineen.

Haapa. D 1.3—D 6.0 m 11 cm.

D 1.3 cm	Puun rungon pituus, m													
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Puun rungon kuutiomäärä kuorineen, k-m³ (kannotta)													
33	0.553													
34	592	0.613												
35	635	656	0.678											
36	681	702	724											
37	728	751	774	0.798										
38	776	801	825	849	0.874									
40	875	903	931	958	985	1.01								
42	976	1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	1.16							
44	1.07	1.11	1.14	1.18	1.22	1.26	1.30	1.35	1.40					
46	1.18	1.22	1.26	1.30	1.35	1.39	1.44	1.49	1.54	1.58	1.62	1.66		
48	1.29	1.34	1.38	1.43	1.48	1.53	1.58	1.64	1.69	1.74	1.79	1.84	1.89	1.94
50	1.41	1.46	1.51	1.56	1.62	1.68	1.74	1.80	1.85	1.90	1.96	2.02	2.08	2.14

D 1.3—D 6.0 m 12 cm.

37	0.700													
38	747													
40	842	0.866												
42	937	962	0.987											
44	1.03	1.06	1.09											
46	1.13	1.16	1.20	1.24	1.29									
48	1.23	1.27	1.31	1.35	1.40									
50	1.34	1.38	1.43	1.49	1.54	1.59								

KUORETON KUUTIOMÄÄRÄ.

VOLUME EXCL. BARK.

Kuoreton kuutiomäärä. — *Volume excl. bark.*

Lyhyet puut (pituus 2—7 m). — *The short trees (height 2—7 m).*

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter (on bark), cm*	Puun pituus, metriä — *Height of the stem, metres*											
	2	3	4	5	6				7			
					Kapenemisluokka — *Taper-class* (D1.3— D3.5 m), cm							
					1—2	3—4	5—6	7+	1—2	3—4	5—6	7+
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä *Volume excl. bark per cent of the corresp. volume incl. bark*											
	Mänty — *Pine*											
1	60											
2	63	66	68									
3	66	68	70	71	72							
4	68	70	72	73	74				75			
6	70	72	74	75	76	73			77	74		
8	71	73	75	76	77	74	71		78	75	72	
10		74	76	77	78	76	74	73	80	77	75	74
12			77	78	79	78	76	74	81	79	77	75
14			78	79	80	79	77	75	82	80	78	76
16				80	81	80	78	76	82	81	79	77
18				80	82	81	79	77	83	82	80	78
20+				81	83	82	80	78	83	82	81	79
	Kuusi — *Spruce*											
1	70											
2	72	74	75									
3	74	76	77	78								
4	76	77	78	79	81				82			
6	77	78	79	80	81	80			82	81		
8	78	79	80	81	82	80	79		83	81	80	
10		80	81	81	82	81	80	79	83	82	81	80
12			82	82	83	81	80	79	84	82	81	80
14			82	82	83	82	81	80	84	83	82	81
16				82	83	82	81	80	84	83	82	81
18				83	84	83	82	81	85	83	82	81
20+					84	83	82	81	85	84	83	82
	Koivu (sekä haapa ja leppä) — ***Birch*** *(and aspen and alder)*											
1	70											
2	73	75	76	77								
3	75	76	77	78	80							
4	76	77	78	79	81				82			
6	77	78	79	80	81	79			82	80		
8	78	79	80	81	82	80	79		83	81	80	
10		80	81	82	83	81	80	79	84	82	81	80
12			82	82	84	82	80	79	85	83	81	80
14			82	83	84	82	81	80	85	83	81	80
16				83	84	82	81	80	85	83	82	81
18				83	84	83	82	81	85	84	83	81
20+					84	83	82	81	85	84	83	82

Kuoreton kuutiomäärä. — *Volume excluding bark.*

Mänty. Kapenemisluokka 1 cm — *Pine. Taper-class 1 cm.*

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*	Puun pituus, metriä — *Height of the tree, metres*										Keskimäär. kuoren vahvuus rinnankork. [1] *Average thickness of bark on breast-height* mm [1]
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä *Volume excl. bark per cent of the corresp. volume incl. bark*										
5	77	78	79								2—3
6	78	79	80	81							2—3
7	79	80	81	82							3—4
8	80	81	82	83	83						3—4
9	81	82	83	84	84						4—5
10	82	83	84	84	85	85					4—5
12		84	85	85	86	86	87				5—6
14		85	86	86	87	87	88	88			5—6
16		86	87	87	88	88	89	89	89		6—7
18		87	87	88	88	89	89	90	90	90→	6—7
20			87	88	88	89	90	90	90	91	7—8
22			88	89	89	89	90	90	91	91	7—8
24			89	89	89	90	90	91	91	91	8—9
26				90	90	90	90	91	91	91	8—9
28				90	90	90	91	91	91	91	9
30					91	91	91	91	91	92	9
32+					91	91	91	91	92	92	9

Mänty. Kapenemisluokka 2 cm — *Pine. Taper-class 2 cm.*

5	76	77									2—3
6	77	78	79								2—3
7	78	79	80	80							3—4
8	79	80	81	81							4—5
9	80	81	82	82	83						5—6
10	81	82	83	83	84	84					6—7
12	82	83	84	84	84	85					6—7
14	83	84	85	85	85	86	87				7—8
16		85	86	86	86	87	87	88			7—8
18		86	86	87	87	87	88	88	89	89→	8—9
20		86	87	87	88	88	89	89	89	90	8—9
22		87	87	88	88	88	89	89	89	90	9—10
24			88	88	88	89	89	90	90	90	9—10
26			88	89	89	89	89	90	90	90	10
28				89	89	90	90	90	90	91	10
30+				90	90	90	90	90	91	91	10—11

1) Kuoren vahvuuden poiketessa selvästi sarakkeen luvuista alas- tai ylöspäin voidaan taulukoiden osoittamia kuorettoman kuutiomäärän %-lukuja korjata siten, että edellisessä tapauksessa — siis ohutkuorisille puille — lisätään ja jälkimmäisessä tapauksessa — siis paksukuorisille puille — vähennetään %-lukua kaikissa kapenemisluokissa 1:llä jokaista s. 127 alamuist. mainittua kuoren vahvuuden mm-poikkeusta kohden. — *When the thickness of the bark at breast-height obviously deviates*

Kuoreton kuutiomäärä.

Mänty. Kapenemisluokka 3 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm	Puun pituus, m											Keskimääräinen kuoren vahvuus rinnankork. mm [1]
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä											
5	75											2— 3
6	76	77										3— 4
7	77	78	79									4— 5
8	78	79	80	80								5— 6
9	79	80	81	81	81							5— 6
10	80	81	81	82	82							6— 7
11	81	81	82	82	82	83						7— 8
12	81	82	82	83	83	84						7— 8
13	82	82	83	83	84	84	84					8— 9
14	82	83	84	84	84	85	85					8— 9
16	83	84	84	85	85	85	86	86				9—10
18		85	85	86	86	86	87	87	87	88		9—10
20		86	86	86	87	87	87	88	88	88		10—11
22		86	86	87	87	87	88	88	88	88	89→	10—11
24		87	87	87	88	88	88	89	89	89	89	11—12
26		87	87	88	88	88	89	89	89	89	90	11—12
28		88	88	88	88	89	89	89	89	90	90	12—13
30			88	88	89	89	89	89	90	90	90	12—13
32			89	89	89	89	89	90	90	90	90	13—14
34+			89	89	89	90	90	90	90	90	90	13—14

Mänty. Kapenemisluokka 4 cm.

6	75	76										3— 4
7	76	77										4— 5
8	77	78	79									5— 6
9	78	79	80	80								6— 7
10	79	80	80	81	81							6— 7
11	80	80	81	81	81							7— 8
12	80	81	81	82	82	82						8— 9
13	81	81	82	82	82	83	83					9—10
14	81	82	82	83	83	83	84					10—11
16	82	83	83	84	84	84	85	85				11—12
18	83	84	84	85	85	85	85	86	86			11—13
20	84	84	85	85	85	86	86	86	86	87→		12—13
22		85	85	85	86	86	86	87	87	87		12—14
24		86	86	86	86	87	87	87	88	88		13—14
26		86	86	87	87	87	87	88	88	88		13—15
28		87	87	87	87	88	88	88	89	89		13—15
30		87	87	88	88	88	88	89	89	89		14—15
32			88	88	88	89	89	89	89	89		15—16
34+			88	88	89	89	89	90	90	90		15—16

down-or upwards from the figures of the column the volume excl. bark per cents shown in the table can be corrected in the former case — for thin-barked stems — by raising and in the latter case — for thick-barked stems — by lowering with 1 (one) per each deviating amount of millimeters shown in the note p. 127. — The correction is the same in all taper-classes of pine.

[1]) Kts. taul. kapenemisl. 1 cm. — *See table taper-class 1 cm.*

Kuoreton kuutiomäärä.

Mänty. Kapenemisluokka 5 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm	Puun pituus, m										Keskimääräinen kuoren vahvuus rinnankork. mm [1]
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä										
7	74	75									4— 5
8	75	76									5— 6
9	76	77	78	78							6— 7
10	77	78	79	79							7— 8
12	79	80	80	80	81						8— 9
14	80	81	81	81	82	82	82				9—11
16	81	82	82	82	82	83	83	83	84		10—12
18	82	83	83	83	83	83	84	84	85		11—13
20	83	83	84	84	84	84	85	85	85		12—14
22	83	84	84	84	85	85	85	86	86		13—15
24	84	85	85	85	86	86	86	86	87	87→	14—15
26		85	85	86	86	86	86	87	87	87	14—16
28		86	86	86	87	87	87	88	88	88	15—16
30		86	87	87	87	87	88	88	88	88	15—17
32		87	87	87	88	88	88	88	89	89	16—18
34			87	87	88	88	88	89	89	89	17—18
36			87	88	88	88	89	89	89	89	18—19
38			88	88	88	89	89	89	89	90	18—20
40+			88	89	89	89	89	90	90	90	18—20

Mänty. Kapenemisluokka 6 cm.

8	74	75									6— 7
9	75	76	77								7— 9
10	76	77	78	78							8—10
12	78	79	79	79	80						10—12
14	79	80	80	80	81	81					11—13
16	80	81	81	81	81	81	82				12—14
18	81	81	81	82	82	82	83	83			13—15
20	81	82	82	83	83	83	84	84	84		14—16
22	82	83	83	83	83	84	84	84	85		15—17
24	83	83	84	84	84	85	85	85	85	86→	16—17
26	83	84	84	84	85	85	85	86	86	86	16—18
28	84	85	85	85	86	86	86	87	87	87	17—18
30		85	86	86	86	86	87	87	87	87	17—19
32		86	86	86	87	87	87	87	87	88	18—19
34		86	86	87	87	87	87	88	88	88	19—20
36		86	86	87	87	87	88	88	88	89	19—21
38			87	87	87	88	88	88	89	89	19—21
40+			87	88	88	88	88	89	89	89	19—22

D1.3 *D. bh* cm	Pituusluokissa — *In the height-classes* —15 m	16—18 m	19—21 m	22+m
—15	1	1	1.5	
16—20	1	1.5	2	2.5 mm
21—25	1.5	2	2.5	2.5 »
26—30	2	2	2.5	2.5 »
31+	2.5	2.5	2.5	2.5 »

[1]) Kts. taul. kapenemisl. 1 cm. — *See table taper-class 1 cm.*

Kuoreton kuutiomäärä.

Mänty. Kapenemisluokka 7 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm	Puun pituus, m										Keskimääräinen kuoren vahvuus rinnankork. mm [1]
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä										
9	74										8—10
10	75	76									9—11
12	77	78	78								11—13
14	78	79	80	80	80						12—14
16	79	80	80	80	80	81					13—16
18	80	81	81	81	81	81	82				14—17
20	81	81	81	82	82	82	83	83	83		15—18
22	82	82	82	83	83	83	83	83	84		16—19
24	82	83	83	83	84	84	84	84	84		17—19
26	83	83	84	84	84	85	85	85	85	86→	17—20
28	84	84	84	85	85	85	85	86	86	86	18—20
30	84	85	85	85	85	86	86	87	87	87	18—21
32		85	86	86	86	86	87	87	87	87	19—21
34		86	86	86	86	87	87	87	87	88	19—21
36		86	86	87	87	87	87	88	88	88	19—22
38			87	87	87	88	88	88	88	89	20—22
40+			87	87	88	88	88	88	89	89	20—22

Mänty. Kapenemisluokka 8 cm.

10	74										10—12
12	75	76									12—13
14	76	77	78	78							13—14
16	77	78	78	78	79						14—16
18	78	79	79	79	80	80					15—17
20	79	80	80	80	81	81	81				16—18
22	80	80	81	81	81	81	82	82			17—19
24	81	81	82	82	82	82	83	83	83		18—21
26	82	82	83	83	83	84	84	84	84		19—22
28	83	83	83	84	84	84	84	84	85	85→	19—23
30	84	84	84	84	84	85	85	86	86	86	20—23
32	84	85	85	85	85	85	86	86	86	86	21—24
34		85	85	85	85	86	86	86	86	87	22—25
36		85	86	86	86	86	87	87	87	88	22—25
38			86	86	86	87	87	87	88	88	22—25
40			86	87	87	87	87	88	88	88	22—25
42+				87	87	87	88	88	88	89	22—25

[1]) Kts. taul. kapenemisl. 1 cm. — *See table taper-class 1 cm.*

Kuoreton kuutiomäärä.

Mänty. Kapenemisluokka 9 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm	Puun pituus, m										Keskimääräinen kuoren vahvuus rinnankork., mm [1]
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä										
11	73										12—14
12	74	75									14—15
14	75	76	76								15—16
16	76	76	77	77							15—17
18	77	77	78	78	79						16—17
20	78	78	79	79	80	80					17—19
22	79	79	80	80	80	81	81				18—20
24	80	80	81	81	81	81	82	82			19—21
26	81	81	82	82	82	82	83	83			20—22
28	82	82	82	83	83	83	83	84			21—23
30	83	83	83	83	83	84	84	84	85		22—24
32	83	83	84	84	84	84	85	85	85	86→	22—25
34		84	84	84	84	85	85	85	86	86	22—25
36		84	85	85	85	85	86	86	86	87	23—26
38		85	85	85	86	86	86	86	87	87	23—26
40			85	86	86	86	86	87	87	87	23—26
42			86	86	86	86	87	87	87	88	23—26
44+			86	86	86	87	87	87	88	88	23—26

Mänty. Kapenemisluokka 10 cm.

13	73										16—17
14	74	74									17—18
16	75	75	76								18—19
18	76	76	77	77							19—20
20	77	77	78	78	79						20—22
22	78	78	79	79	79	80					21—23
24	79	79	80	80	80	80	81				22—24
26	80	80	81	81	81	81	82	82			23—25
28	81	81	81	82	82	82	82	83			24—26
30	82	82	82	82	82	83	83	83	84		24—27
32	82	82	83	83	83	83	84	84	84	85→	24—27
34		83	83	83	83	84	84	84	85	85	25—27
36		83	84	84	84	85	85	85	86	86	25—27
38		84	84	85	85	86	86	86	87	87	25—27
40		84	85	85	85	86	86	87	87	87	25—27
42+			85	86	86	86	86	87	87	87	25—27

[1]) Kts. taul. kapenemisl. 1 cm. — *See table taper-class 1 cm.*

Kuoreton kuutiomäärä.

Mänty. Kapenemisluokka 12 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm	Puun pituus, m									
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä									
14	73									
16	74									
18	75	75→								
20	76	76	77							
22	77	77	78							
24	78	78	79	79						
26	79	79	80	80						
28	80	80	80	81	81					
30	81	81	81	81	82	82				
32	81	81	82	82	83	83	83			
34	82	82	82	83	83	83	84	84		
36		82	83	83	84	84	85	85	85	
38		83	83	84	84	85	85	86	86	86→
40		83	84	84	85	85	86	86	86	86
42+			85	85	85	86	86	86	86	86

Mänty. Kapenemisluokat 14—16 cm.

16	73									
18	74									
20	75	75→								
22	76	76								
24	77	77								
26	78	78								
28	79	79								
30	79	80								
32	80	80								
34	81	81	81	82						
36	81	81	82	82	83					
38		82	83	83	84	84→				
40		82	83	83	84	84				
42+			84	84	84	85				

Kuoreton kuutiomäärä. — *Volume excluding bark.*

Kuusi. Kapenemisluokka 1 cm. — *Spruce. Taper-class 1 cm.*

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*	Puun pituus, m — *Height of the stem, m*									Keskimäär. kuoren vahvuus rinnankork., mm [1] *Average thickness of bark on breast-height, mm* [1]
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä *Volume excl. bark per cent of the corresp. volume incl. bark*									
5	84									2— 3
6	84	84								2— 3
7	84	84	85							2— 3
8	85	85	86	86						3— 4
10	85	86	86	86						3— 4
12	86	86	86	87						4— 5
14	86	86	87	87	87					4— 5
16	87	87	87	88	88	88				4— 5
18	87	87	88	88	88	88	89			5— 6
20		87	88	88	88	89	89			5— 6
22		87	88	88	89	89	89			5— 6
24		87	88	89	89	89	89			6— 7
26		88	88	89	89	89	89	89	90→	6— 7
28		88	88	89	89	90	90	90	90	7— 8
30+		89	89	89	90	90	90	90	90	7— 9
Kuusi. Kapenemisluokka 2 cm.										
5	83									2— 3
6	83	84								2— 3
7	84	84	84							2— 3
8	84	85	85	86						3— 4
10	85	85	86	86						3— 4
12	85	86	86	86						4— 5
14	86	86	86	87	87	87→				4— 5
16	86	86	87	87	88	88	88			4— 5
18	86	87	87	88	88	88	88			5— 6
20		87	88	88	88	88	89			5— 6
22		87	88	88	88	89	89			5— 6
24		87	88	88	89	89	89			6— 7
26		87	88	88	89	89	89			6— 7
28		88	88	89	89	89	89	90→		7— 8
30+		89	89	89	89	90	90	90		7—10

1) Kuoren vahvuuden poiketessa selvästi sarakkeen luvuista alas- tai ylöspäin voidaan taulukon osoittamia kuorettoman kuutiomäärän %-lukuja korjata siten, että edellisessä tapauksessa — siis ohutkuorisille puille — lisätään ja jälkimmäisessä tapauksessa — siis paksukuorisille puille — vähennetään %-lukua 1:llä d1.3-luokissa alle 20 cm jokaista poikkeavaa 0.5 mm kohden ja d1.3-luokissa 20+ cm jokaista poikkeavaa 1 mm kohden. — Korjaus on samanlainen kaikissa kuusen kapenemisluokissa. — *When the thickness of the bark at breast-height obviously deviates down- or*

Kuoreton kuutiomäärä.

Kuusi. Kapenemisluokka 3 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm	Puun pituus, m								Keskimääräinen kuoren vahvuus rinnankork., mm [1]
	8	10	12	14	16	18	20	22	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä								
5	82								2— 3
6	83	83							2— 3
7	83	84	84	84					2— 3
8	83	84	84	85					3— 4
10	84	84	85	85	85				3— 4
12	84	85	85	85	86				4— 5
14	85	85	85	86	86	87			4— 5
16	85	85	86	86	87	87			5— 6
18	85	86	86	87	87	88			5— 6
20		86	87	87	88	88			6— 7
22		86	87	87	88	88	89→		6— 7
24		87	87	88	88	89	89		6— 7
26		87	87	88	88	89	89		6— 8
28		88	88	89	89	89	89		7— 9
30+		88	89	89	89	89	89		8—10

Kuusi. Kapenemisluokka 4 cm.

6	82	82							2— 3
7	83	83							2— 3
8	83	83	84	84					3— 4
10	83	83	84	84					3— 5
12	84	84	84	84	85				4— 5
14	84	84	84	85	85				5— 6
16	84	84	85	85	86	86			5— 6
18	84	85	85	86	86	87			6— 7
20	85	85	86	86	87	87			6— 7
22		85	86	86	87	87	88		7— 8
24		86	86	87	87	88	88		7— 8
26		86	87	87	88	88	88		7— 9
28		87	87	88	88	88	89		8—10
30		87	88	88	88	88	89	89→	8—10
32+		87	88	88	88	89	89	89	9—11

upwards from the figures of the column the volume excl. bark per cents shown in the table can be corrected in the former case — for thin-barked stems — by raising and in the latter case — for thick-barked stems — by lowering with 1(one) in the D. bh-classes under 20 cm per each deviating 0.5 mm and in D. bh-classes 20+ cm per each deviating 1 mm.— The correction is the same in all taper-classes of spruce.

[1]) Kts. taul. kapenemisl. 1 cm. — *See table taper-class 1 cm.*

Kuoreton kuutiomäärä.

Kuusi. Kapenemisluokka 5 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm	Puun pituus, m									Keskimääräinen kuoren vahvuus rinnankork., mm [1]
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä									
7	82	82								2— 3
8	82	82	83							3— 4
10	83	83	83	83						3— 5
12	83	83	84	84	84					4— 5
14	83	83	84	84	85	85				5— 6
16	83	83	84	84	85	85				6— 7
18	83	84	84	85	85	86				6— 7
20		84	85	85	86	86				7— 8
22		84	85	85	86	86	87			7— 8
24		85	85	86	86	86	87			8— 9
26		85	86	86	87	87	87			8— 9
28		86	86	87	87	87	87	88→		9—10
30		86	87	87	87	87	88	88		9—10
32+		87	87	87	88	88	89	89		9—11

Kuusi. Kapenemisluokka 6 cm.

8	81	81								3— 4
10	82	82	83	83						4— 5
12	82	83	83	83						4— 5
14	83	83	83	83	84					5— 6
16	83	83	83	84	84					6— 7
18	83	83	84	84	84	85				6— 8
20	83	83	84	84	85	85				7— 8
22	83	83	84	84	85	85	86			8— 9
24	83	84	84	85	85	86	86			8—10
26	84	84	85	85	86	86	86	87		9—10
28		85	85	86	86	87	87	87	88→	9—11
30		85	85	86	86	87	87	88	88	9—11
32		85	85	86	86	87	88	88	88	10—11
34+		85	86	86	87	87	88	88	88	10—12

[1]) Kts. taul. kapenemisl. 1 cm. — *See table taper-class 1 cm.*

Kuoreton kuutiomäärä.

Kuusi. Kapenemisluokka 7 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm	Puun pituus, m									Keskimääräinen kuoren vahvuus rinnankork., mm [1]
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä									
9	81	81								3— 4
10	81	81	82							4— 5
12	82	82	82	83						5— 6
14	82	82	83	83	83					6— 7
16	83	83	83	83	84					6— 8
18	83	83	83	84	84					7— 8
20	83	83	83	84	84	84				8— 9
22	83	83	84	84	84	84	85			8—10
24	83	84	84	84	84	85	85			9—10
26	84	84	84	84	85	85	85	86→		9—11
28		84	85	85	85	86	86	87		10—12
30		85	85	85	86	86	87	88		11—12
32+		85	85	86	86	87	88	88		11—13

Kuusi. Kapenemisluokka 8 cm.

10	81	81								5— 6
12	81	81	82							6— 7
14	82	82	82	82						6— 8
16	82	82	83	83	83					7— 8
18	82	82	83	83	83					7— 9
20	82	83	83	83	84					8— 9
22	83	83	84	84	84	84				8—10
24	83	83	84	84	84	84	85			9—10
26	83	84	84	84	84	85	85			10—11
28		84	84	84	85	85	86	86		10—12
30		84	84	85	85	86	86	87		11—12
32		84	85	85	86	86	87	87	88→	11—13
34+		85	85	85	86	86	87	88	88	11—13

Kuusi. Kapenemisluokka 9+ cm.

10	80	80								5— 6
12	80	81	81							6— 7
14	81	81	81	81						7— 8
16	81	81	81	81	82					8— 9
18	81	81	81	82	82					8—10
20	81	81	82	82	82	83				9—10
22	81	82	82	83	83	83				10—11
24	81	82	82	83	83	84				10—11
26	82	82	83	83	84	84	85			10—12
28		82	83	83	84	84	85	85		11—13
30		83	83	84	84	85	85	86		11—13
32		83	84	84	85	85	86	86	87→	12—13
34+		83	84	85	85	86	86	87	87	12—14

[1]) Kts. taul. kapenemisl. 1 cm. — *See table taper-class 1 cm.*

Kuoreton kuutiomäärä. — *Volume excluding bark.*

Koivu. Kapenemisluokka 1 cm. — *Birch. Taper-class 1 cm.*

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm *Breast-height diameter of the tree (on bark), cm*	Puun pituus, m — *Height of the tree, m*									Keskimääräinen kuoren vahvuus rinnankork., mm [1] *Average thickness of bark on breast-height, mm* [1]
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä *Volume excl. bark per cent of the corresp. volume incl. bark*									
5	82	83								2
6	83	83	84							2
7	83	83	84							2— 3
8	84	84	84	85						2— 3
10	84	84	85	85						3— 4
12	85	85	86	86						4— 5
14	86	86	86	86	87					4— 5
16		86	86	87	87	88				4— 5
18		86	87	87	88	88				5— 6
20		86	87	87	88	88				5— 6
22		86	87	87	88	88	88			6— 7
24			87	88	88	88	88	88		6— 7
26			87	88	88	88	88	88	89→	7— 8
28+			88	88	88	88	88	89	89	8— 9

Koivu. Kapenemisluokka 2 cm.

5	82	83								2
6	83	83	84							2— 3
7	83	83	84							2— 3
8	84	84	84	85						2— 3
10	84	84	85	85						3— 4
12	85	85	86	86						4— 5
14	86	86	86	86	87					4— 5
16	86	86	86	87	87	88				5— 6
18		86	87	87	88	88				5— 6
20		86	87	87	88	88				6— 7
22		86	87	87	88	88	88			6— 7
24		87	87	88	88	88	88	88→		7— 8
26		87	87	88	88	88	88	89		8— 9
28+		87	88	88	88	88	89	89		9—10

1) Kuoren vahvuuden poiketessa selvästi sarakkeen luvuista alas- tai ylöspäin voidaan taulukon osoittamia kuorettoman kuutiomäärän %-lukuja korjata siten, että edellisessä tapauksessa — siis ohutkuorisille puille — lisätään ja jälkimmäisessä tapauksessa — siis paksukuorisille puille — vähennetään %-lukua 1:llä d1.3 luokissa alle 15 cm jokaista poikkeavaa 0.5 mm, d1.3-luokissa 16—20 cm 0.5—1.0 mm, d1.3-luokissa 22—26 cm 1 mm ja d1.3-luokissa 26+ cm jokaista poikkeavaa 1.5 mm kohden. — Korjaus on samanlainen kaikissa koivun kapenemisluokissa. — *When the thickness of the bark at breast-height obviously deviates down- or upwards from*

Kuoreton kuutiomäärä.

Koivu. Kapenemisluokka 3 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm	Puun pituus, m									Keskimääräinen kuoren vahvuus rinnankork., mm [1]
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä									
5	82	82								2
6	83	83	83							2— 3
7	83	83	83							2— 3
8	83	83	84	84						3— 4
10	83	84	84	85						3— 4
12	84	84	85	85						4— 5
14	84	85	85	86						5— 6
16	85	85	86	86	87→					5— 6
18	85	86	86	87	87					6— 7
20		86	86	87	87					6— 7
22		86	87	87	87					7— 8
24		86	87	87	87					7— 8
26		86	87	87	87	87	87	87	88→	8— 9
28		86	87	87	87	88	88	88	88	9—10
30+		87	87	87	88	88	88	88	88	9—10
Koivu. Kapenemisluokka 4 cm.										
5	82	82								2
6	83	83	83							3
7	83	83	83							3— 4
8	83	83	83	84						3— 4
10	83	84	84	84						4— 5
12	84	84	84	85	85→					4— 5
14	84	84	85	85	86					5— 6
16	84	85	85	86	86					6— 7
18	84	85	86	86	86					6— 7
20	85	85	86	86	86					7— 8
22	85	86	86	86	86					8— 9
24		86	86	86	86					8— 9
26		86	86	86	86	86	87→			9—10
28		86	86	86	86	87	87			10—11
30+		86	86	87	87	87	87			11—12

the figures of the column the volume excl. bark per cents shown in the table can be corrected in the former case — for thin-barked stems — by raising and in the latter case — for thick-barked stems — by lowering with 1 (one) in the D. bh-classes under 15 cm per each deviating 0.5 mm, in D. bh-classes 16—20 cm per each 0.5—1.0 mm, in D. bh-classes 22—26 cm per each 1 mm and in the D. bh-classes 26+ cm per each deviating 1.5 mm. — The correction is the same in all taper-classes of birch.

[1]) Kts. taul. kapenemisl. 1 cm. — *See table taper-class 1 cm.*

Kuoreton kuutiomäärä.

Koivu. Kapenemisluokka 5 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm	Puun pituus, m								Keskimääräinen kuoren vahvuus rinnankork., mm [1]
	8	10	12	14	16	18	20	22	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä								
7	82								3— 4
8	82	82							3— 4
10	82	83	83	84					4— 5
12	82	83	83	84					5— 6
14	83	83	84	84	85				5— 6
16	83	84	84	85	85				6— 7
18	83	84	85	85	85				7— 8
20	84	84	85	85	85				7— 8
22	84	85	85	85	85	86			8— 9
24		85	85	85	86	86			9—10
26		85	86	86	86	86	86		10—11
28		85	86	86	86	86	86	87→	11—12
30+		85	86	86	86	86	87	87	11—12
Koivu. Kapenemisluokka 6 cm.									
8	81	81							3— 4
10	82	82							4— 5
12	82	82	83						5— 6
14	82	82	83	83					6— 7
16	82	83	83	83	84				7— 8
18	83	83	83	84	84				7— 8
20	83	83	84	84	84	85	85		8— 9
22	83	84	84	84	85	85	85		9—10
24	83	84	84	85	85	85	85	86→	9—10
26		84	85	85	85	85	86	86	10—11
28		84	85	85	85	86	86	86	11—12
30		84	85	85	85	86	86	86	11—12
32+		84	85	85	86	86	86	86	12—13

[1]) Kts. taul. kapenemisl. 1 cm. — *See table taper-class 1 cm.*

Kuoreton kuutiomäärä.

Koivu. Kapenemisluokka 7 cm.

Puun läpimitta rinnankork. (kuoren päältä), cm	Puun pituus, m							Keskimääräinen kuoren vahvuus rinnankork., mm [1]
	8	10	12	14	16	18	20	
	Kuoreton kuutiomäärä % vastaavasta kuorellisesta kuutiomäärästä							
9	81	81						4— 5
10	81	81						5— 6
12	81	81	82					6— 7
14	81	81	82	82				7— 8
16	81	82	82	83	83			7— 8
18	82	82	83	83	83			8— 9
20	82	82	83	84	84			9—10
22	82	83	84	84	84			10—11
24	83	83	84	84	84			10—11
26		83	84	84	84	85		11—12
28		84	84	84	85	85		12—13
30+		84	84	85	85	85	86→	12—14
Koivu. Kapenemisluokka 8 cm.								
10	80	80						5— 6
12	80	80	81					7— 8
14	80	80	81	82				7— 8
16	80	81	82	82	82			8— 9
18	81	81	82	83	83			8— 9
20	82	82	83	83	83			9—10
22	82	82	83	83	83			10—11
24	82	82	83	83	83			11—12
26		83	83	83	83	84	84→	12—13
28		83	83	83	84	84	84	13—14
30		83	83	84	84	84	85	13—14
32+		84	84	84	85	85	85	13—15
Koivu. Kapenemisluokka 9+ cm.								
11	79	79						5— 6
12	79	79	80					7— 8
14	79	79	80	81				8— 9
16	80	80	81	81	81			8— 9
18	80	81	81	82	82			9—10
20	81	81	82	82	82			10—11
22	81	81	82	82	82			11—12
24	81	82	82	82	82	83		12—13
26		82	82	83	83	83		13—14
28		82	82	83	83	83	84→	14—15
30		82	83	83	84	84	84	14—15
32		83	83	84	84	84	85	14—16
34+		84	84	84	85	85	85	14—16

[1]) Kts. taul. kapenemisl. 1 cm. — *See table taper-class 1 cm.*

VOLUME TABLES FOR STANDING TREES.

Summary in English.

Introduction.

Ever since their initiation by COTTA and the appearance of the so-called Bavarian volume tables volume tables for standing trees have had a very important place in the literature of forest mensuration and very wide-spread use in the measurement of growing stock. [1]) As is well-known such tables give the volume of a stem when a number of factors are known. These factors are usually the breast-height diameter, the height and the form — sometimes the first mentioned factor alone but more often both the first and the second or all three factors together.

The method of preparation of volume tables has varied considerably, as has their structure and the manner of applying them. Data from sample trees have most often been employed as a foundation but sometimes use has been made of only a small number of trees, the data from which have been subjected to a mathematical handling involving the application of stem-curve equations. Many tables are furnished with a very inadequate explanation or with no explanation at all of how they are to be applied and reports of tests of the reliability of the tables are lacking. Sometimes, however, these fundamental points are adequately dealt with. As the use and the importance of volume tables are very great the inducement has been strong to publish a comprehensive detailed account of existing tables. As that would, however, require a considerable number of pages, its inclusion in this publication has been impossible owing to the high costs of printing.

In Finland no general volume tables have so far been prepared. In the absence of these certain foreign tables, above all the widely known volume tables of Tor Jonson (Massatabeller för träduppskattning. Stockholm), have been applied. Because of this the application of these tables will be examined in the sequel and a comparison drawn between them and the new tables.

The use of Jonson's volume tables, which with good reason are highly esteemed in Finland, has been the subject of uncertainty in some respects, which have an important bearing on the accuracy of the results. First, the applicability of the same tables to all our species of trees and for determining the volume both with and without bark has been questioned. The stem structure of the species may be dissimilar, for instance, because of the inherent differences in the formation of the bark and of the crown of the trees which by themselves may result in differences of volume.

In the application of these tables the practical determination of the stem form has, in particular, proved to be difficult. As an indicator of the form use is made of the ratio between 1. the diameter at the mid-point of the stem above breast-height and 2. the breast-height diameter. The upper diameter must be taken at 7.65 m on a tree of 14 m height; at 8.65 m on a tree 16 m high and at 10.65 m on a tree 20 m high, etc., which it is somewhat difficult to do with sufficient accuracy on a standing tree.

[1]) See the note on p. 5.

The author of the tables in question has proposed certain devices for determination of the form, of which the form-point method is the most important. In this method the so-called form-point, i. e. that point on the stem at which the bending strength of the wind is concentrated, must be ocularly estimated in relation to the height and form of the crown. The height of the form-point from the ground indicates the form-class. The determination of the form-point, however, has — in Finland, at least — proved to be uncertain. Moreover, the results of several investigations have shown that the mutual relationship between the form-class so estimated and the actual form-class is weak. In the application of these tables in Finland the form-class has, as a rule, been arrived at on the basis of personal judgement and experience or of measurements on fallen trees which happened to be available on the ground. Such procedure, however, has aroused a feeling of unreliability in the use of the tables and in the results so obtained.

It is mainly for these reasons that the necessity has come to be realized of trying to replace the very useful volume tables of Tor Jonson by tables made in Finland and based on a sufficient number of sample trees. [1]) It was considered that such tables should be so constructed that all the factors needed in their application could be measured with sufficient accuracy directly from the ground. The new tables which appear in this publication were put in the hands of the printer in February 1947.

The measurement and treatment of the data.

The earliest data are derived from 2 568 sample trees measured by the author during the preparation of the Finnish yield tables in 1916—1920. Since 1924 this material has been augmented by data from trees felled and accurately measured in sample plots; on survey and power transmission lines; on logging areas; etc., so that it ultimately comprised figures from about 12 000 sample trees.

The sample trees were measured by sections, the butt section being 1 m long and the remainder also 1 m long in trees of less than 12 m but increased to sections 2 m long in trees over 12 m. Very short trees were measured in ½ m sections. In addition to diameter measurements at these points many other measurements were taken of both stem and crown. The handling of the data included calculations of volume with and without bark, of bark percentage, taper, etc.

The stump was measured along with the stem, but the intention was to construct the tables so as to give the volume of really useful stem exclusive of the stump. Special measurements were therefore made of 6 380 stumps on felling areas of various kinds and in all parts of the country in order to ascertain the probable amount of material contained in the stump.

Fixation of the actual point of measurement for stump and for breast-height has varied somewhat in the investigations and in making the volume tables. For the most part the base-line for determining the stump-height and the breast-height has been taken as corresponding with ground level, which, as a rule, satisfactorily represents the position where the tree originated. The actual stump-height, however, depends very much on the shape of the base of the stem; sometimes there are no buttresses present to interfere with the felling but sometimes these exist to such an extent that severance has to be made as much as several decimetres above the ground level.

[1]) It may be mentioned that while this publication was in print new volume tables have been published in Sweden alongside Jonson's tables: Manfred Näslund, Functioner och tabeller för kubering av stående träd. Summary: Functions and tables for computing the cubic volume of standing trees. (Meddel. fr. Statens Skogsforskningsinstitut. Band 36. Nr. 3).

On that account it has been assumed that the base-line for determining stump-height and breast-height is that point on the highest root buttress which presents an evident obstacle to felling and which, if left on, would adversely affect the shape of the butt log, or, generally speaking, the point at which, after the surface vegetation has been removed, the tree could be cut as low as possible.

According to the stump measurements carried out the average height of the stump above the base-line mentioned varies over the whole of Finland from south to north between 10 and 15 cm. As regards the different species of trees no distinct differences were observed and the variation was also slight in relation to varying diameter and height of stem. After the problem of stump-height had been cleared up measurements were made to determine the taper in the lower part of the stem. Finally, the volume of the stump, arrived at as a result of these investigations, was deducted from the butt sections just as such one as it had been included in these when the sample trees were measured.

Thus, the volume tables give the volumes of tree stems less the volumes of their stumps according to the above definition and it is probable that such stump volumes correspond to the average stump volumes found in practice.

Preparation of the tables.

The over-bark volume.

The volume tables are based on the measurement of three factors: breast-height diameter, height and form. The measurement of the first two can readily be accomplished with callipers and hypsometer. After numerous tests and inspections it was ascertained that the most useful indicating factor for form was the taper of the stem between breast-height and a height of 6 metres, i.e. D. bh—D.6.0 m. The former diameter may often lie within that portion of the stem where natural root swelling occurs but it has universally been accepted as the standard basal diameter. To lower the upper diameter to slightly below a height of 6 m would not facilitate its measurement to any appreciable extent but would merely introduce a greater inaccuracy in determining the form of tall trees. The measurement of diameters at points higher than 6 m with sufficient accuracy is, on the other hand, difficult.

This taper (D.bh—D.6.0 m) was taken as an index of the form of trees 8 metres high or over. For trees 6 and 7 m high a height on the stem of 3.5 m was found to be a suitable one for measuring the upper diameter. Trees of 5 m height and under do not require the use of any measurement of form.

The upper diameter was thus taken at a comparatively low height on the stem, especially in the case of tall trees, and that height was, moreover, a fixed height. This decision was reached for practical reasons, namely, because the D. 6.0 m can still be measured with reasonable accuracy, for instance, by using the callipers illustrated on p. 23, and because a fixed height is much more easily located than any fractional height depending on the total height of the tree. Measurement of the upper diameter at a point lower than, say, half the total height is, moreover, justified by the results of the Finnish investigations mentioned in the note on p. 11.

The sample tree data were divided into taper classes with class-intervals of one cm. and within these classes again into height-classes with intervals of one m. and again into breast-height diameter-classes with intervals of one cm. In preparing

the tables two methods were used conjointly, namely, a graphical method and a simple analytical method ($y = ax^{2.0—2.5}$). With the latter, using the breast-height diameters as abscissae, an appropriate index was chosen for each species of tree, each taper-class and each height-class — lying, as a rule, between 2.0 and 2.5 — so that in each case the plotted diameter-volume curve displayed a uniform straight trend. The value of a was arrived at for each species of tree, each taper-class and each height-class as a mean of the diameter-classes, within which the variation in the value of a was, generally speaking, very small.

The under-bark volume.

The considerable variation which is found in the amount of bark on trees of the same size renders the calculation of the under-bark volume more uncertain than that of the over-bark volume. Thus, one must be satisfied with a less accurate result in respect of the under-bark volume.

In constructing the volume tables at first tables were prepared for the under-bark volumes similar to those for the over-bark volumes. For the reason just mentioned,however, the publication of such tables was considered to be unnecessary. For estimating the under-bark volume tables sufficiently concise to serve the purpose were obtained by working out the average percentages of under-bark volume in the various over-bark volumes. These tables have been made on the basis of species of tree, taper-class, height-class and breast-height diameter-class.

The variation in the amount of bark is considerable and erratic. It can thus often display appreciable deviation from the average percentages given in the tables. On that account some means of making allowance for this must be sought. In addition to the diameter, height and form of the stem, it appears that the nature of the site and its geographical location, the position of the tree in the stand, the form and character of the crown, the age of the tree and so on, all have an influence on the amount of bark. The only correction factor found to be of practical value, however, is the bark thickness at breast-height. Between this thickness and the percentage of under-bark volume in the whole tree an appreciable correlation was demonstrated.

This correlation is made clear by a number of examples of correlation coefficients given in table 1 on p. 17. The correlation coefficients for spruce and birch are high and their standard errors small, except in the case of birch with a diameter of over 20 cm., for which there are relatively few observations. The figures on p. 15 show by way of example the average thickness of bark at breast-height corresponding to an under-bark volume of 86 per cent.

The correlation coefficients for pine are markedly lower and their standard errors higher than those for spruce or birch, even though the trees have been grouped according to height as well as breast-height diameter. The structure of the bark of pine — especially for the portion forming the butt log — is much more irregular than in the other species, but, nevertheless, the bark thickness can still be used as a to some extent reliable correction factor for that species too. As an example, the figures on p. 16 show the average bark thickness corresponding to an under-bark volume of 86 per cent.

On the whole, the relationship between the bark thickness at breast-height and the under-bark volume percentage proved to be so high, in spite of the degree of

erratic deviation, that it was used as a basis for determining what corrections should be applied to the tables giving the percentages of under-bark volume in the whole stem.

Construction and application of the tables.

Separate volume tables have been prepared for pine, spruce and birch. The tables for birch are well-adapted for aspen up to a height of 16 m. but for taller stems separate tables are required. For alder the tables for birch can be used to give approximate results.

Figures 3 and 4 on pp. 20 and 21 give a number of examples illustrating the difference between the volumes of the several species of trees. The volume of pine is, as a rule, greater than that of spruce or birch of the same taper, height and breast-height diameter-class. This is largely due to the fact that the bark of pine, as a rule, gets much thinner from breast-height up to a height of 6 m. than does the bark of spruce or birch, which causes the pine to fall into a poorer taper-class than the part above the 6 m. height would conform to. Next to pine comes spruce and then, as a rule, birch. Exceptions are noticeable, however, in a number of instances.

The tables for each species of tree are divided into abbreviated tables for »short trees», i. e., with heights from 2 to 7 m. and more detailed tables for »tall trees», having heights of 8 m. and over. Up to 5 m. no index of form is given. As was mentioned above, the index of form in the tables for »short trees» is D.bh—D.3.5 m. and for »tall trees», D.bh—D.6.0 m.

Table 3 on p. 19 shows that for trees of a height of 8 m. and over, the taper-classes 3 to 5 cm. contain, according to the National forest survey, almost 2/3 to 3/4, and for trees of a height of 6 to 7 m., taper-classes 1 to 3 cm. contain the great majority, of all the trees of these respective heights. The sample tree material used for the volume tables consists to a relatively great extent of trees from fully-stocked stands, which accounts for the high proportion of trees with slight taper.

Figures 1 to 3 on pp. 12 to 14 give a few graphical examples illustrating the differences between the various taper-classes displayed by trees having the same breast-height diameters and heights. These differences are so great as to justify the necessity for taking taper-classes into consideration. This becomes evident too from table 4 on p. 19, which again gives a few examples which show how trees of the same breast-height diameter- and height-class are distributed over several taper-classes.

When using the tables the taper can conveniently be measured — e. g., with the callipers described on p. 23 — on the same trees which are selected as sample trees for the construction of a height curve. The taper should be measured to the nearest whole number — e. g. anything between 3.6 and 4.5 cm. would be 4 cm. an so on. To obtain approximate results, for instance when using sample plots, the taper can, moreover, be taken as an average, most weight being given to those breast-height diameter-classes which exert the greatest influence on the volume.

The volume tables run up to a breast-height diameter of 50 cm. and a height of 30—32 m., which, generally speaking, are the maxima found in Finnish forests. The volumes include bark and represent actual cubic contents in solid cubic metres less the stump volumes (concerning this see p. 142). In making enumerations the breast-height must be measured up from the base and not from the top of the stump as defined.

The under-bark volumes are obtainable from the over-bark volumes by the aid of the percentages given in the tables. As the change of percentage from one class to the next is very slight values are — with the exception of those for small trees — given for every second breast-height diameter- and height-class and are all rounded of to whole numbers. A few examples are given in table 5 to show within what limits the percentages vary for pine, which usually displays the greatest variation.

In the under-bark volume tables there is a column by whose aid it is possible to make an approximate correction of the percentages for trees having a bark which is thinner or thicker than the average. The bark-thickness can be measured with a bark gauge on the same trees which serve as sample trees for height and taper measurements. As a rule, when the problem involved is that of finding the cubic contents of the growing stock of a forest area varying in respect of stand and soil, the average percentages given in the tables lead to satisfactorily accurate results (see table 5 on p. 22).

The accuracy of the tables.

The taper-class as the index of form.

The accuracy of the new volume tables is largely dependent on the capability of the taper-class to indicate form, the determination of which on standing trees is a difficult matter.

Table 6 a on p. 27 shows to what extent the true volumes — measured by sections — of all the pine sample trees lie within their appropriate taper-classes in accordance with the volume tables and to what extent they spread over into other taper-classes. The concentration within the appropriate taper-classes is really greater than that shown by table 6 a, because the volume has been read from the volume tables to the nearest whole cm. of the breast-height diameter and whole metre of height, i. e., without interpolation to the nearest mm. or dm. respectively.

In taper-classes 2 to 5 which, according to table 3, comprise about 3/4 of all the pine sample trees, the true volume corresponds in more than half the cases to the volume of the appropriate taper-class as given in the tables. The dispersion on either side is restricted almost entirely to the adjacent taper-classes. In taper-classes 6 to 8, the occurrence of which is relatively rare, the result is only slightly less satisfactory.

The same sample plot material was dealt with, for the sake of comparison, with reference to Jonson's volume tables, the form-class being ascertained as the ratio between 1. the diameter at the mid-point of the stem above breast-height and 2. the breast-height diameter (cf. p. 141). Table 6 b on p. 28 shows that the distribution of trees over the various form-classes does not conform any more closely with what the tables require than was the case when the taper-class was used as a basis.

From this comparison it appears that the taper-class may meet requirements as a means of determining form quite as well as the form-class as expressed by the above-mentioned ratio, and decidedly better than the form-class as estimated on the basis of a form-point which cannot be determined with certainty or of some other approximate method. The correlation coefficient between the taper-class measured on the tree and the taper-class corresponding to the actual volume of the tree as read from the volume tables was 0.880 ± 0.004 for all the pine sample trees. In respect of the form-class the corresponding correlation coefficient was 0.806 ± 0.008.

In tables 6 a and 6 b the standard deviation for the taper-classes is, horizontally, 1.615 on the average and, vertically, also 1.615 and for the form-class 1.964 and 1.698 respectively.

The position is the same for spruce as may be seen from tables 7 a and 7 b on pp. 29 and 30. The above-mentioned correlation coefficient in respect of taper-class is 0.880 ± 0.006 and of form-class 0.867 ± 0.008. The standard deviation for the former is, horizontally, 1.819 on the average and, vertically, 1.608 and for the latter, 1.875 and 1.706 respectively.

Examination of tables 8 a and 8 b on pp. 32 and 33 shows that the position is the same in respect of birch. The correlation coefficient for taper-class is 0.862 ± 0.009 and for form-class 0.715 ± 0.015 and the average standard deviations for the former 1.859 and 1.795 and for the latter 2.258 and 1.934 respectively.

This result may to a great extent be due to the fact that the upper diameter of the form-class ratio very often falls within the branchy green crown, where the taper of the stem is usually rapid. In that part of the stem there may be a big change in the diameter from one internode to an adjoining one and even a slight dislocation of the point of measurement in such a case may have an appreciable influence on the result.

The upper diameter used for fixing the taper-class is taken for trees of a height of 10 m. and over at a point lower than that used to fix the form-class and on that account from a part of the stem which is tapering more slowly, is less branchy and therefore displays less variation in diameter. It may further be pointed out that the rapidly tapering upper part of the stem has a small effect on the volume of the tree as compared with that of the part below a height of 6 m., which by itself often accounts for more than half of the total volume.

The difference between the results obtained when using the taper-class as compared with the form-class is not so great with spruce as it is with pine. This is due to the fact that the point of measurement at a height of 6 m. in the case of spruce also falls much more frequently within the green crown. As regards birch, the difference is, on the contrary, great. This may be due to the sudden alterations in the form of the birch stem in the upper portion within the green crown. The thick branches, which often may almost be classed as forks, affect the regularity much more and prevent the accurate determination of the upper diameter for form-class to a greater extent than in the case of the upper diameter for taper-class as used in the new volume tables.

The volume given in the volume tables as compared with the true volume.

A test of the accuracy of the volume tables was made based mainly on the sample trees measured in sections which were used in the preparation of these tables. Although a comparison which takes account only of measurements to the nearest cm. for breast-height diameter and nearest m. for height does not do complete justice to the volume tables, such a comparison was considered to be quite appropriate because the tables are adapted to such a procedure in practice. The results of the comparison may be seen in table 9 on p. 34.

For pine the deviation of the volumes given in the tables from the true volumes is, for 68.4 % of the sample trees, less than 5 % and for 93.8 %, less than 10 % and only in the case of 0.3 % is it more than 20 %. Comparison of the true volumes of the same sample trees with the volumes given in Jonson's tables — taking the form-class as the ratio of the upper diameter and the breast-height diameter — gave the

following deviations: — 66.7, 93.3 and 0.1 % respectively. Thus the accuracy of both volume tables is equal but the result with the latter tables is more uncertain in practice owing to the fact that the form-class is usually determined on the basis of the form-point or some other approximation.

As regards spruce the deviation is, for 74.0 % of all the sample trees, less than 5 %, for 95.2 %, less than 10 % and in no case was more than 20 %. When Jonson's tables were used the corresponding figures were 69.8, 95.9 and 0.2 % respectively.

For birch the volumes given by the volume tables deviate more from the true volumes. This is due to the greater variation of the form caused by the extension of the natural root-swelling further up the stem and by the usually more irregular crown. The deviation is, for 60.1 % of the birch sample trees, less than 5 %, for 86.8 %, less than 10 % and only in the case of 0.6 % does it rise to over 20 %. With Jonson's tables the corresponding percentages are: — 53.3, 82.3 and 1.6 %.

If the direction of the deviations (positive or negative) is taken into consideration, the result obtained showed that the sum total of the volumes of all the sample trees calculated on the basis of the volume tables differed from the sum total of the corresponding true volumes as follows: — pine —0.4 per cent, spruce —0.6 per cent and birch —0.6 per cent. Deviation in the negative direction is better than in the positive direction because when fellings are carried out in the presence of plant and snow cover, the stump-height tends to be rather higher than the point taken as stump-height in the preparation of the volume tables.

An additional test confined to large trees — altogether 168 pine stems with a breast-height diameter varying between 20 and 50 cm., a height between 16 and 27 m. and a taper-class of from 2 to 16 cm. — resulted in the following deviation of the cubic contents based on volume tables from the true cubic contents as measured direct by sections: —

deviation of less than 5 % in 76.6 per cent of the sample trees,
» » 5.0— 9.9 » » 18.5 » » » » » »
» » 10.0—14.9 » » 4.5 » » » » » »
» » 15.0—19.9 » » 0.4 » » » » » »

The deviation of the sum total of the volume from the true sum total was —0.7 per cent.

Conclusions.

Preparation of separate volume tables for the different species of trees has been completely justified owing to the differences found to occur between the species.

It has been necessary to base the tables on the three factors, breast-height diameter, height and form, because the volume is to an appreciable degree dependent on all of them.

Taking the taper-class, i. e., the taper of the stem between breast-height and a height of 6 m., in the case of trees of 8 m. high and over, and between breast-height and a height of 3.5 m. for trees 6 and 7 metres high, as an index of form, the determination of form appears to have been placed on a workable practical footing. The required diameters can easily be measured with sufficient accuracy by means of simple callipers devised for that purpose.

The volume tables are divided into two parts: 1. tables for trees 6 and 7 metres high (no form index is given for trees from 2 to 5 m. high) and 2. tables for trees over 8 m high, but this should not present any appreciable disadvantage in using the tables.

It is necessary to arrange for separate tables for over-bark and under-bark volumes but for the latter purpose concise tables giving the percentages of under-bark volume in the over-bark volume satisfy practical requirements. These percentages can be made approximately correct on the basis of the bark at breast-height, when the necessity arises for calculating the volume of thick- or thin-barked stems which deviate markedly from the average.

According to the comparative trials carried out the new volume tables give the volumes as accurately as the widely used and reliable volume tables of Tor Jonson. In using these latter tables, however, the accurate determination of the form-class has proved to be difficult and its approximate determination gives rise to uncertainty. As this disadvantage would appear to have been satisfactorily eliminated in the new tables and as these tables are somewhat more complete — there being separate tables for the different species of trees and for both over-bark and under-bark volumes — it may be worth while testing them out in practice and, if they prove to fulfil requirements, putting them to general use in Finland.