

ETELÄ-SUOMEN KYLVÖMÄNNIKÖIDEN RAKENTEESTA
JA KEHITYKSESTÄ

KUSTAA KALLIO

SUMMARY:

*ON THE STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF PINE STANDS
ESTABLISHED BY SOWING IN THE SOUTH OF FINLAND*

HELSINKI 1960

Alkulause

Tämän kylvömännikkötutkimuksen aiheen valintaan vaikuttivat ratkaisevasti Suomen Akatemian jäsen, professori YRJÖ ILVESSALO ja toimitusjohtaja, maat. metsät. tohtori ERKKI K. KALELA. Olen heille tästä suuresti kiitollinen.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet professori PEITSA MIKOLA ja metsäneuvos OLAVI LINNAMIES. Kiitän heitä arvokkaista neuvoista ja varteen otetuista huomautuksista. Lausun myös lämpimät kiitokseni Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiölle ja sen hallituksen puheenjohtajalle, pääjohtaja N. A. OSARALLE. Säätiön myöntämän apurahan turvin olen voinut kerätä varsin suuritöisen aineiston ja suorittaa sen muokkauksen esityskelpoiseen kuntoon.

Edelleen kiitän metsähallitusta ja muita metsänomistajia, joiden suosiollisella avulla olen voinut kerätä koeala-aineiston, samoin myös niitä metsänhoitajia ja metsäteknikoita, jotka ovat opastaneet ja avustaneet aineiston hankinnassa. Kiitän metsänhoitaja UNTO HEIKKILÄÄ kaikesta siitä avusta, mitä olen häneltä tutkimuksen käsikirjoitusta laatiessani saanut.

Kuvat on piirtänyt kartografi ARMAS KAJANKO. Lausun hänelle samoin kuin laskenta- ja puhtaaksikirjoitustöissä avustaneille henkilöille kiitokset hyvin suoritetusta työstä.

Suurimman kiitoksen ansaitsevat kuitenkin ne metsäammattimiehet ja metsänomistajat, monet jo manan majoille menneet, jotka taloudellisia uhrauksia pelkäämättä ja tulevaan satoon uskoen ovat suorittaneet ne metsänkylvöt, joiden tuloksista tutkimusaineisto on kerätty. Heidän joukkoonsa kuuluu moni Suomen metsänviljelyn uranuurtaja ja metsätalouden suurmies, joista erikoisen maininnan ansaitsevat ANTON GABRIEL BLOMQUIST ja ARVID BORG.

Englanninkielisen selostuksen kääntäjälle (Kielipalvelu ARB) lausun parhaat kiitokseni. Suomen Metsätieteellinen Seura on ottanut tutkimuksen julkaisusarjaansa, mistä olen vilpittömästi kiitollinen.

Helsingissä joulukuulla 1959.

Kustaa Kallio

Sisällysluettelo

	Sivu
1. Johdanto	7
2. Tutkimusaineisto ja sen keruu	10
21. Yleiset valinta- ja koostamisperiaatteet	10
22. Yksityiskohtaiset valintaperiaatteet	11
23. Koealat ja niillä suoritettut tutkimukset	13
231. Koealojen sijainti, lukumäärä ja koko	13
232. Kasvupaikan ja metsätyyppin kuvaus	14
233. Metsikön kylvötapa ja käsittely	15
234. Puiden ja kantojen lukeminen ja mittaus, koeleimaus.	15
235. Koepuut	16
3. Aineiston käsittely ja sarjojen koostaminen	17
31. Sarjojen perustekijöiden määrittäminen	17
311. Mittaustulokset	17
312. Kasvupaikkatekijät	17
313. Ikäsuhteet ja uudistuskausi	22
314. Runkoluku	24
315. Pituus	27
316. Keskiläpimitta ja pohjapinta-ala	32
317. Kapeneminen	34
318. Kantomittausaineiston käsittely	35
319. Kuoren vahvuus	35
32. Kuutiomäärä	36
33. Kuutiokasvu	38
331. Kasvun ilmastolliset vaihtelut	38
332. Kuutiokasvusadannessarjat	40
333. Kuutiokasvusarjojen koostaminen	42
334. Kuutiokasvun jakaantuminen metsikössä	45
34. Kuutiopoistuma	48
35. Puuston rakenne ja tuotos	50
351. Puuston rakennelukujen laskennan teknillinen suoritus	51
352. Rakenne- ja tuotosluvut	53
353. Tukkipuuston laatu	58
36. Metsikön latvuserrokset ja puulajisekoitus	60
361. Puuston jakaantuminen latvuserrokseen ja puuluokkiin.	60
362. Kuusialikasvos	60
363. Puulajisekoitus	61
37. Eräitä vertailutuloksia	61

38. Kylvömänniköiden perustamiseen liittyviä tekijöitä	63
381. Uudistusalojen valmistus- ja kylvötavat	63
382. Rivi- ja ruutuvälit	65
39. Aineiston yhtenäisyys	65
4. Tulosten yhdistelmä	67
Kirjallisuusluettelo — <i>References</i>	69
Lyhennyksiä — <i>Abbreviations</i>	72
Summary	73

1. Johdanto

Maamme tasaisimmat ja kauneimmat mänty- ja koivumetsät ovat syntyneet kaskialoille (vrt. mm. HEIKINHEIMO 1915). Kaskeamisella ihminen edisti näin ollen välillisesti metsien uudistumista. Kun sahateollisuus vapautui n. 100 vuotta sitten säännöstelystä, johti tämä sahapuiden määrämittaharsintoihin. Näiden jälkeen metsä jäi tavallisesti sellaiseen tilaan, että luontainen uudistuminen joutui vaaraan. Samanaikaisesti väheni myös kaskeaminen. Tästä oli puolestaan se seuraus, että metsien uudistuminen ei tapahtunut enää niin vauhtomasti kuin varsinaisena kaskikautena (vrt. mm. LEHTO 1956, ss. 7—8). Kun näihin yhtyivät orastava metsänhoito, kruununmetsien asettaminen järjestetyn hallinnon alaiseksi, Evon metsäopiston perustaminen ym., jouduttivat nämä seikat ihmisen välitöntä toimintaa metsien uudistumisen hyväksi. Tärkeän osan tässä tehtävässä muodosti metsän keinollinen uudistaminen eli metsänviljely.

Vaikka vanhimmat meikäläiset metsänviljelyt lienevät peräisin jo 1700-luvun loppupuolelta, pääsi metsänviljely meillä kuitenkin varsinaisesti alkuun vasta Evon metsäopiston perustamisen jälkeen. V. 1933 arvioitiin maassamme olevan viljelymetsiä yhteensä n. 85 000—90 000 hehtaaria (vrt. ERKKI K. CAJANDER 1933, s. 5).

Vuodesta 1932 lukien on metsänviljelyala maassamme edelliseen verrattuna moninkertaistunut. Jo ennen sotia, vv. 1932—1939, oli kylvö- ja istutustoiminta varsin vilkasta, lähinnä v. 1929 voimaan astuneen metsänparannuslain sekä metsätaloudellisen toiminnan edistymisen ansiosta. Sotavuosina alenivat vuotuiset metsänviljelyalat miltei olemattomiin, mutta nousivat niiden jälkeen taas hiljalleen sotaa edeltävän ajan tasolle ja suuremmiksikin, minkä johdosta viime vuosina on päästy huomattavasti suurempiin lukuihin kuin koskaan aiemmin. Vuotuinen metsänviljelyala lienee koko maassa tätä nykyä n. 50 000—60 000 hehtaarin suuruusluokkaa, josta yksityismetsien osuus n. 48 %, valtion metsien n. 23 % ja yhtiöiden metsien osuus 29 % (vrt. YLI-VAKKURI 1958a ja b). Mm. metsähallituksesta (metsäneuvos AHOLALTA) ja Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliitosta (maat. metsät. tri h.c. JARL LINDFORSILTA) saatujen tietojen sekä HOLOPAISEN (1957, ss. 229—231) ja YLI-VAKKURIN (1958b, s. 157) mukaan voidaan arvioida, että maassamme on suoritettu viime 100 vuoden aikana metsänviljelyä n. 650 000 hehtaarin alalla, josta männyn kylvöä n. 65 %.

III valtakunnan metsien arvioinnissa laadittu, metsien metsänhoidolliseen tilaan perustuva metsänhoito-ohjelma edellyttää lähiajan tehtävinä mm. metsän viljelyä koko maassa n. 2.8 milj. hehtaarilla. Tästä on maan eteläpuoliskolla lähes 1.4 milj. hehtaaria, josta kylvöä runsaasti 0.5 milj. hehtaaria (vrt. ILVESSALO 1956b, s. 162). Koska kylvö on etupäässä männyn keinollinen uudistamistapa, jouduttaisiin mainitun ohjelman mukaan maan eteläpuoliskossakin kylvämään 8 vuoden aikana vuosittain n. 80 000 hehtaaria mäntyä ja Pohjois-Suomessa likimain sama määrä. ILVESSALON (1957) laskemat reaalisemmat metsänviljelytavoitteetkin edellyttävät koko maan vuotuisen metsänviljelytarpeen n. 200 000 hehtaariksi, josta YLI-VAKKURIN (1958 a) mukaan kylvöä puolet ja istutusta puolet.

Edellisen perusteella on sekä tieteellisessä että taloudellisessa mielessä mielenkiintoista tarkastella, minkälainen on keinollisesti syntyneen metsikön kehitys, erikoisesti sen kuutiomäärän ja poistuman määrien, rakenteen sekä kasvun ja tuotoksen kehitys. Nämä tunnuksot muodostavat erinäisten metsätaloudellisten laskelmien, mm. kannattavuus- ja metsänarvonlaskennan pohjan. Näiden tietojen avulla voidaan suorittaa vertailuja vastaavanlaatuisten kasvupaikkojen samantyyppisesti käsiteltyjen luontaisesti syntyneiden metsiköiden samoin kuin eri viljelymetsikkösarjojen kehityksen kesken. Tunnusten primääritekijöillä, esim. valtapituudella, on ko. vertailuissa myös tärkeä osuus.

Suomessa suoritettut metsikön kasvu- ja rakennetutkimukset ovat kohdistuneet aluksi luonnonnormaaleihin metsiin (ILVESSALO 1920 a; 1937; LÖNNROTH 1925; LAPPI-SEPPÄLÄ 1930; MIETTINEN 1932) ja sen jälkeen luontaisesti syntyneisiin, harsittuihin tai hoitohakkauksilla käsiteltyihin metsiin (mm. SARVAS 1944; NYSSÖNEN 1954; VUOKILA 1956; KALLIO 1957). Viljelymetsikköihin kohdistuvat taksatoriset kasvu- ja rakennetutkimukset rajoittuvat lähinnä vain ERKKI K. CAJANDERIN (1933) suorittamaan Etelä-Suomen viljelykuusikoita koskevaan tutkimukseen. Näin ollen on asianmukaista, että eri puulajeja koskevat vastaavat tutkimukset laajennetaan käsittämään myös maamme tärkeimmän puulajin, männyn, viljelymetsiköitä. Mainittakoon tässä, että MÄKISEN (1958) nuorten harvennusmänniköiden rakennetta koskevan tutkimuksen aineistoon sisältyy myös kylvömänniköitä.

Eräät vertailukoealat (mm. BLOMGREN 1952; KOLEHMAINEN 1957) osoittavat, että ainakin nuoren istutusmännikön kehitys saattaa olla ripeämpi kuin nuoren kylvömännikön. Tämän johdosta näyttää siltä, että kylvö- ja istutusmänniköitä ei voida yhdistää samaan kehityssarjaan. Kokemuksen mukaan on männyn istutusta harjoitettu ainakin aiemmin suhteellisen vähän. Tästä taas on seurausena se, että istutusmänniköistä ei voida saada riittävästi kehityssarjan koostamiseen tarvittavaa aineistoa. Näistä syistä rajoitettiin tämä kasvu- ja rakennetutkimus vain kylvöstä syntyneisiin männiköihin. Luonto- ja ilmasto-suhteista johtuu, että aiemmat vastaavat tutkimukset on suoritettu erikseen Etelä-Suomen ja erikseen Pohjois-Suomen metsissä. Tämän takia keskitettiin

tämäkin tutkimus Etelä-Suomeen, n. 62—63 leveysasteen eteläpuolelle. Männyn kylvöä suoritetaan kokemuksen mukaan pääasiassa puolukkatyypillä ja varsinkin runsaasti myös mustikkatyypillä. Kun muut varsinaiset kangasmetsätyypit, kanerva- ja jäkälätyypit lukuunottamatta, ovat sitäpaitsi kuusimaita, rajoitettiin tutkimus mustikka- (MT:n) ja puolukkatyypin (VT:n) kylvömänniköihin. Kanerva- ja jäkälätyypiltä ei olisi saatukaan riittävästi aineistoa kylliksi korkeaan ikävaiheeseen ulottuvan kehityssarjan koostamiseen.

2. Tutkimusaineisto ja sen keruu

21. Yleiset valinta- ja koostamisperiaatteet

Taksatoriset kasvu- ja rakennetutkimukset voidaan perustaa joko pysyvillä koealoilla aika-ajoin suoritettuihin toistuviin mittauksiin ja tutkimuksiin tahi tilapäiskoealoilla suoritettuihin kertamittauksiin. Edelliset ovat rakenne- ja kehitystutkimusten pohjana yleensä varmempia kuin jälkimmäiset (vrt. mm. MATTSON-MÅRN 1920, s. 168; WIEDEMANN 1948, s. 51; NYSSÖNEN 1954, s. 8). Toisaalta tällaisia kestokoealoja ei meillä ole riittävästi eikä riittävän pitkältä ajalta mitattuina. Tilapäiskoealojen avulla saadaan tutkimus suoritetuksi nopeammin ja pienemmällä kustannuksella kuin kestokoealoilla. Sitäpaitsi voivat edelliset kuvata todellisia metsiköitä paremmin kuin verraten kaavamaisesti käsitellyt kestokoealat (vrt. esim. NYSSÖNEN mt., ss. 8—9). Mm. Ruotsin metsäntutkimuslaitos käyttää nykyään tilapäisluontoisia, sekä luonnontilaisiin että eri tavoin käsiteltyihin metsikköihin sijoitettuja koealoja (BERÄTTELSE . . . 1947, s. 10). Suomessa suoritettut, johdannossa mainitut kasvu- ja rakenne-tutkimukset perustuvat pääosiltaan myös tilapäiskoealoihin.

Edellä esitetyin perustein turvauduttiin myös tässä tutkimuksessa tilapäiskoealoihin ja niiden k e r t a m i t t a u k s e e n. Tutkimuskohteen perusjoukosta valittiin metsänhoitolautakuntien, puutavarayhtiöiden ja eräiden muiden palveluksessa olevien metsäammattimiesten paikallistuntemusta apuna käyttäen edustaviksi katsottuja kylvömänniköitä, jotka täyttivät alempana esitetävät ehdot. Jotta kylvömännikön kehityksestä saataisiin luotettava selvitys taimistoasteelta alkaen niin pitkälle kuin mahdollista, katsottiin tarpeelliseksi kehityssarjojen koostaminen n. 20.—30. ikävuodesta lähtien sekä kiintopisteiden saamiseksi kehityskäyriin, tutkimusten ja mittausten suorittaminen eräissä taimistoissa. Koska vanhat kylvömänniköt ovat harvinaisia ja epävarmasti todettavia, on tutkimuksessa voitu koostaa kehityssarjat mustikkatyypiltä vain n. 70. ikävuoteen ja puolukkatyypiltä n. 80. ikävuoteen saakka. Nuoria metsiköitä löydettiin kehityssarjoihin runsaammin kuin vanhoja.

Tutkimusaineistoa käsiteltäessä joudutaan suorittamaan lukuisia t a s o i t u k s i a. Valittavana ovat tällöin erilaiset analyttiset menetelmät sekä silmävarainen graafinen tasoitus. Suomalaisissa kasvu- ja rakennetutkimuksissa käytettiin aiemmin analyttisiä tilastomatemaattisia tasoitusmenetelmiä (vrt.

mm. CAJANUS 1914; ILVESSALO 1920 a ja b; LÖNNROTH 1925). Vastaavissa ruotsalaisissa tutkimuksissa on viime vuosikymmeninä käytetty taas ns. regressio-analyysimenetelmää, ensimmäisenä PETTERSON (1932; 1934; 1955). Yhdenmukaisesti uudempien suomalaisten tutkimusten kanssa (ERKKI K. CAJANDER 1933; SARVAS 1944; NYSSÖNEN 1954; VUOKILA 1956) käytetään tässäkin tutkimuksessa silmävaraista graafista tasoitusta. Tasoitusmenetelmään liittyvää subjektiivisuutta on pyritty välttämään mm. pitämällä silmällä, että käyrää piirrettäessä ordinaattaa pitkin laskettujen positiivisten ja negatiivisten poikkeusten summa on 0 ja poikkeusten itseisarvojen summa minimi sekä että käyrä ei ole luonnonvastainen. Sitäpaitsi on tutkimuksessa käytetty apuna mekaanisia menetelmiä osakeskiarvoineen, eräissä yksityiskohdissa myös korrelatiokertoimia.

Puustoa koskevien koealatunnusten laskenta suoritetaan yleensä nykyisin kasvavan puuston eli laskentajakson kehitettävän puuston — joka on sama kuin mittaushetkestä alkavan uuden jakson alku- eli kokonaispuusto — ja kantomittauksilla todetun laskentajakson pistumapuuston perusteella.

— — — —

Kun tässä tutkimuksessa joudutaan suorittamaan monia vertailuja Suomen eteläpuoliskon luonnonnormaaleihin männiköihin ILVESSALON kasvu- ja tuotto- taulujen (1920 b) mukaan sekä toistuvasti harvennettuihin, luontaisesti syntyneisiin männiköihin NYSSÖNEN (1954) tutkimukseen perustuen, käytetään edellisistä nimitystä luonnonnormaali männikkö ja jälkimmäisistä toistuvasti harvennettu männikkö.

22. Yksityiskohtaiset valintaperiaatteet

Tutkimusta suunniteltaessa on määritettävä ne luokitusperusteet ja ehdot, joihin nojautuen tutkimusaineisto, tutkimusmetsiköt, valitaan ja luokitellaan. Luokitusperusteena on ensisijaisesti boniteetti eli kasvupaikan hyvyys ja valintaperusteina metsikön käsittelytapa ja siihen läheisesti liittyvä metsänhoidollinen tila. Aineisto on valittava myös sillä tavalla, että metsikön eri kehitys- eli ikävaiheet ovat siinä mahdollisuuksien mukaan tasaisesti edustettuina, koska metsikön rakenne ja kasvu ovat suuressa määrässä iän funktioita. Mahdollisimman suuri aineiston yhtenäisyys, johon kuuluu mm. tasaikäisyys sekä se, että tutkimusmetsiköt ovat samaa puulajia, siis metsikön puhtaus, liittyy esitettyihin perusvaatimuksiin. Hoidettu viljelymännikkö edellyttää jo sinänsä yhtenäisyyttä ja puulajipuhtautta.

Tässäkin tutkimuksessa otettiin luokitteluperusteeksi metsätyypit rajoittamalla MT:n ja VT:n kylvömänniköihin (vrt. edellä s. 9).

Laskentajaksona käytettiin kymmenvuotiskautta nykyhetkestä taaksepäin laskettuna. Tämä aikamäärä on tällaisissa tutkimuksissa yleisimmin käytetty laskentajakson mitta (vrt. mm. ILVESSALO 1920 a; NYSSÖNEN 1954; KALLIO 1957). Sen puitteissa saadaan tarpeellinen tasoitus aikaan mm. poistumapuuston määrien suhteen, joiden tasoituksessa 5-vuotiskausi näytti liian lyhyeltä, koska hakkuukierron väli koaloilla oli miltei poikkeuksetta pitempi kuin 5 vuotta, keskiarvon ollessa lähes 10 vuotta. Laskelmien ulottaminen pitemmälle kuin 10 vuotta taaksepäin tuo taas esiin monia epävarmoja tekijöitä, kuten poistumapuuston arvioimiseen liittyvät virhetekijät ym. (vrt. KALLIO 1957, s. 17). Yhdenmukaisesti koaloittain sovelletun laskentajakson kanssa esitetään koostettujen kehityssarjojen tunnuksot ja luvut myös 10-vuosittain, erät tunnuksot lisäksi vuotuisina keskimääräislukuina.

Metsikköön, sen perustamista paan ja myöhempään käsittelyyn nähden asetettiin tutkimuksessa seuraavat vaatimukset:

1) Koealan paikkaa valittaessa varmistauduttiin mahdollisuuksien mukaan siitä, että ainakin puuston pääosa oli kylvötaimista kehittyntä. Nuorissa ja nuorehkoissa ruutu- ja vakokylvömetsiköissä voitiin tämä todeta mm. runkojen välimatkojen säännönmukaisuudesta tai rivittäisyydestä. Se seikka, että kysymyksessä ei ollut istutusmännikkö, voitiin todeta useissa tapauksissa mm. siitä, että kylvöruurujen runko- tai kantoryhmät olivat selvästi havaittavissa. Myös metsänviljelykirjanpitoa ja paikallisten henkilöiden, metsänomistajien ym. muistitietoja käytettiin hyväksi, kun oli varmistauduttava, että kysymyksessä oli todella kylvöstä syntynyt männikkö. On tosin mahdollista, että eräitä taimistoja oli täydennetty istuttamalla. Kylvötaipan ja sitä edeltävään maapinnan valmistustapaan nähden ei asetettu rajoituksia, joten aineistoon sisältyy sekä kulotuksen, palon tai kaskeamisen jälkeen suoritettua haja- tai ruutukylvöstä että ilman polttoa raivattuun hakkausalaan suoritettua ruutu- ja vakokylvöstä — nuorimmissa myös vakoruutukylvöstä — syntyneitä männiköitä.

2) Koealat pyrittiin sijoittamaan puhtaisiin männiköihin. Vieraan puulajin määrä rajoitettiin yleensä enintään 10 %:iin kuutiomäärästä, poikkeustapauksissa se saattoi nousta 20—25 %:iin saakka. Erikoisesti vanhoissa koealametsiköissä oli pakko mennä näin korkeaan ylärajaan sen takia, että vanhoja puhaita kylvömänniköitä löytyi niukasti. Nimenomaan MT-männikössä ei 20—25 % kuusen sekoitus muuttane merkittävästi metsikön kasvulukuja tai muita tunnuksia. Liiketaloudellisissa laskelmissa tasoittavat toisaalta mm. mänty- ja kuusisahapuiden ja toisaalta kuusi- ja mäntyainespinotavaran hintaerot toisiaan siinä määrin, että päästään rahatuohtoon nähden oikeaan lopputulokseen (vrt. KALLIO 1957, ss. 66—67). Useissa muissa vastaavanlaatuisissa tutkimuksissa on vieraan puulajin sallittuna ylärajana ollut 10 % (mm. ILVESSALO 1920 a, s. 40;

LÖNNROTH 1925, s. 86), toisissa taas 20 % ja vähän ylikin (vrt. SARVAS 1944, s. 57; NYSSÖNEN 1954, s. 30; VUOKILA 1956, s. 25; KALLIO 1957, s. 18).

3) Tutkimuksen koeala-aineisto pyrittiin valitsemaan sillä tavalla, että metsiköt olivat olleet jatkuvien harvennusten kohteena. Valtakunnan metsien arvioinnissa noudatettujen periaatteiden mukaan on kaikki tutkimusmetsiköt luettava kehittämiskelpoisten metsiköiden ryhmään ja niissä edelleen hyvässä kasvukunnossa oleviin, kehitysvaiheensa mukaan taimikko- tai harvennusmetsikköihin (vrt. ILVESSALO 1956 b, s. 147). Suoritettujen harvennukset ovat lähempänä ala- kuin yläharvennusta ja muistuttavat voimakkuusasteeltaan voimakkaanpuoleista keskinkertaista alaharvennusta (L. ILVESSALO 1929). Kaikkien metsiköiden kohdalla ei voitu varmuudella todeta, olivatko ne olleet nuorelta iältä lähtien jatkuvien ja säännöllisten harvennusten kohteena. Ainakin eräiden osalta todettiin laskentajaksoa aikaisempien jaksojen harvennukset laiminlyödyiksi tai epäsäännöllisesti toistuneiksi. Laskentajakson aikana oli metsiköissä, harvoja poikkeuksia lukuunottamatta, suoritettu vähintään yksi, eräissä kaksikin harvennusta. Kaikissa metsiköissä oli joko viime 10-vuotiskautena tai aikaisemmin suoritettu harvennus tai taimiston perkaus, joten yksikään metsikkö ei ollut kehitykseltään luonnontilainen.

Kylvömänniköiden luonteesta johtuu, että metsiköt ovat suhteellisen tasakäisiä ja tasatiheitä. Poikkeuksen tekee ainoastaan muutamissa metsiköissä tavattu kuusialikasvos, jolla sinänsä on varsin pieni paino metsikön kuutiomäärässä, kasvussa ym. tunnuksissa. Kun kuusialikasvoskin on kiertoaikana tuotettua puuta, on sen puusto sisällytetty metsikön kuutiomäärä- ja kasvulukuihin.

23. Koealat ja niillä suoritettut tutkimukset

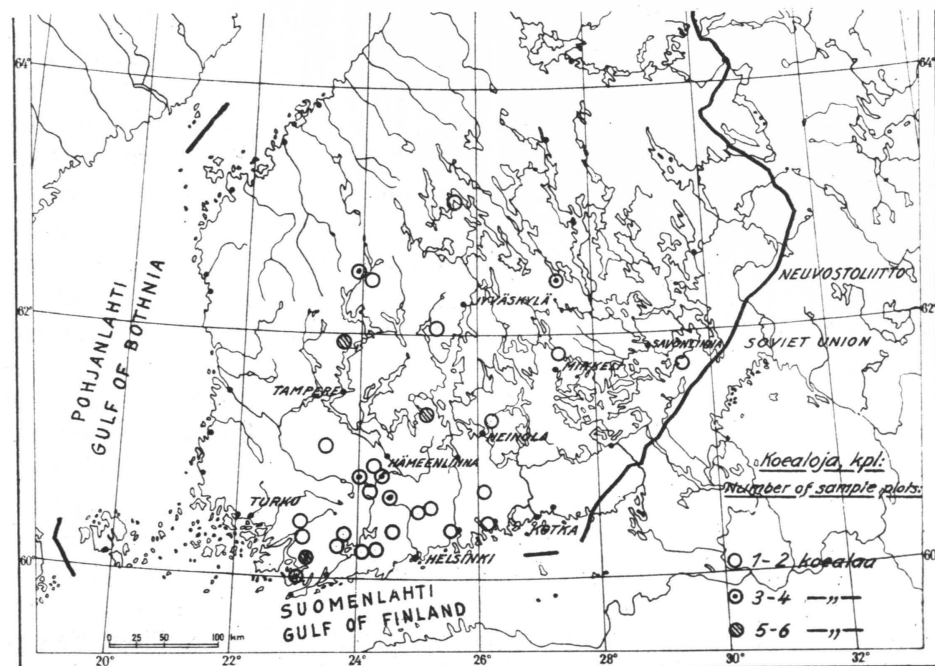
231. Koealojen sijainti, lukumäärä ja koko

Kenttätyöt tehtiin kesäkausina 1958—1959. Niiden sijaintipaikkakunnat ilmenevät kuvasta 1 ja taulukosta 1 nähdään koealametsiköiden lukumäärä sekä metsätyypeittäin ikäluokkajakaantuminen.

Taulukko 1. Koealojen lukumäärä metsätyypeittäin ja ikäluokittain.

Table 1. Number of sample plots and distribution according to forest site types and age-classes.

Metsätyyppi Site	Ikäluokka, v. — Age class, years							Yht.
	—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71 +	
MT	2	3	7	7	4	6	—	29
VT	2	5	13	7	5	7	5	44
Yht.	4	8	20	14	9	13	5	73



Kuva 1. Koealojen sijainti.
Figure 1. Location of sample plots.

Koealojen koko vaihteli 1—25 aariin metsikön iän, yhtenäisyyden ja metsikkökuvion muodon vaatimusten mukaan, keskikoon ollessa n. 15 aaria. 20 vuotta nuorempien männiköiden koealojen koko oli pienin, vaihdellen 1—5 aariin. Koealat olivat neliön, suorakaiteen ja parissa tapauksessa ympyrän muotoisia.

Tämän tutkimuksen koealamäärä on vastaavien ikäluokkien kohdalla likimäärin samaa suuruusluokkaa kuin muissakin suomalaisissa taksatorisissa tutkimuksissa (vrt. ILVESSALO 1920 a, b; LAPPI-SEPPÄLÄ 1930; ERKKI K. CAJANDER 1933; NYSSÖNEN 1954; VUOKILA 1956), joten aineistoa on pidettävä riittävänä.

232. Kasvupaikan ja metsätyypin kuvaus

Jokaiselta koealalta merkittiin muistiin seuraavat kasvupaikan topografiaa, maaperää ja metsätyyppejä kuvaavat tiedot:

Koealan maantieteellinen paikan määrittely;

Koealan paikan korkeus merenpinnasta laskettuna korkeuskarttoja apuna käyttäen;

Maanpinnan kaltevuus ja kaltevuuden ilmansuunta käyttämällä kolmea luok-

kaa ILVESSALON (1936, s. 28) ohjeiden mukaan (1. Tasainen tai heikosti viettävä, kaltevuus pienempi kuin 5°, 2. Viettävä, kaltevuus 5—20°, 3. Jyrkkä, kaltevuus suurempi kuin 20°).

Koealan maaperä: humuksen likimääräinen paksuus, kivennäismaa MAAPERÄSANASTON (1949, ss. 42—49) mukaan ja kivisyys moreenimailla VIRON (1947) kivisyysasteikkoa soveltamalla. Vaatimuksena pidettiin, että koealoilla ei saanut esiintyä kivisyyttä siinä määrin, että ne voitaisiin lukea louhikko- ja kivikko-maiksi. Sora-, hiesu- ja savimailta ei ole myöskään koeala-aineistoa kertynyt.

Metsätyypin määrittäminen suoritettiin arvostelemalla koealan kasvipeitteen kokoonpano ja runsaus NORRLININ asteikon perusteella (vrt. mm. TERTTI 1935), ja laatimalla asianmukaiset kasviluettelot. Metsätyypin määrittäminen tarkistettiin vielä kasvupaikan hyvyttä kuvaavien taksatoristen tunnusten, lähinnä valta-pituuden perusteella, näiden tultua lasketuiksi.

233. Metsikön kylvötapaa ja käsittely

Metsikön kylvötapaa, joista kysymykseen tulivat hajakylvö, ruutu-kylvö, vakokylvö ja vakoruutukylvö, merkittiin muistiin. Samalla merkittiin muistiin kylvöä edeltäneen metsikön uudistushakkuu-aika, raivaus- ja maanpinnan valmistustoimenpiteen, kuten kulotuksen ja palon, aika ja kylvövuosi, sikäli kuin ne metsänviljelykirjanpidon, muistitietojen ym. seikkojen nojalla voitiin tarkasti määrittää. Samoin merkittiin muistiin ruutu- ja vakorivien välimatkat sekä ruutujen väliset etäisyydet. Tiedossa olevat tai todettavat taimiston perkaus- sekä metsikön harvennusaajat merkittiin myös muistiin.

234. Puiden ja kantojen lukeminen ja mittaus, koeleimaus

Puiden ja kantojen lukeminen ja mittaaminen kannon korkeuden ja lahoamisasteen määrittämiseen ja mittausperiaatteineen suoritettiin samaan tapaan kuin muissakin vastaavissa suomalaisissa tutkimuksissa (vrt. mm. NYSSÖNEN 1955; KALLIO 1957, s. 23).

Metsiköissä suoritettiin lisäksi metsänhoidolliseen harventamiseen tähtäävä koeleimaus ja näiden puiden lukeminen sekä mittaus samaan tapaan kuin kokonaispuuston osalta. Koeleimauksessa pyrittiin keskivahvan harvennuksen soveltamiseen pitämällä samalla silmällä sitä, että harvennuksen voimakkuusaste vastasi likimäärin sitä, mitä metsiköissä suoritetuissa aikaisemmissa hakkuissa (ainakin viimeisissä) oli noudatettu. Koeleimauksen hakkuumäärä tarkoittaa lähimmän 10-vuotijakson hakkuumäärää.

Puustoa luettaessa eriteltiin eri latvuserroksiin ja puuluokkiin kuuluvat puut L. ILVESSALON (1929) esittämää luokitusta soveltamalla.

235. Koepuut

Koepuiden lukumäärä vaihteli eri koealoilla 10 rungosta 33 runkoon koealaa kohden ja oli keskimäärin 15.5 kpl. On huomattava, että kasvu on laskettu, paitsi kokonaispuustolle, erikseen kehitettävälle puustolle ja erikseen poistumapuustolle. Poistumapuustoon kuuluvia koepuita otettiin eri koealoilta 4—11 kpl, keskimäärin 6 kpl koealaa kohden ja kehitettävään puustoon kuuluvia koepuita 5—22 kpl, keskimäärin 9.5 kpl. koealaa kohden. Alarajaa osoittava määrä oli vain parilla koealalla. NYSSÖSEN (1951) mukaan liittyikin tulokseen huomattava virhemahdollisuus, jos metsikön tai sen osan kasvu lasketaan vähemmän kuin 5 koepuun perusteella.

Jokaisen koepuun rinnankorkeusläpimitta sekä läpimitta 6 metrin korkeudelta ja kantoläpimitta määritettiin mittaamalla nämä läpimitat kahdesta toisiaan vasten kohtisuorasta suunnasta, kaikki kuoren päältä. Koepuiden pituudet mitattiin puolen metrin tarkkuudella. Latvussuhteiden selvittämiseksi mitattiin kunkin koepuun elävän latvuksen alarajan korkeus kannolta (vrt. mm. LÖNNROTH 1925, s. 103). Lisäksi mitattiin ja arvioitiin pituuden mittauksen yhteydessä koepuun vihreän latvuksen alapuolella olevan, karsiutumattoman kuivia oksia käsittävän välivyöhykkeen sekä oksattoman tyviosan sadannesosuudet koepuun koko pituudesta. Pintakasvun määrittämiseksi otettiin koepuiden rinnankorkeudelta kairanlastu. Kairaus ulotettiin puun ytimeen saakka. Vuosilustojen laskeminen ja mittaaminen suoritettiin välittömästi sisätyönä. Kahden viimeisen 5-vuotiskauden vuosikasvaimen keskimääräinen pituus arvioitiin desimetreissä, puolen desimetrin tarkkuudella. Vielä arvioitiin koepuun latvuseros ja puuluokka sekä mitattiin eräillä koealoilla kuoren paksuus rinnankorkeudella. Samoin merkittiin muistiin, kuuluiko koepuu koeleimauksen mukaiseen poistumapuustoon vai ei.

Puuston rakenteen ja puutavaralajimäärien laskemista varten arvioitiin koepuurungosta kertyvien tukkipuupölkkyjen mitat sekä niiden laatu. Tukkipuurunkoina pidettiin puita, joista voitiin saada 18 jalan korkeudelta vähintään 6 tuumaa kuoren alta täyttävä pölkky. Yleensä pidetään meillä tämän tapaisissa tutkimuksissa tukkirunkona puuta, joka täyttää rinnankorkeudelta vähintään 20 cm (vrt. mm. NYSSÖNEN 1957, s. 49). Kun osoittautui, että myös niistä 19 cm rinnankorkeusläpimittaluokkaan kuuluvista puista, joiden kapeneminen on 3 cm tai vähemmän, voidaan saada 18' × 6" tukki, otettiin pohjaksi mainitun minimitukin asettama rajoitus. Latvatukin minimiläpimittana pidettiin 16' × 5". Pölkkyjen laatu arvioitiin soveltamalla meillä käytettyä tukeittaista menetelmää ja jaottelua kolmeen laatuluokkaan (vrt. HEISKANEN 1954 a, ss. 21 ja 106—108). Puissa ilmenevät vikaisuudet otettiin pölkkytyksessä huomioon.

Kun eräiltä koealoilta kertyi koepuiden valinnassa sovelletun menetelmän mukaan vain muutama tukkipuun mitat täyttävä koepuu, täydennettiin koepuuaineistoa ottamalla tukkipuita lisää, niin että tasoitusaineisto saatiin koealametsikön kaikkia tukkipuiden rinnankorkeusläpimittaluokkia edustavaksi.

3. Aineiston käsittely ja sarjojen koostaminen

31. Sarjojen perustekijöiden määrittäminen

311. Mittaustulokset

Taulukossa 2 esitetään koealoittaiset mittaus-, havainto- ja tutkimustulokset. Koealojen metsikkötunnusten, puumäärien ym. tekijöiden laskemisessa ja määrittämisessä on noudatettu niitä periaatteita, mitkä selvitetään tuonnempana ao. tunnusta käsiteltäessä.

312. Kasvupaikkatekijät

Taulukkoon 2 on merkitty kunkin koealan humuskerroksen paksuus, kivennäismaalaji ja metsämaan kivisyys sekä metsätyyppi.

Humuskerroksen paksuus on MT:llä huomattavasti suurempi kuin VT:llä. Maalajiin nähden on huomattava, että pääosa koealoista sijaitsee moreenimaalla sekä että moreenimaan koealoja on MT:llä suhteellisesti enemmän kuin VT:llä, kuten seuraava asetelma osoittaa:

Metsätyyppi <i>Forest type</i>	Moreenimaita <i>Moraine soils</i>	Hiekkamaita <i>Sandy soils</i>	Hietamaita <i>Finesand soils</i>	Yhteensä <i>Total</i>
% — percent				
MT.	76	10	14	100
VT	55	27	18	100

Kivisyysluokkaan 1 kuuluvia koealoja on MT:llä 20 ja VT:llä 30 sekä kivisyysluokkaan 2 kuuluvia MT:llä 9 ja VT:llä 14 kpl. Metsätyyppien välillä ei siis näytä olevan tässä suhteessa eroja. Sen sijaan kuuluu aineiston nuorista alle 35 ikävuoden koealametsiköistä 2. kivisyysluokan maihin enemmän kuin keski-ikäisistä ja vanhoista.

Koealojen korkeussuhteet merenpinnasta ovat seuraavat:

Korkeus merenpinnasta, m — <i>Altitude above sea level</i>	MT	VT
< 50 m	24	14
51—100 »	34	20
101—150 »	28	47
151—200 »	14	19
Yht.	100	100

Taulukko 2. Koealametsiköiden
Table 2. Results of Measurements and

Koealan n:o Number of sample plot	Humuskerroksen paksuus, cm. Thickness of humus layer, cm	Maalaji ¹ Soil	Kivisyysluokka Stoniness classification	Metsikön ikä, v Age of stand, years	Runkoluku, kpl/ha Number of stems per ha		Keskiläpimitta D _{1.3} , cm Mean dbh, cm	Pohjapinta-ala, m ² /ha Basal area, sq.m. per ha	Pituus, m Mean height, m.
					Kaikkiaan Total	Tukkipuita Saw timber trees			
Mustikkatyyppi — <i>Myrtillus</i> type									
13	4	HkMr	2	7	17 300		1.8	3.5	1.2
32	4	HtMr	1	14	12 800		4.6	4.1	2.6
66	5	»	1	23	4 060		9.1	18.4	7.4
61	7	»	1	24	5 900		8.9	20.9	7.6
5	5	»	1	28	2 560		10.6	18.9	8.7
44	6	»	2	31	1 510	20	14.4	20.6	12.1
64	4	HkMr	1	31	1 100	40	14.3	15.5	12.2
50	4	HtMr	1	32	1 152	102	16.0	20.1	13.2
1	4	HkMr	2	32	1 481	75	13.4	20.0	12.7
65	4	HtMr	2	33	1 904		12.8	21.7	11.2
47	5	»	2	35	1 408	32	14.8	21.5	12.8
21	4	HHt	1	40	1 620	96	14.5	22.1	13.0
63	4	HkMr	2	42	1 552	96	15.8	24.6	15.6
39	3	HHk	1	46	1 002	264	17.1	21.1	15.8
41	5	HtMr	1	47	1 105	310	17.4	23.8	16.2
33	4	»	1	48	975	155	16.0	18.1	15.5
6	5	HHt	1	48	969	519	19.1	35.0	17.9
72	4	HtMr	1	48	1 120	474	19.3	28.1	18.5
16	7	HHt	1	50	1 032	336	17.9	23.7	15.4
20	5	HtMr	1	53	665	505	21.5	22.3	17.5
25	5	»	2	54	870	515	18.0	20.1	16.2
68	3	»	1	56	2 473	380	16.4	33.6	15.3
19	6	HHk	1	57	840	345	19.0	21.2	16.7
27	5	»	1	62	735	465	19.7	22.4	17.5
24	3	HtMr	2	63	760	445	21.6	21.9	17.6
52	7	HsMr	1	67	535	535	27.1	31.9	24.2
38	5	HkMr	2	67	680	463	22.7	21.1	19.4
53	7	HsMr	1	70	492	480	26.6	25.7	22.0
34	5	HHt	1	70	415	380	25.8	20.6	21.6

¹ HkMr = hiekkamoreenimaa — sand moraine soil.
HtMr = hietamoreenimaa — fine-sand moraine soil
HsMr = hiesumoreenimaa — silt moraine soil.

mittaus- ja havaintotuloksia.
Observations made in sample stands.

Height, m. Vallapituus, m Dominant height, m.	Kuutiomäärä kuorineen k-m ³ /ha Volume, incl. bark, cu.m. per ha	Puutavaralajit ha:lla Kinds of timber, per ha			Viime 10-vuotiskauden vuotuinen kasvu, k-m ³ /ha, kuoretta Decennial volume increment excl. bark cu.m. per year and ha	Viime 10-vuotiskauden poistuma hehtaarilla Decennial removals, per ha				
		Tukkipuuta j ³ Saw timber, cu.ft.	Paperipuuta Pulpwood	Polttopuuta Fuelwood		k-m ³ kuorineen cu.m. incl. bark	Puutavaralajit Kinds of timber			p-m ³ — cu.m. piled measure
							Tukkipuuta j ³ Saw timber, cu.ft.	Paperipuuta Pulpwood	Polttopuuta Fuelwood	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2.3	8				1.3					
3.4	16			3	3.5					
9.8	90		28.1	51	8.1	7			30	
9.4	94		43.3	34	7.9					
10.4	91		57	40	8.7	16		2	5	
13.7	131	84	105	29	8.7	29		14	8	
13.7	103	189	76	22	10.0	62		33	33	
15.4	137	444	95	24	8.8	36		19	13	
14.9	143	309	100	31	9.1	13		4	5	
14.6	144		128	38	7.8	33		13	28	
14.8	149	184	124	28	8.9	48		26	19	
15.8	162	618	112	31	9.1	51		16	26	
18.0	205	654	144	31	7.7	13		8	3	
19.1	173	1 326	92	23	8.2	45		35	16	
18.4	186	1 771	112	22	8.6	49	27	36	16	
17.7	143	926	103	20	8.2	49	—	27	20	
19.4	225	2 950	78	19	9.1	33	217	22	7	
20.7	253	3 196	110	22	9.3					
17.9	183	1 890	76	22	8.9	65	188	38	21	
19.3	204	3 708	36	13	8.0	41	55	35	8	
17.3	162	1 583	85	17	7.5	79	415	56	18	
18.7	270	2 420	134	45	8.2					
18.6	182	2 444	77	17	9.2	55	120	42	15	
19.8	199	3 215	60	16	7.1	79	383	66	20	
19.8	210	2 968	62	15	6.9	81	295	49	19	
25.0	339	7 538	11	11	10.0	61	960	10	3	
21.1	221	4 492	47	14	7.6	51	233	35	7	
23.4	259	5 988	12	10	9.1	42	792	6	2	
23.4	204	4 435	18	13	7.0	57	555	24	7	

KHk = karkea hiekka — coarse sand
HHk = hieno hiekka — sand
KHt = karkea hieta — finesand
HHt = hieno hieta — finer finesand

Taulukko 2. Koelametsiköiden
Table 2. Results of Measurements and

Koealan n:o Number of sample plot	Humuskerroksen paksuus, cm. Thickness of humus layer, cm	Maalaji ¹ Soil	Kivisyysluokka Stoniness classification	Metsikön ikä, v Age of stand, years	Runkoluku, kpl/ha Number of stems per ha		Keskilämpötila D _{1.3} , cm Mean dbh, cm	Pohjapinta-ala, m ² /ha Basal area, sq.m. per ha	Pituus, m	
					Kaikkiaan Total	Tukkupuita Saw timber trees			Keskipituus, m. Mean height, m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Puolukkatyyppi — <i>Vaccinium</i> type:										
58	3	HkMr	1	9	11 600		2.0			
45	3	»	2	17	11 200		5.5	6.2	4.2	
4	3	»	2	23	2 760		8.4	9.3	6.8	
31	3	KHt	1	24	2 672		8.5	12.2	7.4	
11	5	HHk	1	25	2 410		8.4	8.4	8.4	
59	4	HkMr	1	29	2 900		10.2	19.1	9.5	
9	3	HkMr	2	30	2 160		8.1	11.2	8.7	
43	4	»	2	31	2 510		11.4	20.2	10.1	
51	3	»	2	31	1 680		11.6	16.0	10.2	
8	4	HHk	1	31	2 696		9.6	13.3	9.5	
60	4	HtMr	2	32	1 260		14.9	17.3	12.0	
3	3	HkMr	2	33	3 792		8.9	20.2	8.3	
48	3	»	2	34	2 140		10.4	14.1	10.3	
49	3	KHk	1	34	2 780		8.8	12.7	8.3	
12	4	HHk	1	35	2 488		10.4	14.1	9.4	
10	4	»	1	35	1 648		10.5	11.3	10.8	
29	3	HkMr	1	35	1 206		13.6	14.8	11.4	
7	4	HtMr	2	35	2 339		11.3	17.6	9.5	
14	4	HHk	1	37	1 736		10.4	14.3	9.6	
42	4	HkMr	1	37	2 190		12.0	21.2	11.4	
28	3	KHt	1	42	955	10	14.1	13.6	13.0	
2	3	KHk	1	43	1 455	30	13.7	17.2	11.3	
40	4	HtMr	2	46	990	180	16.3	18.8	15.8	
62	3	»	1	46	1 080	36	15.3	16.9	14.1	
55	3	HkMr	1	48	1 232	32	12.8	14.4	11.7	
71	3	KHt	1	48	941	424	18.8	22.5	15.8	
15	4	KHt	1	50	699	368	20.1	19.7	16.5	
17	3	HHk	1	51	1 033	77	14.6	15.1	13.5	
46	4	HkMr	1	52	932	28	15.7	15.9	14.0	
67	3	HtMr	1	52	770	350	19.0	20.6	16.3	
18	3	KHk	1	55	855	185	16.4	15.7	14.0	
30	4	HtMr	2	59	595	305	20.5	17.0	17.0	
57	3	KHk	1	61	1 325	150	16.2	20.1	14.1	
56	3	KHt	1	65	860	492	21.5	26.0	16.7	
54	4	HkMr	1	65	635	275	19.3	16.6	17.7	
69	5	HHt	1	67	920	530	21.3	25.1	17.6	
70	4	»	1	67	910	425	21.8	22.6	18.6	
37	3	KHk	1	70	820	250	17.6	18.1	16.4	
36	3	»	1	70	860	300	16.5	23.9	16.5	
73	3	HkMr	1	71	536	444	25.8	25.2	19.5	
35	4	KHt	1	75	608	508	24.9	25.3	20.1	
23	3	HkMr	2	77	784	404	19.7	21.2	17.7	
26	3	»	2	78	1 025	400	19.7	25.6	18.0	
22	4	HtMr	2	83	645	355	22.8	23.8	19.3	

¹ Katso edell. aukeama

mittaus- ja havaintotuloksia.

Observations made in Sample stands.

Height, m. Dominant height, m	Kuumäärä kuorineen k-m ³ /ha Volume, incl. bark, cu.m. per ha	Puutavaralajit ha:lla Kinds of timber, per ha			Viime 10-vuotiskauden vuotuinen kasvu, k-m ³ /ha, kuoretta Decennial volume increment excl. bark, cu.m. per and ha	Viime 10-vuotiskauden poistuma hehtaarilla Decennial removals, per ha			
		Tukki- puuta j ³ Saw timber, cu.ft.	Paperi- puuta Pulpwood	Poltto- puuta Fuelwood		k-m ³ kuorineen cu.m. incl. bark	Puutavaralajit Kinds of timber		
Tukki- puuta j ³ Saw timber, cu.ft.	Paperi- puuta Pulpwood				Poltto- puuta Fuelwood				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.0	3				1.0				
5.0	22			8	3.1	4			2
9.1	37		14	22	4.3	15		2	4
8.7	52		22	40	5.0	15		1	4
10.5	53		20	26	5.4	29		3	12
10.8	95		63	54	7.2	17		1	6
10.9	55		27	19	5.0	31		6	14
12.1	108		82	43	7.0	12		1	5
11.9	90		59	32	6.8	10		2	5
12.4	70		39	34	5.3	32	32	12	13
13.3	111		100	35	7.0	20		8	8
10.1	97		51	49	6.6	11		—	5
12.3	84		50	34	6.2	17		4	6
10.5	63		30	29	5.5	35		11	15
12.2	74		48	27	6.3	34		—	12
12.4	66		39	26	7.9	71		18	27
13.7	86		68	19	5.8	34		13	15
12.5	94		47	30	6.8	44		20	18
12.4	80		45	27	6.7	49	200	18	15
13.4	131		97	39	6.5	28		7	12
15.1	92	65	82	19	7.0	60		26	34
14.3	94	138	80	21	6.4	35		23	14
17.3	156	1 200	90	28	6.7	29		15	11
16.1	125	220	107	28	8.2	52		33	23
13.4	91	112	70	24	7.0	62	112	39	26
17.2	171	1 870	72	19	9.4	52	41	14	17
18.5	161	2 335	53	15	7.0	64	207	46	16
15.1	106	326	78	21	6.5	52	66	34	17
15.4	118	179	105	19	6.7	66		43	35
18.1	167	2 119	70	16	6.6	53	86	46	15
16.1	120	1 143	64	17	6.5	44	68	24	18
18.1	137	2 071	52	12	7.2	106	80	76	40
16.6	152	820	98	23	7.0	36	200	18	12
18.0	216	3 296	51	17	7.5	35	311	12	7
20.5	145	2 145	54	13	6.0	65	250	36	15
18.8	235	4 333	47	16	7.2	41	268	27	6
19.6	203	3 194	50	19	5.3	30	112	18	3
18.1	152	1 675	86	16	5.4	39	195	25	10
18.8	162	1 980	77	17	7.2	53	140	45	10
20.1	232	4 393	25	11	7.3	34	255	15	8
21.2	233	4 919	20	16	8.4	54	590	24	7
20.9	184	2 772	59	16	5.1	77	224	40	32
21.9	228	3 269	49	25	7.4	20	135	13	5
21.4	209	3 622	58	13	5.4	91	398	54	24

Maanpinnan kaltevuus oli 57:llä koealalla pienempi kuin 5° ja 16:sta koealalla suurempi kuin 5°, pysytellen kuitenkin 10° alapuolella. Koealojen kaltevuussuunnat vaihtelivat miltei tasaisesti kaikkiin ilmansuuntiin.

313. Ikäsuhteet ja uudistuskausi

Sellaisia koealoja, joiden kohdalla kylvöaika oli tiedossa, oli MT:llä 14 ja VT:llä 26 kpl, yhteensä 40 kpl. Näiden metsiköiden iän määrittämisessä ei ollut vaikeuksia. Kaikille metsiköille laskettiin tästä huolimatta rinnankorkeusikä koeapuista otettujen kairanlastujen osoittamien ikävuosien yksinkertaisena aritmeettisena keskiarvona (vrt. mm. LÖNNROTH 1925, s. 87; KALLIO 1957, s. 26). Tämän jälkeen laskettiin tunnetuissa tapauksissa kylvöajan mukaisen metsikön iän ja rinnankorkeusiän erotus. Keskimääräiseksi erotukseksi saatiin MT:llä 8.9 vuotta ja VT:llä 10.4 vuotta, vaihtelurajojen ollessa edellisellä metsätyypillä 7.4—11.7 vuotta ja jälkimmäisellä 7.8—13.2 vuotta. Lisäämällä saatu keskiarvoluku sellaisten metsiköiden rinnankorkeusikä, joiden kylvöaikaa ei tunneta — yhteensä 15 MT:n ja 18 VT:n metsikköä — saatiin näiden kohdalla käytettävä todellinen eli biologinen ikä. Useiden metsiköiden ikä tarkistettiin vielä kannolta suoritetuin kairauksin tai laskemalla oksakehät rinnankorkeudelta kannolle.

Edellisellä tavalla määritetyt metsiköiden ikäluvut nähdään koealatuloksia esittävässä taulukossa n:o 2.

Palaneille aloille ja muille alueille kylvettyjen männiköiden keskimääräisen rinnankorkeusiän välillä ei havaittu eroa. Mainittakoon, että BORGIN (1935, s. 109) tutkimuksessa MT-VT-koealojen männyntaimistojen eri ikäkohtien valtapituusluvuista voidaan tehdä rinnankorkeusikä nähdessä samanlaisia päätelmiä, joihin tässä tutkimuksessa on päädytty.

Koepuiden rinnankorkeusiän vaihtelut ovat koealoittain MT:llä 5—14 vuoteen ja VT:llä 5—15 vuoteen sekä vastaava keskimääräinen vaihtelu edellisissä noin 7 vuotta ja jälkimmäisissä noin 8 vuotta. OMT:n hoidetuissa kuusikoissa todettiin koepuiden rinnankorkeusiän ikävaihteluiden olevan koealoittain 6—34 vuoteen ja keskimäärin 14 vuotta (KALLIO 1957, s. 27). Kylvömänniköiden taimistovaiheen kehitys on näin ollen tasaisempi kuin hoidetun OMT-kuusikon, mikä onkin luonnollista, koska kuusen biologia sallii eri-ikäisasteisenkin metsikön kehittymisen ja koska toisaalta luontainen uudistuminen tapahtuu tavallisesti useamman kuin yhden siemenvuoden ansiosta. Eräissä tapauksissa voitiin todeta, että kylvömännikköihin sisältyy myös luontaisesti syntyneitä yksilöitä, joiden ikä voi poiketa kylvöstä syntyneiden runkojen iästä. Tämä seikka on omiaan muuttamaan edellisellä tavalla määritettyä ikää, mutta tämä ei ole kuitenkaan siksi merkitsevä tekijä, että se olisi pitänyt ottaa huomioon.

Se seikka, että kylvömännikkö, oikeastaan sen pitemmälle kehitettävä puusto, saavuttaa rinnankorkeuden jo n. 9—11 vuoden kuluttua metsikön perustamisesta, on todistus tällaisen männikön ripeästä taimistovaiheen kehityksestä.

Metsätalouden järjestelyssä nimitetään uudistusajaksi eli uudistuskaudeksi koko sitä aikaa, mikä kuuluu ensimmäisestä metsän uudistamiseen tähtäävästä hakkuuvaiheesta alan tyydyttävään taimettumiseen saakka (LIHTONEN 1959, s. 36) ja voi se olla jopa 20 vuoden pituinen tai sitä pitempikin (vrt. LIHTONEN 1943, s. 156). Näin pitkä uudistuskausi tulee yleensä kysymykseen vain jaksottaista uudistusmenetelmää, kuten esim. suojuspuuhakkuuta, sovellettaessa. Tässä menetelmässä pyritään siihen, että hakkuualalle saadaan jo ennen päätehakkuuta täydellinen tai miltei täydellinen taimisto. Näin syntyneen metsän ikä voidaan laskea viimeistään päätehakkuusta alkavaksi. Päätehakkuun ja metsittymisen väliin ei silloin jää mitään uudistuskautta. Männyllä tulee suojuspuuhakkuu mm. sen suuren valontarpeen takia harvemmin kysymykseen kuin kuusella. Väljennys- ja suojuspuuvaiheessa — mikäli viimeainittua männikössä käytetään — voi mäntymetsänkin alle nousta männyntaimistoa, mutta useimmiten jää mäntymetsikön päätehakkuun ja täydellisen taimettumisen väliin uudistuskausia, jolloin metsiköstä saadaan enintään siemenpuiden kasvu. Emopuiden tuoton arvioi SARVAS (1949, s. 21) tiheässä siemenpuuasennossakin enintään puoleksi tai kolmasosaksi sulkeutuneen männikön tuotosta.

Mutta keinollista uudistamista ei yleensä suoriteta välittömästi hakkuun jälkeen. Sitäkin sovellettaessa jää päätehakkuun ja uudistamisajankohdan väliin vähintään yksi, mutta monesti useampi kasvukausi. Tällainen välikausi voi olla tarpeellinen mm. maaperän hoidon, hakkuutähteistä aiheutuvan hyönteisvaaran torjunnan ym. syiden takia.

Kasvu- ja rakennetutkimuksiin perustuvissa erilaisten metsikkösarjojen vertailuissa, kiertoaikalaskelmissa ym. on uudistuskausi otettava huomioon. Näistä syistä pyritään tässäkin tutkimuksessa selvittämään, kuinka pitkä on ko. kylvöä edeltänyt välikausi. Tutkimuksessa lasketaan mainituksi uudistuskaudeksi se aika, mikä on jäänyt metsikön päätehakkuun eli paljastavan hakkuun ajankohdan ja kylvöajan väliin. Samoilla perusteilla verrataan kylvömänniköiden uudistuskauden pituutta luontaisesti syntyneiden männiköiden vastaavaan aikaan. Koealasarjoista pystyttiin selvittämään välittömästi 30 koealametsikön päätehakkuun ajankohta. Tulokset osoittivat, että uudistuskausi on MT:n koealametsikoissa keskimäärin 2,1 vuotta ja VT:n metsikoissa 2.3 vuotta. Kaskimänniköissä on erotuksessa mukana myös viljan kasvattamiseen käytetty aika. Vaihtelurajat ovat 1—5 vuotta. Tämän perusteella pidetään todennäköisenä, että myös 43 selvittämättömän koealametsikön uudistuskausi on samaa suuruusluokkaa. LIHTONEN (1943, s. 156) huomauttaa, että avohakauksessa sitä seuraavine metsänviljelyineen käytetään 1—2 vuoden uudistuskautta.

Luontaisesti syntyneiden männiköiden keskimääräisestä uudistuskaudesta ei meillä ole olemassa luotettavaa selvitystä. Yleisesti kuuluu päätehakkuun ja taimettumisen välillä useita vuosia. SARVAAN (1944, ss. 128—134) mukaan

vaihtelee VT:n harsintamänniköiden uudistuskausi — 9. + 17. vuoteen, keskimäärän ollessa + 4.4 vuotta. Eräissä harsintamänniköissä on paljastavan hakkuun aikana ollut siis jo 9 vuoden ikäinen taimisto. Tämä on osaltaan todistuksena siitä, että uudistumisen edellytykset voivat olla harvaksi hakatussa harsintamännikössä hyvät. 17 vuoden uudistuskausi johtunee osaltaan siitä, että hakkuun jälkitoimenpiteiden eli hakkuualan raivauksen suorittaminen on niissä lyöty laimin. Hoidettujen männiköiden olosuhteet eivät taas ilmeisesti suosi kovin aikaista taimettumista. Uudistuskauden pituutta pyritäänkin niissä supistamaan maanpinnan valmistustoimenpiteillä. Elleivät ne näytä johtavan kyllin nopeaan ja tyydyttävään tulokseen, on turvauduttava keinolliseen metsittämiseen.

SARVAS (1949, s. 33) on todennut, että sellaisilla Etelä-Suomen männiköiden uudistushakkuualoilla, joilla taimistot ovat epätydyttävät, on taimettamishakkuusta lopulliseen taimettumiseen kulunut MT:llä 15 vuotta ja VT:llä 14 vuotta. Tyydyttävissä taimistoissa on taimettuminen saavutettu jo 5 vuoden kuluessa taimettamishakkuusta lukien. LEHDON (1956, ss. 82—83) mukaan on männikön uudistuskausi pintakulo- ja rikkoutuma-aloilla 0 vuotta, mutta alueilla, joissa maanpinta on jäänyt koskemattomaksi, 0—10 vuotta.

Edellisten perusteella sekä myös omaan kokemukseen perustuen arvioi tekijä uudistuskauden männikön luontaisessa uudistamisessa keskimäärin ainakin 5 vuodeksi. Kun kylvömänniköiden uudistuskausi todettiin edellä n. 2 vuodeksi, merkitsee tämä sitä, että luontaisesti syntyneen männikön keskimääräinen uudistuskausi on n. 3 vuotta kylvömännikön vastaava kautta pitempi.

314. Runkoluku

Tutkimuksessa johdettiin koostettaville sarjoille koealojen nykyisiin ja poistumapuuston runkolukuihin perustuvat vastaavat tasoitettut runkoluvut.

Metsiköiden nykyiset pohjapinta-ala-, kuutiomäärä- ym. tunnusluvut eivät ole, lähinnä niissä suoritettujen hakkuiden voimakkuusasteen ja ajallisten vaihteluiden takia, vielä sellaisinaan tasoituskelpoisia. Näistä syistä suoritettiin kuutiomäärän ja pohjapinta-alojen tasointi viime 10-vuotiskauden vastaavien keskimääräisten lukujen perusteella. Samaa periaatteeseen nojautuen otettiin runkoluvun tasoituksessa huomioon sekä metsikön nykyinen runkoluku että runkoluku laskentajakson alussa, edellinen metsikön nykyisen iän kohdalla ja jälkimmäinen 10 vuotta sitten ja laskettiin sarjojen kunkin 10-vuotiskauden keskimääräinen runkoluku hehtaarilla. Saadut keskiarvot merkittiin kuvaan 2 ao. 10-vuotisjakson keski-ikä kohdalle ja näitä pisteitä apuna käyttäen piirrettiin runkolukukäyrä, josta saatiin tasoitettut runkoluvut taulukkoon 3. Taulukossa esitetään myös luonnonnormaalien männiköiden vastaavat luvut.

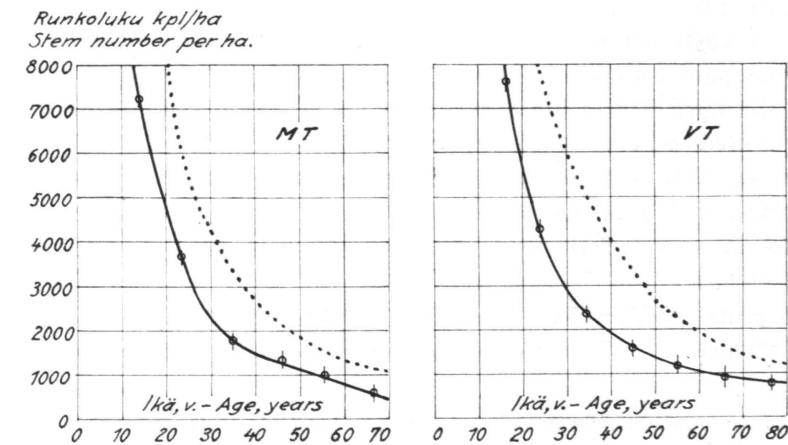
Suomen eteläpuoliskon luonnonnormaaleihin männikköihin verrattuna ovat kokonaisrunkoluvut eri ikäkohtina seuraavat:

Metsätyyppi Forest site type	Metsikön ikä, v. — Age of the stand, years						
	20	30	40	50	60	70	80
	Kokonaisrunkoluku % luonnonnormaaleista männiköistä Total stem number percentage of naturally normal pine stands						
MT	59	53	56	58	57	44	—
VT	61	48	46	55	57	60	65

NYYSSÖNEN (1954, s. 59) mainitsee, että toistuvasti harvennettujen männiköiden kokonaisrunkoluku on MT:llä 60—100 vuoden iällä n. 60 % ja VT:llä 60 vuoden iällä n. 55 % sekä 80—100 vuoden iällä n. 50 % luonnonnormaalien männiköiden runkoluvusta. Edellisen asetelman mukaan ovat MT:n kylvömänniköiden vastaavat suhdeluvut 60 %:n alapuolella ja siis pienempiä kuin toistuvasti harvennetuissa MT-männiköissä. VT:n kylvömänniköiden suhdeluku on sen sijaan 60. ikävuodesta lukien jopa suurempi kuin toistuvasti harvennettujen VT-männiköiden.

Runkoluku saattaa muuten samanlaisissakin olosuhteissa kasvaneissa metsiköissä vaihdella suuresti. Tämä johtuu etupäässä alimpien latvuserrosten puiden lukumäärän vaihteluista sekä mahdollisesta kuusialikasvoksesta. Kuusialikasvoksen osuus tutkimusmetsiköiden kuutiomäärässä, kasvussa ym. tunnuksissa todettiin häviävän pieneksi mutta runkoluku eräissä koealametsiköissä tai niiden menneen jakson poistumassa sen sijaan merkitseväksi. Tämän takia jätettiin kuusialikasvoksen runkoluku esitetystä runkolukutasoituksesta pois. Varsinaiseen mäntypuustoon kuuluvien vallittujen latvuserrosten runkoluku on taas suhteellisen vähäinen, mikä puolestaan johtuu siitä, että harvennuksissa on poistettu etupäässä vallittuja puita.

Taulukossa 3 esitetään lisäksi valtapuuston ja järeän puuston (D 1.3 20 + cm) runkoluvut hehtaaria kohti ja vertailu toistuvasti harvennettujen männiköiden



Kuva 2. Runkoluvun kehitys (pisteiviiva = luonnonnormaalit männiköt).
Figure 2. Development of stem number (dotted line = stem number in naturally normal stands).

Taulukko 3. Runkoluku kpl/ha.

Table 3. Stem number per ha.

Metsä- tyyppi Site	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years						
	20	30	40	50	60	70	80
Kokonaisrunkoluku — Total stem number: ¹							
MT	4 700 (7 900)	2 300 (4 370)	1 500 (2 700)	1 100 (1 885)	800 (1 415)	500 (1 140)	
VT	5 700 (9 300)	2 900 (6 090)	1 850 (4 050)	1 400 (2 565)	1 050 (1 830)	850 (1 418)	740 (1 137)
Valtapuuston runkoluku — Number of dominant trees: ²							
MT	2 250	1 610	1 275 (1 225)	990 (950)	740 (725)	470 (570)	(455)
VT	4 000	2 030	1 480 (1 755)	1 260 (1 260)	970 (920)	790 (700)	690 (520)
Järeän puuston runkoluku — Number of large-sized trees: ²							
MT			100 (25)	212 (250)	310 (370)	405 (410)	— (420)
VT			16	97 (70)	200 (180)	265 (290)	315 (360)

vastaavien lukujen kanssa. Valtapuuston runkoluku saatiin ottamalla kokonaisrunkoluvusta siv. 60 mainittujen sadanneslukujen edellyttämä määrä.

Valtapuuston runkoluku on 40-vuotiaissa VT:n kylvömänniköissä pienempi ja vastaavissa 60—80-vuotiaissa männiköissä suurempi kuin NYSSÖNEN (1954, s. 61) toistuvasti harvennetuissa männiköissä. MT:n kylvömänniköissä ovat suhteet taas päinvastaiset. Näihin seikkoihin voivat olla syynä mm. puuluokituksessa ilmenevä arvostelun subjektiivisuus (vrt. mm. NYSSÖNEN 1954, s. 35), mutta myös se, että nuoria VT:n kylvömänniköitä lienee harvennettu voimakkaammin kuin vastaavia toistuvasti harvennettuja männiköitä tai ovat ne kasvaneet alusta alkaen harvempina. Tällöin jäävät edellisten kokonaisrunkoluku ja vastaavasti myös valtapuuston runkoluku pienemmiksi kuin jälkimmäisten.

Järeitä puita on VT:n kylvömänniköissä lähimain sama määrä kuin toistuvasti harvennetuissa VT-männiköissä. MT:n keski-ikäisissä kylvömänniköissä

¹ Suluissa luonnonnormaalin männikön runkoluku — In brackets stem number of naturally normal pine stands.

² Suluissa toistuvasti harvennetun männikön runkoluvut — In brackets stem number of repeatedly thinned pine stands.

Taulukko 4. Valtapituus, m¹.Table 4. Dominant height, metres¹.

Metsä- tyyppi Site	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years						
	20	30	40	50	60	70	80
MT	8.0	13.0	16.1 (14.8)	18.5 (18.0)	21.0 (20.7)	23.1 (23.0)	(24.5)
VT	6.4	10.9	14.0 (13.0)	16.0 (15.5)	18.0 (17.9)	20.0 (19.8)	21.5 (21.3)

on järeiden puiden osuus sen sijaan pienempi kuin toistuvasti harvennetuissa MT-männiköissä. Kun verrataan samanikäisten kylvömänniköiden ja toistuvasti harvennettujen männiköiden valtapuuston runkolukuja ja järeän puuston runkolukuja keskenään, havaitaan, että valtapuuston runkoluvun suurentuessa osoittaa järeän puuston runkoluku alenevaa suuntaa ja päinvastoin.

315. Pituus

Puuston pituuden tarkastelu suoritetaan metsikön valtapiuuden ja keskipituuden perusteella.

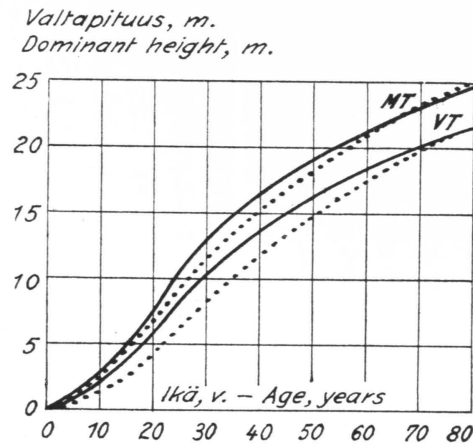
Valtapiuus laskettiin koaloittain eri läpimittaluokkien tasoitettujen pituuslukujen perusteella hehtaaria kohti 100 paksuimman puun keskipituutena. Tulokset esitetään taulukossa 2. Kuvasta 3 ja taulukosta 4 ilmenee edelleen sarjojen valtapiuuden kehitys iän funktiona.

Valtapiuuden ero MT:n ja VT:n välillä suurenee iän mukana n. 1 metristä nuorissa metsissä aina 3 metriin 70—80 vuoden iällä. Nuorissa metsissä on valtapiuus huomattavasti suurempi kuin Suomen eteläpuoliskon luonnonnormaaleissa metsissä, mutta erotus vähenee niin että valtapiuus on tämän tutkimuksen MT-sarjassa ja luonnonnormaaleissa metsissä 60. ikävuodesta lähtien miltei sama. Myös VT:llä pienenee erotus 50.—60. ikävuodesta alle metrin. Vertailu toistuvasti harvennettuihin MT- ja VT-männikköihin osoittaa samantapaista eroa. Toistuvasti harvennettujen männiköiden ja vastaavien luonnonnormaalien männiköiden valtapiuudet ovat likimääräisesti samalla tasolla.

Metsiköiden keskipituus laskettiin eri läpimittaluokkien pohjapinta-aloilla punnittujen tasoitettujen pituuslukujen keskiarvoina. Tulokset nähdään taulukossa 2. Näiden perusteella tasoitettujen sarjojen eri ikäkohtien keskipituudet

¹ Suluissa toistuvat harvennettujen männiköiden luvut.

¹ In brackets figures for repeatedly thinned pine stands.



Kuva 3. Valtapituuden kehitys (pisteviiva = luonnonnormaalit männiköt).
Figure 3. Development of the dominant height (dotted line = dominant height in naturally normal stands).

esitetään kuvassa 4 ja taulukossa 5. Tähän, samoin kuin valtapituustaulukkoon 4 on merkitty myös toistuvasti harvennettujen männiköiden vastaavat pituusluvut.

Kylvömänniköiden keskipituudet ovat keskimäärin vain hieman pienemmät kuin toistuvasti harvennettujen männiköiden. Tähän saattaa olla syynä se seikka, että kylvömänniköt ovat kasvaneet hieman harvemmassa kuin toistuvasti harvennetut männiköt. Tämä johtaa siihen, että kun puilla on kasvutilaa, ei niillä ole niin suurta pyrkimystä pituuskasvun jouduttamiseen kuin tiheissä metsiköissä. Valoa pääsee edellisissä tunkeutumaan syvemmälle latvustoon kuin jälkimmäisissä (vrt. mm. LÖNNROTH 1925, ss. 174—175; NYSSÖNEN 1954, s. 78).

Taulukko 5. Keskipituus, m¹.
Table 5. Mean height, metres¹.

Metsä- tyyppi Site	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years							
	10	20	30	40	50	60	70	80
MT	—	7.0	10.5	13.5 (14.0)	16.2 (16.5)	19.0 (19.7)	21.0 (21.5)	(23.4)
VT	—	6.3	9.0	11.9 (11.7)	14.0 (14.0)	16.3 (16.5)	17.8 (18.2)	19.2 (20.3)

¹ Suluissa toistuvat harvennettujen männiköiden luvut.

¹ In brackets figures for repeatedly thinned pine stands.

Latvussuhteista tulevat tutkimuksessa kysymyksen ensisijaisesti elävän latvuksen pituus. Tämä on biologisesti tärkeä, koska latvuksen yhteyttämiskyky on sitä parempi, mitä pitempi sen elävä osa on (vrt. mm. LAPPI-SEPPÄLÄ 1930, s. 148; NYSSÖNEN 1954, s. 78). Puun teknillinen laatu on suuresti riippuvainen sekä elävän latvuksen pituudesta että karsiutumiskorkeudesta (kts. kuva 16, s. 59). Latvuksen pituus on läheisessä yhteydessä myös puun runkomuotoon. Mm. on LAPPI-SEPPÄLÄ (1952, s. 21) todennut, että mäntyrunko on muodoltaan sitä solakampi kuin suppeampi ja lyhyempi sen elävä latvus on (vrt. myös NÄSLUND 1940, ss. 96—100).

Karsiutumiskorkeuden ylärajan ja elävän latvuksen alarajan väliin jää se rungon osa, jossa on kuivuneita, kuolleita oksia ja oksan tynkiä. Tätä osaa nimitetään tässä välivyöhykkeeksi. Karsiutumiskorkeuden alapuolelle jää taas rungon oksaton osa, jonka kuolleetkin oksat ovat karsiutuneet ja kyleistyneet. Mm. NYSSÖNEN (1954, s. 87) on esittänyt puuston laatua jakamalla runkojen pituudet näihin kolmeen osaan.

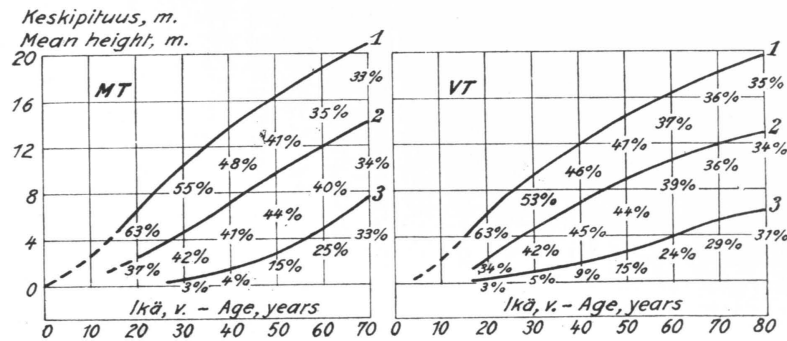
Mainittujen rungonosien pituussuhteet sadanneksina määritettiin koelaloilla ensin läpimittaluokittain ja sen jälkeen metsikön keskiarvolukuina käyttämällä painolukuina ao. rinnankorkeusläpimittaluokkien pohjapinta-aloja. Näiden keskiarvolukujen tasoitustuloksina saadut sarjoittaiset sadannesluvut nähdään kuvassa 4.

Kuvan 4 mukaan alenee elävän latvuksen pituussuhde iän mukana molemmilla metsätyypeillä 20. ikävuodesta alkaen 70.—80. ikävuoteen mennessä n. 2/3:sta 1/3:aan. Aleneminen on MT:llä hieman nopeampi kuin VT:llä. LÖNNROTHIN (1925, s. 195) mukaan on vihreän latvuksen pituus luonnonnormaaleissa MT:n ja VT:n männiköissä 50 ikävuoden jälkeen miltei vakio, 1/5—1/3 puuston keskipituudesta. Kylvömänniköissä on vastaava suhdeluku siis suurempi ainakin 70.—80. ikävuosiin saakka. Samaan suuntaan viittaavat myös toistuvasti harvennettujen männiköiden latvuksen pituussuhteet (NYSSÖNEN 1954, s. 80), jotka ovat 40.—120. ikävuosien välillä keskimäärin 40 %:n suuruusluokkaa ja siis selvästi suuremmat kuin luonnonnormaalien männiköiden. Edellisten kulku on hieman loivempi kuin kylvömänniköissä; jälkimmäiset osoittavat iän mukana nopeampaa alenemista.

Edellä esitetyt seikat näyttävät puhuvan sen puolesta, että männikön elävän latvuksen pituussuhde on harventaen hoidetuissa metsissä suurempi kuin tiheissä luonnontilaisissa metsissä, vaikkakaan tämä seikka ei ole kaikissa tutkimuksissa tullut kyllin vakuuttavasti esiin (vrt. inm. WIEDEMANN 1950, s. 13).

Elävän latvuksen absoluuttinen pituus pysyy MT:llä miltei vakiona iän noustessa, mutta nousee VT:n kylvömänniköissä 4.8 metristä 30 vuoden iällä 6.7 metriin 80 vuoden iällä. Absoluuttinen vaihtelu on siis suhteellisen pieni, elävän latvuksen pituus on kaikissa ikäluokissa, nuorimpia lukuun ottamatta, keskimäärin lähes samaa suuruusluokkaa.

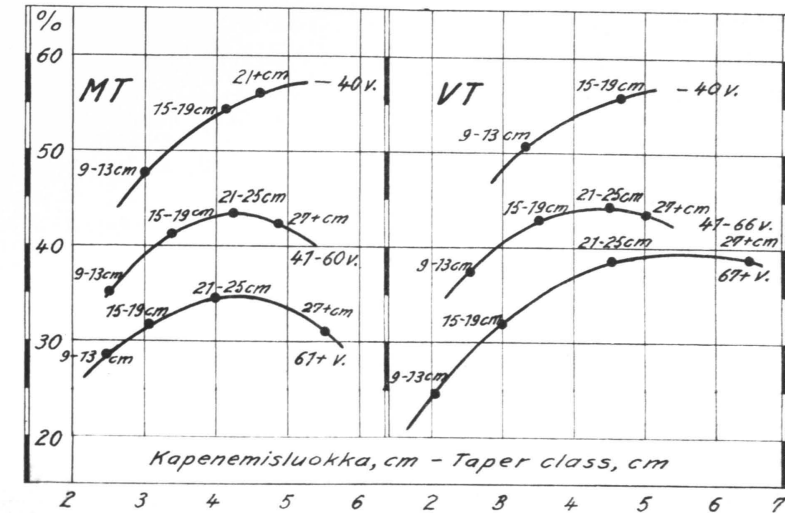
Kuva 5 osoittaa elävän latvuksen pituussuhteen riippuvaisuutta läpi-



Kuva 4. Keskipituuden (1), elävän latvuksen alarajan (2) ja karsiutumiskorkeuden (3) kehitys.
Figure 4. Development of mean height (1), the lower limit of living crown (2) and height of self-pruning (3).

mitta- ja kapenemislukista ikäluokittain tarkasteltuna, MT:llä alle 40 v., 41—60 v. ja 61 + sekä VT:llä alle 40 v., 41—66 v. ja 67 + v. Kun tutkitaan mainitun pituussuhteen kehittymistä läpimittaluokittain, havaitaan, että nimenomaan nuorissa ja keski-ikäisissä metsissä sekä yleensä alemmista läpimittaluokista ylempiin siirryttäessä elävän latvuksen pituussuhde kasvaa läpimittaluokan suurentuessa (vrt. mm. NÄSLUND 1940, ss. 114—115; NYYS-SÖNEN 1954, s. 84). Kun puiden pituus kasvaa läpimitan suurentuessa, näyttää tämä seikka viittaavan siihen, että elävän latvuksen alarajan absoluuttinen korkeus vaihtelee samassa metsikössä suhteellisen vähän. — Vanhojen metsien järeissä läpimittaluokissa pysyy elävän latvuksen pituus läpimitan suurentuessa miltei vakiona tai alenee. Tämä johtuu siitä, että välivyöhykkeen ylärajan nousu on näissä läpimittaluokissa yhtä nopeata tai nopeampaa kuin pituuskasvu sekä siitä, että vanhojen järeiden metsien pituuskasvu hidastuu.

Kuva 5 osoittaa, että myös kapeneminen nousee elävän latvuksen pituussuhteen suurentuessa (vrt. myös HEISKANEN 1954 a, s. 96). Vanhojen metsien järeissä läpimittaluokissa elävän latvuksen pituus pysyy taas samana tai alenee kapenemisen noustessa. Runkoluvun pienentyessä puut harvaan asentoon joutuessaan pyrkivät vahvistamaan tyviosaansa: kasvu keskittyy rinnankorkeudelle voimakkaammin kuin keski- ja latvaosiin, kapenemislukka suurenee, pituuskasvu hidastuu ja välivyöhykkeen yläraja nousee. Tämä näyttää olevan ristiriidassa mekaanisen runkomuototeorian kanssa. Mutta tämä ilmiö voidaan selittää mm. metsikössä suoritettujen hakkuiden pohjalta: pituuskasvun lisääntymistä ei hakkuiden johdosta tapahtune keskimäärin samassa suhteessa kuin paksuuskasvun (NYYS-SÖNEN 1954, s. 94). Rungon tyviosan vahvistamisen tarve ja myös mahdollisuudet siihen ovat hyvällä metsätyypillä paremmat kuin huonolla (mt. s. 96). Kuvasta 5 ilmeneekin, että mainittu ilmiö on voimakkaampi MT:n vanhoissa metsissä ja järeissä läpimittaluokissa kuin VT:n. Myös HEISKANEN



Kuva 5. Elävän latvuksen pituussuhde ikä-, kapenemis- ja läpimittaluokittain ($D_{1.3}$ cm).
Figure 5. Proportion of the length of living crown according to age, taper and diameter ($D_{1.3}$ cm) classes.

(1954 a, ss. 94—95) on todennut, että hakkuut muuttavat runkomuotoa siten, että ennen hakkuuta vallinnut tietty tasapainotila kapenemisen ja puiden oksaisuusluokan välillä muuttuu toiseksi.

Edellä esitetyn perusteella voidaan päätellä, että elävän latvuksen pituussuhde pienenee kylvömännikön iän kasvaessa, mutta kasvaa läpimitan ja kapenemislukkan suurentuessa. Suurissa läpimitta- ja kapenemislukissa osoittaa mainittu latvuksuhde jälleen tasaista tai alenevaa suuntaa.

Välivyöhykkeen suhteellinen pituus osoittaa n. 30.—40. ikävuodesta lukien lievästi alenevaa suuntaa iän kasvaessa, mutta tämä aleneminen on hitaampaa kuin elävän latvuksen vastaava muutos. Tästä johtuu, että välivyöhykkeen absoluuttinen pituus nousee, kummankin metsätyypin kylvömänniköissä n. 4 metristä 30 vuoden iällä n. 7 metriin 70—80 vuoden iällä. Ensi näkemältä näyttää tämä viittaavan laadun huononemiseen, mutta kun otetaan huomioon karsiutumisosan kulku ja oksattoman rungon osan kehitys, on tätä seikkaa pidettävä positiivisena ilmiönä. Elävä latvuserkos luovuttaa nimenomaan keski-ikäisissä männiköissä varsin nopeassa tahdissa tilaa välivyöhykkeelle ja tämä edelleen oksattomalle osalle. Viime mainitun kehitys on suhteellisesti nopeinta: 3—5 %:sta ja n. 0.5 metristä 20—30 vuoden ikäisissä männiköissä 31—33 %:iin ja n. 6.0—7.0 metriin 70—80 vuoden ikäisissä männiköissä.

Rungon oksattoman osan pituussuhteet osoittavat päinvastaista kehitystä kuin elävän latvuksen pituussuhteet: oksaton osa kasvaa iän mukana, mutta laskee läpimitan ja kapenemisen suurentuessa. Mm. HEISKANEN (1954 a,

s. 100) on todennut saman seikan läpimitaan nähden. Oksattoman osan absoluuttinen pituus nousee siitä huolimatta läpimitan ja kapenemisen suurentuessa, mutta tämä nousu on hitaampaa kuin pienemmissä ja vähemmän kapenevissa puissa.

Toistuvasti harvennetuissa männiköissä (NYYSSÖNEN 1954, s. 87) on vihreän latvuksen alaraja n. 70—80 vuoden iällä hieman alempana kuin kylvömänniköissä. Oksattoman osan yläraja on jälkimmäisissä 60—80 vuoden iällä jopa 3 metriä ylempänä kuin edellisissä.

316. Keskiläpimita ja pohjapinta-ala

Tutkimuksessa käytetään keskiläpimitan ilmaisijana sen puun läpimittaa, joka jakaa metsikön pohjapinta-alan kahteen yhtä suureen osaan eli pohjapinta-alaan nähden mediaanipuun läpimittaa. Samaa keskiläpimittaa ovat käyttäneet tutkimuksissaan mm. NYYSSÖNEN (1954), VUOKILA (1956) ja KALLIO (1957). Koealoittaiset keskiläpimitat ilmenevät taulukosta 2 sekä ikäluokittain tasoitettujen arvot taulukosta 6, johon on merkitty myös toistuvasti harvennettujen männiköiden vastaavat luvut.

Esitetyt keskiläpimitat ovat nuorissa metsissä hieman suuremmat kuin toistuvasti harvennetuissa männiköissä (NYYSSÖNEN 1954, ss. 67—68) ja vanhoissa samansuuruiset tai hieman pienemmät. Tämä todistaa osaltaan sitä, että nuorissa kylvömänniköissä suoritettujen harvennukset ovat olleet toistuvasti harvennettujen männiköiden harvennuksiin verrattuina hieman voimakkaampia. Luonnonnormaalien männiköiden keskiläpimittoihin verrattuina ovat kylvömänniköiden vastaavat luvut n. 10—15 % korkeammat. Tämä onkin luonnollista, koska edellisten runkoluku on vastaavalla iällä suurempi kuin jälkimmäisten.

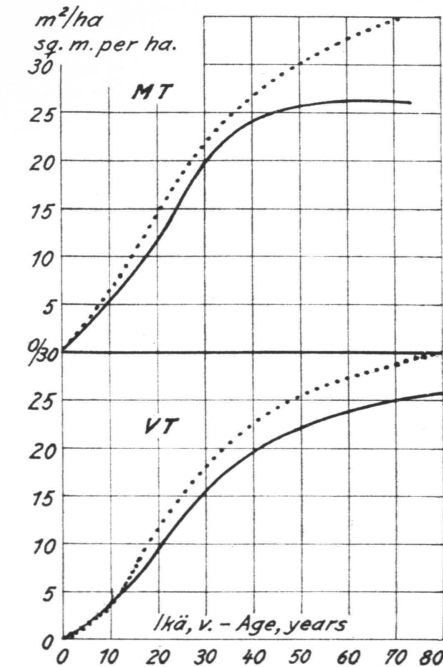
Taulukko 6. Keskiläpimita rinnankorkeudella, cm¹.

Table 6. Mean diameter dbh, cm¹.

Metsä- tyyppi Site	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years							
	10	20	30	40	50	60	70	80
MT	2.6	7.5	11.5	15.3 (14.9)	18.5 (18.2)	22.0 (21.9)	25.0 (25.0)	— (27.9)
VT	2.5	6.2	9.7	13.0 (11.9)	16.0 (15.3)	18.5 (18.2)	20.7 (21.0)	22.4 (23.7)

¹ Suluissa toistuvasti harvennettujen männiköiden luvut.

¹ In brackets figures for repeatedly thinned pine stands.



Kuva 6. Pohjapinta-alan kehitys (pisteviiva = luonnonnormaalit männiköt).
Figure 6. Development of basal area (dotted line = naturally normal stands).

Koealojen nykyisen puuston pohjapinta-ala (rinnankorkeudella) esitetään taulukossa 2. Sarjojen tasoitettuja pohjapinta-aloja laskettaessa otettiin huomioon myös pohjapinta-alan kasvu jakson aikana pintakasvusadanneksen avulla, samoin kuin laskentajakson poistumapuusto. Tätä varten laskettiin kunkin koealametsikön pohjapinta-alan keskiarvo mainittuna jaksona (10-vuotiskautena) samaan tapaan kuin tuonnempana menetellään kuutiomäärään nähden. Näiden tasoitustuloksina saatiin sitten sarjoittaiset pohjapinta-alat, jotka esitetään kuvassa 6 ja taulukossa 7.

Kuvassa esitetään myös Suomen eteläpuoliskon luonnonnormaalien männiköiden ja taulukossa toistuvasti harvennettujen männiköiden pohjapinta-alan kehitys. Lukujen perusteella voidaan todeta, että MT:n kylvömänniköiden ja toistuvasti harvennettujen MT:n männiköiden pohjapinta-alat ovat miltei yhtä suuret. VT:n toistuvasti harvennettujen männiköiden pohjapinta-ala on n. 55 ikävuoteen saakka kylvömänniköiden pohjapinta-alaa suurempi, mutta sen jälkeen pienempi. Vertailua suoritettaessa on huomattava, että jälkimmäisten pohjapinta-alan laskenta on poistuvan puuston huomioon ottamisen takia suoritettu eri tavalla kuin toistuvasti harvennettujen männiköiden.

MT:n kylvömänniköiden pohjapinta-ala on n. 40. ikävuodesta lähtien miltei

Taulukko 7. Pohjapinta-ala, m²/ha¹.
Table 7. Basal area, sq.m. per ha¹.

Metsä- tyyppi Site	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years							
	10	20	30	40	50	60	70	80
MT	5.0	11.0	20.0	24.0 (24.0)	25.5 (25.5)	26.0 (26.8)	26.5 (27.2)	— (27.6)
VT	3.5	9.2	15.8	19.2 (20.5)	22.0 (22.8)	23.8 (23.0)	25.0 (23.0)	25.5 (23.5)

vakio, kuten toistuvasti harvennetuissa männiköissäkin. VT:llä on edellisten suunta sen sijaan nouseva. Huomautettakoon, että jos tasoitus suoritetaan nykyisen puuston pohjapinta-alojen perusteella, ei kylvömänniköiden pohjapinta-alojen kehityksen suunta sanottavastikaan muutu. Eräs osatekijä VT:n kylvömänniköiden pohjapinta-alan nousevaan suuntaan lienee se, että ne ovat kasvaneet suhteellisesti harvempina kuin MT:n kylvömänniköt.

317. Kapeneminen

Koepuiden kapenemisluvut tasoitettiin koaloittain graafisesti. Tasoituskäyrästä saatuja läpimittaluokittaisia kapenemislukuja käytettiin sitten koalametsiköiden puuston kuutioidinnissa.

Koaloittaiset tasoitetut kapenemisluvut tasoitettiin edelleen läpimitta- ja ikäluokittain, kummallakin metsätyypillä erikseen. Tulokset nähdään taulukossa 8. Lukujen ja aineiston perusteella voidaan panna merkille seuraavat kapenemisen muutosta koskevat seikat (vrt. KALLIO 1957, ss. 38—39; 1958 b):

Kapeneminen suurenee:

- 1) läpimitan suurentuessa;
- 2) siirryttäessä alemmista latvuserroksista ylempiin;
- 3) tiheysluokan laskiessa (hakkuut);
- 4) yleensä elävän latvuksen pituussuhteen suurentuessa (vrt. edellä kuva 5).

Kapeneminen pienenee päinvastaisissa tapauksissa ja erikoisesti:

- 1) pituuden noustessa ja läpimitan pysyessä samana;
- 2) iän kasvaessa, mutta läpimitan pysyessä samana. Järeissä läpimittaluokissa havaitaan päinvastainen ilmiö.

¹ Suluissa toistuvasti harvennettujen männiköiden luvut.

¹ In brackets figures for repeatedly thinned pine stands.

Taulukko 8. Kapeneminen ikä- ja läpimittaluokittain.
Table 8. Taper according to age and diameter classes.

Metsä- tyyppi Site	Läpimitta cm D _{1.3} Dbh, cm	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years							
		20	30	40	50	60	70	80	
		Kapenemisloukka, cm — Taper class, cm							
MT	9—13	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	—	
	15—19	5.0	4.0	4.0	3.5	3.0	3.0	—	
	21—25	—	4.5	4.5	4.5	4.0	4.0	—	
	27+	—	—	4.0	4.5	5.5	6.0	—	
VT	9—13	4.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	
	15—19	5.5	4.5	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	
	21—25	—	—	4.0	4.5	4.5	4.5	4.5	
	27+	—	—	—	4.5	5.5	6.0	6.5	

318. Kantomittausaineiston käsittely

Kantojen läpimitat muunnettiin koepuiden rinnankorkeus- ja kantoläpimitöiden tasoitusten perusteella vastaaviksi rinnankorkeusläpimitöiksi. Tällä tavalla saatiin koostetuksi poistumapuuston runkolukusarjat.

Poistumapuuston runkolukusarjojen pituusluvut määritettiin samoin koepuiden pituuksiin nojautuen vähentämällä koepuiden nykyisistä pituusluvuista hakkauksesta kuluneen vuosimäärän ja vuosikasvainten pituuksien edellyttämä pituuskasvu. Koepuiden rinnankorkeusläpimitat hakkauksen aikana määritettiin samoin vähentämällä niiden nykyisestä rinnankorkeusläpimitasta vuosilustojen paksuusmittauksen edellyttämä läpimitan kasvu. Tasoittamalla näin saadut koepuiden uudet pituusluvut hakkausajan rinnankorkeusläpimittojen funktiona, saatiin uudet, poistuman kuutioidinnissa käytettävät pituusluvut läpimittaluokittain.

Poistumapuuston kapenemislukuina käytettiin yleensä nykypuuston vastaavien läpimittaluokkien kapenemislukuja (vrt. NYSSÖNEN 1955, ss. 37—38). Jos hakkaus oli suoritettu jakson alkuvuosina, korotettiin tai alennettiin kapenemislukua taulukon 8 lukujen edellyttämällä tavalla.

319. Kuoren vahvuus

Tutkimuksessa todettiin, että keskimääräinen kuoren vahvuus rinnankorkeudella ei rinnankorkeusläpimitta- eikä myöskään kapenemisloukittain poikennut sanottavastikaan niistä vastaavista mäntyä koskevista luvuista, mitkä

Taulukko 9. Kuoren osuus puuston kuutiomäärästä¹.
Table 9. Bark as percentage of stand volume¹.

Metsä- tyyppi Site	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years						
	20	30	40	50	60	70	80
Kuorisadannes — Bark percentage							
MT	25	20	16 (15.6)	15	14 (13.4)	13	(12.4)
VT	25	21	18 (17.0)	16	15 (14.5)	14	13 (13.4)

esitetään kotimaisissa kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukoiden (ILVESSALO 1948, ss. 110—116). Koealametsiköiden kuoreton kuutiomäärä laskettiin kuorellisesta näin ollen yleensä mainittujen taulukoiden kuorisadannesten avulla. Vain muutamissa koealametsiköissä poikkesivat kuoren vahvuusluvut taulukoiden luvuista joko ylös- tai alaspäin siinä määrässä, että kuorettoman kuutiomäärän laskemisessa oli taulukoiden sadanneslukuja korjattava mainituilla sivuilla olevien alaviitteiden esittämällä tavalla.

Taulukossa 9 nähdään tasoitettujen kuorellisten kuutiomäärien ja vastaavien kuorettomien kuutiomäärien erotuksista tasoitetut, ikäluokittaiset kuorisadannokset. Luvut osoittavat suurta yhdenmukaisuutta mm. NYSSÖSEN (1954, s. 105) vastaavien toistuvasti harvennettujen metsiä koskevien lukujen kanssa. Puiden suuremman koon takia on kuoren osuus MT:n männiköissä samalla iällä pienempi kuin VT:n männiköissä.

32. Kuutiomäärä

Puuston kuutiomäärä määritettiin tässä tutkimuksessa kuorellisena runkopuuna ja kiintokuutiometreissä hehtaaria kohti. Kuutiointissa käytettiin kotimaisten pystypuiden kuutioimistaulukoiden (ILVESSALO 1947 ja 1948) kuutiolukuja. Koealoittaiset tulokset esitetään taulukossa 2.

Kuutiomääräsarjojen koostamisessa käytettiin NYSSÖSEN (1954, ss. 99—101) soveltamien kuutiomäärätasointusten ja kasvunlaskentamenetelmien periaatteita seuraavan esimerkin osoittamalla tavalla:

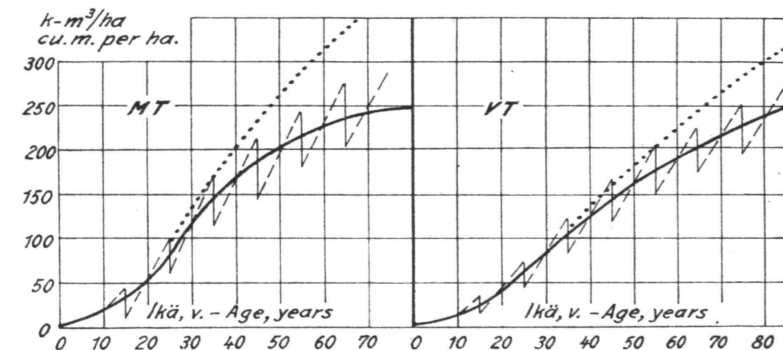
¹ Suluissa toistuvasti harvennettujen männiköiden luvut.

¹ In brackets figures for repeatedly thinned pine stands.

Koealametsikön nykyinen kuutiomäärä on 204 k-m³ hehtaarilla kuorineen ja metsikön ikä 70 vuotta. Metsiköstä on hakattu 3 vuotta sitten 57 k-m³ kuorellista puuta hehtaaria kohti. Tulevana jaksona hakattavan puuston kasvusadannes on 3.0 %. Kun lasketaan kasvusadannes hakkuuajana eli 3 vuotta sitten siv. 43 esitetyn kaavan mukaan, saadaan 3.3 %. Tämän sadannoksen mukainen vuotuinen kuorellinen kuutiokasvu mainitusta 57 k-m³:stä on 1.9 k-m³¹. Puuston kuutiomääräksi 10 vuotta sitten saadaan näiden lukujen avulla 179.7 k-m³ [204.0 + 57.0 — (10 × 6.8 + 7 × 1.9)]. Seuraavien vuosien loppukuutiot ja tasoituksissa käytetty jakson keskiarvo, joka sijoitettiin 65 ikävuoden kohdalla (kuva 7), laskettiin seuraavasti:

1. vuosi	179.7 + 8.7	= 188.4 k-m ³
2. »	188.4 + 8.7	= 197.1 »
3. »	197.1 + 8.7	= 205.8 »
4. »	205.8 + 8.7	= 214.5 »
5. »	214.5 + 8.7	= 223.2 »
6. »	223.2 + 8.7	= 231.9 »
7. »	231.9 + 8.7	= 240.6 »
8. »	240.6 + 6.8 — 57.0	= 190.4 »
9. »	190.4 + 6.8	= 197.2 »
10. »	197.2 + 6.8	= 204.0 »
Keskiarvo		209.3 k-m ³

Kuvassa 7 ja taulukossa 10 nähdään tasoitusten tulokset. Kuvaan on merkitty vertailun vuoksi myös Suomen eteläpuoliskon luonnonnormaalien männiköiden (ILVESSALO 1920 b) kuutiomääräkehitys ja taulukkoon toistuvasti harvennettujen männiköiden kuutioluvut.



Kuva 7. Kuorellisen kuutiomäärän kehitys (pisteiviiva = luonnonnormaalit männiköt).
Figure 7. Development of cubic volume, incl. bark (dotted line = naturally normal stands).

¹ NYSSÖSEN (1954, s. 101) huomauttaa, että kuorettomalle puulle käytettävän kasvusadannoksen soveltaminen myös kuoren kasvuun lienee jokseenkin paikallaan, vaikka sitä ei voidakaan pitää teoreettisesti oikeana.

Kylvömänniköiden kuutiomäärä on MT:llä n. 40. ikävuodesta lähtien pienempi kuin vastaavissa toistuvasti harvennetuissa männiköissä mutta VT:llä miltei saman suuruinen. Nuorien kylvömänniköiden kuutiomäärä on sen kehityksen suunnasta päätellen ainakin samaa suuruusluokkaa kuin toistuvasti harvennettujen männiköiden (vrt. NYSSÖNEN 1954, ss. 102—103).

Luonnonnormaalien männiköiden kuutiomäärä on kaiken aikaa molempien edellä mainittujen kehityssarjojen kuutiomäärää suurempi. Useat tutkijat ovatkin käsitelleet sitä seikkaa, mikä on maksimaalisen kasvun saavuttamiseen riittävä ns. optimi- eli ihannepuusto. Yleensä lienee tultu siihen tulokseen, että tämän ei tarvitse olla yhtä suuren kuin luonnonnormaalien metsikön kuutiomäärä (vrt. mm. NYSSÖNEN 1954; VUOKILA 1956; KALLIO 1957).

Taulukko 10. Puuston kuorellinen kuutiomäärä, k-m³/ha eräissä ikävaiheissa¹.

Table 10. Cubic volume in stands of different ages, cu.m., solid measure incl. bark, per ha¹.

Metsä- tyyppi Site	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years							
	10	20	30	40	50	60	70	80
MT	15	50	120	165 (165)	200 (205)	226 (240)	240 (260)	— (283)
VT	5	40	85	120 (118)	160 (155)	185 (185)	210 (205)	235 (225)
% luonnonnormaaleista männiköistä: percentage of naturally normal pine stands:								
MT	115	83	89	83	77	72	66	79
VT	50	91	98	90	90	84	80	79

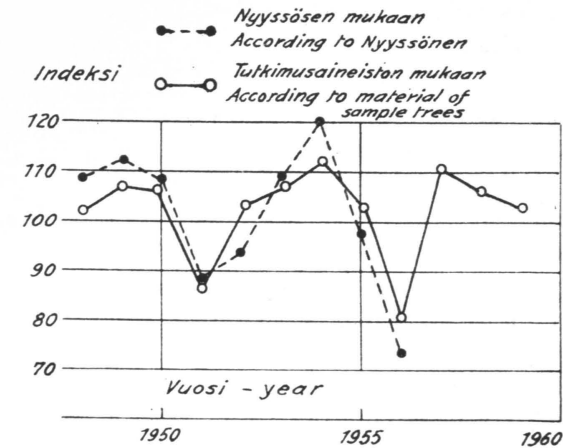
33. Kuutiokasvu

331. Kasvun ilmastolliset vaihtelut

Ennen varsinaista kasvun laskentaa on selvitettävä, onko syytä suorittaa kasvun ilmastollisista vaihteluista johtuvia korjauksia. Monet sekä kotimaassa että ulkomailla suoritetut tutkimukset osoittavat, että puiden kasvu vaihtelee vuodesta toiseen ja myös eri vuosijaksoina. Tätä kysymystä ovat käsitelleet mm. EKLUND (1944), ILVESSALO (1942; 1945; 1956 b) ja MIKOLA (1950). Mm.

¹ Suluissa toistuvasti harvennettujen männiköiden vastaavat luvut.

¹ In brackets figures for repeatedly thinned pine stands.



Kuva 8. Kasvuindeksit.
Figure 8. Increment indices.

NYSSÖNEN (1954), VUOKILAN (1956) ja LINNAMIEHEN (1959) tutkimuksissa on katsottu aiheelliseksi suorittaa mainitusta vaihtelusta johtuva kasvulukujen korjaus normaali-ilmaston tasoon.

Kasvun vaihteluiden huomioon ottaminen voidaan MIKOLAN (1950, ss. 65 ja 109—110) mukaan perustaa yksinomaan sädekasvun vaihteluihin ja niiden perusteella laskettuihin kasvuindekseihin, koska sädekasvun ja pituuskasvun pitkäaikaiset vaihtelut seuraavat melko tarkasti toisiaan.

Täydelliseen, puiden ytimeen saakka ulottuvaan vuosilustomittaukseen ei tässä tutkimuksessa katsottu olevan aihetta, koska mm. Suomen eteläpuoliskon männyn kasvuindeksejä on esitetty edellä mainituissa tutkimuksissa. Vuosilustojen mittaus kasvuindeksien tarkistusta varten kohdistettiin näin ollen vain kasvunlaskentajaksoon eli viimeiseen 10-vuotiskauteen.

Kasvun vaihteluiden tarkastelun pohjana käytettiin NYSSÖNEN (1958, s. 30) tutkimuksen kasvuindeksejä, koska ne peittävät laskentajaksosta suurimman osan eli 7—9 vuotta, vuodesta 1948 vuoteen 1956 saakka. NYSSÖNEN tutkimuksen männyn keskimääräinen kasvuindeksi oli vuosina 1948—1956 n. 101, vuosina 1949—1956 n. 100 ja vuosina 1950—1956 n. 99. Näiden lukujen mukaan ei kasvun korjaus ole tarpeellinen. Sen sijaan on tutkittava, ovatko kasvun ilmastolliset vaihtelut olleet männyn osalta vuosina 1957—1959 sellaiset, että kasvulukujen korjaus normaali-ilmaston tasoon on tarpeellinen. Tämä tehtävä suoritettiin seuraavaan tapaan:

Kaikkiaan 570 koepuusta otetusta kairanlastusta mitattiin 10 viimeisen vuoden vuosiluston vahvuus 0.1 mm:n tarkkuudella. Vuosien 1948—1957 kasvun laskenta kohdistui 257 koepuuhun, vuosien 1949—1958 247 koepuuhun ja 1950—1959 66 koepuuhun. Kairanlastujen mittauksissa, sädekasvun laskennassa,

tasoituksissa ja indeksilukujen koostamisessa noudatettiin niitä periaatteita, joita mm. MIKOLA (1950, ss. 14—15 ja 21—22) on esittänyt ja käyttänyt.

Vuosien 1948—1956, 1949—1956 ja 1950—1956 indeksilukujen summalla jaettii NYSSÖSEN esittämien vastaavien kalenterivuosien indeksilukujen summa ja osamäärällä kerrottiin ensimmäisessä tapauksessa tutkimuksessa saatu kukin kalenterivuosien 1948—1957, toisessa kukin vuosien 1949—1958 ja kolmannessa samoin kukin kalenterivuosien 1950—1959 indeksiluvuista. Näille ryhmille laskettiin vielä keskiarvot. Kullekin kalenterivuodelle 1948—1959 laskettiin lisäksi koepuiden lukumäärällä punnittu indeksilukujen keskiarvo. Näin saadut uudet kasvuindeksit esitetään kuvassa 8. Kuvaan on piirretty myös NYSSÖSEN kasvuindeksien kuvaaja. Kuvasta havaitaan, että indeksisarjojen kulku on varsin yhdenmukainen. Tästä on pääteltävissä, että myös vuosien 1957—1959 kasvuindeksit olisivat NYSSÖSEN sarjassa yhdenmukaiset nyt tutkittujen kylvömännikköjen vastaavien indeksilukujen kanssa.

Vuosien 1948—1959 keskimääräiset indeksit ilmenevät alla olevasta asetelmasta:

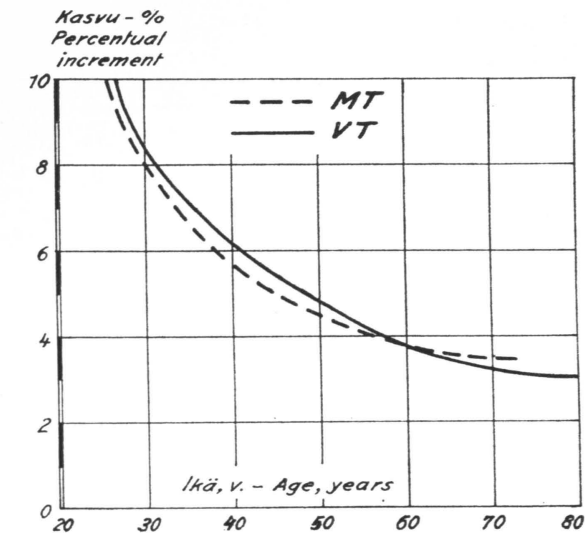
Kalenterivuodet Kalendaryears	Kasvuindeksi keskimäärin Index in average
1948—1957	102.0
1949—1958	101.5
1950—1959	101.0
Keskiarvo 1948—1959 In average 1948—1959	101.5

Koska laskentajaksojen keskimääräinen kasvuindeksi poikkeaa 100:sta vain 1.5 %, ei kasvulukujen korjausta katsottu aiheelliseksi.

332. Kuutiokasvusadannesarjat

Kuutiokasvun laskenta suoritettiin ILVESSALON (1948) pystypuiden kasvunlaskentataulukoiden mukaan ja siis kuutiokasvusadannesten avulla. Koepuuaineistosta laskettiin pintakasvusadannes 10 viimeisen vuoden sädekasvuun ja muotokorkeuden kasvusadannes 5 viimeisen vuoden latvakasvaimen pituuskasvuun perustuen. Näiden pohjalta laskettiin ensin mittaushetken puuston kuutiokasvusadannes. Tämän ns. diskonttosadannesten avulla määritettiin koelalla mittaushetkellä olevan kuorettoman puuston juokseva vuotuinen kuutiokasvu hehtaaria kohden kuluneena laskentajaksona.

Tasoitettut mittaushetken puuston ikäluokittaiset kuutiokasvusadannesarjat esitetään kuvassa 9.



Kuva 9. Kasvusadannekset.
Figure 9. Percentual increments.

Kokonaistuuston¹ kasvusadannesten lisäksi laskettiin koeleimauksen perusteella tulevan talousjakson poistumaan sisällytetylle puustonosalle oma kasvusadanneksensa ja kehitettävälle puustonosalle oma kasvusadanneksensa, kummatkin omien koepuitensa perusteella. Tämän erittelyn tarkoitus on osoittaa, mitä suuruusluokkaa ovat mainittujen puustonosien kasvusadannesten erotukset. Tätä tarvitaan mm. kantomittauksilla todetun, laskentajakson poistumapuuston kasvun selvittelyssä, tuonnempana esitettävään tapaan. Jos erotusta ilmenee, on samanlainen erotus todennäköinen myös nykyisen puuston eli laskentajakson kehitettävän puuston ja poistumapuuston eli kantomittauksien pohjalta rekonstruoidun puuston kasvusadannesten välillä. Tämän perusteella käytetään laskentajakson poistumapuuston kasvusadanneksena tulevan jakson poistumapuuston sadannesta, tuonnempana esitettävään sovellutuksiin.

Laskentatulokset osoittavat, että poistettavaksi merkityn puustonosan kasvusadannes on ollut koelaittain 3—20 % kokonaistuuston vastaavaa lukua pienempi. Vastaava keskimääräinen luku on MT:llä n. 11 % ja VT:llä n. 8 %. Vain neljällä koelalla oli poistumapuuston kasvusadannes 1—7 % suurempi kuin kokonaistuuston. Kehitettävän puuston kasvusadannes on keskimäärin

¹ Koelalan mittaushetken puustosta käytetään tutkimuksessa nimitystä kokonaistuusto, vaikka se on oikeastaan sama kuin kuluneen laskentajakson kehitettävä puusto. Se muodostaa kuitenkin tulevan talousjakson alkupuuston, joka puolestaan jakaantuu kehitettävään puustoon ja koeleimauksessa määritettyyn poistumapuustoon (vrt. mm. KALLIO 1958a, ss. 13—14).

n. 2—6 % kokonaispuuston sadannesta korkeampi ja poistuman kasvusadannes eri ikäluokissa 5—17 % pienempi kuin kehitettävän puuston, keskimääräisen erotuksen ollessa MT:llä 14 % ja VT:llä 10 %. Erotukset ovat nuorissa sekä jälleen vanhoissa metsissä pienemmät kuin keski-ikäisissä, kuten seuraava asetelma osoittaa:

Metsikön ikä, v. Age of stand, years	Poistuman kasvusadannes % kokonaispuuston vastaavasta sadannesta — The increment of the removal as a percentage of incre- ment of the total growing stock		Poistuman kasvusadannes % kehitettävän puuston vastaa- vasta sadannesta — The incre- ment of the removal as a percentage of increment the surviving stock	
	MT	VT	MT	VT
30	94	96	92	95
40	91	95	89	92
50	87	94	83	90
60	90	93	86	89
70	93	92	91	88
80	—	93	—	88

Kokonaispuuston ja poistuman kasvusadannesten erotus on nuorissa metsissä pienempi kuin keski-ikäisissä. Tämä ilmiö on VT:n nuorissa männiköissä voimakkaampi kuin MT:n vastaavissa männiköissä. Nuoria VT:n kylvömänniköitä on harvennettu voimakkaammin kuin nuoria MT:n männiköitä. Viime mainittujen nykyiseen puustoon sisältyy tämän johdosta enemmän hidaskasvuista, tulevana talousjaksona hakattavaa puustoa kuin edellisiin. Tämä on todistuksena siitä, että kuta voimakkaampia metsänhoidollisia harvennuksia metsikössä on suoritettu, sitä enemmän tulevan talousjakson poistumapuuston kasvusadannes lähenee kokonaispuuston sadannesta.

Eräissä muissa tutkimuksissa on kokonaispuuston tai kehitettävän puuston kasvusadanneksen ja poistuman kasvusadanneksen erotus arvioitu tai laskettu suuremmaksi kuin tämän tutkimuksen vastaavat luvut edellyttävät (vrt. mm. LIHTONEN 1943, ss. 88—95; ILVESSALO 1956 b, s. 176; KALLIO 1958 a, ss. 25—26; LINNAMIES 1959, s. 92). Tämä ei merkitse suinkaan sitä, että mainittu erotus on näissä arvioitu liian suureksi, sillä kysymyksessä ovat varsin erilaiset ja eri tavalla käsitellyt metsät. On vain todettava, että hoidetuissa kylvömänniköissä on ko. erotus suhteellisen pieni, keskimäärin n. 10 %:n suuruusluokkaa.

333. Kuutiokasvutarjojen koostaminen

Kasvusadanneksen avulla saadaan koealametsikön nykyisen puuston vuotuinen kuutiokasvu laskentajakson aikana. Jotta saataisiin laskentajakson kokonaiskasvu, on jakson poistumapuuston kasvu lisättävä nykyisen puuston kasvuun. Tämän laskennassa on menetelty seuraavien periaatteiden edellyttämällä tavalla:

Käytetty kasvunlaskentamenetelmä — diskonttokaava — määrittää puuston kuutiokasvun jakson aikana muuttumattomana kuutiosuurena. Tämä merkitsee sitä, että kasvusadanneksen mukainen jakson vuotuinen kuutioluku lasketaan käyttämällä nykypuustoa vertauslukuna. Kun nykypuuston kuutiomäärä alenee taaksepäin mentäessä tällä tavalla laskettaessa aina vuosittain samansuuruisella vuotuisen kuutiokasvun määrällä, nousee kasvusadannes vastaavasti. Tämä kasvusadannes voidaan laskea, paitsi rabattosadanneksena jakson alussa, myös diskonttosadanneksena esim. hakkuuta edeltävän kasvukauden lopussa jakson aikana, kun nykyinen diskonttosadannes ja hakkuu aika tunnetaan. Poistumapuuston kohdalla suoritetaan mainittu muuntaminen tutkimuksessa PRAKTISK SKOGSHANDBOK'in (1955) sivulla 68 esitetyn kaavan $P_r = \frac{100 \times P_d}{100 - n \times P_d}$ avulla, jossa P_d = nykyisen poistuman kasvusadannes, n = hakkauksesta mittaushetkeen kulunut aika kasvukausina ja P_r = hakatun puuston kasvusadannes hakkausta edeltäneenä viimeisenä kasvukautena. Seuraava esimerkki valaisee kaavan käyttöä sekä poistetun puuston kasvun lisäämistä nykyisen puuston kasvuun:

Metsiköstä hakattiin 5 vuotta sitten kuoretonta puuta 35 k-m³ hehtaarilta. Nykyisen puuston poistuvan osan kasvusadannes on 3.2 %. vastaava luku 5 vuotta sitten oli kaavan mukaan $\frac{100 \times 3.2}{100 - 5 \times 3.2} = 3.8$ % ja kuutiokasvu 3.8 × 0.35 = 1.3 k-m³ vuotta ja hehtaaria kohden. Poistuman kasvu jakson ensimmäisellä 5-vuotispuoliskolla oli siis 5 × 1.3 k-m³ = 6.5 k-m³. Kehitettävän puuston eli nykypuuston kuoretton kuutiomäärä on 175 k-m³ ja kasvusadannes 4.2 %, vastaten n. 7.3 k-m³ vuotta ja hehtaaria kohti. Kymmenvuotijakson kokonaiskasvu on 10 × 7.3 k-m³ + 5 × 1.3 k-m³ = 79.5 k-m³ eli vuotta kohti n. 8.0 k-m³ hehtaarilla, kuoretta.¹

Saatu luku, 8.0 k-m³/ha, on laskentajakson vuotuinen kuutiokasvu koealalla, josta tässä käytetään nimitystä juokseva vuotuinen kuutiokasvu. Nämä luvut esitetään taulukossa 2 ja näihin perustuvat kehitys-sarjojen tasoitettavat kasvuluvut taulukossa 11 sekä kuvassa 10. Taulukkoon merkittiin myös toistuvasti harvennettujen männiköiden kasvuluvut.

Periaatteessa samanlaista menetelmää käytti myös NYSSÖNEN (1954, ss. 109—110) soveltamalla kuitenkin samaa kasvusadannesta sekä nykyiselle että poistetulle puustolle ja samoin samaa sadannesta ottamatta huomioon sitä, oliko hakkaus tapahtunut jakson alku- tai loppupuolella.

Kertomalla keshityssarjojen laskentajakson juokseva vuotuinen kuutiokasvu, jakson keskeltä otettuna, jakson vuosimäärällä eli 10:llä, saadaan mainitun

¹ Menetelmässä edellytetään, että ne pienikokoisen puustonosan ja poistumapuuston suhteellisen kasvun muutokset, jotka esitetään kuvassa 11, tasoittuvat aineistossa.

jakson kokonaiskasvu¹. Kun jakson kokonaiskasvuun lisätään kaikkien aikaisempien jaksojen vastaavat luvut metsikön perustamisesta alkaen, saadaan siihen mennessä saavutettu kokonaiskasvu eli tämän iän edellyttämän kiertoajan kokonaiskasvu. Jakamalla kokonaiskasvu metsikön iällä, saadaan keskimääräinen kuutiokasvu, jota osoittavat taulukon 12 luvut ja kuva 10. Keskimääräinen kuutiokasvu saadaan laskemalla yhteen nykyinen kuutiomäärä ja tähän mennessä kertynyt kokonaispoistuma, molemmat kuoretta, sekä jakamalla summa iällä tai kiertoajalla.

Edellä on jo ilmennyt, miten kehitetyn kasvusadanneksen avulla saadaan vain mittaushetken puuston juokseva vuotuiskasvu laskentajaksona jos käytetään taulukon 10 edellyttämiä kuorettomia kuutiomääriä. Kun jakson poistumapuusto ei sisälly mittaushetken puustoon, on näin saatu kasvu yhtä kun jakson kokonaiskasvu vähennettynä jakson poistumapuuston kasvulla jakson aikana. Millä tavalla sadanneksen avulla päästään määrätyn jakson kokonaiskasvuun kylvömänniköiden sarjakonstruktiossa, sitä valaisee seuraava esimerkki:

50 vuoden ikäisen MT:n kylvömännikön kasvusadannes on 4.4 % ja 45 vuoden ikäisen 5.0 %. Edellisen kuoretton kuutiomäärä on 170 k-m³ ja 45 v:n iällä poistetun puuston 57 k-m³. Poistumapuuston kasvusadannes on 45 v:n iällä n. 89 % kokonaispuuston vastaavasta sadanneksesta eli $0.89 \times 5.0 \% = 4.5 \%$. Laskemalla vastaavat kasvuluvut saadaan mittaushetken (= 50 v.) puuston

kasvu jakson aikana $\frac{4.4 \times 170}{100} \times 10 = 74.8 \text{ k-m}^3$ ja jakson poistumapuuston

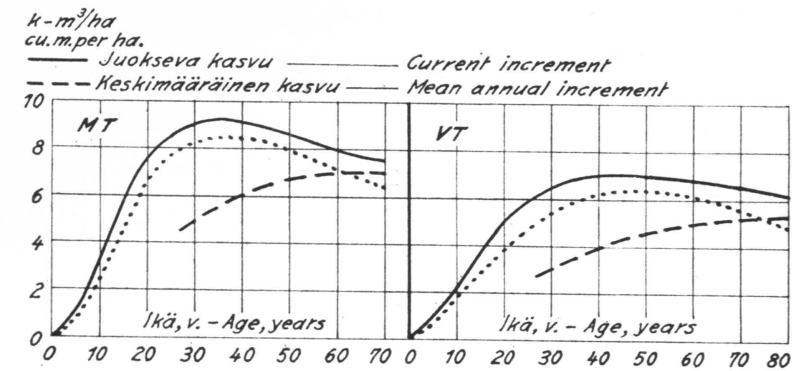
kasvuksi jakson aikana $\frac{4.5 \times 57}{100} \times 5 = 12.8 \text{ k-m}^3$. Jakson kokonaiskasvu on näinollen 87.6 k-m³ ja juokseva vuotuiskasvu siis 8.76 k-m³ kuoretta, mikä vastaa likimäärin kuvan 10 mukaista juoksevaa kasvua 45 vuoden iällä.

Käytetyn laskentamenetelmän antamia kuutiokasvutuloksia verrattiin erotusmenetelmän tuloksiin suorittamalla vertailulaskelmia 20:llä eri ikäluokkiin kuuluvalla koealalla seuraavaan tapaan:

Koealan koepuiden nykyinen kuutiomäärä ja kuutiomäärä 10 vuotta sitten (kummatkin kuoretta) laskettiin koepuissa suoritettuihin mittauksiin ja kairauksiin perustuen ILVESHALON (1948) kuutioimistaulukoita käyttämällä. Tulosten nojalla piirretyistä kuutioimisviivoista saatiin läpimittaluokittaiset kuutiomäärät, joiden perusteella voitiin laskea metsikön kuoretton kuutiomäärä nyt ja 10 vuotta sitten ja näiden erotuksesta nykyisen puuston kasvu ao. 10-vuotisjaksona ja vuotta kohti.

Menetelmä katsottiin yhtä luotettavaksi kuin runkolukusarjojen siirtymän

¹ OMT:n kuusikoita koskevassa tutkimuksessa kirjoittaja (KALLIO 1957) käytti vastaavana nimityksenä kokonaiskuutiokasvu, koska tutkimuksessa käsiteltiin myös arvokasvu. Kun tähän tutkimukseen ei sisälly viime mainitun seikan selvittely, tyydytään tässä yksinkertaisempaan kokonaiskasvu-nimitykseen (vrt. myös VUOKILA 1956, s. 10).



Kuva 10. Vuotuisen kuutiokasvun kehitys (pisteviiva = luonnonnormalit männiköt).
Figure 10. Development of annual volume increment (dotted line = naturally normal stands).

laskenta, jota tekijä käytti aikaisemmassa tutkimuksessaan (KALLIO 1957, s. 45). Kuutioimisviivojen piirtäminen muodostui luotettavaksi, sillä koepuiden kuutiomäärien hajonta oli varsin vähäinen. Koepuiden sädekasvulukujen hajonta oli taas huomattavan suuri, niin että niiden tasoittaminen runkolukusarjojen siirtymän laskemiseksi olisi muodostunut varsin hankalaksi, tulosten luotettavuuden silti paranematta.

Laskelmien tulokset osoittavat, että käytetty laskentamenetelmä antoi ko. koealajoukossa keskimäärin vain n. 0.3 % pienemmän kuutiokasvun kuin erotusmenetelmä. Vanhojen metsiköiden kohdalla on sadannesmenetelmällä saatu kasvu keskimäärin hieman pienempi ja nuorien kohdalla hieman suurempi kuin erotusmenetelmällä saatu kasvu. Poikkeaman suuruus vaihteli 16 koealalla 0—10 %:iin ja 4 koealalla 11—20 %:iin.

Koska erotukset supistuvat näinkin vähäisiksi, on käytetyn laskentamenetelmän antamia tuloksia pidettävä luotettavina. Esitetyt erot eri ikävaiheissa mahtuvat sallittujen mittaus- ja arvioimisvirherajojen väliin. Menetelmä ei sallinut vertailun suorittamista jakson poistumapuuston kasvun osalta, mutta edellisestä päätellen ei erotus senkään kohdalla muodostunut merkitseväksi.

Mainittakoon, että kuutioimisviivojen perusteella johdetut metsiköiden nykyiset kuorettomat kuutiomäärät jäivät sekä vanhojen että nuorien metsiköiden kohdalla keskimäärin n. 2 % pienemmiksi kuin kehityssarjoja koostettaessa käytetyt samojen metsiköiden vastaavat kuutiomäärät.

334. Kuutiokasvun jakaantuminen metsikössä

NYSSÖNEN (1954, ss. 120—124) on tarkastellut suhteellisen kuutiokasvun jakaantumista metsikössä tiettyä rinnankorkeusläpimittaa paksumman ja ohuemman, kuutiomäärältään yhtä suuren puuston osan kesken ja todennut,

Taulukko 11. Puuston vuotuinen juokseva kuutiokasvu $k\text{-m}^3/\text{ha}$ kuoretta eräissä ikävaiheissa¹.
Table 11. Current annual volume increment $cu.m.$, solid measure *excl.bark*, per ha, of different ages of stand¹.

Metsä- tyyppi Site	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years							
	10	20	30	40	50	60	70	80
MT	3.0	7.3	9.0	8.9 (10.0)	8.7 (9.5)	8.0 (7.6)	7.6 (6.5)	— (5.5)
VT	2.0	5.0	6.4	6.9 (7.5)	6.9 (7.6)	6.7 (7.2)	6.5 (6.0)	6.2 (4.9)

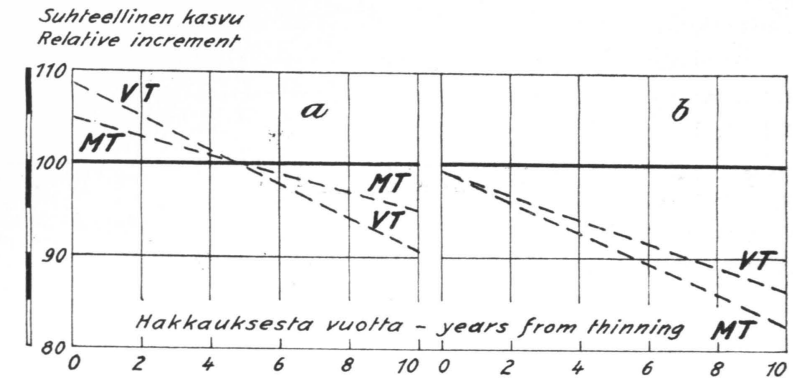
Taulukko 12. Puuston keskimääräinen kuutiokasvu $k\text{-m}^3/\text{ha}$ kuoretta eräissä ikävaiheissa.
Table 12. Mean annual volume increment $cu.m.$, solid measure *excl.bark*, per ha, per age of stand.

Metsä- tyyppi Site	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years						Kokonais- kasvu Total volume increment
	30	40	50	60	70	80	
MT	5.0	6.0	6.5	6.9	7.1	—	493
VT	3.2	4.1	4.7	5.1	5.3	5.4	435

että pienikokoisen puuston osan suhteellinen kasvu on toistuvasti harvennetuissa männiköissä keskimäärin 3—6 % suurempi kuin suurikokoisen puuston osan vastaava kasvu. Tässä tutkimuksessa suoritettu tarkastelu osoittaa, että kummankin puuston osan suhteellisten kasvulukujen keskiarvo on sekä MT:n että VT:n männiköissä tarkalleen yhtä suuri. MT:llä ovat koelaitteet vaihtelut pienemmät kuin VT:llä: edellisissä vaihtelee pienemmän puuston suhteellinen kasvu paksumpaan puustoon verrattuna koelaitteiden 80 %:sta 113 %:iin ja VT:llä 88 %:sta 125 %:iin. Edelleen todettiin tutkimuksessa, että viimeisestä hakkuusta kuluneella ajalla on vaikutusta pienikokoisen puuston osan suhteelliseen kasvuun. Kuva 11a mukaan on pienikokoisen puuston osan suhteellinen kasvu sitä pienempi, mitä pidempi aika viimeisestä hakkuusta on kulunut. Pienikokoisen puuston osan suhteellinen kasvu on siis hakkauksen jälkeen suurempi kuin suurikokoisen puuston osan. Vähitellen, kun metsikön tiheys kasvaa, valtaa suurikokoinen puusto itselleen valtapuuston aseman, sen suhteellinen kasvu nousee ja pienikokoinen puusto jää enemmän tai vähemmän vallit-

¹ Suluissa toistuvasti harvennettujen männiköiden vastaavat luvut.

¹ In brackets figures for repeatedly thinned pine stands.



Kuva 11. a. Pienikokoisen puuston osan suhteellisen kasvun (= katkoviivat) riippuvuus hakkauksesta kuluneesta ajasta. Suurikokoisen puuston osan suhteellinen kasvu (= täysviiva) = 100.

b. Tulevan jakson poistumapuuston suhteellisen kasvun (= katkoviivat) riippuvuus hakkauksesta kuluneesta ajasta. Kehitettävän puuston osan suhteellinen kasvu (= täysviiva) = 100.

Figure 11. a. Relation between increment of small-sized trees (= broken lines) and time since thinning. Relative increment of large-sized trees (= solid line) = 100.

b. Relation between increment of removal (= broken lines) and time since thinning. Relative increment of surviving stock (= solid line) = 100.

tuun asemaan, jolloin sen kasvukin edelliseen verrattuna heikkenee. Seuraavan hakkauksen jälkeen metsikkö harvenee ja, kun ohuempia puita jälleen poistetaan, suurikokoisten puiden puolikkaasta siirtyy puita pienikokoisten puolikkaaseen, jolloin jälkimmäisen suhteellinen kasvu välittömästi nousee ja on tällöin suurimmillaan. Siirtyvät puut kuuluvat yleensä runkolukusarjan keskiluokkiin, joiden kasvu on tässä, samoin kuin NYSSÖSENKIN tutkimuksessa (mt. s. 123), todettu voimakkaimmaksi. Hakkuun välillinen vaikutus (vrt. LIHTONEN 1943, ss. 95 ja seurr.) ilmenee vasta muutaman vuoden kuluttua (vrt. mm. NÄSLUND 1942, ss. 148—149; MIKOLA 1950, ss. 89—90; NYSSÖNEN 1954, ss. 32—34). Se kohdistuu ilmeisesti voimakkaimmin suurikokoiseen puustonsaan ja pienemmän puuston osan ylimpiin läpimittaluokkiin, joista osa siirtyy mainitun puuston osan voimakkaan kasvun ansiosta suurikokoiseen puustonsaan, niin että sen suhteellinen kasvu kohoaa uudelleen suuremmaksi kuin ohuemman osan vastaava kasvu ja sama kiertokulku jatkuu metsikössä siihen saakka, kunnes sitä ryhdytään uudistamaan.

Pienikokoisen puuston osan suhteellisen kasvun määrä suurikokoisen kasvuun verrattuna on tässä siis eräs indikaattori, joka osoittaa, milloin metsikössä on suoritettava harvennus. Jos se laskee huomattavasti alle jälkimmäisen, on harvennus kiireellinen.

Edelleen verrataan kuvassa 11b vastaavalla tavalla tulevan jakson poistumapuuston kehitettävän puuston kasvuun nähden suhteellista kasvua edellisestä

hakkauksesta kuluneeseen aikaan. Tulevan poistumapuuston kuutiomäärästä kuuluu suurikokoiseen puustonpuolikkaaseen vain n. 10 % ja pienikokoiseen siis n. 90 %. Kun poistumapuuston osuus kokonaispuustosta vaihtelee n. 20—40 %:iin (vrt. taulukko 13), voidaan tästä päätellä, että paraskasvuisin osa pienikokoisesta puustosta jää edelleen kehitettävään puustoon. Nimenomaan VT:n tasoitusviivan pienempi kaltevuus kuva 11 b:ssä 11 a:han verrattuna osoittaa myös, että ainakin huonohkolla metsätyypillä poistumapuusto reagoi suoritettuihin hakkauksiin hitaammin kuin kehitettävä puusto.

34. Kuutiopoistuma

Kuutiopoistuma voidaan määrittää joko kantomittauksien tahi kuutiomäärä- ja kasvukonstruktioiden avulla. Koealoilla suoritettujen kantomittausten perusteella rekonstruoitujen puiden kuutiotuloksia käytettiin jo edellä kuutiomäärän ja kasvun laskennassa. Kuvaan 12 on piirretty kantomittauksiin perustuvat kehityssarjojen kuutiopoistumat ikäluokittain. Niiden laskenta suoritettiin seuraavaan tapaan:

Kunkin koealametsikön iästä vähennettiin hakkauksesta kulunut vuosimäärä. Jos viime 10-vuotiskautena oli suoritettu kaksi hakkausta, vähennettiin vuosimäärien keskiarvo. Näin saadut hakkuu-ikäryhmitettiin 10 vuotiskausittain (21—30 v., 31—40 v. jne.) ja laskettiin kunkin ryhmän aritmeettinen keski-ikä. Sen jälkeen laskettiin vastaavat koealametsiköiden kuutiopoistumien keskiarvot vuotta ja hehtaaria kohden. Nämä keskiarvot merkittiin pisteillä kuvaan 12 ao. keski-ikä kohdalle. Tasoittamalla pisteet saatiin kuvan osoittamat katkoviivat.

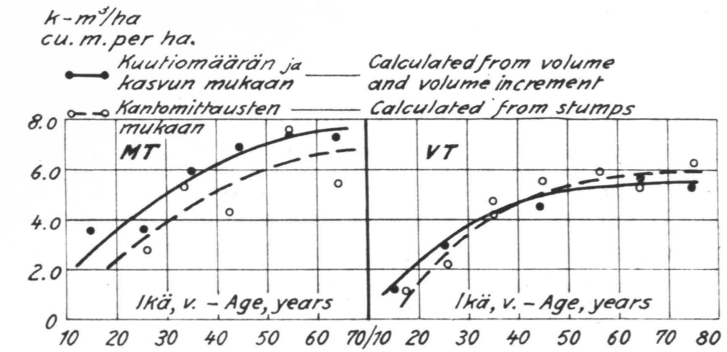
Taulukko 13. Kuorellinen kuutiopoistuma $k\text{-m}^3/\text{ha}$ 10-vuotiskausittain¹.

Table 13. Decennial removals cu.m. solid measure incl.bark, per ha¹.

Metsä- tyyppi Site	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years						
	— 20	25	35	45	55	65	75
MT	27	42	57	68 (73)	73 (64)	75 (54)	— (48)
VT	12	28	44	45 (51)	50 (58)	51 (55)	52 (46)

¹ Suluissa toistuvasti harvennettujen männiköiden luvut.

¹ In brackets figures for repeatedly thinned pine stands.



Kuva 12. Vuotuisen poistuman kehitys.
Figure 12. Development of the annual removal.

Kantojen perusteella saatu kuutiopoistuma saattaa vaihdella sangen suuresti, koska tutkimusmetsiköiden käsittely ei ole ollut täysin säännöllinen. Poistuman määrittämisaian lyhyys ja mittausvirheet asettavat myös omat rajoitukset. Näistä syistä ei kantojen perusteella määritetty kuutiopoistuman määrä ole yhdenmukainen metsiköiden kehityskulun kanssa (vrt. NYSSÖNEN 1954, s. 125). Tämän johdosta määritettiin kuutiopoistuma tutkimuksen sarjoissa kuutiomäärän ja -kasvun perusteella (vrt. HAGBERG 1938, s. 482; VANSELOV 1951, s. 414; NYSSÖNEN 1954, s. 126—127; VUOKILA 1956, s. 79).

Menetelmässä laskettiin kuutiopoistuma 10-vuotiskausittain keskitettynä kunkin 10-vuotiskauden keskelle, viiteen päättyvään ikävuoteen. Kunkin täyden 10-luvun tasoitettuun kuorettomaan kuutiomäärään lisättiin seuraavan 5-vuotiskauden kuoreton kasvu ja vähennettiin edellisen 5-vuotiskauden kasvu (taulukko 11). Saadut uudet kuutioluvut muunnettiin kuorellisiksi taulukon 9 kuorisadanneksia käyttämällä. Tämän jälkeen merkittiin edellinen luku kuutiokehitystä osoittavaan kuvaan 7 seuraavan 10-luvun keskikohtaan ja jälkimmäinen edellisen 10-luvun keskikohtaan. Näin jatkamalla saatiin vastaavat kaksi pistettä kunkin viiden vuoden kohdalle. Yhdistämällä nämä pisteet kuvan 7 osoittamalla tavalla saatiin sahanhammastuksen muotoinen murtoviiva, jonka pystysuorista osista voidaan lukea kunkin 10-vuotiskauden kuorellisen kuutiopoistuman suuruus. Nämä määrät on merkitty taulukkoon 13 ja 10:llä jaetut eli vuotuiset määrät pisteinä kuvaan 12, jossa pisteitä tasoittaa kuvassa näkyvä täysviiva. Taulukosta nähdään myös toistuvasti harvennettujen männiköiden vastaavat luvut.

Vertaamalla kuvan 12 perusteella kantomittausten sekä kuutiomäärän ja -kasvun avulla laskettuja kuutiopoistuman määriä keskenään havaitaan edellisten jäävän MT:llä ja nuorissa VT:n männiköissä pienemmiksi kuin jälkimmäisten. VT:n männiköissä antavat kantomittaukset n. 40. ikävuodesta lukien sen

sijaan suuremman tuloksen kuin kuutiomäärään ja -kasvuun perustuva tapa. Näistä tuloksista voidaan päätellä, että erikoisesti MT:n männiköitä on harvennettu suhteellisen lievästi ja VT:n männiköitä voimakkaammin. Toinen syy saattaa olla se, että rehevällä MT:llä ja nuorissa VT:n männiköissä ei kaikkia kantoja ole, varsinkaan luonnonpoistuman osalta, pystytty toteamaan (vrt. NYSSÖNEN 1954, s. 130).

Laskemalla taulukon 13 kuutiopoistuman luvut kumulatiivisesti yhteen, saadaan ao. ikäkohtaan mennessä kertynyt kokonaispoistuma. Jakamalla tämä ko. iällä, saadaan siihen mennessä kertynyt keskimääräinen poistuma vuotta ja hehtaaria kohden. Nämä luvut esitetään taulukossa 14.

Taulukko 14. Keskimääräinen poistuma, eräissä ikävaiheissa, $k\text{-m}^3/\text{ha}$ kuorineen.

Table 14. Mean annual removal cu.m., solid measure incl. bark, per ha, per age of stand.

Metsä- tyyppi Site	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years						
	20	30	40	50	60	70	80
MT	1.4	2.3	3.2	3.9	4.5	4.9	—
VT	0.6	1.2	2.1	2.6	3.0	3.3	3.5
	% kokonaiskasvusta — percentage of total volume increment						
MT	35	37	43	49	54	59	—
VT	23	32	41	45	49	52	55

35. Puuston rakenne ja tuotos

Puuston rakenteella tarkoitetaan tutkimuksessa kuutiomäärien jakaantumista puutavaralajeihin, tukkipuuhun, paperipuuhun ja polttopuuhun. Tuotetuista puutavaramääristä eli tuotannon tuloksesta hyödykkeinä käytetään nimitystä tuotos. Laskentajakson tuotoksesta käytetään nimitystä jakson tuotos. Kun tämä jaetaan jakson vuosimäärällä, saadaan vuotuinen tuotos. Kokonaistuotos eli kiertoajan tuotos on tiettyyn ikään saavutettu tuotos eli metsiköstä kiertoaikana hakattujen puutavaralajien summa lisätynä metsikön nykyisestä puustosta saatavilla puutavaralajeilla. Kun kokonaistuotos jaetaan metsikön iällä tai kiertoajalla, saadaan keskimääräinen tuotos (vrt. VUOKILA 1956, ss. 10—11; KALLIO 1957, s. 14). Tässä tutkimuksessa määritetään puuston ja poistuman rakennelukujen lisäksi niihin perustuvat kokonaistuotos ja keskimääräinen tuotos.

351. Puuston rakennelukujen laskennan teknillinen suoritus

Rakennelaskelmat suoritettiin aluksi koaloittain. Tukkipuiden kuutiojalkamäärät laskettiin koepuiden pölkkytykseen ja näiden määrien tasoitukseen perustuen.

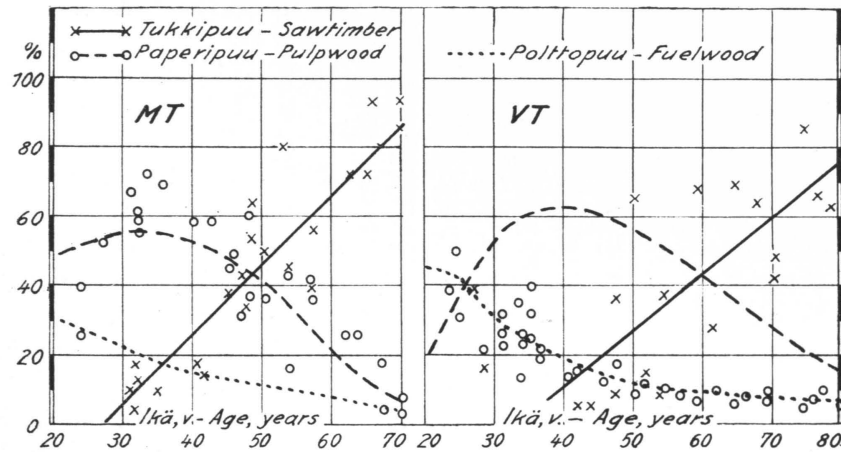
Paperipuomääriä laskettaessa käytettiin Tapion Taskukirjan 13. painoksen sivulla 199 olevaa piirrosta sekä piirroksen liittyvässä ILVESSALON kirjoituksessa annettuja ohjeita, samoin myös polttopuumäärien laskennassa. Paperipuupölkyn pituus edellytetään tällöin 1 metriksi ja minimiläpimitta kuoren alta 8 cm:ksi sekä polttopuun minimipaksuus kuoren päältä 4 cm:ksi.

Koalojen nykyisen puuston tukkipuiden kuutiojalkamäärät ja runkoluvut, samoin kuin pinotavaran kuutiomäärätkin, esitetään taulukossa 2.

Kannoista lasketun poistumapuuston rakennelaskenta suoritettiin koaloittain samaan tapaan kuin pystypuustonkin ja käyttämällä samoja kuutiolukuja. Jos hakkaus oli suoritettu laskentajakson alkupuolella, noudatettiin erikoisesti tukkiuutiolaskennassa määrättyä varovaisuutta, koska samaan läpimittaluokkaan kuuluvien puiden pituus ja siis myös kuutio on nyt suurempi kuin 5—10 vuotta sitten ja koska tukkiuutioiden määrät perustuvat pölkkytustulosten rinnankorkeusläpimittaluokittaisiin tasoituksiin. Tällöin otettiin huomioon, että järeiden tukkipuurunkojen ($D_{1.3} 27 + \text{cm}$) kapenemisloukka on tutkimussarjoissa sitä suurempi, kuta vanhempi metsikkö on kysymyksessä. Tämä kapenemisloukan muutos alentaa saman läpimittaluokan kuutiota iän kasvaessa ja vaikuttaa siis päinvastoin kuin vastaava pituuden muutos.

Edellä selostetulla tavalla lasketut puutavaramäärät on tasoitettava kehityssarjojen puuston ja poistuman kuutiomääriä vastaaviksi. Kehityssarjojen koostaminen perustuu jakson keskimääräisiin kuutiomääriin sekä kuutiomäärän ja kasvun perusteella laskettuun kuutiopoistumaan. Koska puutavaralajilaskelmat perustuvat taas koalametsiköiden nykyisen puuston ja kantopoistuman määriin, ei teknillisten kuutiomäärien välittömällä tasoituksella saada sarjojen tasoitettua kuutiomäärää ja poistumaa vastaavia rakennelukuja. Sitäpaitsi vaihtelevat kantopoistuman rakenneluvut varsin suuresti. Näistä syistä määritettiin kehityssarjojen rakenneluvut käyttämällä välillisesti apuna koalojen nykyisen puuston ja kantopoistuman rakennesadanneksia, seuraavaan tapaan:

Tukkipuiden kuutiojalkamäärät muunnettiin koaloittain kuorellisiksi kiinto-kuutiometreiksi runkopuuta Tapion Taskukirjan 13. painoksen taulukoita 52—55 sekä kuorisadannetaulukkoa 58 hyväksi käyttämällä ja pinotavaramäärät taulukoiden 63 ja 65 avulla (ARO 1956; PÖNTYNEEN 1956). Laskemalla näin saatujen eri puutavaramäärien sadannesosuudet metsikön nykyisestä kuutiomäärästä saatiin puuston rakennesadannekset eli ns. puustokuutiometrin rakenne (vrt. LIHTONEN 1942, ss. 18—25). Samaa tapaan laskettiin kantopoistuman puustokuutiometrin rakenne. Saadut sadannesluvut tasoitettiin kuvien 13 ja 14 osoittamaan tapaan. Koska poistumapuuston määrien vaihtelu on samankin



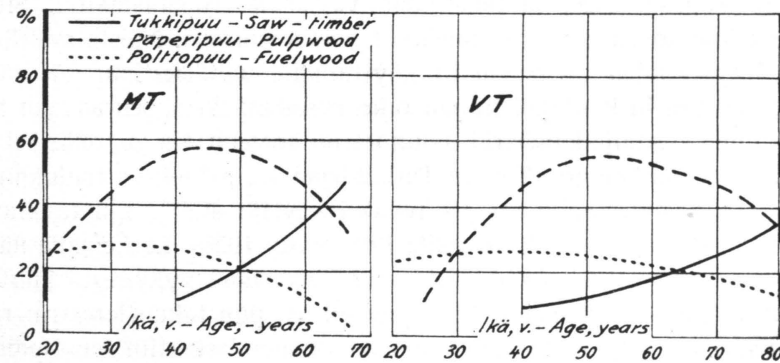
Kuva 13. Puuston rakennesadannekset (Ympyrät MT:ssä paperipuusadannes, VT:ssä polttopuusadannes).

Figure 13. Percentages of different kinds of timber (circles in MT = pulpwood, in VT = fuelwood).

ikäluokan eri koaloilla suuri, laskettiin poistumapuuston rakennesadanneksille keskiarvot 10-vuotiskausittain.

Nykypuuston tukkipuusadannesten kulku edellyttää miltei suoraviivaista tasoitusta. Tämä ilmeni niiden tasoituksessa apuna käytetyssä pienimmän neliösumman menetelmässä.

Kuvista 13 ja 14 saatujen tasoitettujen rakennesadannesten avulla määritettiin taulukoissa 10 ja 13 esitettyjen kuutiomäärien jakaantuminen eri puutavaralajeihin. Saadut rakennekuutiot muunnettiin teknillisiksi kuutiomääriksi käyttämällä jälleen edellä mainittuja Tapion Taskukirjan muuntolukuja.



Kuva 14. Kantapoistuman rakennesadannekset.

Figure 14. Percentages of different kinds of timber measured from stump.

Sarjojen tukkipuurunkojen keskikuutiot saatiin tasoittamalla vastaavat koaloittaiset luvut.

Kuutiomäärien tasoitus perustui jakson keskimääräiseen puustoon, mutta rakennesadannesten tasoitus nykypuustoon. Nykypuusto on kummallakin metsätyypillä 40. ikävuodesta lukien n. 10–15 % pienempi kuin keskimääräinen puusto. Tutkimuksessa todettiin, että puuston kuutiomäärän ja tukkipuun rakennesadannoksen välillä on heikko positiivinen korrelaatio, jolloin kuutiomäärän ja pinotavaran rakennesadannosten välillä on olemassa vastaava negatiivinen korrelaatio. Tämän johdosta antaa käytetty rakennesadannesten tasoitus tukkipuulle hieman liian pienen ja pinotavaralle vastaavasti liian suuren kuution. Toisaalta on huomattava, että jakson keskimääräisen kuutiomäärän ja nykyisen kuutiomäärän erotus johtuu jakson aikana suoritetuista harvennuksista. Harvennuksissa poistetaan etupäässä pinotavaraa, mikä puolestaan nostaa kehitettävän puuston nykyistä tukkipuusadannesta ja alentaa pinotavarasadannesta. Tämä tekijä tasoittaa jakson keskimääräisen puuston ja nykyisen puuston rakennesuhteiden eroa siinä määrässä, että viime mainitun sadanneksia voidaan käyttää myös edellisen rakennesadanneksina. Iän vaikutus on myös huomattava; iän mukana tukkipuusadannes nousee vaikka kuutiomäärä alenisikin.

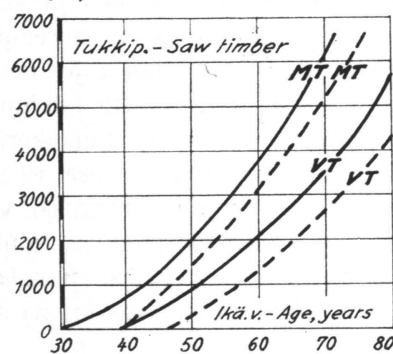
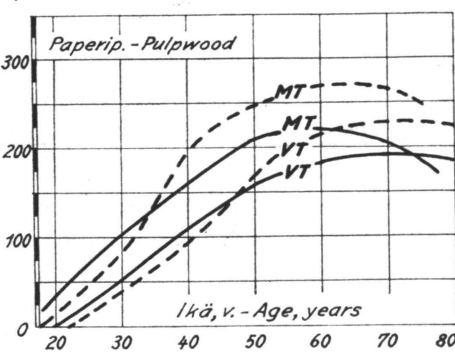
352. Rakenne- ja tuotosluvut

Taulukossa 15 esitetään kehityssarjojen puuston rakenteen kehitys metsätyypeittäin ja ikäluokittain, taulukossa 16 harvennuksissa poistetut puutavaramäärät eli poistumapuuston rakenne 10-vuotiskausittain. Taulukossa 17 nähdään edelleen puuston kokonaistuotos ja keskimääräinen tuotos eri ikäkohtiin mennessä. Kuvassa 15 suoritetaan vielä vertailu toistuvasti harvennettujen männiköiden (NYYSSÖNEN 1957) vastaaviin lukuihin. Taulukoiden ja kuvan luvut osoittavat, että kylvömänniköiden tukkipuuston tuotos on suurempi ja pinotavaran tuotos pienempi kuin vastaavien toistuvasti harvennettujen männiköiden. Vertailua tehtäessä on otettava kuitenkin huomioon, että jälkimmäisissä on tukkipuurunkojen minimiläpimitta rajoitettu 20 cm:ksi rinnankorkeudella ja että tässä tutkimuksessa sisältyy tukkipuustoon myös osa 19 cm:n läpimittaluokan runkoja. Vertailun helpottamiseksi laskettiin, mikä on VT:n kylvömänniköiden tukkipuiden kuutiomäärä jos tukkipuurunkojen minimiläpimitta rinnankorkeudelta rajoitetaan 20 cm:in. Tulokset (joiden rinnalla on merkitty myös toistuvasti harvennettujen männiköiden vastaavat luvut) nähdään taulukossa 18.

Taulukossa 19 nähdään edelleen kokonaistuotoksen eli käyttöpuun kuutiomäärät ja vastaavat kokonaiskasvun määrät $k\cdot m^3$:ssä kuorellista runkopuuta. Taulukkoon on merkitty myös toistuvasti harvennettujen männiköiden kokonaistuotoksen määrät.

Taulukko 15. Tukki-, paperi- ja halkopuumäärän kehitys¹.Table 15. Development of saw-timber, pulpwood and fuelwood volumes¹.

Metsikön ikä, v. Age of stand, years	MT					VT				
	Tukkipuuta Saw-timber trees			Paperipuuta Pulpwood	Polttopuuta Fuelwood	Tukkipuuta Saw-timber trees			Paperipuuta Pulpwood	Polttopuuta Fuelwood
	Runkoa/ha Stem number per ha	Keskikuutio, j ³ Mean volume of stems, cu.ft.	j ³ /ha cu.ft. per ha	p-m ³ /ha cu.m. piled measure, per ha		Runkoa/ha Stem number per ha	Keskikuutio, j ³ Mean volume of stems, cu.ft.	j ³ /ha cu.ft. per ha	p-m ³ /ha cu.m. piled measure, per ha	
20	—	—	—	31 (20)	24 (50)	—	—	—	7	29 (30)
30	31	4.0	125	79 (80)	45 (60)	—	—	—	50 (45)	40 (64)
40	154 (25)	5.0 (5.5)	770 (140)	100 (150)	46 (41)	30	5.0	150	90 (86)	38 (61)
50	322 (250)	6.0 (6.0)	1 930 (1 480)	103 (139)	32 (23)	155 (70)	5.7 (5.0)	880 (360)	106 (132)	33 (36)
60	430 (370)	8.0 (8.0)	3 430 (2 980)	63 (110)	26 (15)	292 (180)	6.3 (6.5)	1 840 (1 200)	94 (131)	30 (23)
70	450 (410)	11.5 (11.0)	5 185 (4 500)	18 (70)	18 (10)	391 (290)	7.7 (8.0)	3 010 (2 310)	71 (106)	24 (14)
80	—	—	—	—	—	458 (360)	9.6 (10.0)	4 400 (3 540)	34 (67)	23 (10)

j³/ha
cu. ft. per ha.p-m³/ha
cu. m. per ha,
piled measure

Kuva 15. Tukkipuun ja paperipuun kokonaistuotos.

Figure 15. Saw-timber and pulpwood yields up to certain ages.

¹ Suluissa toistuvasti harvennettujen männiköiden luvut.¹ In brackets figures for repeatedly thinned pine stands.

Luvuista havaitaan, että kokonaistuotoksen osuus kokonaiskasvusta on nuorena männikössä n. 50—70 %:n suuruusluokkaa. Tämä osuus suurenee iän mukana, niin että 70—80 vuoden iällä saavutetusta kokonaiskasvusta vain n. 10—15 % jää ns. tähdeosuuden osalle. Tähän sisältyy sekä nykyisen puuston tähde- eli hukkapuuosuus ja kaiken siihen mennessä erääntyneen poistumapuuston hukkapuuosuus. On kuitenkin huomattava, että osa nuorien metsien nykypuuston tähdeosuudesta on kehityskykyistä riukumetsää, joka myöhemmin kasvaa käyttöpuun mittaan. Sen sijaan kuuluu tällainen pienikokoinen puu 70—80 vuoden iällä miltei kokonaisuudessaan varsinaiseen tähdeosuuteen, joten silloiset erotukset, 64, 62 ja 65 k-m³ ovat likimäärin yhtä kuin todellinen hukkakasvu (vrt. KUUSELA 1959, ss. 13—15).

Edellinen tarkastelu osoittaa, että kokonaistuotos on sekä viljelymänniköissä että toistuvasti har-

Taulukko 16. Harvennuksissa 10-vuotiskausittain poistettavat puutavaramäärät¹.Table 16. Decennial removals at thinnings¹.

Metsikön ikä, v. Age of stand, years	MT				VT				
	Tukkipuuta Saw-timber trees		Paperipuuta Pulpwood	Polttopuuta Fuelwood	Tukkipuuta Saw-timber trees		Paperipuuta Pulpwood	Polttopuuta Fuelwood	
	Runkoa/ha Stem number per ha	Keskikuutio, j ³ Mean volume of stems, cu.ft.	j ³ /ha cu.ft. per ha	p-m ³ /ha cu.m. piled measure, per ha	Runkoa/ha Stem number per ha	Keskikuutio, j ³ Mean volume of stems, cu.ft.	j ³ /ha cu.ft. per ha	p-m ³ /ha cu.m. piled measure, per ha	
15	—	—	—	7	10	—	—	—	4
25	—	—	—	16 (7)	15 (35)	—	—	3	13 (12)
35	—	—	—	36 (40)	30 (27)	—	—	18 (12)	18 (35)
45	44	4.2	185 (130)	47 (62)	23 (20)	25	4.2	105 (30)	30 (30)
55	50	5.8	290 (270)	50 (51)	16 (12)	36	5.5	200 (130)	36 (42)
65	90	7.5	675 (450)	30 (35)	13 (6)	42	6.0	250 (260)	34 (40)
75	—	—	—	—	—	40	9.0	360 (370)	29 (30)

¹ Suluissa toistuvasti harvennettujen männiköiden luvut.¹ In brackets figures for repeatedly thinned pine stands.

vennetuissa männiköissä miltei saman suuruinen. Sen sijaan kertyy edellisistä 20 cm:n minimiläpimittaan saakka enemmän ja järeämpää tukkipuuta kuin jälkimmäisistä. Lisäksi saadaan edellisistä jo aikaisemmin tukkipuuta kuin jälkimmäisistä.

Taulukko 17. Puuston tuotos hehtaarilla erässä ikävaiheissa.¹
Table 17. Timber yield per ha, per age of stand.¹

	Metsikön ikä, v. — Age of stand, years													
	20	30	40	50	60	70	20	30	40	50	60	70	80	
	MT						VT							
Kokonaistuotos: Total yield:														
Tukkip., j ³ — Saw-timber cu.ft.	—	125	770	2 115	3 905	6 335	—	—	150	985	2 145	3 565	5 315	
			(140)	(1 610)	(3 380)	(5 350)				(390)	(1 360)	(2 730)	(4 330)	
Paperip., p-m ³ — Pulp- wood, cu.m., piled measure	38	102	159	209	219	204	7	53	111	157	181	192	184	
	(20)	(87)	(197)	(248)	(270)	(265)		(45)	(98)	(174)	(215)	(230)	(221)	
Polttop., p-m ³ — Fuel- wood, cu.m., piled measure	34	70	101	110	120	125	33	57	73	85	103	115	129	
	(50)	(95)	(103)	(105)	(109)	(110)	(30)	(76)	(108)	(118)	(127)	(129)	(130)	
Keskimääräinen tuotos: Mean yield:														
Tukkip., j ³ — Saw-timber cu.ft.	—	4.2	19.3	42.3	65.1	90.5	—	—	3.7	19.7	35.8	50.9	66.4	
Paperip., p-m ³ — Pulp- wood, cu.m., piled measure	1.9	3.4	4.0	4.2	3.7	2.9	0.4	1.8	2.8	3.1	3.0	2.7	2.3	
Polttop., p-m ³ — Fuel- wood, cu.m., piled measure	1.7	2.3	2.5	2.2	2.0	1.8	1.7	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	

¹ Suluissa toistuvasti harvennettujen männiköiden luvut.

¹ In brackets figures for repeatedly thinned pine stands.

Taulukko 18. Tukkipuuta j³, kun tukkipuurungon minimiläpimitta rinnankorkeudella on 20 cm, VT¹.

Table 18. Saw-timber, cu.ft., when the minimum dbh of it is 20 cm, VT¹.

Metsikön ikä, v. Age of stand, years	Kokonaistuoto Total growing stock		Poistuma Removal	Kokonaistuotos — Total yield in timber
	ha:lla per ha	r. per stem		
40	100	6.3		100
50	620	6.4	50	670
	(360)	(5.0)	(30)	(390)
60	1 345	6.7	130	1 525
	(1 200)	(6.5)	(130)	(1 360)
70	2 450	9.2	200	2 830
	(2 310)	(8.0)	(260)	(2 730)
80	3 830	12.2	250	4 460
	(3 540)	(10.0)	(370)	(4 330)

Taulukko 19. Kokonaiskasvu ja kokonaistuotos k-m³/ha kuorineen sekä niiden erotus erässä ikävaiheissa¹.

Table 19. Total volume increment and total timber yield cu.m., solid measure incl. bark, and the difference between these per age of stand¹.

Ikä, vuotta Age of stand, years	MT			VT		
	Kokonaiskasvu Total volume increment	Kokonaistuotos Total yield in timber	Erotus Difference	Kokonaiskasvu Total volume increment	Kokonaistuotos Total yield in timber	Erotus Difference
20	77	53	24	52	27	25
		(48)			(19)	
30	189	134	55	125	80	45
		(131)			(85)	
40	291	234	57	204	145	59
		(234)			(150)	
50	394	336	58	289	229	60
		(345)			(237)	
60	493	430	63	364	304	60
		(437)			(318)	
70	582	518	64	440	378	62
		(508)			(392)	
80	—	—	—	517	452	65
					(445)	

¹ Suluissa toistuvasti harvennettujen männiköiden luvut.

¹ In brackets figures for repeatedly thinned pine stands.

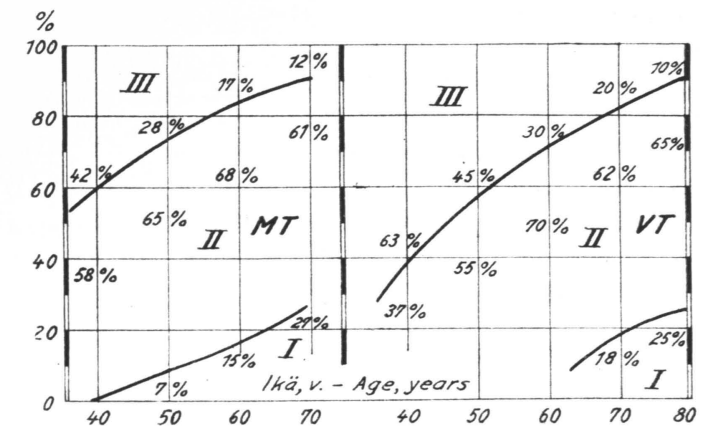
353. Tukkipuuston laatu

Tukkipuiden pölkytyksessä suoritetun laatuarvioinnin ikäluokittain tasoitettujen tulokset nähdään kuvassa 16. Tulokset osoittavat, että tukkipuiden teknillisestä kuutiosta on I laatuluokan sahapuuta vasta n. 50.—70. ikävuodesta lähtien 7—18 %, noustakseen 70.—80. ikävuoteen mennessä 25—27 %:iin. II laatuluokan sahapuuta on sensijaan n. 60—70 %, paitsi nuorissa VT:n männiköissä vain n. 40 %. Kun I laatuluokan sahapuumäärä nousee n. 25 %:iin, laskee II luokan sahapuumäärä n. 60—65 %:iin tukkipuun kokonaismäärästä. Rinnan I ja II laatuluokkien sahapuuosuuden nousun kanssa laskee III laatuluokan sahapuuosuus tasaisesti n. 42 %:sta MT:llä ja 63 %:sta VT:llä 40 vuoden ikäisissä metsiköissä 10—12 %:iin 70—80 vuoden ikäisissä metsiköissä. Tutkimusmetsiköissä rajoittui I laatuluokan osuus vain tyvitukkeihin.

Rungon oksattoman tyviosan pituussuhteiden sadannekset ovat kuvan 4 mukaan huomattavasti suuremmat kuin I luokan sahapuun kuutio-osuudet vastaavina ikäkohtina. Oksattoman tyviosan kuutiosuhde koko metsikön kuutiomäärästä on huomattavasti suurempi kuin vastaava pituussuhde (vrt. mm. NYSSÖNEN 1954, s. 88). Tämän perusteella voidaan odottaa, että I laatuluokan sahapuun kuutio-osuuskin olisi suurempi kuin oksattoman tyviosan pituussuhde. Luvut osoittavat kuitenkin päinvastaista. Tähän on osaltaan syynä se, että oksaton tyviosa ulottuu tyvitukin minimikorkeuteen saakka keskimäärin vasta n. 65.—70. ikävuodesta lähtien, sekä se, että I laatuluokan sahapuulla on muitakin laatuvaatimuksia kuin pelkästään oksattomuus. Mm. oksakyhmyjä oli havaittavissa runkojen oksattomassa osassa (vrt. HEISKANEN, 1954 a, s. 103), samoin lenkoutta, mutkia ym. Varsinaisia v i k o j a oli koepuuaineistossa sen sijaan varsin vähän. On myös otettava huomioon, että samassa metsikössä on pienien, vieläpä pinotavaraan kuuluvien puiden oksaisuus pienempi kuin suurien (vrt. HEISKANEN, mt. s. 89) ja pantava merkille, että I laatuluokan kuutio-osuus lähenee 70—80 vuoden ikäisissä kylvömänniköissä vastaavaa pituussuhdetta.

Jakamalla taulukossa 15 esitetyt sahapuukuutiot eri laatuluokkiin kuvan 16 sadannesluvuilla ja laskemalla näiden summat, MT:llä 70. ja VT:llä 80. ikävuoteen saakka, saadaan kylvömännikösarjojen mukaisten normaalimetsien (metsälöiden) tukkipuuston jakaantuminen laatuluokkiin. Tulokset osoittavat, että MT-sarjassa on I luokan sahapuuta 18 %, II luokan 63 % ja III luokan 19 % sekä VT-sarjassa I luokan sahapuuta 16 %, II luokan 64 % ja III luokan 20 %.

Verrattaessa sahapuiden eri laatuluokkien osuutta II valtakunnan metsien arvioinnin vastaaviin lukuihin Suomen eteläpuoliskon männyllä (ILVESSALO 1956 b, s. 110) havaitaan, että näissä on I laatuluokan sahapuuta n. 16 %, II luokan puita n. 36 % ja III laatuluokan puita n. 48 %. III laatuluokan tukkien osuus on kylvömänniköissä siis huomattavasti pienempi kuin valtakunnan met-



Kuva 16. Tukkikuution jakaantuminen laatuluokkiin.
Figure 16. Distribution of saw-timber volume into quality classes.

sien arvioinnin vastaavat luvut. Tähän on ilmeisesti syynä se, että kylvömänniköitä on kasvatettu suhteellisen tasaisina ja sulkeutuneina meidän epätasaisiin, osittain harvoina kasvatettuihin muihin talousmetsiimme verrattuina, joista on lisäksi hakattu hyvälaatuisia puuta. Näissä pääsevät nimenomaan tukkipuut kehittämään vapaasti oksistiaan, niin että ne ovat runsas- ja paksuokkaisia ja siis laadultaan huonoja.

HEISKASEN (1954 b, s. 25) mukaan pidetään I laatuluokan keskimääräisen lustopakisuuden ylärajana 2.5 millimetriä. YLI-VAKKURIN (1958 c, kuvat 3 ja 7) esittämiin sahapuun laatuksivatituksen ohjekäyriin verrattuina jäävät MT:n kylvömänniköiden keskimääräiset tyviläpimitat suunnilleen 2.0—2.5 mm:n lustopakisuuden puoliväliin ja VT:n kylvömänniköissä vastaavat tyviläpimitat n. 2.0 mm:n lustopakisuutta osoittavan käyrän kohdalle. MT:n kylvömänniköiden tyviläpimitat ovat 20—30 vuoden ikäisissä männiköissä pienemmät ja sen jälkeen suuremmat kuin MÄKISEN (1958) tutkimuksen MT-männiköiden vastaavat luvut. Tämän tutkimuksen VT:n kylvömänniköiden tyviläpimitat ovat myös 30. ikävuoteen saakka MÄKISEN (mt.) esittämiä VT:n kylvömänniköiden tyviläpimittoja pienemmät ja sen jälkeen saman suuriset. Näyttää siis siltä, että kylvömänniköiden laatukehitys, lustopakisuuden perusteella arvosteltuna, on varsin hyvä. Iän noustessa ilmenevä hidastuva kehitys todistane osaltaan sitä, että harvennuksissa on poistettu laatuksivatituksen kannalta huonoja yksilöitä ja että jällelle ovat jääneet ohjekäyrien paremmalla puolella pysyneet yksilöt (vrt. YLI-VAKKURI 1958 c, s. 408).

Poistumapuuston tukkipuiden laatua ei tutkimuksessa voitu todeta, mutta kokemuksen ja myös koeleimauksen perusteella arvostellen on se keskimäärin heikompi kuin kehitettävän puuston. Toisaalta on tukkipuun osuus poistumapuustossa, 65 vuoden ikäisiä MT:n kylvömänniköitä lukuunottamatta (vrt. kuva

14), siksi vähäinen, että se ei voine sanottavasti pienentää tukkipuutuotoksen laatua edellä esitetyistä laatuluokkasuhteista. Kun hakkaus on suoritettu ennen mittausaikaa, on poistumapuuston tukkipuiden laatu sitäpaitsi lähempänä hakkaushetken eli kuvassa 16 näkyvän hakkuuian edellyttämää tukkipuuston laatua kuin nykyisen tukkipuuston laatua. Näillä perusteilla voidaan tukkipuuston kokonaistuotoksen kuutiomäärä jakaa laatuluokkiin siten, että nykyisen puuston eri laatuluokkien tukkipuumääriin lisätään poistumapuuston vastaavat määrät, jotka on jaettu laatuluokkiin ao. harvennusiän kuvassa 16 esitetyn laatuluokituksen perusteella.

36. Metsikön latvuserrokset ja puulajisekoitus

361. Puuston jakaantuminen latvuserroksiin ja puuluokkiin

Kehityssarjojen vallitsevien latvuserrosten runkoluvun osuus kokonaisrunkoluvusta nousee iän mukana melko jyrkästi alkaen 70 %:sta 30 vuoden iällä ja päättyen 93 %:iin 70—80 vuoden iällä. Vallittujen latvuserrosten runkoluvun osuus vähenee vastaavasti ja on erikoisesti keski-ikäisissä ja vanhoissa metsissä suhteellisen vähäinen. Ikäluokittaiset vaihtelurajat ovat nuorissa metsissä huomattavan suuret, niin että vallitseviin latvuserroksiin kuuluvien puiden runkoluvun osuus esim. 30 vuoden ikäisissä männiköissä vaihtelee eri koealoilla 48—95 %:iin.

Vallitsevien latvuserrosten osuus kuutiomäärästä on keskimäärin 95 %, vaihtelurajat eri koealametsiköissä 83—100 %. Vallittujen latvuserrosten vastaava keskiarvoluku on siis vain 5 % ja vaihtelu 0.—17. %:iin.

Vallittujen latvuserrosten puiden osuus kuutiomäärästä ei ole edes nuorien metsien kohdalla erikoisen merkitsevää suuruusluokkaa. Vallittujen latvuserrosten puita on harvennuksissa poistettu siinä määrässä, että niiden osuus on supistunut näin vähäiseksi. Koeleimuksissa on huomattava osa näistäkin sisällytetty poistumapuustoon, niin että tulevan jakson kehitettävään puustoon jää sen mukaan pääasiassa vain vallitsevien latvuserrosten puita.

Koska vallittujen latvuserrosten puiden osuus kehityssarjojen runkoluvuista ja kuutiomäärästä jää ainakin tärkeimmistä kehitysvaiheista lukien näin vähäiseksi, suoritettiin eri metsikkötunnusten laskenta latvuserroksia erittelemättä.

362. Kuusialikasvos

Edellisen kappaleen luvuista, samoin kuin tasoitetuista runkoluvuistakin, puuttuu eräissä koealametsiköissä tavatun kuusialikasvososen osuus. Kuusialikasvos kuuluu yleensä toiseen, myöhemmin syntyneeseen metsikkö-

jaksoon ja on sen paino kuutiomäärissä, kasvussa ym. tunnuksissa, runkolukua lukuunottamatta, sangen vähäinen. Kuusialikasvosta tavattiin 32 koealametsikössä, vastaten keskimäärin n. 130 runkoa ja 2.5 k-m³ kuorellista puuta hehtaaria kohti, mikä koko koealamäärän kohdalla vastaa n. 1.1 k-m³ hehtaarilla.

Kuusialikasvosta tavattiin sekä nuorehkoissa että vanhoissa metsiköissä. Sitä on tosin harvennuksissa poistettu, mutta jos harvennusta ei ole seurannut raivaus, on kaupaksi käymätöntä kuusialikasvosta jäänyt jällelle.

363. Puulajisekoitus

Seuraavassa asetelmassa esitetään niiden koealojen lukumäärä, joissa puulajisekoitus oli enintään 3 %, ns. puhtaat männiköt, sekä vieraita puulajeja sisältävien koealojen lukumäärät puulajisekoituksen runsautta kuutiomäärästä osoittavine sadanneslukuineen, nykyisen puuston perusteella. Eräillä koealoilla oli vieraita puulajeja useampi kuin yksi, mutta asetelmaan on merkitty vain runsaimmin esiintyvä ja sadannesluvut tarkoittavat tällöin kaikkien vieraiden puulajien yhteisosuutta:

Metsä- tyyppi Site	Puhtaita männiköitä Pure pine stands	Sekapuuna vierasta puulajia — <i>Proportion of mixed species</i>							
		Kuusta — <i>Spruce</i>		Koivua — <i>Birch</i>		Lehtikuusta — <i>Larch</i>			
		< 10 %	10— 20 %	20— 25 %	< 10 %	10— 20 %	< 10 %	10— 20 %	20— 25 %
Koealoja, kpl — <i>Number of sample plots</i>									
MT	14	5	2	1	5	2	—	—	—
VT	30	5	3	—	1	2	2	—	1
Yht.	44	10	5	1	6	4	2	—	1

Edellisen asetelman lukujen perusteella on aineistoa puulajiin nähden pidettävä ainakin tyydyttävän puhtaana. Osoittautuikin vaikeaksi löytää riittävää määrää täysin puhtaita männiköitä. Mainittakoon, että hakkuupoistumaan sisältyy vierasta puulajia, etupäässä kuusta, sadanneksissa ilmaistuna hieman enemmän kuin nykyiseen puustoon.

37. Eräitä vertailutuloksia

Tutkimuksen yhteydessä suoritettiin vertailuja tutkimussarjojen ja eräiden muiden harvennuksella käsiteltyihin metsikköihin kuuluvien kylvömännikkö-koealojen metsikkötunnusten välillä. Viime mainittuja nimitetään tässä vertailukohteiksi, koska niihin sisältyvät myös BLOMGRENIN (1952), MÄKISEN (1958) ja APPELROTHIN (1958) koealaryhmät näiden ikäluokittaisina keskiarvoina. BLOMGRENIN sarjaan sisältyvät ikäluokat 20, 25, 30 ja 35 v., MÄKISEN sarjaan

20, 25, 30, 35 ja 40 v. sekä APPELROTHIN sarjaan 21 ja 26 v. Vertailussa käytetyt luvut perustuvat seuraavissa julkaisuissa esitettyihin koealojen mittaustuloksiin. Lisäksi sisältyy aineistoon neljän Sippolan metsäkoulun harjoitusalueen kylvömännikkokoealan mittaustuloksia.

Vertailukohteiden sijainti <i>Location of comparison areas</i>	Julkaisut <i>Publications</i>	Kohteen tai koealan merkki tai n:o <i>The code or number of comparison area or sample plot</i>	Vertailukohteita <i>Number of comparison areas</i>	
			MT	VT
Vesijako	HEIKINHEIMO 1955, ss. 76—77; 1956a ja b	21, 64, 76A, 72, F6, E8	7	1
Ruotsinkylä		E9	—	1
Tuomarniemi	BLOMGREN 1952	—	4	4
»	Tuomarniemen retkeilyopas 1954 (»A Guide to Tuomarniemi», 1954)	7, 9b, 11	1	2
»	KOLEHMAINEN 1957	4	—	1
Suomen eteläpuolisko	MÄKINEN 1958	—	—	5
Uusikaarlepyy	APPELROTH 1958	—	—	2
Sippola	—	11, 18, 20, 34	—	4
Yhteensä—Total			12	20

Julkaisuissa esitettyjen koealatulosten mukaan on vertailu voitu suorittaa vain kolmen tärkeimmän tunnuksen, nimittäin valtapituuden, nykyisen puuston kuutiomäärän ja juoksevan kasvun suhteen. Vertailukohteiden kasvulukujen kohdalla ei ilmeisestikään ole suoritettu ilmaston vaihteluista johtuvaa korjausta eikä poistumapuuston selvitystä, joten juoksevasta kasvusta puuttunevat poistuman kasvuluvut laskentajaksoina. Näistä syistä ei vertailukoaloja voitu yhdistää tutkimuksessa koostettuihin kehityssarjoihin. Kaikkien kohteiden kohdalla ei jokaista kolmea tunnusta voitu varmuudella määrittää, mutta kummastakin metsätyyppisarjasta saatiin kuitenkin tunnusta kohden vähintään 10 pistettä. Vertailukohteet edustavat sitäpaitsi vain nuoria metsiköitä n. 20. ikävuodesta n. 40.—50. ikävuoteen saakka ja MT:ltä lisäksi kaksi 66 vuoden ikäistä kylvömännikköä.

Vertailukohteiden tunnuksat osoittavat suurehkoa hajontaa, mutta siitä huolimatta kuitenkin suhteellisen hyvin kehityksensä suunnan iän funktiona. Poikkeamat tämän tutkimuksen kehityssarjojen vastaavista tunnuksista eivät ole ainakaan ratkaisevassa määrässä merkitsevää luokkaa. Vertailukohteiden valtapitus on alle 30 vuoden ikäisissä MT:n metsiköissä ja VT:n metsiköissä keskimäärin n. 1 m. pienempi, mutta 35 + vuoden ikäisissä MT:n metsiköissä jopa 2 metriä suurempi kuin tutkimussarjoissa. Vertailukohteiden puuston kuutiomäärä hehtaarilla on MT:llä keskimäärin n. 10—15 k-m³ suurempi kuin tutkimussarjoissa, mutta VT:llä ovat kuutiomäärät taas miltei

yhtä suuret. Juokseva kuutiokasvu on sen sijaan tutkimussarjojen kummankin metsätyypin kohdalla keskimäärin n. 10 % suurempi kuin vertailukohteiden. Tähän eroon on ilmeisesti syynä se, että vertailukohteiden kuutiokasvusta puuttuu laskentajakson poistumapuuston kasvu. Vertailukohteiden ja tutkimuksen kehityssarjojen tunnusten kuvaajakäyrien suunnat osoittivat kummankin metsätyypin kohdalla huomattavaa yhdenmukaisuutta.

EKLUNDIN (1956) männyn kylvöruutujen etäisyyksiä ja välimatkoja koskevan tutkimuksen kohteiden (sijainti 58° 39' pohjoista leveyttä, Ruotsissa Skaraborgin läänissä) kylvökoealat IIS ja IVS, joita on säännöllisesti harvennettu, kuulunevat mm. valtapituuden perusteella arvostellen (mt. s. 53) lähinnä MT:hen. Näiden valtapituudet ovat varsin lähellä tämän tutkimuksen vastaavia keskimääräisiä valtapituuksia, mutta kuutiomäärät jäävät erikoisesti 38 ja 43 vuoden iällä pienemmiksi. Nykyinen juokseva kuutiokasvu vaihtelee huomattavasti ja jää yleensä pienemmäksi kuin tässä tutkimuksessa. Keskimääräinen kasvu koealalla IV S, jossa kylvöväli on 1.5 × 1.5 m, noudattaa suurta yhdenmukaisuutta tämän tutkimuksen MT:n vastaavan kasvun kanssa, mutta koealalla II S, jonka kylvöväli on 1.0 × 1.0 m, jäävät nämä kasvuluvut n. 20—25 % pienemmiksi. Viimemainitun koealan muutkin tunnuksat ovat kauttaaltaan pienemmät kuin koealan IV S vastaavat tunnuksat.

38. Kylvömänniköiden perustamiseen liittyviä tekijöitä

381. Uudistusalojen valmistus- ja kylvötavat

Kaskeamisen, kulotuksen ja yleensä palon jälkeen on kylvö suoritettu kaikkiaan 15 MT:n ja 20 VT:n koealalla, mikä on n. 48 % kaikista koealoista ja muilla koealoilla pelkän hakkausalan raivauksen jälkeen. Ruutukylvöllä on uudistettu 22 MT:n ja 37 VT:n koealametsiköä eli n. 81 % koko koealamäärästä. Näistä on 9 MT:n ja 13 VT:n kaski- ja kuloalaa. Vakokylvö kaskeamisen tai kulotuksen jälkeen on suoritettu 3:lla VT:n koealalla. Hajakylvö on suoritettu kaskeamisen tai kulotuksen jälkeen 6:lla MT:n ja 4:llä VT:n koealalla sekä hajakylvö kaskisahrakynnökseen 1:llä MT:n koealalla.

Esitetyt maanpinnan valmistus- ja kylvötavat jakaantuvat aikaan ja siis metsiköiden nykyiseen ikään nähden MT:n kohdalla suurin piirtein tasaisesti koko kehityssarjassa, mutta VT:n kohdalla puuttuvat kaski- ja kulotusalat n. 50. ikävuodesta 75. ikävuoteen saakka. Tämä merkitsee sitä, että n. vv. 1890—1910 kylvettyjä kaski- ja kulotusmänniköitä ei VT:n aineistossa ole. VT:n kankaat ovatkin kaskimaina karumpia ja tähän tarkoitukseen vähemmän käytettyjä kuin MT:n kankaat, vaikkakin aineistossa on mukana muutama 1880—

1890-luvuilla kaskettu VT:n koeala. Kulotusta ei taas ennen vuotta 1910 sanottavasti harjoitettu.¹

Suoritettu vertailu paloalueiden ja palamattomien alueiden kylvömänniköiden läpimittakasvun, valtapituuksien, kuutiomäärien ja kuutiokasvun välillä osoitti, että paloalueiden tunnuksiset sarjakonstruktioiden puitteissa eronneet systemaattisesti eivätkä merkitsevästi palamattomien alueiden vastaavista tunnuksista. Kulotusmänniköt, vanhoja MT:n kaskimänniköitä lukuunottamatta, näyttivät olevan metsätyyppiin nähden hieman aineiston vastaavan metsätyyppin keskitason alapuolella. Mm. kivisyysluokkaan 2 luetuista koealoista sisältyy kaski- ja kulotusalueisiin 70 %, vaikka kulotettuja koealoja on koko koealamäärästä vain n. 48 %. VIRON (1947, s. 85) mukaan on metsämaan tuotto 2. kivisyysluokassa n. 25 % pienempi kuin saman metsätyyppin 1. kivisyysluokassa. Kulotusalueiden maalajina oli etupäässä murtosora, kun taas kulottamattomissa koealametsiköissä oli hietta- ja hiekkamaita enemmän kuin kulotteissa. VIRO (mt., s. 86) toteaa, että VT:llä viljavuus on lajittuneilla maalajeilla — siis hiekka- ja hietamailla — suurempi kuin keskimäärin murtosoramailla, mutta että vähäkivinen murtosoramaa on toisaalta viljavampaa kuin lajittuneet maalajit.

Mitä tulee kaski- ja kulotusmänniköiden muihin boniteettia osoittaviin tunnusmerkkeihin, ei niiden kasvilajien vaateliaisuus, lajiluku eikä peittävyys näyttänyt sanottavastikaan poikkeavan metsätyyppinsä keskitasosta. Samaa on sanottava mm. humuskerroksen paksuudesta ym. Ainoa huonommuutta osoittava tunnusmerkki oli siis niiden suurempi kivisyys. Koska aineistoon sisältyvien kulotusmänniköiden boniteetti on kivisyyden perusteella arvosteltuna hieman heikompi kuin aineiston keskimäärä edellyttää ja koska niiden metsiköiden kehitys osoittaa siitä huolimatta yhtä suurta ja eräillä koealoilla suurempaakin ripeyttä kuin kulottamattomien alueiden männiköiden, tukevat nämä seikat sitä toteamusta, että kulotus on suositeltava uudistusalan valmistusmuoto. Mm. HEIKINHEIMO (1955, s. 78) toteaa, että Vesijaon kaskiviljelmien puuntuotto ylittää vastaavien luonnollisten metsien puuntuoton. KOLEHMAINEN (1955) päätyy tutkimuksessaan siihen tulokseen, että kulotus on edullinen metsämaan hoidon, siemenen itämisenergian käytön, puiden kasvun, metsien rikkaruohon ja raa'an sammalmaton hävittämisen kannalta. VIRO (1953) on todennut, että kulotus lisää helposti liukenevan ammoniakityypen määrää heti kulotuksen jälkeen.

Asiaa arvosteltaessa on otettu huomioon, että kulotus suoritetaan usein huonotuottoista puulajia vaihdettaessa, »väsyneen» metsämaan ravinteiden mobilisaation edistämiseksi ja haitallisten hakkuutähteiden, pintakasvillisuuden ja humuskerroksen haitallisen vaikutuksen eliminoimiseksi. Kaikilla uudistusaloilla ei näitä haittoja ole olemassa. Edellisissä tapauksissa kulotus on välttämätön,

¹ Koeala n:o 25 Evolta on kulotettu v. 1904 ja on todennäköisesti maamme ensimmäinen varsinaisen kulotusalue.

jälkimmäisissä tapauksissa voidaan uudistaminen suorittaa muutakin valmistustapaa soveltamalla. Mikä tapa on edullisin, sen selvittely ei varsinaisesti kuulu tämän tutkimuksen puitteisiin.

382. Rivi- ja ruutuvälit

Kylvörivien välimatkat toisistaan ja kylvöruutujen etäisyydet riveissä vaihtelevat aineistossa 1.0 metristä 1.5 metriin. Yleisin välimatka ja etäisyys oli 1.5 m × 1.3 m, vanhoissa metsissä myös 1.5 m × 1.0 m ja erikoisesti nuorissa metsissä jopa 1.6 m × 1.5 m tai 1.5 m × 1.5 m. Luvut kuvaavat vain keskimääräisiä välimatkoja ja etäisyyksiä, teoreettinenkin luku on vaihdellut 0.1 metrin rajoissa, mutta käytännössä vielä enemmän.

Koska valtaosa koealoista kuuluu keskimääräiseen eli 1.5 m × 1.3 m:n ryhmään ja muista ryhmistä on aineistoon saatu vain muutama koeala, ei tulosten vertailun suorittaminen rivivälien ja ruutujen etäisyyksien perusteella ole mahdollista. EKLUNDIN (1956) mukaan saavutetaan männyn ruutukylvössä 1.5 m:n rivi- ja ruutuväleihin mm. suuremmat pituussuhteet, kuutiokasvu ja arvokasvu kuin 1.0 metrin rivi- ja ruutuväleihin. Samantapainen suunta on muutamien poikkeuksien vallitsevana myös istutusväleihin nähden: erikoisesti nousee kokonaiskasvu ja arvokasvu (mt., ss. 67 ja 81), kun siirrytään 0.75 m:n istutusväleistä 1.25 × ja 1.50 m:n istutusväleihin, mutta laskee, kun siirrytään 1.50 m:n väleistä 3.0 m:n väleihin.

39. Aineiston yhtenäisyys

Sitä seikkaa, onko eri metsiköiden kehitys ollut samoina ikäjaksoina keskenään edes lähimain samanlainen, tutkittiin koepuiden valtapuihin kohdistuneilla, eräiden ikäjaksojen sädekasvun mittauksilla (vrt. KALLIO 1957, ss. 32—33). Tutkimus kohdistettiin ikävuosiin 21—30, 41—50 ja 61—70. Tilan säästämiseksi ei tässä julkaista koealoittaista luetteloa, vaan ainoastaan koealoittaiset poikkeamat saman ikäjakson keskiarvoista sadanneksina koealojen lukumäärästä. Poikkeamat ovat seuraavat:

Vuotuisen sädekasvun poikkeus keskiarvosta <i>Deviation of the annual ring width from the mean values</i>	MT			VT			Keskimäär. <i>Mean</i>
	Ikäjakso — <i>Age distribution</i>						
	21—30	41—50	61—70	21—30	41—50	61—70	
< 10 %	48	38	50	54	40	30	46
11—20 %	33	25	50	29	30	30	31
21—30 %	15	19	—	10	20	20	14
31—40 %	4	13	—	7	5	10	7
41—45 %	—	5	—	—	5	10	2
Yht. — <i>Total</i>	100	100	100	100	100	100	100

Esitettyjen lukujen mukaan jää 77 % tapauksista 20 %:n poikkeusrajan alapuolelle, lopun eli 23 % ylittäessä mainitun rajan. Suhteet ovat likimäärin samat kuin tekijän OMT-kuusikkotutkimuksessa (KALLIO 1957, s. 33).

N. 10 %:lla koealoista on poikkeama siis enemmän kuin 30 %. Eräiden koealojen muutkin metsikkötunnukset, kuten keskiläpimitta, keski- ja valtapituus sekä kuutiomäärä poikkeavat myös huomattavasti metsätyypinsä vastaavista arvoista sekä positiiviseen että negatiiviseen suuntaan. Syyt näihin ovat osaksi primäärisiä, ilmastosta ja maaperän laadusta johtuvia ja osaksi sekundäärisiä, ulkoisista tekijöistä johtuvia. Ilmasto riippuu paikan maantieteellisestä sijainnista ja myös korkeussuhteista, joista ainakin edellisen vaihtelu on aineistossa suuri. Maaperän laatu riippuu taas kasvupaikan maalajista, kivisyydestä, soistumistaipumuksesta ym. Kaikki nämä tekijät ilmenevät sitten metsätyypin suhteellisen arvon poikkeamina keskiarvostaan (vrt. CAJANDER ja ILVESSALO 1921, ss. 22—23; KALLIO 1957, s. 83). Sekundäärisiä tekijöitä ovat puustoon kohdistuneet toimenpiteet: harvennukset ovat voineet olla joko liian lieviä tai liian voimakkaita, liiaksi valtapuustoon kohdistuvia, ne on voitu lyödä laimin joko laskentajaksona tai aikaisemmin. Toisia metsiköitä on hoidettu erikoisella huolella, harvennukset on suoritettu oikealla ajalla ja oikeata vahvuusastetta soveltamalla. Käytetyn siemenen alkuperällä, rodulla, on myös oma merkityksensä. Sekundäärisiin tekijöihin voidaan lukea lisäksi maaperän hoitotoimenpiteet, kuten kulotus ja palo metsikön perustamistoimenpiteenä.

Edellä mainitut tekijät ovat niin monissa riippuvaisuussuhteissa toisiinsa, että on uskallettua ryhtyä selvittämään, mitkä niistä ovat kullakin koealalla syynä metsikkötunnusten poikkeamiin sarjojen keskiarvoista. Suoritettu sädekasvun tarkastelu osoittanee kuitenkin, että metsiköt muodostavat suhteellisen yhtenäiset sarjat ja että niiden kehitys on huomattavasti samankaltainen. Eniten poikkeavat koealat näyttivätkin kuuluvan joko metsätyypin tahi metsikön käsittelyn suhteen kehityssarjansa laita-alueisiin.

4. Tulosten yhdistelmä

Kylvömänniköiden kuorellinen kuutiomäärä hehtaarilla on lähimain samaa suuruusluokkaa kuin toistuvasti harvennettujen männiköiden kuutiomäärä. Vain 60—70 vuoden ikäisissä mustikkatyypin kylvömänniköissä jää kuutiomäärä n. 5—10 % edellisiä pienemmäksi. Sen sijaan on kylvömänniköiden kuutiomäärä iän mukaan vaihdellen vain n. 65—90 % vastaavien luonnonnormaalien männiköiden kuutiomäärästä.

Juokseva vuotuinen kuutiokasvu kohoaa jo 20—30 vuotissa mustikkatyypin kylvömänniköissä 8—9 k-m³:iin hehtaarilla, saavuttaa kulminatiopisteensä, 9.0 k-m³, n. 35 vuoden ja alittaa 8.0 k-m³:n vasta metsikön saavutettua 60 vuoden iän. Puolukkatyypillä nousee ko. kasvu n. 30. ikävuodesta lukien 6—7 k-m³:n tasolle, saavuttaa kulminatiopisteensä, 7.0 k-m³, metsikön iän ollessa n. 45 vuotta, minkä jälkeen se hitaasti alenee, pysyen 6.0 k-m³:n yläpuolella ainakin 80. ikävuoteen saakka. Nuorien kylvömänniköiden juokseva kasvu on ilmeisesti hieman suurempi, 40—50 ikäisten n. 10 % pienempi ja 60—80 vuoden ikäisten taas n. 5—20 % suurempi kuin toistuvasti harvennettujen männiköiden. Mustikkatyypin nuorien ja keski-ikäisten kylvömänniköiden juokseva vuotuinen kuutiokasvu on n. 10 % ja vanhojen sekä puolukkatyypin kylvömänniköiden aina 15—20 % suurempi kuin vastaavien luonnonnormaalien männiköiden.

Kokonaiskasvu nousee mustikkatyypillä 70. ikävuoteen mennessä lähes 500 k-m³:iin kuoretonta ja n. 580 k-m³:iin kuorellista puuta hehtaarilla ja puolukkatyypillä 80. ikävuoteen mennessä 435 k-m³:iin kuoretonta ja n. 520 k-m³:iin kuorellista puuta hehtaarilla. Keskimääräinen kuutiokasvu on tärkeimmissä kehitysvaiheissa mustikkatyypillä n. 6—7 k-m³/ha ja puolukkatyypillä n. 4—5 k-m³/ha. Se on kaikissa kehitysvaiheissa n. 10—15 % suurempi kuin luonnonnormaalien männiköiden. Vertailu toistuvasti harvennettuihin männikköihin ei ollut mahdollista, koska niiden kohdalta puuttivat nuorien ikäluokkien kasvuluvut.

Vuotuinen kuutiopoistuma nousee kummallakin metsätyypillä 20. ikävuodesta lähtien aina 45. ikävuoteen saakka jyrkästi. Mustikkatyypillä on tämä luku aluksi n. 2.5 k-m³ ja nousee 45 vuoden iällä lähes 7.0 k-m³:iin sekä puolukkatyypillä vastaavasti n. 1.0 k-m³:stä n. 4.5 k-m³:iin kuorellista puuta hehtaarilla. Sanotusta ikäkohdasta lähtien on kuutiopoistuma miltei vakio, mustikkatyypillä n. 7.5 k-m³ ja puolukkatyypillä n. 5.0 k-m³ vuotta ja hehta-

ria kohti. Nuorien kylvömänniköiden kuutiopoistuma näyttää olevan suurempi, keski-ikäisten hieman pienempi ja vanhojen taas suurempi kuin vastaavien toistuvasti harvennettujen männiköiden.

Kokonaispoistuma nousee mustikkatyyppin kylvömänniköissä 70. ikävuoteen mennessä lähes 350 k-m³:iin kuorellista puuta hehtaarilla. Puolukkatyyppillä on vastaava luku 80. ikävuoteen mennessä 280 k-m³. Tämä määrä on mustikkatyyppillä n. 60 % ja puolukkatyyppillä n. 55 % siihen mennessä eräänyneestä kokonaiskasvusta. Keskimääräinen poistuma nousee mustikkatyyppillä 60.—70. ikävuoteen mennessä n. 4.5—5.0 k-m³:iin ja puolukkatyyppillä 60.—80. ikävuoteen mennessä n. 3.0—3.5 k-m³:iin kuorellista puuta hehtaarilla.

Luvuista havaitaan, että harvennushakkauksissa poistetaan varsin huomattava osa vastaavana kiertoaikana tuotetusta puusta.

Mustikkatyyppin kylvömännikön tukkipuun kokonaistuotos nousee 70. ikävuoteen mennessä n. 6 300 j³:aan, puolukkatyyppin taas 80. ikävuoteen mennessä vastaavasti n. 5 300 j³:aan hehtaarilla. Paperipuun kokonaistuotos on samoihin ikäkohtiin mennessä mustikkatyyppillä n. 200—210 p-m³ ja puolukkatyyppillä n. 180—190 p-m³ hehtaarilla. Mustikkatyyppin polttopuun vastaavat kokonaistuotosluvut ovat n. 125 p-m³ ja puolukkatyyppin 130 p-m³ hehtaarilla. Toistuvasti harvennettujen männiköiden tukkipuun tuotosluvut ovat pienemmät ja pinotavaran, erikoisesti paperipuun, tuotosluvut suuremmat kuin kylvömänniköiden vastaavat luvut. Ero pysyy vielä saman suuntaisena vaikka kylvömänniköiden tukkipuurunkojen minimikoko nostetaan n. 18—19 cmstä 20 cmn rinnankorkeuslähimpimittaan saakka eli samaksi kuin toistuvasti harvennetuissa männiköissä. Kiintokuutiometreissä ilmaistut kokonaistuotoksen luvut ovat sekä kylvömänniköissä että toistuvasti harvennetuissa männiköissä miltei saman suuruiset. Sen sijaan saadaan edellisistä jo aikaisemmassa kehitysvaiheessa tukkipuuta kuin jälkimmäisistä, tukkipuusuuden ollessa myös suuremman.

Yleispäätelmänä voidaan todeta, että hoidetun kylvömännikön kuutio- ja kasvukehitys ovat metsikön 70—80 ikävuosiin saakka keskimäärin samaa suuruusluokkaa kuin toistuvasti harvennetun männikön mutta rakennekehitys ja tuotos hieman edullisemmat. Näiden männiköiden kehitys- ja rakennelaskelmissa on otettu huomioon vain todellinen eli biologinen ikä. Lisäämällä kumpankin sivulla 24 mainitut uudistuskaudet ja laskemalla vuotuiset kasvu- ja tuotosluvut näin saaduille kiertoajoille, korostuu mainittujen tuotoslukujen ero samalla kun myös kylvömänniköiden kuutiokasvun kehitystä osoittavat luvut muuttuvat hieman suuremmiksi kuin toistuvasti harvennettujen männiköiden. Taksatorinen tarkastelu osoittaa näin ollen, että männyn kylvö on edullinen metsän uudistustapa. Tämä edullisuus korostuu erikoisesti siellä, missä luontainen uudistuminen on epävarmaa ja tapahtuu hitaasti.

Kirjallisuusluettelo — References

- APPELROTH, ERIC. 1958. Tallkulturen på Granskär i Nykarleby skärgård. Särtryck ur Skogsbruket nr 7—8/1958.
- ARO, PAAVO. 1956. Puutavaran kuutioiminen. Pinopuutavarat. Tapion taskukirja, 13. painos. Helsinki.
- BERÄTTELSE över verksamheten vid Statens Skogsforskningsinstitut under perioden 1938—1945 jämte förslag till arbetsprogram för den kommande femårsperioden. 1947. — MSS 35.
- BORG, L. E. T. 1935. Hankikylvöt Tuomarniemen hoitoalueessa vv. 1913—1930. Referat: Die 1913—1930 ausgeführten Schneesaaten im Revier Tuomarniemi. — SF 38.
- BLOMGREN, Y. 1952. Tuomarniemen metsänviljelytöistä ja niiden tuloksista. Referat: Über Waldkulturarbeiten und ihre Erfolge im Revier Tuomarniemi. — MTJ 40.
- CAJANDER, A. K. und ILVESSALO, YRJÖ. 1936. Ueber Waldtypen II. — AFF 20.
- CAJANDER, ERKKI K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland. — MTJ 19.
- CAJANUS, WERNER. 1914. Ueber die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände. Eine statistische Studie. L — AFF 3.
- EKLUND, BO. 1944. Ett försök att numeriskt fastställa klimatets inflytande på tallens och granens radietillväxt vid de båda finska riksskogstaxeringarna. — Norrl. skogsvårdsförbunds Tidskrift. Stockholm.
- »— 1956. Ett förbandsförsök i tallskog. Summary: An experiment in sowing and planting pine with different spacings. — MSS 46.
- HAGBERG, NILS. 1938. Taxatoriska analyser av de mellansvenska blandskogarna. — SST.
- HEIKINHEIMO, OLLI. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Metsähallituksen julkaisuja II. Helsinki.
- »— 1955. Vesijaon kokeilualan vaiheita. Deutsches Referat: Aus der Geschichte des Versuchsforstes Vesijako. — MTJ 46.
- »— 1956 a. Vesijaon retkeilykohteiden selostukset. Liittyy julkaisuun Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueita 1.
- »— 1956 b. Ruotsinkylän retkeilykohteiden selostukset. Liittyy julkaisuun Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueita 2.
- HEISKANEN, VEIJO. 1954a. Tutkimuksia mäntytukkipuiden laatuluokitustavoista ja niiden tarkkuudesta. Summary: Investigations into pine tree grading methods and their accuracy. — MTJ 44.
- »— 1954 b. Vuosiluston paksuuden ja sahatukin laadun välisestä riippuvuudesta. Summary: On the interdependence of annual ring width and sawlog quality. — MTJ 44.
- HOLOPAINEN, VILJO. 1957. Metsätalouden edistämistoiminta Suomessa. Tapio 1907—1957. Summary: Promotion of private forestry in Finland. Tapio 1907—1957. — SF 94.
- ILVESSALO, LAURI. 1929. Puuluokitus ja harvennusasteikko. Summary: A tree-classification and thinning system. — AFF 34.

- ILVESSALO, YRJÖ. 1920 a. Tutkimuksia metsätyyppien taksatorisesta merkityksestä nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstabeln Finnlands fussend. — AFF 15.
- 1920 b. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. Referat: Ertragstabeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. — AFF 15.
- 1936. II:n valtakunnan metsien arvioinnin suunnitelma ja ulkotyöohjeet. Summary: Instructions for field work of the Second National Survey of the forests of Suomi (Finland). — MTJ 22.
- 1937. Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. Summary: Growth of Natural Normal Stands in Central North-Suomi (Finland). — MTJ 24.
- 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. — MA.
- 1947. Pystypuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for standing trees. — MTJ 34.
- 1948. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot. Helsinki.
- 1956 a. Puun ja metsikön mittausta ja kasvun laskenta. Tapion Taskukirja, 13 painos. Helsinki.
- 1956 b. Suomen metsät vuosista 1921—1924 vuosiin 1951—1953. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Summary: The forests of Finland and their development from 1921—24 to 1951—53. A survey based on three National Forest Inventories. — MTJ 47.
- 1957. Suomen metsät metsänhoitolautakuntien toiminta-alueittain. Valtakunnan metsien inventoinnin tuloksia. Summary: The forests of Finland by forestry board districts. Results of the National Forest inventory. — MTJ 47.
- KALLIO, KUSTAA. 1957. Käenkaali-mustikkatyypin kuusikoiden kehityksestä Suomen lounaisosassa. Taksatoris- liikelatoudellinen tutkimus. Summary: On the development of spruce forests of the oxalis-myrtillus site type in the south-west of Finland. — AFF 66.
- 1958 a. Tutkimuksia hakkauslaskelmasta ja siihen perustuvasta metsän tuottoarvosta. I. Hakkauslaskelman laatiminen erityisesti metsän tuottoarvon laskemista varten. Referat: Untersuchungen über die Hiebsatzberechnung und auf dieser basierten Betriebswerte des Waldes. I. Die Abfassung der Hiebsatzberechnung speziell für die Berechnung des Betriebswertes des Waldes. — AFF 68.
- 1958 b. Kapenemisloukan huomioon ottaminen erotusmenetelmän mukaisessa kasvun laskennassa. — MA.
- KOLEHMAINEN, V. A. 1955. Havaintoja kulotuksen merkityksestä metsiemme uudistamisessa. Deutsches Referat: Beobachtungen über die Bedeutung des Abschwendens bei Verjüngung von Finnischen Wäldern. — SF 85.
- 1957. Vehkatallinmaa. Summary: Vehkatallinmaa. A successful reforestation area. — SF 90.
- KUUSELA, KULLERVO. 1959. Taimistojen taloudellinen kasvattaminen. Summary: Economic treatment of seedling and sapling stands. — MA.
- LAPPI-SEPPÄLÄ, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke, basiert auf Material aus der Südhälfte von Suomi (Finnland). Selostus: Tutkimuksia tasaikäisen mänty- koivu- sekametsikön kehityksestä Suomen eteläpuoliskosta kootun aineiston perusteella. — MTJ 15.

- LAPPI-SEPPÄLÄ, M. 1952. Männyn sydänpuusta ja runkomuodosta. Referat: Über Verkernung und Stammform der Kiefer. — MTJ 40.
- LEHTO, JAAKKO. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland. — AFF 66.
- LIHTONEN, V. 1942. Puuston hakkuuarvosta ja sen määräämisestä. Referat: Über den Abtriebswert des Holzvorrates und seine Bestimmung. — AFF 50.
- 1943. Tutkimuksia metsän puuston muodostumisesta. Tuottohakkauslaskelma. Referat: Untersuchungen über die Bildung des Holzvorrates des Waldes. Ertragshiebsberechnung. — AFF 51.
- 1959. Metsätalouden suunnittelu ja järjestely. Porvoo-Helsinki.
- LINNAMES, OLAVI. 1959. Valtion metsät sekä niiden hoidon ja käytön yleissuunnitelma. Vuosien 1951—1955 inventoinnin tuloksia. Summary: The State forests of Finland and a general management plan for them. Based upon an inventory made in 1951—1955. Helsinki.
- LÖNNROTH, ERIK. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. — AFF 30.
- MAAPERÄSANASTON ja maalajien luokituksen tarkistus v. 1949. Summary: A critical review of soil terminology and soil classification in Finland in the year 1949. — Maataloustieteellinen aikakauskirja 21. vuosik. — Helsinki.
- MATTSSON-MÄRN, L., 1920. Slutenhet och slutenhetsfaktor. — SST.
- MIETTINEN, LEEVI. 1932. Tutkimuksia harmaalepikoiden kasvusta. Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der Weisserlenbestände. — MTJ 18.
- MIKOLA, PEITSA. 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. Summary: On variations in tree growth and their significance to growth studies. — MTJ 38.
- MÄKINEN, VEIKKO O. 1958. Harvennuksen aiheuttamat muutokset nuorten männiköiden rakenteeseen. — MA.
- NYSSÖNEN, AARNE. 1951. Havaintoja metsikön kasvun arvioimistavoista. Summary: Observations on the methods of estimating the growth of a stand. — MA.
- 1954. Hakkausilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. — AFF 60.
- 1955. Hakkuumäärän arvioiminen kannoista. Summary: Estimation of the cut from stumps. — MTJ 45.
- 1957. Männikön tuotoksesta ja kasvatuksesta. Summary: On the yield and thinning of Scots pine stands. — MA.
- 1958. Kiertoaika ja sen määrittäminen. Summary: Rotation and its determination. — MTJ 49.
- NÄSLUND, MANFRED. 1940. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. — MSS 32.
- 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. Zusammenfassung: Die Reaktionsfähigkeit des alten norrländischen Fichtenwaldes nach Durchhauung. — MSS 33.
- PETTERSON, HENRIK. 1932. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök, en bearbetning och ett program. — SST.
- 1934. Några synpunkter på metodiken vid korrelationsanalys. — SST.
- 1955. Barrskogens volymproduktion. Die Massenproduktion des Nadelwaldes. — MSS 45.
- PRAKTISK SKOGSHANDBOK utgiven av Norrlands Skogsvårdsförbund. Sjätte upplagan. 1955. Stockholm.

- PÖNTYNE, V. 1956. Puutavaran kuutioiminen. Kappaleittain kuutioitavat puutavarat. Tapion Taskukirja, 13. painos. Helsinki.
- SARVAS, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin Referat: Einwirkung der Sägestamblenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. — MTJ 33.
- 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests of Southern Finland. — MTJ 37.
- TERTTI, MARTTI. 1935. Mikä metsätyyppi? Helsinki.
- TUOMARNIEMEN RETKEILYOPAS. 1954. Helsinki.
- VANSELOV, KARL. 1951. Fichtenertragstafel für Südbayern. Untersuchungen über Zuwachs, Ertrag, Stammformen und Struktur reiner Fichtenbestände in Südbayern. — Ibid.
- WIEDEMANN, EILHARD. 1948. Über die Arbeitsmethoden des forstlichen Versuchswesens. Dargestellt am Beispiel der früheren Preussischen Forstlichen Versuchsanstalt. — Beiträge zur Agrarwissenschaft IV. Hannover.
- 1950. Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. Das Hauptergebnis der 70 jährigen Arbeiten der (ehem.) Preussischen Forstlichen Versuchsanstalt. Teil I: Wachstum des Einzelstammes und des gleichaltrigen Reinbestandes unter den Einfluss von Standort und Bestandespflege. Frankfurt am Main.
- VIRO, P. J. 1947. Metsämaan raekokoomus ja viljavuus varsinkin maan kivisyttä silmällä pitäen. Summary: The mechanical composition and fertility of forest soil taking into consideration especially the stoniness of the soil. — MTJ 35.
- 1953. Suomen Metsätieteellisessä seurassa pidetty esitelmä, jota ei ole julkaistu.
- VUOKILA, YRJÖ. 1956. Etelä-Suomen hoidettujen kuusikoiden kehityksestä. Summary: On the development of managed spruce stands in Southern Finland. — MTJ 48.
- YLI-VAKKURI, PAAVO. 1958 a. Metsänviljelyn tavoitteet ja saavutukset. — MA.
- 1958 b. Metsänviljelyn rakenne yksityismetsissä. — MA.
- 1958 c. Metsänhoidollisia näkökohtia sahapuun laatukasvatuksesta. Suomen Metsäyhdistyksen kokouksessa 25. 11. 1958 pidetty alustus. Summary: Silvicultural views on the quality production of saw timber. — MA.

Lyhennyksiä-Abbreviations

- AFF = Acta Forestalia Fennica. Helsinki.
- MA = Metsätaloudellinen Aikakauslehti. Helsinki.
- MSS = Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut (Skogsförsöksanstalt). Stockholm.
- MTJ = Metsäntutkimuslaitoksen (aik. Metsätieteellisen koelaitoksen ja Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen) julkaisuja (Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae Editae, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae). Helsinki.
- SF = Silva Fennica. Helsinki.
- SST = Svenska Skogsvårdsföreningens Tidsskrift. Stockholm.

SUMMARY:

ON THE STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF PINE STANDS ESTABLISHED BY SOWING IN THE SOUTH OF FINLAND

1. Introduction

With the exception of ERKKI K. CAJANDER's study on artificially regenerated spruce stands, mensuration studies on the increment and structure of stands in Finland have been concerned mainly with naturally regenerated stands (ILVESSALO 1920 a, b; 1937; LÖNNROTH 1925; LAPPI-SEPPÄLÄ 1930; NYSSÖNEN 1954; VUOKILA 1956; KALLIO 1957). Artificially regenerated stands, however, are now estimated to cover an area of ca. 650 000 hectares and — even more important — there is a constant need for such stands, one which, according to the estimate of the Third National Forest Survey of Finland (ILVESSALO 1957, p. 100) amounts to some 200 000 hectares per year. All this calls for more extensive studies of the increment and structure of artificially regenerated stands. Since the largest group of artificially regenerated stands is at present composed of sown pine, this study is limited to the development of such stands. Its purpose is to elucidate the volume, increment, removal, structure and timber yield of sown pine stands on *Myrtillus*-type (MT) and *Vaccinium*-type (VT) sites, (cf. CAJANDER), in the Southern half of Finland. Some results of this investigation are compared with those of the naturally normal pine stands (ILVESSALO 1920 a, b) and with the repeatedly thinned pine stands (NYSSÖNEN 1954).

2. Selection and Collection of Material

In Southern Finland, pine is sown mainly on *Myrtillus* and *Vaccinium*-type sites. The material for the study was collected by measuring temporary sample plots in pine stands sown in heath areas of these types. The plots were selected, as far as possible, from pure even-aged pine stands which included less than 10 % in volume of other tree species, though in exceptional cases this percentage rose to 20—25 %. As far as possible, sample plots were selected from well managed forests. The sample stands had been thinned from below according to the thinning formula advocated by the International Union of Forest Research Institutes. The degree of thinning was between medium and heavy.

The calculation period adopted was the 10 years previous to time of the study. No limitation was set on the method of sowing: patch-sown, broadcast-sown and furrow-sown pine stands, as well as stands drill-sown in cleared patches, were all included in the material.

The locations of the sample plots are shown in Fig. 1 and the age-classification in Table 1. The average size of a sample plot was about 0.15 hectares.

The geographical position, topography, soil and forest-site type (including ground vegetation) were ascertained for each sample plot. Also noted were the time and method of sowing, the intervals between the rows of seed patches or furrows, the distances between the patches and the time of clearing of the young stands and thinning of the other stands.

Standing trees and the stumps of trees cut during the past 10 years were counted, measured and classified in the same way as in the author's study on managed spruce forests of the Oxalis-Myrtillus-type site in the South-West of Finland (KALLIO 1957, p. 145). The standing trees intended for removal during the next ten years were also provisionally marked for felling and measured in the same way.

The material gives an average of 15.5 standing sample trees per sample plot. Their diameters at breast height, their height and taper were measured and other calculations made to determine their increment and age, the methods being the same as in the author's earlier investigation (KALLIO 1957, p. 145).

The crown layer and tree class of each sample tree were ascertained and the living crown length, the intermediate zone of the stem with dead branches and the self-pruned butt end of the stem were calculated or measured as a percentage of the total tree height.

The measurements in feet and inches and the quality of the saw-timber logs taken from the sample tree stems were estimated for the purpose of calculating the structure of the stand.

3. Treatment of Material and its Adaptation to the Sample Plot Series

31. Basic Features of the Series

The age of the sample stands was determined on the basis of the sowing time. The reproduction period, i.e. the time between reproduction cutting and seeding was found to be two years on an average. The corresponding time for naturally regenerated pine stands was estimated, for the purpose of comparative calculations, at an average of five years. (c.f. SARVAS 1944; 1949; LEHTO 1956, and others). In determining and adjusting the stem number, dominant height, mean height, mean diameter and taper, the same methods were used as for the author's studies on spruce stands (KALLIO 1957). The initial test figures for these, as for other characteristics and observations presented later on, are shown in Table 2. Adjusted figures for the series appear in Tables 3, 4, 5, 6 and 8, and in Figures 2, 3, and 4. Fig. 4 shows also the length ratio of the living crown, the intermediate zone with dead branches and the self-pruned butt end of the stem according to age classes. Fig. 5 further illustrates living crown lengths according to age, taper and diameter classes.

The basal area of the developmental series was obtained by calculating the basal area of each stand at the middle of the period. First the 10 years' increment was deducted from the present basal area and the basal area of the removal at the beginning of the period was added to the remainder. Subsequently, the amount of the increment of the basal area per year during 10-years period was added to this figure. The mean value calculated from these sums was the mean basal area of the period, which, when adjusted, was placed at the centre point of the calculation period. After adjustment, the figures for the basal area of the developmentals series shown in Fig. 6 and Table 7 were obtained.

32. Volume

The cubic volume shown in Tables 2 and 10, and in Fig. 7 refers to stem wood, shown in cubic metres, including bark and calculated according to the Volume Tables for Standing Trees compiled by ILVESSALO (1947). The volumes in the sample stands found at the time of measurement (Table 2) were not used directly when constructing the volume curve, as the intensity of cutting had varied considerably. Consequently, the cubic volumes were adjusted by taking into account the increment and removal during the last ten year period, as effected by NYSSÖNEN (1954 pp 185-186), and also as done above for the basal area.

33. Volume Increment

The volume increment was calculated with the aid of the increment percentages of the sample trees, using the increment calculation tables of ILVESSALO (1948) and the method of calculation indicated in them. The adjusted discount increment percentages for the present growing stock appear in Fig. 9. The volume increment of the removal (calculated from stumps) during the calculation period was added to the volume increment of the calculation period of the present growing stock. For this purpose, the increment percentage of the part of the present growing stock contained in the removal was calculated and used as the increment percentage of the removal for the period calculated from the stumps, by converting it into the corresponding percentage at the last growth period before felling according to the following formula:

$$P_r = \frac{100 \times Pd}{100 - n \times Pd}$$

in which Pd = the increment percentage of the present removal,

n = the number of years from the felling time to the measuring time, and

P_r = the increment percentage of the removal at the last growth period before felling.

The annual volume increment of the calculation period, excluding bark, was determined by dividing by ten the total increment of the period. The increment figures per sample plot, presented in Table 2, were adjusted as shown in Fig. 10: the results are presented in Table 11. The total volume increment, i.e. the rotation increment, was obtained by adding to the present volume of the stock (Table 10) all the volume removals to date from Table 13, converted into figures excluding bark. When the rotation increment was divided by the age of the stand, the mean annual volume increment was obtained, (Fig. 10 and Table 12).

The variations in increment due to climatic fluctuations are shown in Fig. 8. During the calculation period, increment proved to be about 1.5 % higher than normal. As the difference was so small, it was not considered necessary to make any corrections.

The accuracy of the method used for calculating the increment was checked by carrying out increment calculations on twenty sample plots by another method, known as the differential method. The results of this were then compared with the results of the method used in the study. The comparison gave an average difference of only 0.3 %. The deviation from the study used value was 0-10 % in 16 sample plots and 11-20 % in 4. The method of calculating increment used in the investigation must therefore be considered reliable.

Table on p. 42 shows the increment of the removal as a percentage of the increment of the total growing stock and of the surviving growing stock.

The relation between the increment of small sized trees and the times since the last thinning (the relative increment of large sized trees being represented as 100) is shown in Fig. 11 a. Each part of the stock includes half of the total volume, divided on the basis of the diameters at breast height. Fig. 11 b shows the relation between the increment of the removal and the time since the last thinning, when the relative increment of the surviving growing stock is 100. The longer the time from the last felling, the smaller is the relative increment of both the small-sized trees and the removal stock.

34. Volume Removal

The volume removal during the period was also calculated from the adjusted volumes (Table 10), and the volume increment (Table 11), as well as from the stumps (Table 2). The increment of the following five years was added to the volume excluding bark for

each full ten year period, and that of the five previous years subtracted on the basis of the data in Fig. 10. The former was marked on Fig. 7 as a dot at the five year point following the ten years period and the latter at the five year point preceding the ten year period. Continuing in the same way at all the ten-year periods and adding the proportion of bark, we obtained the end points of the vertical lines seen in Fig. 7. The distance between these, i.e. the length of the vertical lines themselves, show the decennial removals including bark. The results are seen in Table 13. The total removal of the rotation period up to a particular age is obtained by adding together the volume removal for that age class and all the previous removals as shown in Table 13. When this is divided by the rotation period, the mean annual removal is obtained (Table 14). Annual removals based both on stump measurements and on volume and increment are seen in Fig. 12.

35. Structure and Yield in Timber of Stand

The amount of saw-timber in the sample plots was calculated by adjusting the cubic feet per stem calculated from cross cuts of sample trees and multiplying the unit volumes thus obtained by the stem numbers of each dbh. class. The figures for pulpwood and fuelwood were calculated with the aid of Finnish volume figures (ILVESSALO 1956 a, p. 199), as too were the removal structure figures based on stump measurements.

To adjust the stand structure figures, they were converted into percentages for the different kinds of timber in solid volume, following the principles laid down by LIHTONEN (1942) and others. When these percentages were adjusted (Fig. 13 and 14) and the volumes corresponding to the adjusted percentages taken from the columns shown in Tables 10 and 13, the structure figures in cu.m. solid measure incl. bark were obtained for the various age classes. These were further converted into technical volumes for the different kinds of timber, using the conversion figures of ARO and PÖNTYNEN (1956), to give the volume figures shown in Tables 15 and 16. By adding the figures from Table 16 showing the removal up to a certain age to the structure figures for the corresponding age class shown in Table 15, the total yield for the rotation period of the age class in question was obtained. The latter was divided by the number of years of the rotation period to give the mean yield of the rotation period (Table 17).

Tables 18 and 19, and Fig. 15 show the total volume increment and the total yield in timber of this study, as compared with the corresponding figures for repeatedly thinned pine stands compiled by NYVSSÖNEN (1954; 1957), among others.

The results of classification according to quality are shown in Fig. 16. The quality classification of saw-timber does not seem to differ very greatly, as regards Class I saw-timber, from the corresponding figures for pine stands in the southern part of the country noted in the Third National Forest Survey (cf. ILVESSALO 1956 b, p. 110 and 215). The proportion of Class III sawtimber, however, is smaller in sown pine stand. In the latter stands, the average width of the annual ring at the base does not exceed that stipulated by YLI-VAKKURI (1958 c) for quality increase i.e. ca. 2.0–2.5 mm.

36. Crown Layers and Mixtures of Tree Species

Dominant crown layers in the sample plots comprise between 70 and 90 % of the stem number. The corresponding volume ratios form an average of 95 % for the dominant crown layers, i.e. 5 % for dominated crown layers, from which it can be seen that the proportion

of dominated crown layers is very small. This is because the wood removed at thinning is mainly that of dominated crown layers.

The table on p. 61 further shows that other tree species — excluding spruce undergrowth — comprise about 40 % of all sample stands, while in more than half of these stands other tree species accounted for less than 10 % of the cubic volume.

37. Various Comparisons.

This section presents measurements obtained from various other sample plots in sown pine stands in Southern Finland taken from the literature, and some obtained in Sweden by EKLUND (1956). The plots reviewed for comparison are listed in the table on page 62. The results of the present study show remarkable uniformity with the others, though differences are also apparent. For instance, the volume increment in the stands in the comparison series is ca. 10 % less than in those of this study. This is largely because the increment figures in the other stands do not include the increment of the removal during the period of calculation.

38. Factors Connected with the Establishment of Pine Stands by Sowing.

This section gives an account of the preparation of the soil prior to sowing and of the method of sowing. Burning-over had been practised in 35 sample stands, ca. 48 % of all the stands. The remaining 52 % were prepared merely by clearing a cutting area. About 70 % of the sample areas belonging to stoniness class 2 — thus relatively more than those of stoniness class 1 — had been burnt over. Stoniness class 2 land is usually less fertile than that of stoniness class 1 (cf. VIRO 1947); nevertheless, in these sample stands, the dominant height, increment and other measurements on land of the former type were equal to or even greater than they were on land of stoniness class 1 — a fact which indicates that burning-over is beneficial for the growth of pine stands.

The most usual interval between rows of seed patches in patch and furrow sowing has been 1.5 metres, and the distance between patches in patch sowing 1.3 metres.

39. Uniformity of the Material.

The figures on page 65 show that in 77 cases out of a hundred the average annual ring width of dominant trees at different age periods in the sample stands differs from the mean values by less than 20 %. Hence the conclusion may be drawn that the sample stands form a sufficiently uniform series as regards cuttings.

4. Conclusion

The cubic volume incl. bark per hectare of sown pine stands is roughly the same as that of repeatedly thinned pine stands. Only in 60/70-year-old sown pine stands on *Myrtillus*-type sites was the cubic volume 5–10 % less. However, the cubic volume of sown pine stands is only 65–90 %, varying according to age, of that of natural-normal pine stands (ILVESSALO 1920 b).

The current annual volume increment of sown pine stands on *Myrtillus*-type sites is already as much as 8–9 cu.m per hectare, solid measure excl. bark, at 20–30

years of age. The peak is reached at about the 35th year with 9 cu.m and it does not fall to 8 cu.m until the 60th year. On *Vaccinium*-type sites this increment reaches the 6—7 cu.m level at about 30 years of age and attains its peak, 7 cu.m, when the stand is ca. 45 years old, after which it falls gradually but remains over 6 cu.m up to an age of at least 80. The current annual volume increment of young and medium-aged sown pine stands on *Myrtillus*-type sites is ca. 10 % greater, and in older stands and those on *Vaccinium*-type sites up to 15—20 % greater than that in the corresponding natural-normal pine stands.

The total volume increment up to 70 years of age on *Myrtillus*-type sites is nearly 500 cu.m. excl. bark and ca. 580 cu.m. incl. bark per hectare; up to 80 years of age on *Vaccinium*-type sites it is 435 cu.m excl. bark and ca. 520 cu.m. incl. bark. The mean annual volume increment during the most important stages of growth is 6—7 cu.m. (solid measure, excl. bark) on *Myrtillus*-type sites and 4—5 cu.m. on *Vaccinium*-type sites. Up to 70—80 years of age it appears to be roughly the same as for repeatedly thinned pine stands. On the other hand, it is some 10—15 % greater at all stages of growth than it is for natural-normal pine stands.

The annual removal on *Myrtillus*-type stands begins at ca. 2.5 cu.m. solid measure per hectare, incl. bark and rises to 7.0—7.5 cu.m. by the 45th—50th year. The corresponding figures for *Vaccinium*-type sites are 1 cu.m and 4.5—5.0 cu.m. The removal from young sown pine stands appears to be greater, from medium-aged ones slightly smaller and from old stands greater than it is from repeatedly thinned pine stands.

The total removal per hectare comes to nearly 350 cu.m. solid measure incl. bark in sown pine stands up to 70 years of age on *Myrtillus*-type sites, and 280 cu.m up to the 80th year on *Vaccinium*-type sites. These figures amount to 60 % of the total growth during the same period on *Myrtillus*-type sites and 55 % on *Vaccinium*-types sites. The mean annual removal up to 60—70 years of age on *Myrtillus*-type sites is ca. 4.5—5.0 cu.m., and up to 60—80 years of age on *Vaccinium*-type sites ca. 3.0—3.5 cu.m. solid measure incl. bark.

The total yield in saw-timber per hectare from sown pine stands on *Myrtillus*-type sites rises to ca. 6 300 cu.ft. up to the 70th year, and on *Vaccinium*-type sites to ca. 5 300 cu.ft. up to the 80th year. The total yield in pulpwood up to the same ages is ca. 200—210 cu.m. piled measure from *Myrtillus*-type sites and ca. 180—190 cu.m. from *Vaccinium*-type sites per hectare. The corresponding figures for fuelwood are 125 cu.m. and 130 cu.m. piled measure per hectare from *Myrtillus*-type and *Vaccinium*-type sites. The saw-timber yield figures for repeatedly thinned pine stands are smaller, while the yield figures of cordwood, especially pulpwood, are greater than they are for sown pine stands. The total yield figures (See Table 19) are almost the same for sown and repeatedly thinned pine stands. On the other hand, the former yield saw-timber at a much earlier stage of growth than the latter, and the total saw-timber yield is also greater.

In conclusion, the volume and increment development of managed pine stands established by sowing up to 70—80 years of age is largely the same as in repeatedly thinned pine stands, but structure and yield offer greater advantages. In determining the development and structure of these pine stands only the real, i.e. the biological age has been taken into account. By adding the reproduction periods given on p. 74 to both, and calculating the annual growth and yield figures or the rotation periods thus obtained, the difference between the yield of sown and repeatedly thinned pine stands is emphasized, and at the same time the volume increment figures for sown pine stands show a slight superiority over those for repeatedly thinned pine stands. Thus the investigation demonstrates that, in the case of pine, sowing is an advantageous method of forest reproduction. The advantages come especially to the fore in cases where natural regeneration is uncertain and slow.