

ACTA FORESTALIA FENNICA

Vol. 93, 1969

Kuusen ja männyn kasvun kehitys ojitetuilla
turvemilla
Post-Drainage Growth Rate of Norway Spruce
and Scots Pine on Peat

Kustaa Seppälä



Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat

ACTA FORESTALIA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin käsittää yhden tutkimuksen.

SILVA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä kirjoitelmia ja lyhyehköjä tutkimuksia. Ilmestyy neljästi vuodessa.

Tilaukset ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran kirjastolle, Unioninkatu 40 B, Helsinki 17.

Publications of the Society of Forestry in Finland

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contains scientific treatises mainly dealing with Finnish forestry and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, contain one treatise each.

SILVA FENNICA. Contains essays and short investigations mainly on Finnish forestry and its foundations. Published four times annually.

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions, and exchange inquiries can be addressed to the Library: Unioninkatu 40 B, Helsinki 17, Finland.

KUUSEN JA MÄNNYN KASVUN KEHITYS OJITETUILLA TURVEMAILLA

*POST-DRAINAGE GROWTH RATE OF NORWAY SPRUCE
AND SCOTS PINE ON PEAT*

KUSTAA SEPPÄLÄ

Esitetään Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan suostumuksella julkisesti tarkastettavaksi 10. toukokuuta 1969 klo 12 Metsätalon luentosalissa I, Unioninkatu 40 B, Helsinki

HELSINKI 1969

ALKULAUSE

Nyt ilmestyvä tutkimus on ollut käynnissä vuodesta 1962 lähtien. Aiheeltaan se kuuluu suometsien ojituksenjälkeistä tuotosta käsitlevien julkaisujen ryhmään ja liittyy näin yhtenä perusselvityksenä metsänparannustöiden edullisuusjärjestystä koskevaan tutkimukseen, joka on käynnissä Helsingin yliopiston metsätalouden liiketieteen, metsänhoitotieteen ja suometsätieteen laitoksissa.

Professori LEO HEIKURAINEN on antanut virikkeen työn suorittamiseen, seurannut kiinteästi sen edistymistä ja opastanut esityksen muotoilemisessa. Professori AARNE NYSSÖNEN on tutustunut työhön sen eri vaiheissa ja esittänyt useita arvokkaita korjausehdotuksia. Maat.metsät. lis. JUHANI PÄIVÄNEN ja metsänhoitaja MATTI KELITKANGAS ovat lisäksi lukeneet käsikirjoituksen. Tohtori JUHANI SARASTO on osallistunut suoritettuun turvelajimääritykseen ja alkuperäisen suotyypin arviointiin sekä tarkistanut käsikirjoituksesta tätä yksityiskohtaa käsittelevän luvun. Lyhennelmän on kääntänyt metsänhoitaja KARL-JOHAN AHLSTVED.

Heille kaikille esitän vilpittömän kiitokseni. Samalla kiitän kaikkia muita henkilöitä, jotka neuvoillaan ovat auttaneet minua työn eri vaiheissa.

Maastotyöt kokonaisuudessaan ja suurelta osin myös tulosten laskenta on rahoitettu SUOMEN LUONNONVARAIN TUTKIMUSSÄÄTIÖN myöntämällä apurahoilla. Lisäksi olen nauttanut v. 1964 SUOMEN METSÄTIETEELLISEN SEURAN myöntämää apurahaa ja v. 1966 niin sanottua nuorten tieteenharjoittajain apurahaa. Työn viimeistelyvaiheessa olen vuodesta 1967 ollut apututkijana alussa mainitussa, professoreiden VALTER KELITKANGAS, LEO HEIKURAINEN ja PAAVO YLI-VAKKURI johtamassa sopimustutkimuksessa, jota rahoittaa VALTION MAATALOUS-METSÄTIETEELLINEN TOIMIKUNTA. Näin saamastani taloudellisesta tuesta olen suuresti kiitollinen samoin kuin siitä, että SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA on hyväksynyt työni julkaisusarjaansa.

Helsingissä maaliskuussa 1969

Kustaa Seppälä

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

1. Johdanto	5
11. Suometsien ojituksenjälkeinen kasvu aikaisempien tietojen mukaan	5
12. Tehtävän asettele	8
2. Tutkimusmenetelmä ja -aineisto	10
21. Tutkimuksen pääpuitteet	10
22. Koealoille asetetut vaatimukset	11
23. Koealojen etsintä	12
24. Kasvualustan viljavuuden määrittäminen	13
25. Koealat, niiden määrä ja sijainti	16
26. Puuston mittaus	18
3. Tutkimusaineiston käsittely	20
31. Koepuut	20
32. Koealojen puuston kuutiointi ja kasvun laskenta	21
33. Eräiden tekijöiden huomioonottaminen ojitusaluiden puiden kasvun kehityksessä	24
331. Harvennushakkuiden vaikutus kasvuun	24
332. Sääsuhteiden aiheuttama kasvunvaihtelu	26
4. Tutkimuksen tulokset	28
41. Koepuiden kasvun analyysit	28
411. Puiden iän ja läpimitan vaikutus niiden ojituksenjälkeiseen keskimääräiseen sädekasvuun	28
412. Koepuiden sädekasvun, pintakasvun ja läpimitan ojituksenjälkeinen kehitys	32
4121. Sarjojen esitystapa ja vertailuaineistot	32
4122. Ruoho- ja heinäkorpien kuuset	34
4123. Varsinaisten korpien kuuset	38
4124. Varsinaisten sararämeiden männyt	41
4125. Isovarpuisten rämeiden männyt	45
4126. Aitojen korpien männyt	47
4127. Kasvualustan viljavuuden ja puulajin vaikutus	52
413. Vallitsevien puiden pituus ja pituuskasvu	53
42. Metsiköiden kuutiokasvu	54
421. Metsikön kasvun esittäminen	54
422. Korpimetsiköiden nykyinen kasvu	56
423. Rämemetsiköiden nykyinen kasvu	60
424. Metsiköiden kasvun kehitys kolmena viimeisenä viisivuotiskautena	62
5. Tutkimustulosten tarkastelu	65
51. Tulosten luotettavuuden arviointi	65
52. Suopuiden ojituksenjälkeisen kasvun kehitys	66
6. Tutkimustulosten tiivistelmä	72
Kirjallisuusluettelo	74
Summary	79
Liite 1. Lyhenneluettelo	89

1. JOHDANTO

11. Suometsien ojituksenjälkeinen kasvu aikaisempien tietojen mukaan

Ensimmäiset ojitettujen soiden metsiä koskevat kuvaukset ovat jo toista sataa vuotta vanhoja. 1800-luvun puolella käytiin Saksassa ja Venäjällä sekä vuosisadan vaihteessa myös Pohjoismaissa keskustelua soiden kuivatuksen merkityksestä niiden metsien kasvun parantajana. Näihin aikoihin ovat ojitusaluiden metsistä Ruotsissa saatuja kokemuksia julkaisseet esimerkiksi OLOFSSON ja NORDLUND (1898), HESSELMAN (1907) ja LUNDBERG (1914), Norjassa esimerkiksi BARTH (1912).

Suomessakin on soita ojitettu jo varsin kauan ennen 1900-lukua. Toiminnan pääasiallisimpana vaikuttimena näyttää kylvöviljelyn ohella olleen pyrkimys hallan tuhojen torjuntaan. Erittäin huomattava osa 1800-luvulla suoritetuista ojitustoista toteutettiin sitä paitsi ns. suurten nälkävuosien 1866—68 aikana eräänlaisina työllisyystöinä, joiden tarkoituksena oli ennen muuta tarjota työtä nälänhädästä kärsiville. Vaikka vuoden 1900 paikkeilla alettiin entistä selvemmin kiinnittää huomiota myös soiden metsätaloudelliseen merkitykseen (esim. CANNELIN 1898, KOMITEANMIETINTÖ 1900, ALFTHAN 1903 ja CAJANDER 1906), soiden laajenevaa ojitustoimintaa perusteltiin pitkään myös keinona suojella kangasmaita soistumiselta sekä halkanvaurioiden vähentäjänä, kuten TIRKKOSEN julkaisemasta (1952) suomalaisen metsäojituksen historiikista nähdään.

Suometsätieteellisen tutkimuksen perustaksi muodostui maassamme CAJANDERIN v. 1913 julkaisema »Studien über die Moore Finnlands», jossa kuvattiin maamme tärkeimmät suotyypit. Samassa teoksessa pohdittiin myös syitä luonnontilaisten soiden kehnoon metsänkasvuun ja esitettiin ajatus, miten eri suotyypit kuivuuksaan kehittyvät kohti tiettyä metsätyyppiä. TANTTU pyrki väitöskirjassaan »Tutkimuksia ojitettujen soiden metsittymisestä» (1915) todistamaan mainitun teorian oikeaksi. Nälkävuosien aikai-

silta ja Luostan vankisiirtolan suorittamilta ojituksilta keräämänsä kasvipeiteanalyysiaineiston perusteella hän laati ns. viljavuussarjat, jotka osoittavat, miten kukin suotyyppi kuivatuksen vaikutuksesta muuttuu erinäisten välivaiheiden kautta viljavuuttaan vastaavaksi metsätyyppiä. Tutkimuksen nimestä huolimatta ojitettujen soiden metsät ovat jääneet silmävaralta tehtyjen muistiinpanojen ja sanallisten kuvausten varaan.

Ensimmäiset varsinaiset ojitettujen soiden puustoihin kohdistuneet tutkimukset suoritti MULTAMÄKI (1916 ja 1923). Tutkimuksen materiaali on kerätty Keski-Suomen ojitusalueilta ja käsittää pääasiassa mäntyjä. Kaksi kolmannelta koepuuhavainnoista ja kaikki metsiköiden kuutiokasvun mittaukset on tehty Jaakkoin suon koeojitusalueella, jonka ojitus on mittaushetkellä ollut noin kymmenen vuotta vanha. MULTAMÄKI perustaa päätelmänsä ennen muuta runkoanalyysiin tutkimiensä 63 valtapuumännyn kasvusuhteisiin. Verrattuaan suomäntyjen kasvua kangasmaiden luonnonnormaaleille metsille metsätyyppittäin laadittujen kasvu- ja tuototalujen (LIVESSALO 1920 a ja b) kasvulukuihin hän päätyi toteamaan, että ojitettujen puuston vastaa kasvultaan kangasmaan puustoa, sikäli kuin kasvupaikat pintakasvillisuudeltaan ovat toisiinsa rinnastettavia.

MULTAMÄEN tekemiä havaintoja voitaneen tuskin yleistää koskemaan vuosikymmentä pitempää ojituksenjälkeistä kautta; vanhemmilta ojitusalueilta mitatut 25 analyysipuuta ovat eri-ikäisiä ja jakaantuvat yli kymmenelle viljavuudeltaan erilaiselle kasvualustalle. Mittaustensa perusteella hän jo kuitenkin saattoi todeta, että suopuiden läpimitan kasvu elpyy nopeammin ojituksen vaikutuksesta kuin pituuskasvu. Useat myöhemmät tutkijat ovat yhtäpitävästi päätyneet samaan tulokseen (esim. LUKKALA 1937, GRÜNIG 1955). Samoin hän on huomannut männyn elpyvän nopeammin ja varmemmin

kuin kuusen. Elpymisen voimakkuuden **MULTAMÄKI** katsoo ensi sijassa riippuvan puiden iästä. Samaan toteamukseen tuli myös **LUKKALA** (1929) (vrt. myös **AVERELL** 1926, **AVERELL** ja **McGREW** 1929), joskin hän myöhemmin (1937) on havainnut, miten suhteellisen vanhatkin, mutta pienikokoiset puut saattavat ojituksen jälkeen lisätä kasvuaan sangen tuntuvasti. **HEIKURAINEN** ja **KUUSELA** (1962) tutkivat regressiolaskelmilla puiden elpymiskykyyn vaikuttavia tekijöitä ja päätyivät tulokseen, jonka mukaan puut parantavat kasvuaan sitä enemmän, mitä nuorempia ja pienempiä ne ovat. On luonnollista, että puiden omien fysiologisten ominaisuuksien lisäksi elpymisen nopeuteen ja määrään vaikuttavat myös kasvualustan laatu ja kuivatuksen tehokkuus; mitä viljavampi suo on ja mitä tehokkaampi on kuivatus, sitä vähemmän aikaa puut tarvitsevat kasvunsa parantamiseen ja sitä suurempi tämä elpyminen on (esim. **LUKKALA** 1929 ja 1937, **GRIGOR'EV** 1963, **HUIKARI** ja **PAARLAHTI** 1967).

Useimmissa ojitettujen soiden metsien kasvua käsittelevissä suomalaisissa tutkimuksissa on ollut pääpyrkimyksenä selvittää, missä määrin erilaiset suot kuivatuksen jälkeen kykenevät tuottamaan puuta, toisin sanoen niiden metsänkasvatuskelpoisuuden (ns. ojituskelpoisuuden) määrittely. Tähän päämäärään tähtäsi tavallaan jo mainittu **MULTAMÄEN** puustotutkimus. Myös **LUKKALAN** elämäntyöstä keskeisen osan (julkaisut vuosina 1929, 1937 ja 1951 sekä yhteistyönä **KOTILAISEN** kanssa julkaistut »Soiden ojituskelpoisuus»-kirjaset (esim. 1951)) käsitti käyttökelpoisen soiden hyvyysluokituksen luominen. Sama tavoite esiintyy tärkeänä myös **HEIKURAISEN** (1959) metsäoitusalueiden puustoa ja tilaa käsittelevässä tutkimuksessa, joka tosin on aikaisempia laajempi ja monitahoisempi. Runsaan ja keruumetodinsa ansiosta edustavan koala-aineiston perusteella tekijä on voinut esittää yleistämiskelpoisia lukuja erilaisten soiden metsien ojituksenjälkeisestä kasvusta. Suopuustojen eri-ikäisrakenteen ja niiden iän epämääräisen merkityksen vuoksi kasvua kuvaavat keskimääräiskäyrät on esitetty metsikön kuutiomäärän funktiona. **LUKKALAN** ja **KOTILAISEN** laatimaa hyvyysluokitusta on täydennetty paitsi korjaamalla eräiden yksitysten suotyypin ojituskelpoisuuslukuja, myös siten, että hyvyysluokan asemesta on käytetty käsitettä

metsäoitusboniteetti, joka kasvualustan laadun lisäksi ottaa huomioon myös suurilmastollisista tekijöistä johtuvan metsien kasvukyvyn pientymisen etelästä pohjoiseen. Verrattessaan **LUKKALAN** ja **KOTILAISEN** (1951) esittämiä keskimääräisen kasvun lukuja omassa tutkimuksessaan saamiinsa juoksevan vuotuisen maksimikasvun lukuihin **HEIKURAINEN** on voinut todeta, että ensiksi mainitut tutkijat ovat arvioineet viljavien ja karujen soiden kasvulukujen väliset erot liian pieniksi.

Myös muualla, missä soiden ojitusta metsätalouden tarpeisiin harrastetaan, on soiden potentiaalista puustonkasvukykyä yritetty arvioida tavalla taikka toisella. Täysin meikäläistä metsänkasvatuskelpoisuusluokitusta vastaavaa menettelyä ei sen sijaan ole esitetty syystä, että muualla kasvualustojen luokittelu tapahtuu toisin perustein kuin meillä. Neuvostoliitossa on käytössä niin sanottu tuottavuusluokitus (**SABO** 1964), joka perustuu ojituksen aiheuttaman kasvun lisäyksen suuruuteen. Tavallisesti tämä tuottavuusluokka ilmaistaan siten, että määritetään sikäläisen bonitointiluokituksen mukainen boniteettiluku ennen ojitusta ja sen jälkeen (esim. **BuS** 1958 ja 1964, **BuS** ja **SABO** 1959). Periaatteeltaan likimain samalla tavalla arvioidaan myös Norjassa soiden potentiaalista puustonkasvukykyä (esim. **THURMANN-MOE** 1941, 1946 ja 1962).

Anglosaksisissa maissa turvemaiden viljavuutta on yritetty arvioida esimerkiksi turpeen koostumuksen perusteella (**FRASER** 1933). **ZEHETMAYR** (1954) perustaa arvionsa turpeen laadun ohella myös kasvipeitteeseen. **DICKSON** (1962) puolestaan esittää käsitteen potentiaalinen kasvupaikkaindeksi, joka perustuu puiden kasvuun ojituksen ja istutuksen jälkeen. Huomataan, että viimeksimainittu ajatusrakennelma perustuu periaatteensa samoihin aineksiin kuin meillä kehitetty metsänkasvatuskelpoisuusluokitus.

Ojitusalueiden puustotutkimus saattaa jo ilmestyessään olla vanhentunut sen vuoksi, että joudutaan tutkimaan ojituksia, joiden kuivatustekniikka ei enää vastaa tutkimushetkellä vallitsevia olosuhteita. Koko metsäojituksemme historian ajan voidaan nähdä selvä tendenssi tehostettuun kuivatuksen siten, että saranleveys on pientynyt, samoin tosin myös yksityisen kuivatusojan koko. Tämän haitan **HEIKURAINEN** (1959) on pyrkinyt eliminoimaan mittaamalla saralta

kaksi koelaa, joista toinen sijaitsee ojan lähellä ja toinen keskiosassa sarkaa. Näin menetellen on voitu tarkastella saran leveyden merkitystä puuston kasvuun laskemalla ensin kullekin koelalle teoreettista saranleveyttä osoittava lukema. Menetelmän aiheuttamat mahdolliset virheet jäänevät niin pieniksi, että niillä ei ole sanottavaa merkitystä päätelmien luotettavuuteen. Voidaan siis katsoa, että nykyistään ojitustekniikkaa käyttäen kuivatusalueiden metsät kehittyvät kahden tai kolmen ojituksenjälkeisen vuosikymmenen aikana suurin piirtein siten kuin **HEIKURAISEN** tutkimus osoittaa.

On selvää, että maassa, jossa metsäoitus toiminta on vuosikymmeniä ollut niin keskeisellä sijalla kuin meillä, on julkaistu monia kuvauksia yksityisten ojitusalueiden metsitymisestä ja metsien ojitusta. Esimerkkeinä tällaisista mainittakoon tässä **LINDFORSIN** (1930), **RANCKENIN** (1930 ja 1931), **TANTUN** (1941) ja **KOLEHMAISEN** (1955) kirjoitukset. Myös valtakunnan metsien inventoinneissa on kertynyt tietoa ojitetuista soista ja niiden metsistä (**ILVESSALO** 1956, **RAVELA** 1965, **REINUS** 1967).

Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti meillä ja naapurimaissa esitettyjä käsityksiä suopuiden kasvun ojituksenjälkeisestä kehityksestä. Useat tutkijat ovat sitä mieltä, että puuston kasvun parantuminen loppuu, kun tietty aika ojituksesta on kulunut. Tämän jälkeen seuraa puiden kasvussa selvä heikentyminen. **LUKKALAN** (1937) mukaan puiden säde- ja pituuskasvu saavuttavat maksiminsa 10—20 vuotta ojituksen jälkeen. Huippukohdan saavutettuaan sädekasvu alkaa laskea jyrkästi, pituuskasvu loivemmin. Kuutiokasvu säilyy pisimpään korkeana, koska läpimitan kasvu rungon yläosassa on kauan tuntuvasti parempi kuin rinnankorkeudella. Kasvun taso säilyy huippukohdan jälkeen kuitenkin selvästi korkeampana kuin ennen ojitusta. **LUKKALA** toteaa, että ojen kunnossapito on kaikilla tutkituilla alueilla lyöty laimin, niin että sarkaojat ovat yleensä olleet lähes täysin ja valtaoijatkin suurelta osalta umpeutuneita. Muiksi syiksi kasvun osittaiseen tyrehtymiseen **LUKKALA** esittää turpeessa olleiden käyttökelpoisten ravintoainneiden, etenkin kivennäisravinteiden ehtymisen (vrt. **MALMSTRÖM** 1935) ja puiden juuriston joutumisen uudelleen pohjaveden vaikutuspiiriin turpeen painumisen vuoksi.

Eestiläinen **HAINLA** (1956, 1957 ja 1963) on esittänyt, että rämämäntyjen pituuskasvu saavuttaa maksiminsa 10—25 vuotta ojituksen jälkeen heikentyen sitten jyrkästi. **BÖRJESON** (1937) tutki Ruotsissa eräiden ojitusalueiden puuston kasvua kymmenen vuoden välein ja päätyi tulokseen, jonka mukaan kuutiokasvu saavutti korkeimmat arvonsa jo 5—20 vuotta ojituksen jälkeen. Myöhemmin kasvu useimmissa tutkituissa kohteissa heikkeni. Todennäköisimpänä syytä kasvun alenemiseen **BÖRJESON** pitää sitä, että turve ei maadu ja siten vapautta ravintoaineita yhtä nopeasti kuin kasvavien puiden ravinteiden tarve lisääntyy. Toisena syytä hän mainitsee monessa tapauksessa todetun ojen umpeenkasvettumisen.

MALMSTRÖM (1935) korostaa, että suomettien kasvu säilyy tasaisena vain ohutturpeisilla alueilla (turvekerros alle 60 cm), missä puiden juuret pystyvät tunkeutumaan kivennäismaahan saakka. Tätä näkemystä kannattavat myös ruotsalaiset **JOHANSSON** ja **ÅHGREN** (1962). Meidän oloissamme mainittu 60 cm:n raja ei ainakaan voi pitää paikkaansa, koska useiden tutkimusten yhtäpitävistä tuloksista voidaan päätellä, että yksittäistenkin juurten tunkeutuminen 25 cm:ä syvemmälle on normaalioloissa harvinaista turveilla (esim. **HEIKURAINEN** 1955 ja 1958, **PAAVILAINEN** 1966 a ja b). **AVERELLIN** ja **McGREWIN** (1929) mukaan turpeen paksuudella ei ole vaikutusta suopuustojen kasvuun. **HEIKURAINEN** (1959) on meidän oloissamme päättänyt samaan tulokseen, kuitenkin todeten, että viljavuudeltaan heikoilla soilla ohutturpeisuus vaikuttaa puiden kasvuun positiivisesti.

Monien tutkimusten tulokset ovat kuitenkin osoittaneet, ettei ojituksen vaikutuksesta parantuneen puiden kasvun myöhempi tyrehtyminen ole ainakaan poikkeukseton ilmiö. **LUKKALA** (1951) toteaa Jaakkoin suon kesto-koala-aineiston perusteella, että suometikköiden kuutiokasvun kehitys on viljavimmilla soilla ollut neljän ensimmäisen ojituksenjälkeisen vuosikymmenen aikana nouseva. Sen sijaan karuilla soilla puuston kasvu on noin 20 vuotta ojituksen jälkeen selvästi heikentynyt. Sveitsiläinen **GRÜNIG** (1955) päätelee, että elpymisvaiheen jälkeen turvemaiden metsät kasvavat samalla tavoin kuin vastaavassa kehitysvaiheessa olevat metsiköt kivennäismailla. Todettakoon, että hänen

tutkimansa suot ovat useimmissa tapauksissa olleet niin hiljan ojitettuja, että metsien kehityksen arviointi on ehkä osittain ollut ennenaikaista.

HOLMENIN (1964) esittämät puulajeittaiset sädekasvutarjat osoittavat, että ojituksenjälkeisessä läpimitan kasvussa tapahtuvat muutokset riippuvat osaltaan myös puulajista, seikka, johon muutkin tutkijat ovat kiinnittäneet huomiota (esim. HAINLA 1956). BUŠIN (1960) keräämä materiaali on peräisin Latvian lähes sata vuotta vanhoilta ojitusalueilta, jotka meikäläisen mittapuun mukaan ovat kasvualustansa laadun puolesta

12. Tehtävän asettelu

Meidän oloissamme on suoritettu varsin monia puiden ojituksenjälkeistä kasvua koskevia tutkimuksia, joita jo edellä pääpiirtein tarkasteltiin. Ensimmäisten näitä kysymyksiä käsittelevien julkaisujen (MULTAMÄKI 1916 ja 1923, LUKKALA 1929) voidaan katsoa selvittävän välittömästi ojitusta seuranneita kasvureaktioita. MULTAMÄEN (1923) tutkimusten vanhempia ojitusalueita koskeva koe-puuaineisto on niin niukka ja monessa suhteessa hajanainen, että siitä saatuja havain-toja voidaan tuskin yleistää. LUKKALAN seuraavassa puustotutkimuksessa (1937) saatettiin suopuiden ojituksenjälkeistä kehitystä tarkastella jo pitkän ajanjakson ja männyn osalta määrältään tyydyttävän aineiston perusteella. Pahimpina tulosten yleistämiskelpoisuutta heikentävinä vaikeuksina olivat tutkittujen ojitusalueiden vaillinainen ja tekniikaltaan satunnainen ojitus sekä tutkittuna ajanjaksona jokseenkin joka paikassa tapahtunut ojien umpeutuminen, minkä tekijä itse toteaa. Huomattavan osan aineistosta muodostivat sitä paitsi metsittyneet kytöheitot, joissa kasvuolot ainakin metsittymis- ja metsikön kehityksen alkuvaiheessa poikkeavat niistä, jotka vallitsevat metsänkasvatukseen ojitetuilla soilla. Palatessaan samaan aihepiiriin viimeisen kerran LUKKALA (1951) on kuvannut metsien kehitystä yhdessä ai-noassa suokompleksissa, joka kyllä sekä ojitustekniikaltaan että ojiensa kunnon puolesta on säännöllisesti hoidettuna kokeilualueena ollut mallikelpoinen. HEIKURAISEN (1959) tutkimus osoittaa metsien kasvun tason

olleet suhteellisen viljavia. Suorittamiensa mittausten, lähinnä lukuisten runkoanalyysien perusteella hän on tullut tulokseen, jonka mukaan puiden kasvu ensimmäisinä ojituksenjälkeisinä vuosina parantuu jyrkästi. Tätä vaihetta seuraa pitkä ajanjakso, jolloin kasvu hitaasti lisääntyy määrällä, joka tutkituilla alueilla on ollut noin yhden sikkäläisen boniteettiluokan suuruinen. Myös ruotsalainen LUNDBERG (1952) on kuvannut eräiden ojitusalueiden metsien kehitystä noin 50 vuoden mittaisena ajanjaksona ja todennut kasvun useimmissa tapauksissa jatkuvasti suurentuneen.

20—30 vuotta vanhoilla ojitusalueilla. Kasvun kehityksen tarkastelu ojituksen iän funktiona ei ole kuulunut tutkimuksen aihepiiriin.

Meidän oloihimme soveltuvat tiedot ojitus-alueiden metsien kasvureaktioista keskittyvät siis ennen muuta kahteen ensimmäiseen ojituksenjälkeiseen vuosikymmeneen. Täältäkin osin on ojituksenjälkeisten kasvureaktioiden tapahtumisnopeus ja sen riippuvuus eri tekijöistä puutteellisiin tietoihin perustuvien päätelmien varassa sen vuoksi, että aikaisemmissa tutkimuksissa (esim. LUKKALA 1937) ojituksen ikä on usein jouduttu määrittämään juuri elpymisreaktioiden perusteella. Suopuiden myöhemmän kehityksen arviointi jää tähänastisten tietojen perusteella epävarmaksi syistä, joita edellisessä kappaleessa selostettiin. Samoin jo edellä todettiin, miten ristiriitaisiin kannanottoihin eri tutkijat ovat naapurimaissa päätyneet selvitellessään kuivattujen soiden puustojen ojituksenjälkeistä kasvun kulkua.

Varmat tiedot suometsien kasvun ojituksenjälkeisestä kehityskulusta ovat monessa mielessä välttämättömiä. Ensiksikin koko ojitushankkeen taloudellisuus riippuu ratkaisevasti siitä, miten puuston kasvu kehittyy ojituksen ikääntyessä. Sama koskee yhtä hyvin eri metsänparannustoimien edullisuusjärjestyksen arviointia kuin myös tulevaisuuteen suuntautuvien hakkuusuunnitteiden ja toimenpideohjelmien laatimista. Myös käytössä olevan boniteettiluokituksen paikkansapitävyyteen metsiköiden myöhempi kehitys vaikuttaa oleellisesti.

Tähänastisissa ojituksen tuotos- ja tuotto-laskelmissa on lähdetty siitä, että suopuuston kasvu säilyy tasaisena ja kivennäismaiden metsiköiden lailla vain kehitysvaiheen ja käsittelytavan mukaan muuttuvana sen jälkeen, kun HEIKURAISEN (em. teos) tutkimuksen osoittama kasvun taso on saavutettu (esim. HEIKURAINEN ym. 1960, HEIKURAINEN 1961, HEIKURAINEN ym. 1963 sekä M. KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1966). Näiden laskelmien paikkansapitävyys on siis keskeisiltä osin todennäköisinä pidettyjen oletusten varassa.

Edelläkuvattu käytössä olevien tietojen epävarmuus on antanut virikkeen tähän tutkimukseen, jossa on haettu vastausta pääasiassa seuraaviin kuusen ja männyn ojituksenjälkeistä kasvun kulkua koskeviin kysymyksiin:

— Miten nopeasti ja missä määrin suopuut

reagoivat suoritettuun ojitukseen, kun kuivaus on suhteellisen tehokas.

— Mitkä puiden omat ominaisuudet, kuten puulaji, ikä, koko jne. vaikuttavat tähän reagointiin sekä miten kasvualustan laatu vaikuttaa elpymistapahtumaan.

— Miten elpymisvaiheen jälkeinen suopuustojen kasvun kulku mahdollisesti poikkeaa luontaisesti syntyneiden kangasmaametsiköiden kasvun kehityksestä.

Asetetun tehtävän voidaan näin muodoin katsoa periaatteessa jakaantuvan kahteen erilliseen osaan: itse ojituksenjälkeisen elpymistapahtuman ja sitä säätelevien tekijöiden selvittelyyn sekä elpymisvaiheen jälkeisen puuston kasvun jatkuvuuden tutkimiseen. Sovelletun tutkimusmenetelmän vuoksi molempia osaselvityksiä tarkastellaan kuitenkin samanaikaisesti.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO

21. Tutkimuksen pääpuitteet

Edellisen luvun lopussa luonnehdittuihin päämääriin voidaan pyrkiä kahdella jo periaatteeltaan toisistaan poikkeavalla tavalla. Ensimmäisenä mahdollisena vaihtoehtona olisi ollut vertailla metsiköiden ja puiden nykyistä kasvua eri kehitysvaiheissa ja eri aikoina ojitetuilla, laadultaan likipitään samanlaisilla kasvualustoilla. Tällaisella menetelmällä olisi omat etunsa. Ensiksikin sääsuhteiden aiheuttama kasvunvaihtelu ei näin menetellen vaikeuta keskinäisiä vertailuja. Toiseksi metsikön nykyiset tunnukset voidaan varmimmin ja yksiselitteisimmin mitata. Metsikön lähimenneisyudessa kokemat vaiheet saadaan myös helpommin selville kuin usean vuosikymmenen takaiset.

Toisaalta menetelmää sovellettaessa kohdattaisiin monia vaikeasti ratkaistavia hankaluuksia. Eräs tärkeimpiä on kysymys kuivatuksen tehokkuudesta. Eri aikoina suoritettujen ojitustyöt poikkeavat ojitustekniikaltaan ja kuivatusvaikutuksensa puolesta suuresti toisistaan. Ennen kuin ojitusialtään erilaisia metsiköitä voidaan verrata toisiinsa, olisi löydettävä keinot, joilla kuivatuksen tehokkuus voidaan yksiselitteisesti ilmaista. Tällaista kuivatuksen tehon indikaattoria ei toistaiseksi ole olemassa. Toinen esille tuleva vaikeus on päättää, mitkä olisivat ne kriteerit, joiden perusteella ojitusialtään erilaisten soiden metsiköitä rinnastetaan toisiinsa. (Pidetäänkö samanmerkityksisenä rinnastusperusteena esimerkiksi metsikön nykyistä kuutiomäärää, nykyistä vai ojitushetken mukaista puuston ikää jne.)

Verrattaessa toisiinsa eri aikoina ojitettujen soiden metsiköitä myös kasvualustan luokituksessa tapahtuvat virheet, samoin kuin tietyn boniteettiluokan sisäinen variointi heijastuvat suoraan vertailtavissa tunnuksissa. Tämän vuoksi tarvitaan erittäin runsas havaintoaineisto, ennenkuin voidaan olla varmoja, että kussakin ojituksen ikää osoittavassa luokassa havaintomateriaalin paino-

piste sijaitsee samalla tavoin suotyypin keskimääräiseen viljavuuteen nähden eli toisin sanoen ojitusikäluokkien erot eivät ole myös luokkien välisiä viljavuuseroja.

Esiteltävän työn oli taloudellisista syistä rakennuttava suhteellisen suppean aineiston varaan. Sen vuoksi tutkimuksen toteuttamisessa jouduttiin soveltamaan toista mahdollista vaihtoehtoa, jossa seurataan vuosikymmeniä sitten ojitetuilta soilta kerätyn aineiston perusteella puiden kehitystä ojitushetkestä nykypäivään ja metsiköiden kehitystä nykyhetkestä mahdollisimman kauas taakse päin. Näin menetellen edellisen vaihtoehdon kohdalla heikkouksina esitellyt näkökohdat jäävät pois tai niiden merkitys tuntuvasti pienentyy. Toisaalta edellisen vaihtoehdon edut esiintyvät heikkouksina: Sääsuhteiden aiheuttama kasvunvaihtelu pienentää kehityksen suunnan arvioinnin luotettavuutta. Metsikön aikaisempia vaiheita on maastossa usein mahdotonta selvittää. Metsikkötunnusten konstruointi nykyhetkestä pitkälle taakse päin on myös mahdotonta hakkuiden, luonnonpoistuman jne. vuoksi. Kehityksen analysointi on sen vuoksi suoritettava ensi sijassa yksityisten puiden tarkasteluun.

Menetelmän valinta on näin jo suurelta osalta ratkaissut ne keinot, joilla tutkittavaksi asetettua kysymysryhmää pyritään selvittämään. Myös jäljempänä esitettävät aineiston valintakriteerit ovat loogista seurausta sovelletusta periaatteesta. Kerätyn aineiston pohjalta suopuiden ojituksenjälkeistä kehitystä on tutkittu ennen muuta seuraavin menetelmin:

— Noin viisikymmentä vuotta sitten ojitetuilta soilta mitattiin rämeillä mänty-, korpisoilla kuusivaltaisia metsiköitä.

— Koealametsiköistä mitatuille koeuille etsittiin ne ominaisuudet, jotka näyttävät parhaimmin selvittävän ojituksenjälkeistä kasvun kulkua.

— Seurattiin näiden ominaisuuksien mu-

kaan ryhmiteltyjen koepuiden sädekasvun kehitystä ojitushetkestä mittaushetkeen ja verrattiin sitä kangasmailta käytössä oleviin tietoihin.

— Verrattiin koealametsiköiden viimeisen viisivuotisjakson kasvulukuja nuoremmilta ojitusalueilta ja kangasmailta aikaisemmin tutkittuihin metsiköihin.

— Konstruointiin tämän tutkimuksen koealametsiköille kuutiomäärä- ja kasvuluvut kolmelle viimeiselle viisivuotiskaudelle ja tarkasteltiin näissä esiintyviä muutoksia.

Tutkimusta suoritettaessa noudatettiin seuraavaa työjärjestystä:

22. Koealoille asetetut vaatimukset

Kun tarkoituksena ei ollut tutkia vuosisadan alussa suoritettujen ojitusten keskimääräisiä tuloksia, pyrittiin aineiston heterogeenisuutta pienentämään asettamalla valitaville koealoille joukko tarkoituksenmukaisiksi harkittuja vaatimuksia:

1. Ojituksen tuli mittaushetkellä olla vähintään 45 vuotta vanha. Viimeinen hyväksyttävä ojitusvuosi oli näin ollen 1918. Ojituksen iälle ei määritelty ylärajaa. Yhtä poikkeusta lukuunottamatta tässä esitettävien koealojen kuivatus on tapahtunut 1900-luvun puolella.

2. Kuivatuksen oli oltava niin tehokas, että koealan kasvi- ja kuivatuksen oli mittaushetkellä tasaisesti ja kaikilta laidoiltaan saavuttanut jo turvekangasvaiheen. Käytännössä tämä merkitsi, että koealaksi kelpuutetulla suon osalla suosammalia sai esiintyä vain laikuittain eikä niiden peittävyys saanut kohota yli kahdenkymmenen prosentin (vrt. SARASTO 1961 a).

3. Alueen kuivatuksen tuli olla samanikäisten ojen aiheuttamaa. Vuosisadan alun ojitukset käsittivät usein pelkästään valtaojien kaivun. Sen vuoksi täydennysojitukset ovat vanhoilla ojitusalueilta tavallisia. Täydennysojitetuille soille koealoja on rajoitettu vain kohtiin, joissa esimerkiksi kaltevuussuhteiden perusteella on voitu päätellä kuivatuksen olevan alkuperäisten ojen aiheuttamaa. Suurin osa tutkituista vuosisadan alussa kuivatuista, mutta jälkikäteen täydennysojitetuista turvemaista jouduttiin hylkäämään tutkimuskohteina tämän vaatimuksen vuoksi.

1. Laadittiin mukaan otettaville koealoille ennakkoehdot.

2. Hankittiin tiedot kysymykseen tulevista ojitusalueista.

3. Paikannettiin koealat maastoon, arvioitiin alkuperäinen suotyyppe, tehtiin kasvi- ja peitekuvaukset ja kerättiin turvenäytteet.

4. Määritettiin sisätyönä alkuperäinen suotyyppe ja karsittiin epävarmat tapaukset.

5. Suoritettiin puuston mittaukset.

6. Ryhmitettiin kertynyt aineisto valittujen kriteereiden mukaan ja suoritettiin laskelmat.

4. Koealan lähiojen tuli kunnoltaan olla vähintään tyydyttäviä. Kuntoluokan arvioimisessa käytettiin samoja perusteita, joita HEIKURAINEN (1956, 1957 ja 1959) on käyttänyt. Lisäksi edellytettiin, ettei ojen kunnossa viime vuosikymmeninä ollut tapahtunut jyrkkiä muutoksia.

5. Koealan puuston oli oltava korvissa kuusi-, rämeillä mäntyvaltaista ja metsänhoidolliselta tilaltaan tyydyttävää. Edellisen vaatimuksen vuoksi on mitatut koivu- tai mäntyvaltaiset korpimetsiköt jätetty metsikköittäisen tarkastelun ulkopuolelle. Niiden koepuita on sen sijaan käytetty hyväksi koepuuanalyyseissä. Jälkimmäistä näkökohtaa tarkasteltiin metsikön rakenteen ja tiheyden perusteella (vrt. METSÄNARVIOIMISEN ... 1960). Puuston ikään sen enempää kuin sen kasvuusuteenkaan ei kiinnitetty huomiota.

6. Metsikön oli ulotuttava jokseenkin tasaisena koealan ulkopuolelle kaikkiin muihin suuntiin paitsi ojaan päin vähintään viiden metrin matkan. Näin ilmeisesti saatiin hakuuaukoista, taimistoista jne. johtuva reunavaikutus tyydyttävästi vältetyksi (vrt. esim. ILVESSALO 1932 sekä NYSSÖNEN ja VUOKILA 1960).

7. Kasvualustan parannusten tuli rajoittaa ojitukseen. Kulotettuja, lannoitettuja jne. kohteita ei hyväksytty tutkimusaineistoon.

8. Metsiköiden tuli olla häiriöttä kehittyneitä. Tapauksia, joissa havaittiin hyönteisten, kasvitautien jne. aiheuttamia vaurioita, ei hyväksytty tutkimuksen kohteiksi.

9. Koealojen tuli sijaita suurilmastollisesti

mahdollisimman suppealla alueella, koska on tunnettua, että pohjoisilla leveysasteilla metsien kasvukyky nopeasti ja tuntuvasti heikenee etelästä pohjoiseen (HEIKURAINEN 1959, PATERSON 1961, TAMM ja CARBONNIER 1961, HEIKURAINEN ja SEPPÄLÄ 1965). Tämän vuoksi koealojen etsintä keskitettiin ympyrään, jonka keskipisteenä on Jyväskylän ja säteenä noin 150 kilometriä.

10. Koealan turvekerroksen paksuuden tuli mittaushetkellä olla vähintään 30 cm, mikä merkitsee, että koealametsiköissä oli ennen ojitusta vähintään 40—50 cm:n paksuinen

23. Koealojen etsintä

Ennen varsinaista maastossa tapahtuvaa koealojen etsintää koetettiin kevätkaudella 1962 löytää mahdollisimman monia tutkimuksen tarkoituksiin mahdollisesti soveltuvia kohteita. Tehtävä toteutettiin usealla eri tavalla.

1. Aikaisemmassa metsäojitusta käsittelevässä kirjallisuudessa mainitaan useita kymmeniä vanhoja kuivatushankkeita. Hedelmällisimmiksi tässä suhteessa osoittautuivat jo mainitut TIRKKOSEN (1952) ojitustoiminnan historiikki, LUKKALAN aikaisemmat puustotutkimukset (1929 ja 1937) sekä Metsähallituksen vuosisadan alun vuosikirjat (METSÄTILASTO 1898—1919).

2. Metsäteollisuusyhtiöille, joiden tiedettiin kuivataneen soitaan jo vuosisadan vaiheen tienoilla, lähetettiin asiaa koskeva kirjallinen tiedustelu. Vastauksista saatiin monia tulokseen johtaneita viitteitä.

3. Sekä Metsälehdessä että Metsänhoitajalehdessä julkaistiin ilmoitus, jossa pyydettiin tietoja vanhoista ojitusalueista. Ilmoituksiin ei kuitenkaan saatu yhtään vastausta.

4. Kirjoittaja sai luvan etsiä tietoja sekä Metsähallituksen suonkuivausosaston arkistosta että eräiden yhtiöiden inventointiasiakirjoista. Edellisestä saatiin käyttökelpoisia tietoja. Jälkimmäiset osoittautuivat sen sijaan epäluotettaviksi, koska ojituksen ikää koskevat arviot oli tehty maastossa silmä-

turvekerros. Ohutturpeisia soita ei aineistoon siis kuulu.

11. Kuusikkokoealojen tuli suotyypiltään kuulua joko ruoho- ja heinäkorpiin tai varsinaisiin korpiin. Näistä käytetään jäljempänä yhteisnimitystä aidot korvet (vrt. HEIKURAINEN ja HUIKARI 1960). Rámeillä tutkimus rajoitettiin koskemaan varsinaisia sararämeitä ja isovarpuisia rämeitä.

Osa edelläluetelluista vaatimuksista on samoja, joita BUŠS (1958) pitää onnistumisen edellytyksenä puuston kasvun ojituksen jälkeistä jatkuvuutta tutkittaessa.

varaisesti, nähtävästi kuivumisasteen ja puuston kehitysvaiheen perusteella.

5. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosasto antoi luvan kokeilualueiden vanhoilla ojituksilla suoritettaviin tutkimuksiin. Samalla kirjoittaja sai käyttöönsä karttoja ja asiakirjoja, joista kävi ilmi esimerkiksi ojen kaivuusi.

Maastotyömatkojen yhteydessä haastateltiin useita kymmeniä vanhojen ojitusaluiden kuivatukseen osallistuneita henkilöitä. Tällä tavoin saatiin työn suoritukselle ehkä kaikkein hedelmällisimmät vihjeet. Erityisesti monet Metsähallituksen suonkuivausteknikot osoittautuivat mainioiksi paikallisiksi asiantuntijoiksi.

Koealojen etsintävaiheessa kävi ilmi, että kaksi kolmannelta tiedon hankituista ojitusalueista oli tarkoitukseen soveltumattomia. Tavallisimmat hylkäämisen syyt olivat:

- ojen umpeutuminen,
- täydennysojitukset,
- vajaanhoito tai täysin tehottomaksi jäänyt kuivatus,
- viimeisen vuosikymmenen uudistushakkuut,
- metsiköiden lehtipuuvaltaisuus,
- lannoitukset,
- kasvualusta, jonka arvioitiin kuuluvan muihin kuin tutkimuksen kohteiksi valittuihin suotyyppeihin sekä
- asutustoiminta, jonka seurauksena mm. varsin suuri osa vanhoista ojitusalueista oli raijattu pelloksi.

24. Kasvualustan viljavuuden määrittäminen

Ojitettujen soiden bonitointi on ongelmallinen tehtävä, koska on kysymys ominaisuuksiltaan muuttuvista kasvupaikoista. Ojitus saa suolla aikaan ensin jyrkkiä ja nopeita, sen jälkeen hitaita ja vähittäisiä muutoksia. Ojituksen aiheuttama pintaturpeen vesipitoisuuden alentuminen parantaa sen ilmanvaihtoa, edistää maatumista (esim. HAINLA 1963), vilkastuttaa mikrobitoimintoja (esim. HUIKARI 1953, PAARLAHTI 1965) jne. Suolla ojitukseen saakka viihtynyt kasvillisuus joutuu oloihin, jotka osalle lajistoa merkitsevät kasvumahdollisuuksien parantumista (esimerkiksi metsäpuille), osalle jopa suoranaista kuolemaa (kuten useille märkien paikkojen sammalille). Pääosa pintakasvillisuudesta on näiden ryhmien välissä ja jää ainakin joksiinkin aikaa kamppailemaan kasvutilasta keskenään ja alueelle tunkeutuvien uusien kasvilajien kanssa. Koko kasvivyhdyskunta on ojituksen jälkeen labiilissa tilassa ja ilmeisesti siten, että sen kehitys kulkee kasvualustan ominaisuuksien muuttumisen jäljessä, kuten KELTIKANGAS (1945) huomauttaa. On sen vuoksi ymmärrettävää se kannanottojen vastakkaisuus, joka havaitaan soiden kasvillisuuden ojituksen jälkeistä kehitystä koskevassa kirjallisuudessa (esim. TANTTU 1915, MELIN 1917, SARASTO 1957, 1961 a).

Edellä olevan perusteella näytti ilmeiseltä, ettei ojitetun suon kasvivyhdyskuntaa tarkastelemalla kaikissa tapauksissa päästä riittävän tarkkaan kasvualustan laadun arviointiin. Kuten useissa aikaisemmissakin suopuustoja ja niiden kasvua käsittelevissä töissä (esim. LUKKALA 1929, 1937, 1951, HEIKURAINEN 1959, HUIKARI ym. 1967) myös tässä pyrittiin sen vuoksi määrittämään, mihin suotyyppiin koala on ennen kuivatusta lähinnä kuulunut.

Alkuperäisen suotyypin määrittäminen ei likimain 50 vuotta sitten ojitetuilla ja suhteellisen tehokkaasti kuivuneilla alueilla ole suinkaan ilman muuta selvää. Tehtävä suoritettiin sen vuoksi kaksivaiheisesti. Ensiksi arvioitiin alkuperäinen suotyyppi maastossa. Tällöin kiinnitettiin huomiota pintakasvillisuuden ohella metsikön puulajisuhteisiin, puiden ulkonäköön (esimerkiksi lehtipuiden vitalisuuteen), ojituksen aiheuttaman maanpinnan painumisen määrään jne. Eräissä tapauksissa alkuperäisestä suotyypistä on

saatu tietoja myös vanhoista asiakirjoista. Toista työvaihetta varten suoritettiin kasvi- ja peitekuvaukset ja määritettiin koelalta pintakerroksen turvelaji ja sen maatumisaste. Näin kertyneen tiedon perusteella MMT JUHANI SARASTO määrittäjä sisätyönä alkupe- räisen suotyypin. Seuraavassa selostetaan tämän työvaiheen yksityiskohtia.

a. KASVIPEITEHAVAINNOT

Kullakin koealalla suoritettiin kasvi- ja peitekuvaukset seuraavasti: Ympyräkoealoilla analysoitiin koealan halkaisijoilta (ojan suunnassa ja kohtisuoraan sitä vastaan), suorakaiteen muotoisilla koealoilla lävistäjillä, tasavälein yhteensä kymmenen neljännesneliömetrin ympyrää, joilta merkittiin muistiin erikseen kenttä- ja pohjakerroksen kasvilajit ja niiden peittävyys. Tärkeimmät osakasvustot ja niiden likimääräinen peittävyys arvioitiin silmävaraisesti, samoin rahkasammalien osuus pohjakerroksen lajistosta. Osakasvustot, erityisesti pienialaisimmat, ovat näin tulleet analysoituiksi huomattavasti epätarkemmin kuin HEIKURAINEN (1951, 1953) käyttämässä ja myös SARASTON (1957, 1961 a) käyttämässä analyysimenetelmässä. Myös tutkittujen kohtien ulkopuolelle jääneet, mutta koealalla kasvavat lajit merkittiin muistiin.

Alkuperäiselle suotyypille luonteomaiset kasvilajit katoavat usein ojituksen seurauksena tai niiden runsaus ainakin suuresti pienentyy, niin että niitä vain poikkeustapauksessa sattuu kohtiin, joilta kasvi- ja peitekuvaukset on tehty. Tämän vuoksi lajistoa tutkittaessa on kiinnitetty erityistä huomiota niin sanottujen reliktien esiintymiseen. Näillä tarkoitetaan kasveja, jotka ovat tunnusmerkillisiä tietyllä luonnontilaisella suolla ja jotka lisäksi pitkään ja sitkeästi säilyvät ainakin yksittäisinä kasvupaikalla vielä kuivatuksen tapahduttua.

Tekemällä havaintoja reliktilajeista alkuperäisen suotyypin määrittästä on voitu suuresti varmistaa. Niitä etsittiin ennen muuta koealalla esiintyvistä painanteista. Myös heikosti kuivuneiden keskisar-kojen kasvillisuudesta tehtiin havaintoja. Jälkimmäisessä tapauksessa on tietysti otettava huomioon mahdollisuus, että koala on alun perin kuulunut toiseen suotyyppiin. Ojissa kasvavia lajeja ei hyväksytty relikteiksi.

Kasvillisuushavainnot tehtiin kasvukauden aikana, pääosin heinä- ja elokuussa, jolloin kasvilajien tunnistaminen, samoin kuin niiden runsaus- suhteiden arviointi on helpointa suorittaa.

Kasvillisuushavaintojen perusteella suoritettiin alkuperäisen suotyypin määrittäminen sisätyönä. Johtavana periaatteena oli, että kunkin koealan kasvi- peiteruutujen peittävyyslukuja sekä ruutujen ulkopuolelta kerättyjä kasvilajihavaintoja verrattiin SARASTON (1961 a ja b) erityyppisistä soista syntyneiden turvekankaiden kasvilajistosta esittämiin tietoihin ja pyrittiin tämän perusteella päättämään, mihin suotyyppiin koala on ennen ojitusta lähinnä kuulunut. Tällöin kiinnitettiin huomiota ennen muuta seuraaviin seikkoihin:

- aitojen korpien jakaminen ruoho- ja heinäkorpiin, mustikkakorpiin sekä puolukkakorpiin,
- nevaraisten korpityyppien erottaminen aidoista korvista,
- ruohoisten sararämeiden erottaminen toisaalta aidoista korvista, toisaalta varsinaisista sararämeistä,
- lyhytkortisten rämeiden erottaminen varsinaisista sararämeistä ja isovarpuisista rämeistä,
- mustikkakorpirämeiden erottaminen varsinaisista sararämeistä, varsinaisten korpirämeiden erottaminen isovarpuisista rämeistä sekä
- saranevojen erottaminen varsinaisista sararämeistä.

Keskeisenä tehtävänä oli toisaalta poistaa aineistosta ennen metsiköiden mittausta ne kohteet, jotka eivät kuuluneet tutkittaviksi valittuihin suotyyppeihin, toisaalta korpien osalta jakaa aidot korvet viljavuuden mukaan alatyyppeihin. Seuraavassa luonnehditaan niitä näkökohtia, joiden mukaisesti koealametsiköt luokitettiin.

Ruoho- ja heinäkorviksi luokitettujen koealojen kasvillisuudelta on vaadittu, että yksi tai useampi seuraavista kasvilajeista esiintyy yleisemmin kuin yksittäisenä: *Oxalis acetosella*, *Calamagrostis purpurea*, *Agrostis tenuis*, *Lastrea dryopteris*, *Athyrium filix-femina*, *Hylocomium triquetrum* sekä *Brachyhectium-* ja *Plagioghectium*-suvut. Ruoho- ja heinäkorville tyyppillisinä relikteinä on pidetty esimerkiksi lajeja *Potentilla palustris*, *Viola palustris* ja *Cirsium palustre*.

Jos yllä lueteltuja kasvilajeja tai trofiaaltaan niitä vastaavia (vrt. SARASTO 1961 a) esiintyi vain yksitään tai satunnaisesti pienen kasvuston muodostavina, luokitettiin kohde mustikkakorveksi. Turvekangasasteelle kuivuneen mustikkakorven yleisesti esiintyvänä kasveina pidettiin puolukan ja mustikan ohella esimerkiksi lajeja: *Majanthemum bifolium*, *Tridentis europaea*, *Melampyrum sibiricum*, *Dryopteris spinulosa*, *Hylocomium splendens* ja *Dicranum majus*.

Mustikka- ja puolukkakorpien välisessä rajanvedossa tarkkailtiin ennen muuta rakkasammalten lajistollista koostumusta, suovarpujen sekä ruohomaisten lajien esiintymistä. Puolukkakorpiin luettiin koealat, joiden rakkasammalista *Sphagnum magellanicum* ja *Sph. robustum* käsittivät huomattavan osan, mutta reliktin luonteiset *Sphagnum Girgensohnii* ja *Sph. Wulfianum* puuttuivat. Lisäksi edellytettiin, että ruohomaisten kasvien osuus oli vähäinen, ja että useat mustikkakorville tavanomaiset lajit, kuten *Linnaea borealis* tai *Lycopodium annotinum*, kokonaan puuttuivat. Suovarpujen, kuten *Betula nana* ja *Vaccinium uliginosum*, esiintymisen katsottiin myös olevan puolukkakorville ominainen piirre.

Sarakorpien ja ruohoisten sararämeiden erottaminen aidoista korvista tapahtui ensi sijassa niillä relikteinä kasvavien suursarojen, pääasiassa *Carex lasiocarpa* esiintymisen perusteella. Myös niin sanottujen nevarpujen, kuten *Andromeda polifolia* ja *Vaccinium oxycoccos*, esiintymiseen kiinnitettiin huomiota.

Sararämeiden joukosta pyrittiin ruohoiset tapaukset karsimaan jättämällä pois kohteet, joissa esimer-

kiksi seuraavat kasvilajit esiintyivät yleisemmin kuin yksittäisinä: *Calamagrostis purpurea*, *Linnaea borealis*, *Melampyrum sibiricum*, *Chamaenerium angustifolium* jne. Jos sellaiset ruohot kuin *Luzula pilosa*, *Melampyrum pratense* ja *Tridentis europaea* puuttuivat, mutta *Eriophorum vaginatum*, *Carex globularis* ja *Empetrum nigrum* esiintyivät erityisen peittävinä, kohteen katsottiin kuuluvan lyhytkortisiin rämeisiin. Suursarojen sekä *Carex magellanica* ja *Eriophorum angustifoliumin* edellytettiin kuuluvan tavallisina relikteinä varsinaisten sararämeiden kasvillisuuteen.

Varsinaisten sararämeiden ja vastaavien nevojen välinen rajanveto on jo ojittamattomilla soilla tehtävä, jonka ratkaisu riippuu usein luokitajan henkilökohtaisesta näkemyksestä. Tässä tutkimuksessa kiinnitettiin näitä suotyyppejä erotettaessa huomiota puuston ohella mustikan niukkaan esiintymiseen sekä *Hylocomium splendensin* puuttumiseen, joiden katsottiin olevan varsinaisille saranevoille ominaisia piirteitä. Varsinaisten sararämeiden ominaisuuksiin edellytettiin lisäksi kuuluvan kasvilajikoostumukseltaan toisistaan poikkeavien mätäs- ja tasapinnan osakasvustojen vuorottelu, kun taas kasvuston tasaisuutta pidettiin tunnusmerkkillisenä varsinaiselle saranevalle.

Tutkimusmetsikköjä valittaessa saatiin vaikutelma, että mustikkakorpirämeillä ojituksenjälkeinen pintakasvillisuuden kehitys on hyvin samansuuntainen kuin varsinaisilla sararämeillä. Mustikkakorpirämeitä pyrittiin karsimaan tarkkailemalla nevarpujen ja suursarojen esiintymistä.

Isovarpuisia rämeitä valittaessa koetettiin välttää varsinaisten korpirämeiden, lyhytkortisten ja tupasvillarämeiden mukaantuloa. Ensiksi- ja viimeksimainittu suotyyppi liittyvät rajatta isovarpuisiin rämeisiin, minkä vuoksi objektiivisuuteen pyrkivä rajanveto tuottaa vaikeuksia. Jos *Andromeda polifolia* ja *Betula nana* juokeenkin puuttuivat, *Ledum palustre* esiintyi suhteellisen niukkaana, mutta *Equisetum sibiricum* ja/tai *Sphagnum Girgensohnii* löydettiin relikteinä, kohde katsottiin korpirämeeksi.

Lyhytkortisten ja tupasvillarämeiden erottamisessa pidettiin silmällä isojen varpujen ja tupasvillan keskinäisiä runsaussuhteita ja nevarpujen määrää. Tupasvillarämeille luonteenomaiseksi katsottiin lisäksi kasvuston tasaisuus, siis mätäs- ja tasapintojen vähäinen vuorottelu.

B. TURVETUTKIMUKSET

Turve on suolla kasvaneiden kasvien jäännöksiä. Sen vuoksi ainakin aivan pintakerroksessa turvelaji on kiinteässä vuorosuhteessa myös suotyyppiin (vrt. LUKKALA 1920). Tältä pohjalta on syntynyt ajatus, että määrittämällä tarkasti pintaturpeen laatu voidaan jälkikäteen konstruoida luonnontilaisen suon kasviyhdyskunta pääpiirtein ja täten siis määrittää sen alkuperäinen suotyyppi. Idea on ennen tätä kokeillut PAAVILAINEN (1959). Ajatusta toteutettaessa kohdataan eräitä vaikeasti voitettavia esteitä. Niinpä maatumisen nopeutuva kuivatuksen vaikutuksesta erityisesti turpeen pintakerroksissa (vrt. LUKKALA 1937), mikä tapahtuma muuttaa voimakkaasti tunnistamiskelpoisten turvetekijäin keskinäisiä suhteita. Edelleen ojitetuilla soilla sekundaarisen puun, ennenkaikkea juurten määrä

saattaa turpeen pintakerroksissa olla moninkertainen luonnontilaisen soiden turpeisiin verrattuna. Vaiketaan on myös varmasti pääteltävä, miltä syvyydeltä tutkittava näyte olisi otettava luotettavimman tuloksen saamiseksi. Mitä lähempää turpeen pintaa se otetaan, sitä suurempia ovat kuivatuksen aiheuttamat häiriötekijät. Mitä syvemmälle siirrytään, sitä suurempi on mahdollisuus, että turve on jo toisenlaisen kasviyhdyskunnan muodostamaa kuin mikä suolla on ojitushetkellä vallinnut.

Edellä esitetyn vuoksi onkin ilmeistä, ettei luonnontilaisen suon kasviyhdyskuntaa voida ojitetun suon turpeen perusteella jälkikäteen konstruoida niin tarkasti, että alkuperäinen suotyyppi saataisiin täsmällisesti määritetyksi. Kasvipeitekuvausten tulokinnan varmistamisessa turvelajin tietäminen katsottiin kuitenkin niin suureksi eduksi, että koealojen pintaturpeen koostumus on tässä työssä selvitetty.

Koealoja valittaessa kerättiin kesällä 1962 turvenäytteet 128 koealalta turvelajin ja maatumisasteen määrittämiseksi sisältöinä. Näytteet otettiin 10–20 cm:n syvyydestä joka toisesta niistä kohdista, joista kasvipeitekuvaukset suoritettiin. Näytteet irrotettiin puukolla, pantiin numeroituihin muovipusseihin ja säilytettiin pakastelaatikoissa ennen analysointia.

Osasta aineistoa, nimittäin 60 koealalta yhteensä 145 näytteestä määritettiin turpeen koostumus mikroskooppisesti käyttäen HEIKURAISEN ja HUTKARIN (1952) esittämää menetelyä, mutta siinä suhteessa hieman detailjoidumpaa luokitusta, että ruskosammalturvetekijästä erotettiin ei-eutrofiset lehtisammalsuvut omaksi alaryhmäkseen.

Mikroskooppisen turvelajimäärityksen tuloksia verrattiin silmävaraisin arvioiteihin ja todettiin, että useimmat turvetekijät voitiin yleensä tunnistaa jo jälkimmäisellä keinolla ainakin, jos niiden osuus kohosi yli kymmenen prosentin. Toisaalta edellä esitetyt, tarkat määrät- ja lajiansalyysin kyseenalaiseksi tekevät näkökohdat, etnen kaikkea sekundaarisen puun suuri osuus vaikuttavat sen, ettei mikroskooppinen määritys useinkaan ole oleellisesti silmävaraista luotettavampi. Tärkein etu, mikä mikroskooppisesta määrityksestä luovuttaessa menettään, lienee turpeessa esiintyvien ruohojen ja heinien jääminen huomaamatta. Nämä ovat yleensä niin pitkäle hajoineita, että niiden havaitseminen paljain silmin on mahdotonta. Myös useat etenkin aidoille korville ominaiset lehtisammalsuvut, kuten *Hylocomium*, *Pleurozium*, *Polytrichum* jne, jäävät silmävaraisessa määrityksessä huomioonottamatta.

Saatujen kokemusten perusteella tultiin lopputulokseen, ettei mikroskooppisessa määrityksessä saatu usein varsin vähäinen tietojen täydentyminen vastannut sen edellyttämää työmäärää. Alkuperäistä suotyyppejä arvioitaessa käytettiin sen vuoksi pelkästään silmävaraisessa turvelajin ja maatumisasteen määrityksessä kertyneitä tietoja. Samasta syystä kesällä 1963 valitusta aineistosta, siis vajalta sadalta koealalta, nämä määritykset tehtiin maastossa. Sisätyönä käsiteltyjen näytteiden analysointiin osallistui asiantuntijana MMT JUHANI SARASTO.

Seuraavassa luettuja ominaisuuksia pidettiin eri suotyyppien turpeelle tunnusmerkkinä:

1. Ruoho- ja heinäkorvet: Turve helposti mureneva, multamaista, tasaisesti ja vahvasti maatu-

nutta metsäsaara- tai sarapuuturvetta. Sarakomponentin muodostavat tässä kuten muissakin aitojen korpien ryhmässä ennen muuta ruohojen ja heinien jäännökset. Myös rakkaturvetekijä on usein mukana, mutta harvoin vallitsevana.

2. Mustikkakorvet: Turve yleensä vahvasti maatumutta metsäsaara-, sarapuu- tai metsärakkaturvetta. Turpeessa usein mukana helposti tunnistettava metsäkortteen jäännöksiä.
3. Puolukkakorvet: Turve tavanomaisesti metsärakkaturvetta, jossa sarakomponentin osuus vähäisempi ja jonka maatumisaste yleensä alempi kuin edellisissä ryhmissä.
4. Varsinaiset sararämeet: Turve yleensä kohtalaisesti maatumutta sararakkaturvetta. Turpeessa esiintyy joskus tupasvillan jäännöksiä ja miltei aina myös puuta, josta huomattava osa sekundaarista, vasta ojituksen jälkeen muodostunutta.
5. Isovarpuiset rämeet: Turve enintään kohtalaisesti, tavallisesti heikosti maatumutta rakka- tai metsärakkaturvetta, jolle on tavallista maatumisasteen epätasaisuus; pitkälle maatuneet ja lähes maatumattomat turvelinssit vuorottelevat. Varpujen ja tupasvillan jäännöksiä on usein mukana.

Kasvualustan viljavuuden määritys tapahtui siis kahdessa jaksossa, jotka suoritettiin toisistaan riippumatta. Mitattaviksi valittiin koealametsiköistä ne, joissa luokitusten lopputulos oli likimain yhdenmukainen. Kohteet, joissa luokitukset poikkesivat oleellisesti toisistaan, jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle ennen metsiköiden mittausta. Näin karsittiin joukko sarakorviksi, korpirämeiksi ja tupasvillarämeiksi sisätyönä luokiteltuja koealoja. Jos määritykset poikkesivat toisistaan vain vähän, niin että kohde oli maastossa luokiteltu esimerkiksi mustikka- ja sisätyönä puolukkakorveksi, koeala sijoitettiin maastoluokituksen osoittamaan ryhmään.

Kun kasvualustan luokitusta suoritetaan pintakasvillisuuden perusteella, luokitajan omat näkemykset vaikuttavat aina lopputulokseen. Näin on tässäkin työssä varmasti laita, vaikka ratkaisut ovatkin kahden luokitajan yhteisiä kannanottoja. Joka tapauksessa on perusteltua päätellä, että suoritettulla kaksivaiheisella luokituksella on kasvualustan viljavuus saatu luotettavammin määritetyksi kuin tavanomaisesti menetellen olisi tapahtunut.

Vielä on syytä huomata, että kasvualustojen luokituksessa mahdollisesti tapahtuneet virheet saattavat oleellisesti vaikuttaa lopputuloksiin vain tutkimuksen siinä osassa (luvut 422 ja 423), missä tämän aineiston metsiköittäisiä kasvulukuja verrataan nuorempien ojitusaluiden metsiköiden kasvuun.

25. Koealat, niiden määrä ja sijainti

Edellä esitettiin, että mukaan kelpuuteuille koealoille asetettiin varsin tarkkoja rajoituksia. Erityisesti edellytettiin tehokasta ja tasaisena säilynyttä kuivatusta, koska haluttiin saada tietoja suopuustojen kehityksestä olosuhteissa, jotka ainakin likimain vastaavat nykyisellä ojitustekniikalla aikaansaataavaa kuivatusta. Vuosisadan ensimmäisten vuosikymmenten aikaisista ojitusalueista ovat kuitenkin vain harvat esimerkkialueet, kuten Jaakkoinen Vilppulassa, kauttaaltaan tyydyttävästi kuivuneita. Tavallisesti tehokkaasti kuivunut ala rajoittuu ojien varjalle, ja vain ojien risteyskohdissa esiintyy hieman suurialaisempina kuvioina metsiköitä, joiden kehitys on ollut tyydyttävä. Korvet ovat lisäksi usein kapeita ja pienialaisia.

Tämän vuoksi on tässä, kuten useissa aikaisemmissa suopuustojen tutkimisissa (esim. LUKKALA 1937, HEIKURAINEN 1959), täytynyt tyytyä sängen pieniin koealoihin. Koealojen koko vaihtelee rajoissa 0,05–0,10 ha. Vain muutamia yli kymmenen aarin suuria koealoja on saatu rajoitetuksi. Keski-koko jää 6,5 aarini. Kotimaisissa taksatorisissa tutkimuksissa (esim. ILVESSALO 1920 a, SARVAS 1944, NYSSÖNEN 1954, VUOKILA 1956, KALLIO 1957) koealat ovat olleet huomattavan paljon suurempia, joskin poikkeustapauksissa on voitu kelpuuttaa suhteellisen pieniäkin koealoja (esim. LÖNNROTH 1925, KALELA 1933). VUOKILA (1965 a) on eräissä työssään tarkastellut koealan optimikokoa ja toteaa sen aineistossaan vaihtelevan neljän ja kahdenkymmenenviiden aarin välillä metsikön valtipuudesta riippuen.

Koealan minimikoko on usein määritetty sillä kasvavien puuyksilöiden lukumäärän perusteella. Vähimmäismääräksi näyttää useimmiten arvioitavan noin sata puuta (BRUCE 1926, OSBORNE ja SCHUMACHER 1935, BELYEA 1947, CHAPMAN ja MAYER 1949). Myös tässä suhteessa jäävät nyt esitettävät koealat pieniksi. Keskimääräinen puuluku koealalla on 60–70.

Koealan koko määräytyy kuitenkin ennen muuta sen mukaan, mihin tarkoitukseen aineisto kerätään. Niinpä esimerkiksi NÄSLUND (1942) on käyttänyt 5–10 aarin suuria koealoja tutkiessaan kuusikoiden hakuun jälkeisiä reaktioita. Myös tämän työn tarkoi-

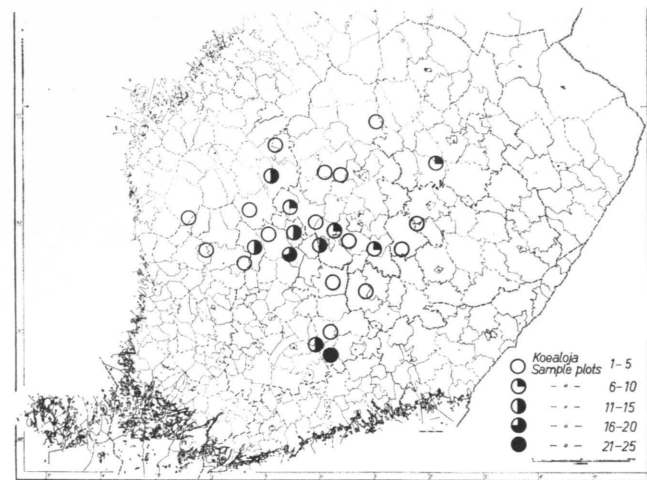
tusperien kannalta pienten koealojen käyttöä voidaan perustella. Kookkaiden koealojen käyttö olisi esimerkiksi johtanut suureen kirjavuuteen kuivatuksen tasaisuudessa, minkä haitan merkitystä olisi vaikeata poistaa.

Rämemänniköistä on mitattu yhteensä 91 koealaa, joista 51 on varsinaisiksi sararämeiksi ja 40 isovarpuisiksi rämeiksi määritettyjä. Kuusivaltaisia korpikoealoja on mitattu kaikkiaan 77, näistä 31 ruoho- ja heinäkorpiin ja 46 varsinaisiin korpiin kuuluvia. Viimeksi mainituista on mustikkakorviksi luokiteltu 30, puolukkakorviksi 16. Yksityisten koepuiden kasvua koskeviin laskelmiin on lisäaineistona liitetty kuusikoe-puut myös niistä aitoja korpia edustavista koealoista, joissa vallitsevana puulajina on joko koivu tai mänty. Tällaisia ruoho- ja heinäkorpiä on mitattu 5, varsinaisia korpiä 10.

Lähes kaikki koealat ovat ympyräkoealoja. Yhtäläisten kuivatusalojen saavuttamiseksi ne sijoitettiin miltei poikkeuksetta kaavamaisesti lähimpään ojaan nähden siten, että 5 aarin ympyrän keskipisteen etäisyydeksi mitattiin 15 metriä, 10 aarin 20 metriä ojan reunasta. Voitaneen katsoa, että koealat edustavat kuivatusta, joka saavutetaan saran leveyden ollessa alle 60 metrin. Koealan reunan ja ojan väliin jätettiin siis noin 2,5 metrin mittainen matka, joten ojamaiden aiheuttamat mahdolliset häiriövaikutukset lienevät vähäiset.

Samalle suolle ei sijoitettu yhtä useampaa koealaa, elleivät suon eri osat selvästi poikeneet toisistaan esimerkiksi puuston kehitysvaiheen, rakenteen, käsittelyn tai kasvualustan viljavuuden puolesta.

Koealat keskittyvät suhteellisen suppealle suurilmastolliselle alueelle Sisä-Suomeen (kuva 1). Eteläisimmät koealat on mitattu Metsähallituksen Evon hoitoalueen mailta 20–30 kilometriä Lammin kirkonkylästä pohjoiseen, pohjoisimmat puolestaan Soinista, Pihitputaalta ja Suonenjoelta. Koko koealajoukolle laskettu keskimääräinen painopiste asettuu melko tarkkaan 62. leveyspiirin vaiheille Kuoreveden kuntaan. Suunnilleen samaan pisteeseen sattuvat ruoho- ja heinäkorpi-, varsinaisen sararäme- ja isovarpuinen räme-koealojen painopisteet, mustikkakorpien parikymmentä kilometriä etelämmäksi ja puolukkakorpien saman verran pohjoisemmaksi.



Kuva 1. Tutkimusalueiden sijainti.

Fig. 1. Location of the study areas.

Koealat keskittyvät siis alueelle, joka on lähellä ensimmäisen ja toisen metsäojituksen ilmastollisen vyöhykkeen rajaa (HEIKURAINEN 1959).

Suomen kartaston (1960) mukaan kaikkien koealametsiköiden korkeusasema on sadan ja kahdensadan metrin välillä merenpinnasta lukien.

Edellisen perusteella voitaneen todeta, että tutkimuksessa mukana olevat eri kohteet sijaitsevat ilmastollisesti varsin yhdenmukaisissa oloissa, minkä vuoksi ilmastotekijöistä kasvutuloksiin heijastuva vaihtelu jää merkitykseltään vähäiseksi.

Koealat sijaitsevat yleensä joko metsäteollisuusyhtiöiden tai valtion, pääasiassa Metsähallituksen mailla. Metsäntutkimuslaitoksen ojitusalueilta, jotka edustavat sekä metsien käsittelyä että ojien kunnan puolesta maamme metsäojitusten huipputasoa, on räme-koealoja mitattu 11, kuusivaltaisia korpikoealoja 9 ja mänty- tai koivuvaltaisia 7 kappaletta. Näistä kuitenkin vain viisi on toistuvasti mitattuja kestokoealoja, joten Metsäntutkimuslaitoksen laajaa ja erinomaisesti hoidettua kestokoealastoa on vain vähäisessä määrin voitu käyttää hyväksi. Syyt tähän ovat tutkimusmenetelmien. Ensimmäinen ojitusvuosi pyrittiin määrittämään yksiselitteisesti, joten tarkastelun ulkopuolelle oli jätettävä koe-

alat, joiden kuivatus oli eri-ikäisten ojien aiheuttamaa. Toiseksi koealalle asetetut kuivatusohjeet vaatimukset olivat suuremmat kuin mihin käytetyllä ojitustekniikalla oli kestokoealoilla päästy. Kolmas maininnan arvoinen syy on puhtaasti käytännöllinen. Sovellettu, runsaasti ytimeen ulottuvia kaurauksia edellyttävä tutkimusmenetelmä olisi saattanut aiheuttaa vikaisuuksia puustoon, mikä tietysti haittaisi kestokoealojen metsien kehitystä.

Taulukossa 1 esitetään, miten tutkitut koealat jakaantuvat ryhmiin metsikön keski-ään (vrt. s. 55), valtipuuden, runkoluvun ja kuutiomäärän perusteella. Havaitaan, että taimistovaiheen metsiköt puuttuvat jokseenkin täysin siitä huolimatta, että maastotöiden loppuvaiheessa juuri tällaisten alueiden etsintään kiinnitettiin erityistä huomiota. Ilmeistä on, että ojitusaluiden puustoa ei ole sanotavasti uudistettu ennen 1950-lukua. Sen sijaan ojituksen yhteydessä näyttää usein suoritettua uudistushakkuita.

Myös kasvatushakkuit ovat olleet ojitetuilla turvemilla varsin harvinaisia. Pääosa mukana olevista koealoista on sellaisia, joissa ojituksenjälkeisenä aikana on suoritettu vain yksi kasvatushakkuu.

Seuraava asetelma kuvaa koealojen keskimääräistä kuutiomäärää suotyypeittäin.

Taulukko 1. Koealojen suhteellinen jakaantuminen metsikön iän, valtapituuden, runkoluvun ja kuutiomäärän mukaisiin luokkiin.

Table 1. Relative distribution of sample plots by stand age, dominant height, stem number, and volume.

Suotyyppi Site	T ¹								
	≤ 50	60	70	80	90	100	110	120	≥ 130
	Prosenttia koealoista — Per cent of sample plots								
RhK	8	38	3	11	8	5	14	8	5
MK	—	29	8	8	19	11	14	3	8
PK	—	21	16	5	16	5	5	22	10
VSR	14	20	16	26	14	4	2	—	4
IR	10	5	15	19	5	12	19	5	10
	H _{dom}								
	≤ 12	12.5–14	14.5–16	16.5–18	18.5–20	20.5–22	22.5–24	24.5–26	≥ 26.5
	Prosenttia koealoista — Per cent of sample plots								
RhK	3	3	20	14	14	22	19	5	—
MK	—	3	14	26	32	14	8	3	—
PK	—	10	26	38	16	5	5	—	—
VSR	8	20	21	31	16	4	—	—	—
IR	15	35	30	15	—	5	—	—	—
	N								
	≤ 500	501–750	751–1000	1001–1250	1251–1500	1501–1750	1751–2000	2001–2250	≥ 2251
	Prosenttia koealoista — Per cent of sample plots								
RhK	5	11	23	11	5	8	17	3	17
MK	5	13	13	14	19	14	8	3	11
PK	16	16	16	16	16	5	5	—	10
VSR	6	14	16	14	12	10	15	2	11
IR	18	27	8	12	8	7	8	2	10
	V								
	≤ 50	51–100	101–150	151–200	201–250	251–300	301–350	351–400	≥ 401
	Prosenttia koealoista — Per cent of sample plots								
RhK	—	3	14	22	14	14	17	8	8
MK	—	8	16	22	39	5	5	5	—
PK	—	10	43	26	16	5	—	—	—
VSR	—	18	33	31	12	6	—	—	—
IR	5	67	23	5	—	—	—	—	—

Suotyyppi RhK MK PK VSR IR
k-m²/ha 250 203 158 154 94

Koealat ovat siis kasvualustan laadun huomioonottaen varsin runsaspuustoisia. Näin on

ilmeisesti päästy tavoitteeseen, johon pyrittiin ennakkovaatimuksia koealoille asetettaessa (vrt. s. 11): Koealat ovat puumääriltään jokseenkin vertailuaineistoiksi valittuja kangasmaametsiköitä vastaavia.

26. Puuston mittaus

Puut luettiin rinnankorkeudelta (vrt. ILVESSALO 1948) käyttäen 1 cm:n tasaavaa luokitusta. Kannot luettiin samaten 1 cm:n luokissa, mutta kahdesta toisiaan vastaan kohtisuorassa olevasta suunnasta ja muistiin merkittiin lukemien keskiarvo. Hakkuiden

ajankohta pyrittiin selvittämään haastatellamalla paikallisia metsäammattimiehiä. Niissä harvoissa tapauksissa, joissa tarkkaa hakkuuvuotta ei saatu näin selville, kantojen ikä määritettiin käyttäen NYYSÖSEN (1955) esittämiä menetelmiä.

Koepuuksi valittiin luettaessa joka n:s puu runkoluvusta ja metsikön tasaisuudesta riippuen. Kultakin koealalta otettiin lisäksi koepuiksi vähintään viisi kookkainta puuta. Keskimääräinen koepuuluku on korpikoealoilla noin 18, räme- ja koealoilla noin 16 puuta. Koe- puista suoritettiin seuraavat mittaukset:

— läpimitta rinnankorkeudelta, kannon

korkeudelta sekä tikkaiden avulla 6 tai 3,5 metrillä sekä puun piteuden puolivälistä kahdesta toisiaan vastaan kohtisuorassa olevasta suunnasta 1 cm:n tarkkuudella,

— kuoren paksuus rinnankorkeudelta ja puun piteuden puolivälistä kahdesta vastakkaisesta suunnasta 1 mm:n tarkkuudella,

— puun piteus 0,5 metrin tarkkuudella, — piteuskasvu viiden vuoden jaksoissa 0,5 dm:n tarkkuudella niin pitkälle kuin kussakin puussa oli mahdollista.

Piteuden ja piteuskasvun mittaukset suoritettiin Blume-Leiss-piteudenmittarilla.

3. TUTKIMUSAINEISTON KÄSITTELY

31. Koepuut

Koepuista kerättiin maastotyövaiheessa ytimeen ulottuvat kairanlastut sekä rinnankorkeudelta että puun pituuden puolivälistä. Lastut talletettiin ja mitattiin sisätöinä vuosilustojen leveydet lustonmittauskojeella. Noin kahdesta kolmasosasta koeputa mitattiin vuotuiset luston leveydet, loppuista tyydyttiin mittaamaan lustonleveydet viiden vuoden jaksoina. Mittausmenetelmiä on selostettu useissa aikaisemmissa julkaisuissa (esim. MIKOLA 1950), joten siihen ei tässä puututa.

Lustonmittausten tuloksia on luonnollisesti käytetty koealojen kasvunlaskennan perusteena. Tutkittujen koeputien kehitystä on analysoitu ensi sijassa seuraamalla sädekasvun ojituksenjälkeistä kulkua rinnankorkeudella.

Kasvualustan laadun perusteella kuusi-koeput jaettiin kahteen ryhmään: ruohoja heinäkorvissa sekä varsinaisissa korvissa kasvaneisiin. Mäntykoeputa näitä ryhmiä on kolme: aidoissa korvissa, varsinaisilla sararämeillä ja isovarpuisilla rämeillä kasvaneet. Rämeiltä koeputiksi mitattuja kuusia kertyi niin vähän, yhteensä 72 kappaletta, että niiden analysointia ei pidetty tarkoituksenmukaisena. Puun nykyisen aseman perusteella metsikössä puut jaettiin vallitsevaan ja vallittuun latvuskerrokseen. Vallitsevan latvuskerroksen raja on kullakin koealalla määritetty siten, että valtapuiden pituuden keskiarvosta on vähennetty 20 prosenttia (vrt. L. ILVESSALO 1929).

Koeput jaettiin lisäksi ryhmiin sekä niiden ojitushetkellä saavuttaman rinnankorkeusien että lastun pituuden perusteella arvioidun kuorettoman rinnankorkeuslähimittan (ojitushetkellä) mukaan. Ikäluokituksessa käytettiin ojituksen aikaan ja sen jälkeen rinnankorkeuden saavuttaneille viiden, sitä vanhemmille puille kymmenen vuoden luokkia. Puiden ojitushetken kokoa edustavaa rinnankorkeuslähimittaa kuvattiin kahden sentin luokissa. Tuloksia esiteltäessä ryhmiä

on jouduttu aineiston niukkuuden vuoksi yhdistelemään.

Tutkitut koealat oli ojitettu vuoteen 1918 mennessä. Koeputuaineisto jaettiin kahteen ryhmään: a) vuonna 1913 tai sitä ennen ojitettuihin (tähän ryhmään sisältyvät kolmen mukana olevan ennen vuotta 1908 ojitetun koealan koeput, joista viimeisten vuosikymmenien kasvun kulku on jätetty tarkastelematta) ja b) vuosina 1914...1918 ojitettuihin. Myös nämä ryhmät on tulosten esitelyssä yhdistetty.

Osa kerätystä koeputuaineistosta jouduttiin hylkäämään kairanlastujen rikkoutumisen vuoksi. Luston murentuminen lähellä ydintä oli tavallisinta nopeakasvuilla puilla, minkä vuoksi karsinta on kohdistunut suhteellisesti enemmän viljavimmilla kasvu- paikoilta kerättyyn koeputuaineistoon. Analysoitujen kuusikoeputien määrä on kaikkiaan noin 1 100, mäntykoeputien runsaat 1 300 puuta.

Taulukossa 2 on esitetty koeputien jakaantuminen ojitushetken rinnankorkeusien mukaisesti luokkiin. Puut, jotka ovat saavuttaneet rinnankorkeuden 10 vuotta ojituksen jälkeen tai sitä myöhemmin, on yhdistetty kaikki yhdeksi ikäluokaksi. Rinnankorkeudelle kymmenen ojituksenjälkeisen vuoden ja kymmenen ojitusta edeltäneen vuoden aikana yltäneet puut on molemmat yhdistetty omaksi luokakseen. Tätä vanhemmille puille on käytetty kahdenkymmenen vuoden luokkia. Yli 70 vuotta ennen ojitusta rinnankorkeuden ylittäneet puut on kaikki yhdistetty omaksi ryhmäkseen. Aineiston niukkuuden vuoksi on kahdessa mäntykoeputu- ryhmässä jouduttu tekemään poikkeuksia selostetusta ikäluokituksesta (taulukon 2 alahuomautukset).

Taulukkoa tarkasteltaessa kiintyy huomio siihen, että vallittujen latvuskerrosten osuus on suurin nuorimmissa ikäluokissa pienentyen vanhempiin päin. Tämä seikka on pidettävä muistissa tuloksia tarkasteltaessa.

Taulukko 2. Koeputien jakaantuminen ikäluokkiin.

Table 2. Distribution of sample trees by age classes.

Puulaji — Tree species	Kuusi — Spruce				Mänty — Pine							
	Suotyyppi — Site		RhK		VK		RhK + VK		VSR		IR	
Latvuskerros — Crown class	I+II	III+IV	I+II	III+IV	I+II	III+IV	I+II	III+IV	I+II	III+IV	I+II	III+IV
a	Koeputa, kpl. — Number of sample trees											
≤ -10	56	62	46	90	78	21	115	54	71	61		
-9-0	36	30	112	74	40	5	59	18	61	29		
1-10	17	6	35	25	24 ¹	—	67	6	53	11		
11-30	23	15	74	39	—	—	100	8	75	14		
31-50	59	15	105	30	17	4	91	4	73	8		
51-70	30	12	49	12	23 ²	1	29 ²	—	70	8		
≥ 71	22	—	36	11	—	—	—	—	32	2		
Yhteensä — Total	243	140	457	281	182	31	461	90	435	133		

Ilmeistä on myös, että 2. latvuskerroksen eli lisävaltapuiden osuus alenee samassa suunnassa. Mainittu muutos on selvempi mänyllä kuin kuusella, mikä johtunee mänty- ja kuusivaltaisten metsien erilaisesta rakenteesta ja primaarisesti näiden puulajien erilaisesta valontarpeesta.

32. Koealojen puuston kuutiointi ja kasvun laskenta

Koealojen koko jäi aikaisemmin esitetyistä syistä pieneksi, minkä vuoksi yksityistä metsikköä kuvaavissa tunnuksissa on suuri virhemahdollisuus. Työn oleellisena tarkoituksena oli, että nykypuuston kuutiomäärä ja kasvu päästäisiin konstruoimaan mahdollisimman pitkälle taaksepäin. Oli sen vuoksi yritettävä löytää kuutiointi- ja kasvunlaskentamenetelmä, jonka aiheuttamat virheet olisivat

Kuusista noin kuusisataa ja mänyistä seitsemäsataa koeputa on saavuttanut rinnankorkeuden ennen ojitusta (ikäluokka 1—10 ja sitä vanhemmat). Näiden jakaantuminen ojitushetken lähimittan mukaisiin ryhmiin esitetään taulukossa 3.

mahdollisimman pieniä ja tutkittuna ajanjaksona saman metsikön sisällä samansuuntaisia. Varojen niukkuus esti kuitenkin koko koeala-aineiston intensiivisen mittauksen runkoanalyysin. Työtä aloitettaessa ja sen kestäessä suoritettiin sen vuoksi useita kokeiluja, joissa pyrittiin löytämään mahdollisimman tarkoituksenmukaiset menetelmät.

Jo heti työn alussa jouduttiin toteamaan,

Taulukko 3. Ennen ojitusta rinnankorkeuden ylittäneiden koeputien kuoreton lähimittan ojitushetkellä.

Table 3. Underbark diameter of sample trees that had reached breast height before ditching was performed.

Puulaji — Tree species	Kuusi — Spruce		Mänty — Pine		
	RhK	VK	RhK + VK	VSR	IR
Suotyyppi — Site	Koeputa, kpl. — Number of sample trees				
d _u (ojitushetkellä — at the time of ditching)	Koeputa, kpl. — Number of sample trees				
0.1 — 4.0	45	158	19	141	142
4.1 — 8.0	83	153	24	82	107
8.1 — 12.0	45	67	7	63	66
≥ 12.1	26	38	19	20	31
Yhteensä — Total	199	416	71	305	346

¹ Ikäluokka 1—30 — Age class 1—30.

² Ikäluokka ≥ 51 — Age class ≥ 51.

että suopuustojen rakenteen vuoksi sekä puun pituutta että sen muotoa kuvaavien tasoituskäyrien piirtäminen on usein tavattoman vaikeaa. Ojitusalueilla on nimittäin tavallista, että metsikön pisimmät puut eivät ole sen paksuimpia läpimitan ja pituuden kasvun erilaisen elpymiskyvyn vuoksi. Koealan paksuimmat puut ovat monessa tapauksessa varsin lyhyitä ja huonomuotoisia. Jos sen sijaan koepuut kuutioidiin yksitellen niiden läpimitan, muodon ja pituuden perusteella, tasoitus oli huomattavasti helpompaa. Tasoitukset suoritettiin graafisesti. Myös analyttistä, puolilogaritmistä tasoitusta kehitettiin, mutta sen ei havaittu tarjoavan mitään etuja graafiseen tasoitukseen verrattuna. Meillä on yksityisten puiden kuutiomäärien tasoitusta käytetty yleensä vain kestokoealoja kuutioitaessa (ILVESSALO 1932).

Aikaisemmissa suopuustojen kehitystä tarkastelevissa töissä korostetaan usein puiden runkumuodon voimakasta muuttumista ja sen vaikutusta kasvuun (esim. LUKKALA 1937). Myös hakkuiden on huomattu aiheuttavan muutoksia, jotka poikkeavat kotimaisten kasvunlaskentataulukoiden (ILVESSALO 1948) osoittamasta tuotokorkeuden keskimääräisestä kehityksestä (esim. NYSSÖNEN 1952, 1958). Tämän vuoksi päädyttiin käyt-

tämään kasvunlaskennassa erotusmenetelmää, jossa läpimitan ja pituuden ohella otettiin huomioon myös muodon mahdollinen muuttuminen (vt. esim. KELTIKANGAS 1952, KUUSELA 1952).

Tavoitteeksi asetettiin metsikön kuutiomäärän ja kasvun konstruoinnin vähintään kolmelle viisivuotiskaudelle nykyhetkestä taaksepäin. Pituuskasvun arviointi osoittautui kuitenkin vaikeaksi jo kaudelta 6—10 vuotta sitten. Näin on asianlaita erityisesti kuusen osalta. Kokeilemalla havaittiin, että jo puun pituuden puolivälistä suoritettulla ytimeen asti ulottuvalla kairauksella voidaan todeta ainakin karkeat pituuskasvun arvioinnissa sattuneet virheet ja korjata niitä oikeaan suuntaan.

Suoritettujen runkoanalyysien perusteella näytti ilmeiseltä, että JONSONIN kuutiomistaulukoita (1929) käyttämällä päästään suopuiden kuutiomäärän määrittämisessä samaan tarkkuuteen kuin ILVESSALONKIN (1948) kuutiomistaulukoilla, jos muotoa kuvaava tekijä todella mitataan. Näiden havaintojen perusteella päätettiin kokeilla koealojen kuutiomäärän ja kolmen viimeisen viisivuotiskasvun laskentaa JONSONIN taulukoiden pohjalta.

Taulukossa 4 on esitetty tuloksia asian sel-

Taulukko 4. Esimerkki JONSONIN ja ILVESSALON taulukoilla lasketuista kuutiomäärä- ja kasvuluvuista verrattuna runkoanalyysien tuloksiin.

Table 4. Example of the volume and increment determined from JONSON'S and ILVESSALO'S tables as compared with the results of stem analyses.

Puulaji <i>Tree species</i>	Käytetyt taulukot <i>Tables used</i>	Kuutiomäärä <i>Volume</i>		$i_{vu\ 1-5}$		$i_{vu\ 6-10}$		$i_{vu\ 11-15}$	
		Poikkeaman itseisarvo <i>Absolute value of difference</i>	Poikkeaman keskiarvo <i>Mean of difference</i>	Poikkeaman itseisarvo <i>Absolute value of difference</i>	Poikkeaman keskiarvo <i>Mean of difference</i>	Poikkeaman itseisarvo <i>Absolute value of difference</i>	Poikkeaman keskiarvo <i>Mean of difference</i>	Poikkeaman itseisarvo <i>Absolute value of difference</i>	Poikkeaman keskiarvo <i>Mean of difference</i>
Kuusi <i>Spruce</i>	Jonson	4.9	- 4.5 ± 0.4	8.6	+ 2.0 ± 1.7	9.4	- 1.1 ± 1.9	10.0	- 2.6 ± 2.0
	Ilvessalo	5.5	- 4.0 ± 1.0	10.4	+ 6.5 ± 1.8	12.8	+ 4.5 ± 2.6	11.1	+ 0.1 ± 2.4
Mänty <i>Pine</i>	Jonson	4.2	- 3.6 ± 0.7	9.0	+ 3.3 ± 0.8	8.0	+ 1.7 ± 1.4	11.1	+ 1.5 ± 1.9
	Ilvessalo	6.7	- 5.1 ± 1.1	12.9	+ 3.2 ± 1.8	8.1	- 0.1 ± 1.6	12.7	+ 1.6 ± 2.3

Poikkeama ja keskiarvon keskiarvo, % —
Difference and standard error of mean, pct.

vittämiseksi kerätystä aineistosta, johon kuuluu 58 kuusi- ja 71 mäntykoepuuta. Puista on suoritettu mittaukset pätkittäin tikkaiden ja kiipeilykenkien avulla. Näin saatua kuutiomäärää on verrattu sekä JONSONIN että ILVESSALON tauluilla laskettuihin kuutiomääriin ja mitattua viisivuotiskauden absoluuttista kasvua taulukoiden avulla kahden ajankohdan välisenä kuutiomäärien erotuksena laskettuihin kasvulukuihin.

Havaitaan, että tutkittujen suopuiden kuutiomäärä on kumpiakin taulukoita käyttäen tullut keskimäärin lievästi aliarvioituksi. Yksityisen puun kasvun määrittämisen tarkkuus näyttää säilyvän jokseenkin samanlaisena eri viisivuotiskausina. Missä määrin eri taulukoiden mukaan lasketuissa kasvuluvuissa havaittavaa vähäistä tarkkuuden eroa voidaan yleistää kaikkia suopuita koskevaksi, on vaikeaa arvioida. Puiden pituuskasvun määrittämisen osittainen kontrollointimahdollisuus puolivälistä suoritettujen kairauksien avulla katsottiin kuitenkin niin suureksi eduksi, että koealojen kuutiointi ja kasvunlaskenta suoritettiin JONSONIN taulukoita käyttäen. Erityisesti koealoilla kasvavien lehtipuiden pituuskasvun arviointi olisi ilman tätä tarkistusmahdollisuutta jäänyt hyvin epävarmaksi.

Käytetty kuutiointi- ja kasvunlaskentamenettely oli päävaiheiltaan seuraavanlainen:

— JONSONIN taulukoista laadittiin pituusluokittain graafiset taulut, joissa tietyn läpimitaluokan erimuotoisten puiden kuutiomääriä edustavat pisteet yhdistettiin käyräksi. Puun muodon muuttuminen saatettiin täten liukuvaksi.

— Koealan nykypuuston kuutiomäärä arvioitiin tasoittamalla graafisista tauluista saadut koepuiden kuutiomäärät läpimitan mukaiseksi kuutiokäyräksi.

— Rinnankorkeusläpimitasta ja puun pituuden puolivälin läpimitasta vähennettiin 5, 10 ja 15 vuoden läpimitan kasvu sekä arvioitu kuoren kasvu. Kuoren kasvun arvioimiseksi laskettiin kesällä 1963 kerätystä koepuuaineistosta puulajeittain ja suotyypeittäin kuoren paksuuden ja läpimitan väliset vuorosuhteet. Aineisto käsitti 880 kuusta, 1 079 mäntyä ja 292 koivua. Kasvualustan viljavuudella ei havaittu olevan selvää vaikutusta laskelmiin, joten tyypeittäin jaoteltu materiaali yhdistettiin. Suoraviivainen kuvaaja ilmeni sopivimmaksi läpimitan ja kuo-

renpaksuuden välisen vuorosuhteen osoittajaksi. Lasketut keskimääräiset regressio-suorat olivat:

$$\begin{aligned} \text{ku, rinnankorkeudelta} & y = 4,1 + 1,07x \\ \text{ku, pituuden puolivälistä} & y = 4,3 + 0,67x \\ \text{mä, rinnankorkeudelta} & y = 4,2 + 1,77x \\ \text{mä, pituuden puolivälistä} & y = 3,5 + 0,51x \\ \text{ko, rinnankorkeudelta} & y = 2,4 + 0,78x \\ \text{ko, pituuden puolivälistä} & y = 2,2 + 0,41x, \end{aligned}$$

missä y = kuoren kaksinkertainen paksuus millimetreinä

ja x = läpimita senttimetreinä.

Aineistoa tarkasteltaessa havaittiin, että selvästi pääosan tapauksia käsittivät puut, joilla kuoren paksuus oli lasketun keskimääräistason alapuolella. Yksittäistapauksina esiintyneet erittäin paksukuoriset puut ovat siis suuresti määränneet keskimääräistason. Kuoren paksuuden ollessa keskimääräinen arviointi sen kasvuksi esimerkiksi kuusella noin kymmenen prosenttia läpimitan kasvusta. Paksuuden poiketessa keskimääräisestä prosenttilukua muutettiin olettaen, että kuoren paksuus nousee suoraviivaisesti läpimitan kasvaessa. Arvioimisen helpottamiseksi millimetripaperille merkittiin keskimääräistaso sekä harkinnanvaraisesti asetetut ylä- ja alaraja.

— Suoritettujen pituuden kasvun arviointien perusteella konstruointiin puun pituus 5, 10 ja 15 vuotta sitten. Arvioita korjattiin, jos puolivälistä kairatun lastun perusteella havaittiin ilmeisiä virheitä. Lehtipuiden pituuden muutokset arviointiin määrittämällä ILVESSALON taulukoista ensin niiden tuotokorkeuden kasvuprosentti puun pituuden, iän ja latvuseroksen perusteella. Vertaamalla saatua prosenttilukua samanpituisten ja -muotoisten havupuiden kasvuprosentteihin määritettiin vuotuisen pituuskasvun likiarvo.

— Laskettiin puun pituuden puolivälistä mitattujen läpimittojen ja rinnankorkeusläpimittojen suhteet. Saatua suhdelukuvaa korjattiin TIHOSEN (1961) kapenemistaulukoiden avulla sille tasolle, mitä JONSONIN taulukoiden muotosuhde edellyttää. Korjausermin suuruus säilyi normaalisti 1—15 prosenttiyksikön rajoissa.

— Määritettiin graafisista tauluista puun kuutiomäärä 5, 10 ja 15 vuotta sitten.

— Saatua kuutiomäärien erotuksia käytettiin tasoittamattomina kuvaamaan läpimitaluokan viisivuotiskasvun kasvu.

— Näin lasketut kuutiokasvuluuvut olivat

kuorellisia. Ne muutettiin kuorettomiksi ILVESSALON (1965) esittämien keskimääräiskäyrien avulla.

Käytetty menettely on tuskin johtanut kuutiomäärien osalta tulokseen, joka oleellisesti poikkeaisi tarkkuudeltaan ILVESSALON taulukoista (vrt. OLLINMAA 1953). Yksityisten puiden kuutiomäärissä esiintyvät virheet näyttävät säilyvän samansuuntaisina eri viisivuotiskausina ja siten osittain eliminoituvan.

Poistuma määritettiin piirtämällä koealoit-

tain koeuiden kanto- ja rinnankorkeusläpimittojen vuorosuhdetta kuvaava käyrä. Puulajeittain ja suotyypeittäin laadittiin lisäksi vastaavat keskimääräiskäyrät niitä tapauksia varten, joissa poistuman kantoläpimitat jäivät koeuiden kantokäyrän ulkopuolelle. Poistuma kuutioitiin nykypuuston muototunnuksia käyttäen. Poistuman kasvusadannes oletettiin nykypuuston vastaavan ajankohdan kasvusadannoksen suuruiseksi. Tällä tavoin on ilmeisesti sekä poistuma että sen kasvu mieluummin yli- kuin aliarvioitu.

33. Eräiden tekijöiden huomioonottaminen ojitusalueiden puiden kasvun kehityksessä

331. HARVENNUSHAKKUIDEN VAIKUTUS KASVUUN

Erityisesti VUOKILAN viime vuosina suorittamat tutkimukset (1960 a ja b, 1962 a ja b, 1965 a ja b, 1967) ovat osoittaneet, että harvennushakkuut meidän oloissamme merkitsevät yleensä metsikön kuutiotuotoksen pienenemistä. Toinen asia on, että vaikutuksen tarkkaa suuruutta yksityisen puun tai metsikön kasvuun on useinkin vaikeata mitata, kuten VUOKILAKIN (1960 a) huomauttaa. Epävarmuutta aiheuttavina tekijöinä voidaan mainita esimerkiksi sääsuhteiden aiheuttama kasvunvaihtelu, runkokuodon muuttamisesta johtuvat teknilliset kasvun määritys- vaikeudet jne. Tässä aineistossa hakkuut ovat koealoilla jakaantuneet seuraavasti:

Hakkuun ajankohta	Korvet Koealojen osuus koko aineistosta, %	Rämeet Koealojen osuus koko aineistosta, %
Hakkuin käsittelemättömät	21	26
Harvennus 1–5 vuotta sitten	17	24
Harvennus 6–10 »	43	38
Harvennus 11–15 »	21	14
Harvennus 16–20 »	9	7
Harvennus 21–30 »	9	14

Viidesosalla korpikoealoista harvennushakkuita on suoritettu useammin kuin kerran viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana. Toista viidesosaa ei ole lainkaan hakkuin käsitelty. Samana aikana neljäsosaa rämeiden koealametsiköistä on harvennettu vähintään kahdesti. Toinen neljännes on hakkuin käsittelemättömiä.

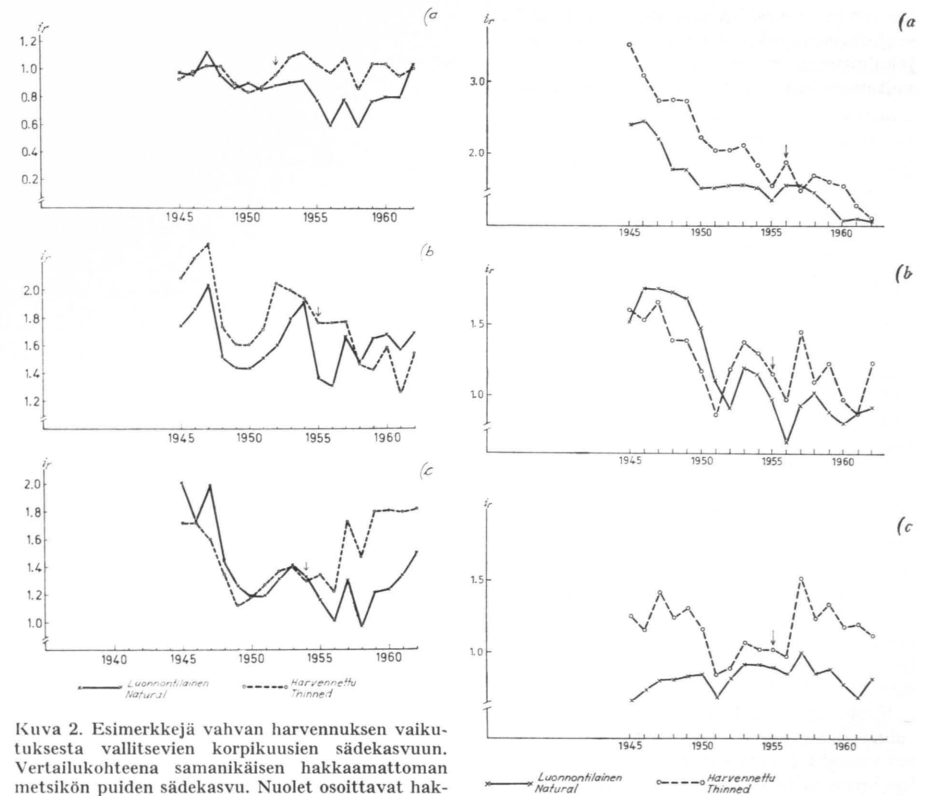
Harvennukset jaettiin voimakkuudeltaan

kolmeen ryhmään, lieviin, keskinkertaisiin ja vahvoihin harvennuksiin, joista ensimmäisessä poistoprosentti on 1–20, toisessa 21–40 ja kolmannessa yli 40 prosenttia kuutiomäärästä. Viimeisen 15 vuoden aikana korpikoealojen harvennuksista 32 prosenttia on ollut lieviä, keskinkertaisia 40 ja vahvoja 28 prosenttia. Vastaavat osuudet rämekoealojen kohdalla ovat 42, 48 ja 10 prosenttia.

Seuraavassa tarkastellaan harvennuksen vaikutusta kuutiokasvuun tapauksissa, joissa hakkuu on suoritettu joko ensimmäisen tai toisen tutkitun viisivuotiskauden alussa. Tällaisia lieviä harvennuksia kertyi korpikoealoista yhdeksän, keskinkertaisia kaksitoista ja vahvoja kymmenen kappaletta. Vastaavat luvut rämekoealojen kohdalla olivat kymmenen, yksitoista ja kolme. Seuraavan asetelman luvut on saatu siten, että metsikön kasvua ennen harvennusta on merkitty sadalla ja harvennuksen jälkeiselle kasvulle sen perusteella laskettu suhteelliset luvut.

	Harvennuksen jälkeinen kasvu, % kasvusta ennen harvennusta	
	kuusi	mänty
Lievä harvennus	104.5 ± 6.7	110.3 ± 7.2
Keskinkertainen harvennus	94.4 ± 9.0	95.1 ± 9.2
Vahva harvennus	77.1 ± 5.7	(67.0 ± 16.2)

Ainakin vahvat harvennukset ovat selvästi alentaneet metsikön kasvua hakkuun jälkeisenä viisivuotiskautena. Tässä työssä päädyttiin kuitenkin käsittelemään koealametsi-



Kuva 2. Esimerkkejä vahvan harvennuksen vaikutuksesta vallitsevien korpikuusien sädekasvuun. Vertailukohtena samanikäisen hakkaamattoman metsikön puiden sädekasvu. Nuolet osoittavat hakkuuvuotta.

Fig. 2. The influence of heavy thinning on the radial growth of dominant and codominant spruce growing in spruce swamps. Comparison with that of stands of similar age which had not been cut. Arrows indicate year of cutting.

köitä yhtenä ryhmänä harvennuksista ja sen voimakkuusasteesta riippumatta (vrt. HEIKURAINEN 1959). Näin siksi, että aineiston määrä ei sallinut sen jakamista useaan ryhmään. Toisaalta on huomattava, että tarkasteltaessa kasvua kuutiomäärän funktiona hakkuun vaikutus metsikön kasvuun osittain eliminoituu sillä osalla kasvukäyrää, missä kasvuluvut vielä kohoavat kuutiomäärän nousussa.

Myös koeuiden kasvun analyysit on suoritettu metsiköiden käsittelystä riippumatta. VUOKILA (esim. 1960 a) on esittänyt, miten harvennushakkuut vaikuttavat männyn sä-

Kuva 3. Esimerkkejä harvennuksen vaikutuksesta vallitsevien rämemäntyjen sädekasvuun. Vertailukohtena samanikäisen hakkaamattoman metsikön puiden sädekasvu. a. lievä, b. keskinkertainen ja c. vahva harvennus. Nuolet osoittavat hakkuuvuotta.

Fig. 3. The influence of thinning on the radial growth of dominant and codominant pine growing in pine swamps. a. light, b. moderate, and c. heavy thinning. Comparison with that of stands of similar age which had not been cut. Arrows indicate year of cutting.

dekasvuun eri osissa runkoa. Lähellä puun tyveä sädekasvun lisääntyminen on suurinta ja vähentyy latvaa kohti. Harvennuksen vaikutuksesta vallitseviin latvuserroksiin kuuluvien puiden kehitykseen nähdään esimerkkejä kuvissa 2 (kuusi) ja 3 (mänty). MIKOLA (1950) on todennut, että harvennuksen aiheuttama reaktio rinnankorkeudelta mitattuun sädekasvuun menee ohi noin kymmenessä vuodessa. Tässä tutkitut koealat oli

harvennettu keskimäärin kertaalleen ojituksenjälkeisenä aikana. Kun suoritettavat hakkuut jakaantuvat eri vuosille ja vuosikymmenille, voitaneen katsoa, että esitettävät sädekasvu-

332. SÄÄSUHTEIDEN AIHEUTTAMA KASVUNVAIHTELU

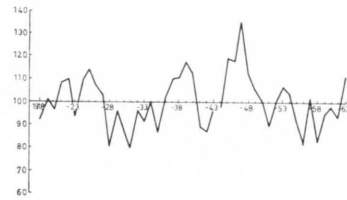
Jo useita vuosikymmeniä on Pohjoismaissa korostettu, että sääsuhteiden aiheuttaman kasvunvaihtelun huomiotta jättäminen voi johtaa vakaviin virhepäätelmiin (esim. KOLMODIN 1923, BOMAN 1927, RUDEN 1935). Eräiden pohjoismaisten selvitysten perusteella oli hyviä toiveita olettaa, että ojitettujen turvemaiden metsiköissä voitaisiin sääsuhteiden aiheuttaman kasvunvaihtelun eliminointiin käyttää etupäässä kangasmaiden metsille laskettuja yleisindeksejä (ILVESSALO 1942, EKLUND 1944). Myös MIKOLA (1950) korostaa, että suojuustoille laaditut indeksisarjat ovat varsin yhdenmukaisia kangasmaiden metsien sarjojen kanssa. Toisaalta hän yhtyy EIDEN (1926) ja BOMANIN (em. teos) havaintoihin, joiden mukaan suojuustojen kasvussa esiintyvät pitkäaikaiset vaihtelut ovat jyrkempiä ja selvempiä kuin kangasmaiden metsiköissä.

Kuitenkin katsottiin välttämättömäksi suorittaa suppea selvitys yleisindeksien soveltuvuudesta kerätyn aineiston kasvunvaihtelun kuvaamiseen. Aineiston joukosta valittiin 13 kuusikko- ja 16 männikkökoeloa, joita ei tutkittuna aikana ollut hakkuin käsitelty. Tarkasteltavat koepuut valittiin vallitsevasta latvuseroksesta. Kuusikoepuiden kokonaismääräksi saatiin 137 ja männyn 171.

Koealoittain laskettiin vuotuisten lustonleveyksien keskiarvot. Kokeilemalla pyrittiin löytämään paras mahdollinen tasoituskuvaaja kunkin koealan «ilmastollisen keskimääräistason» määrittämistä varten. Kokeiluissa havaittiin, että huomattavasti ennen ojitusta syntyneissä metsiköissä suoraviivainen tasoitus johti järkevimpään tuloksiin. Nuoremmissa puustoissa toisen asteen kuvaaja näytti soveltuvan parhaiten. Hyperbelitasoitus antoi tulokseksi kuvaajan, joka tutkitun ajanjakson alussa asetui joko liian ylös tai alas, ilmeisesti jaksojen lyhyiden vuoksi (vrt. MIKOLA 1950).

Koealoittaisille vuotuisille lustonleveyksille laskettiin suhteelliset arvot sadalla mer-

sarjat keskimäärin edustavat lievästi harvennettuja suometsiköitä. Puuston erilaisen käsittelyn vaikutus ilmenee ennen muuta sarjojen sisäisen vaihtelun suuruutena.

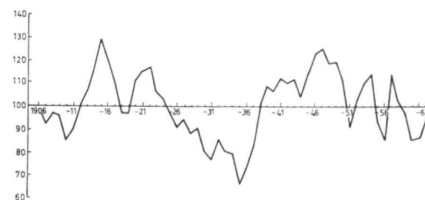


Kuva 4. Kuusen kasvuindeksit vuosilta 1918... 1962.

Fig. 4. Growth indexes for the period 1918... 1962 for spruce.

kityn tasoitusviivan ja mitatun lustonleveyden suhteena. Koealojen koepuuluvulla painottaen laskettiin sekä kuuselle että männyn keskimääräiset kasvuindeksit (kuvat 4 ja 5). Kuusen indeksisarja ulottuu vuosiin 1918... 1962 ja männyn 1906... 1962.

Yleisindeksien käyttökelpoisuuden selvittämiseksi suoritettiin korrelaatiolaskelmia, joissa verrattiin toisaalta luonnontilaisten soiden puustoille (MIKOLA 1950), toisaalta kangasmaiden puustoille (ILVESSALO 1962) laskettuja indeksisarjoja tässä tutkittujen metsikköjen indekseihin. Seuraavasta asetelmasta nähdään männyn indeksisarjojen keskinäiset korrelaatiokertoimet vuosilta 1906... 1944.



Kuva 5. Männyn kasvuindeksit vuosilta 1906... 1962.

Fig. 5. Growth indexes for the period 1906... 1962 for pine.

	Korrelaatiokerroin
Luonnontilaiset — ojitettujen turvemaat	0,850
Ojitettujen turvemaat — kankaat	0,439
Luonnontilaiset suot — kankaat	0,377

Laskelma osoittaa, että luonnontilaisten ja ojitettujen turvemaiden männiköissä kasvunvaihtelut ovat melko kiinteästi yhdenmukaisia. Kangasmaiden ja soiden männiköiden keskinäiset vuorosuhteet ovat sen sijaan heikonlaisia.

Vastaavanlainen laskelma suoritettiin kuuselle vuosilta 1918... 1944.

	Korrelaatiokerroin
Luonnontilaiset — ojitettujen turvemaat	0,640
Ojitettujen turvemaat — kankaat	0,710
Luonnontilaiset turvemaat — kankaat	0,571

Tulokset poikkeavat siis melko selvästi männyn esitetystä. Keskinäiset erot kuusen indeksisarjoissa ovat vähäisempiä ja korrelaatiokertoimet ensimmäistä vertailuparia lukuunottamatta selvästi korkeampia kuin männyn. Ainakin yhtenä selityksenä erilaiselle käyttäytymiselle tässä suhteessa voitaneen pitää sitä, että yleisindeksien kuuset ovat ilmeisesti pääasiassa peräisin tuoreilta, männyn kuivilta kankailta.

Soiden ja kangasmaiden indeksejä yksityiskohdittain toisiinsa verrattaessa havaittiin, että vuotuisten vaihteluidensa suunnan ja suuruuden puolesta ojitettujen turvemaiden ja kangasmaiden indeksit ovat varsin yhdenmukaisia. Vaihtelun jaksottaisuuden suhteen ne sen sijaan näyttävät poikkeavan toisistaan. Asia selvinnee sivun alareunassa olevasta asetelmasta, jossa esitetään kangasmaiden ja ojitettujen soiden metsiköille kasvuindeksien viisivuotiskausittaiset keskiarvot.

Havaitaan, että turvemailla kasvuindeksit ovat molemmilla puolajilla 1940-luvulla korkeampia, mutta 1920- ja 1930-luvulla selvästi alempia kuin kangasmailla.

Edellä esitetyn perusteella on tullut päätelmään, että yleisindeksien käyttö turvema-

	1910	1915	1920	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955
Kuusi	-14	-19	-24	-29	-34	-39	-44	-49	-54	-59
Kankaat			116	111	107	108	95	97	90	89
Turvemaat			104	100	92	105	97	118	100	91
Mänty										
Kankaat	99	106	117	98	98	93	86	109	106	98
Turvemaat	99	111	111	93	81	87	109	120	106	99

den metsiköiden kasvunvaihtelun kuvaamiseen on oikeutukseltaan epävarmaa ja saattaa johtaa virheisiin ainakin ilmastollisesti poikkeuksellisinä jaksoina.

Toisaalta on todettava, että ojitettujen turvemaiden puustoille laaditut indeksisarjat ovat epävarmoja, ennen kaikkea tutkitun ajanjakson lyhyiden vuoksi. Niinpä koepuiden sädekasvua koskevat tulokset on tässä työssä esitetty ilman ilmastollisia korjauksia. Sädekasvun ojituksenjälkeistä kehitystä kuvaavia lukusarjoja graafisesti tasoitettaessa on ainakin osa sääsuhteiden aiheuttamaa kasvunvaihtelua tullut eliminoiduksi.

Viimeisen 15 vuoden kasvun kuvaamisessa päästäisiin laadituilla indekseillä ilmeisesti parempaan tulokseen kuin yleisindekseillä. Kolmelta viimeiseltä viisivuotiskaudelta lasketut keskimääräiset indeksit ovat:

	1958—62	1953—57	1948—52
Kuusi	96	97	101
Mänty	94	104	109

Kuusen osalta viisivuotiskauskojen keskimääräiset indeksit ovat niin lähellä toisiaan, että erot nähtävästi jokseenkin säilyvät virhemahdollisuusrajoihin. Männyn vastustavat erot ovat suurempia. Metsiköiden kasvukuvaa ei kuitenkaan ole kummankaan puolajin vallitsemissa metsiköissä muutettu indeksiin osoittamalla tavalla, vaan ne on esitetty korjaamattomina. Näin on menetelty sen vuoksi, että on kyseenalaista, missä määrin tässä esitetyn aineiston «ilmastollinen keskimääräistaso» olisi ollut korjauksen jälkeen sama kuin vertailukohteina olevissa muiden metsikköaineistojen kasvunkuvauksissa.

Myös koivun osuus on erällä koealoilla huomattava, ja sen kasvuindeksien selvittäminen olisi sen vuoksi ollut tarpeellista. Hakkuin käsittelemättömiltä koealoilta mitatun koivukoepuiden määrä jäi kuitenkin niin vähäiseksi, ettei laskelmien suorittamista katsottu tarkoituksenmukaiseksi.

4. TUTKIMUKSEN TULOKSET

41. Koepuiden kasvun analyysit

411. PUIDEN IÄN JA LÄPIMITAN VAIKUTUS NIIDEN OJITUKSENJÄLKEISEEN KESKIMÄÄRÄISEEN SÄDEKASVUUN

Kuten edellä koepuuaineiston käsittelyä koskevassa luvussa selostettiin, koepuiden ojituksenjälkeistä kehitystä on tutkittu suotyypin, puulajin, latvuserroksen sekä ojitushetkelle mitatun rinnankorkeus- ja -läpimitan mukaisissa ryhmissä. Tässä luvussa tarkastellaan kahden viimeksimainitun tekijän vaikutusta puiden sädekasvuun sekä tekijöiden keskinäisiä vuorosuhteita. Laskelmien perustana on ollut koepuiden ojituksenjälkeinen keskimääräinen sädekasvu.

Sädekasvun havainnot on tässä kuten yohemmillä esitetty viisivuotiskausien lustonleveyksien summina. Sädekasvun suuruutta kuvaavien lukujen yhteyteen on merkitty havainnoille laskettu keskiarvon keskiarvoon kuvaamaan vaihtelun suuruutta.

Ojitushetken jälkeen rinnankorkeuden saavuttaneiden puiden sädekasvu on laskettu jakamalla lastun pituus kunkin puun todellisella iällä. Keskiarvon keskiarvoon laskemiseksi täydennettiin lähinnä ydintä olevan viisivuotiskauden lustot viittä vuotta vastaviksi. (Todellisuudessa lustojen lukumäärä vaihteli yhdestä viiteen.)

Niissä kotimaisissa tutkimuksissa, joilla on selvitetty, mitkä tekijät eniten vaikuttavat suometsien ojituksenjälkeiseen kasvuun, on usein keskitytty tarkastelemaan suopuiden kasvun elpymistä, siis ojituksenjälkeisen ja ennen ojitusta vallinneen kasvun erotusta. Tällöin on todettu, että elpymisen suuruus riippuu paitsi puun iästä, myös sen koosta ojitushetkellä (esim. LUKKALA 1937). HEIKURAINEN ja KUUSELA (1962) osoittivat, että mitä pitempiä puut ennen ojitusta ovat, sitä heikompi on niiden elpymiskyky. Myös rinnankorkeusläpimitan suurentuminen vaikutti samaan suuntaan. Koska elpymisen suuruus riippuu paitsi puun ojituksenjälkeisen myöskin ojitusta edeltäneen kasvun määrästä, sen

selittävyys nimenomaan eri tekijöiden tärkeysjärjestyksen osoittamisessa saattaa olla epävarmaa. Sen vuoksi puun iän ja koon vaikutuksen uudelleenarviointi on tässä työssä katsottu aiheelliseksi.

Puiden iän ja koon välillä vallitsee yleensä positiivinen korrelaatio myös luonnontilaisilla soilla. HEIKURAINEN ja KUUSELA (em. teos) ovat lisäksi todenneet, että vuorosuhde puun iän ja sen rinnankorkeusläpimitan välillä on kiinteämpi kuin esimerkiksi iän ja puituuden. Seuraavassa asetelmassa esitetään, mikä on ollut vallitsevien puiden keskimääräinen kuoreton läpimitta ojitushetkellä eri ikäluokissa.

Suotyyppi ja puulaji	Ikäluokka				
	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
RhK - ku	1.2	6.2	7.8	9.1	16.0
VK - ku	1.3	3.9	7.2	9.1	12.3
RhK - VK - mä	1.5 ¹	—	6.6	15.3 ²	—
VSR - mä	1.9	4.2	8.1	13.0 ²	—
IR - mä	1.6	4.2	5.7	9.3	11.9

¹ Ikäluokka 1-30

² Ikäluokka ≥ 51

Todetaan, että koepuiden läpimitta eri ryhmissä kasvaa tasaisesti nuorimmasta vanhimpaan ikäluokkaan. Seuraavaan asetelmahan on laskettu vallitsevien koepuiden keski-ikä eri läpimittaluokissa.

Suotyyppi ja puulaji	Läpimittaluokka ojitushetkellä, cm				
	0.1-4.0	4.1-8.0	8.1-12.0	≥ 12.1	
RhK - ku	19	46	47	64	
VK - ku	20	41	54	63	
VSR - mä	14	31	42	63	
IR - mä	16	39	59	71	

Taulukko 5. Ojituksenjälkeisen keskimääräisen sädekasvun riippuvuus puiden iästä ja ojitushetken rinnankorkeusläpimitasta vallitsevien latvuserrosten puilla.

Table 5. Dependence of the average radial increment on the age and breast height diameter of dominant and codominant trees at the time of ditching.

Puulaji Tree species	Suotyyppi Site	a	d _u (ojitushetkellä — at the time of ditching)				Keskimäärin Average
			0.1-4.0	4.1-8.0	8.1-12.0	≥ 12.1	
Kuusi Spruce	RhK	1-10	10.69 ± 0.35	—	—	—	10.69 ± 0.35
		11-30	9.21 ± 0.52	8.29 ± 0.37	8.71 ± 0.50	—	8.61 ± 0.25
		31-50	10.08 ± 0.54	8.71 ± 0.32	6.80 ± 0.25	6.69 ± 0.31	8.16 ± 0.18
		51-70	—	6.20 ± 0.29	7.10 ± 0.26	8.72 ± 0.56	7.19 ± 0.29
		71+	—	5.67 ± 0.47	6.30 ± 0.59	5.43 ± 0.12	5.66 ± 0.18
	Keskimäärin Average		10.26 ± 0.26	7.79 ± 0.19	7.13 ± 0.17	6.42 ± 0.18	—
Mänty Pine	VK	1-10	9.36 ± 0.21	—	—	—	9.36 ± 0.21
		11-30	8.44 ± 0.17	7.96 ± 0.19	(7.35 ± 0.55)	—	8.23 ± 0.12
		31-50	6.85 ± 0.31	6.68 ± 0.13	6.34 ± 0.15	6.12 ± 0.17	6.56 ± 0.09
		51-70	(8.88 ± 0.63)	6.44 ± 0.23	5.82 ± 0.19	5.94 ± 0.24	6.20 ± 0.13
		71+	(9.81 ± 1.83)	(7.02 ± 0.38)	4.73 ± 0.24	4.86 ± 0.19	5.30 ± 0.16
	Keskimäärin Average		8.57 ± 0.12	6.98 ± 0.10	5.88 ± 0.11	5.53 ± 0.12	—
Mänty Pine	VSR	1-10	7.37 ± 0.14	(6.27 ± 1.13)	—	—	7.34 ± 0.14
		11-30	7.03 ± 0.14	6.80 ± 0.13	6.33 ± 0.40	—	6.87 ± 0.11
		31-50	6.63 ± 0.25	6.14 ± 0.13	5.83 ± 0.15	5.52 ± 0.31	6.07 ± 0.05
		51+	—	5.54 ± 0.43	(7.21 ± 0.38)	3.66 ± 0.14	4.75 ± 0.15
		Keskimäärin Average		7.16 ± 0.09	6.44 ± 0.09	6.14 ± 0.15	4.09 ± 0.10
	Mänty Pine	IR	1-10	7.31 ± 0.13	—	—	—
11-30			6.05 ± 0.13	6.50 ± 0.13	4.49 ± 0.32	—	6.15 ± 0.09
31-50			6.26 ± 0.20	6.05 ± 0.13	5.31 ± 0.26	—	6.00 ± 0.10
51-70			(5.17 ± 1.02)	5.08 ± 0.12	4.99 ± 0.12	4.43 ± 0.15	4.92 ± 0.08
71+			(5.87 ± 0.65)	4.01 ± 0.35	4.53 ± 0.17	4.35 ± 0.19	4.45 ± 0.12
Keskimäärin Average			6.62 ± 0.10	5.92 ± 0.09	4.91 ± 0.11	4.39 ± 0.14	—

Suurimman läpimittaluokan puut ovat siis keskimäärin 40-50 vuotta vanhempia kuin pienimmän. Tutkitaanpa näin muodoin kumman tahansa tekijän vaikutusta ojituksenjälkeisen sädekasvun suuruuteen, tuloksiin on osaltaan vaikuttamassa myös samassa suunnassa muuttuva toinen tekijä. Tämän vuoksi päädyttiin menetelmään, missä läpimitan vaikutusta ojituksenjälkeiseen sädekasvuun tarkastellaan ikäluokkien puitteissa. Menetelmän haittana on, että yksikköhavaintojen epävarmuus kasvaa. Näin tapahtuu osin siksi, että koepuiden määrä tietyssä läpimitta- ja ikäluokassa on tietysti paljon pienempi kuin pelkästään läpimitan mukaan ryhmitellen. Samalla pääsevät vaikuttamaan paljon suuremmalla painolla sellaiset häirit-

sevät tekijät kuin kasvualustan viljavuuden erilaisuus, koealojen suurilmastollisesti erilainen sijainti, hakkuut jne., jotka eivät välttämättä näy edes vaihtelun suuruutta kuvaavien tunnusten kasvamisena.

Tarkastelu rajoitettiin koskemaan ainoastaan vallitsevien latvuserrosten puita, joissa ainakin hakkuiden aiheuttama vaihtelu esiintyy lievempänä kuin koko koepuuaineistossa. Myös aidoissa korvissa kasvaneet männyt jätettiin tämän tarkastelun ulkopuolelle niiden vähäisen lukumäärän vuoksi. Tulokset on koottu taulukkoon 5. Siinä on merkitty sulkeisiin ne ryhmät, joissa on vain muutama puu ja joiden tulokset ovat sen vuoksi hyvin epävarmoja.

Havaitaan, että puun iällä ja ojituksen-

Taulukko 6. Eri-ikäisten koepuiden ojituksenjälkeinen keskimääräinen sädekasvu.

Table 6. Post-drainage average radial increment of sample trees of different age.

Latvuskerros Crown class	Suotyppi Site	Puulaji Tree species	a						
			≤ 10	9-0	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
			Ojituksenjälkeinen keskim. sädekasvu, mm/5 v. Post-drainage average radial increment, mm./5 years						
Vallitsevien latvuskerrosten koepuut Dominant + co-dominant sample trees	RhK	Kuusi Spruce	11.58 ± 0.19	10.89 ± 0.21	10.69 ± 0.35	8.61 ± 0.25	8.16 ± 0.18	7.19 ± 0.29	5.66 ± 0.18
	VK	Kuusi Spruce	10.38 ± 0.18	10.55 ± 0.13	9.36 ± 0.21	8.23 ± 0.12	6.56 ± 0.09	6.20 ± 0.13	5.30 ± 0.16
	RhK -VK	Mänty Pine	10.31 ± 0.15	9.27 ± 0.21	7.94 ¹ ± 0.24	—	6.98 ± 0.28	5.19 ² ± 0.15	—
	VSR	Mänty Pine	9.19 ± 0.15	8.80 ± 0.16	7.34 ± 0.14	6.87 ± 0.11	6.07 ± 0.09	4.75 ² ± 0.15	—
	IR	Mänty Pine	8.86 ± 0.16	7.84 ± 0.14	7.31 ± 0.13	6.15 ± 0.09	6.00 ± 0.10	4.92 ± 0.08	4.45 ± 0.12
Kaikki koepuut All sample trees	RhK	Kuusi Spruce	9.40 ± 0.13	9.24 ± 0.15	9.52 ± 0.30	7.12 ± 0.19	7.35 ± 0.17	6.33 ± 0.16	5.66 ± 0.18
	VK	Kuusi Spruce	8.05 ± 0.12	9.02 ± 0.10	7.61 ± 0.16	6.86 ± 0.11	5.95 ± 0.08	5.66 ± 0.12	4.75 ± 0.13
	RhK -VK	Mänty Pine	9.75 ± 0.14	9.01 ± 0.20	7.94 ¹ ± 0.24	—	6.55 ± 0.25	5.16 ² ± 0.14	—
	VSR	Mänty Pine	8.60 ± 0.12	8.06 ± 0.14	7.17 ± 0.13	6.58 ± 0.10	5.97 ± 0.09	4.75 ² ± 0.15	—
	IR	Mänty Pine	7.68 ± 0.12	7.14 ± 0.12	6.78 ± 0.14	5.90 ± 0.08	5.85 ± 0.10	4.69 ± 0.08	4.35 ± 0.11

aikaisella rinnankorkeusläpimitalla on keskimäärin hyvin samantapainen vaikutus ojituksenjälkeiseen keskimääräiseen sädekasvuun. Mitä vanhempia ja suurempia puut ovat, sitä pienemmäksi niiden kasvu jää.

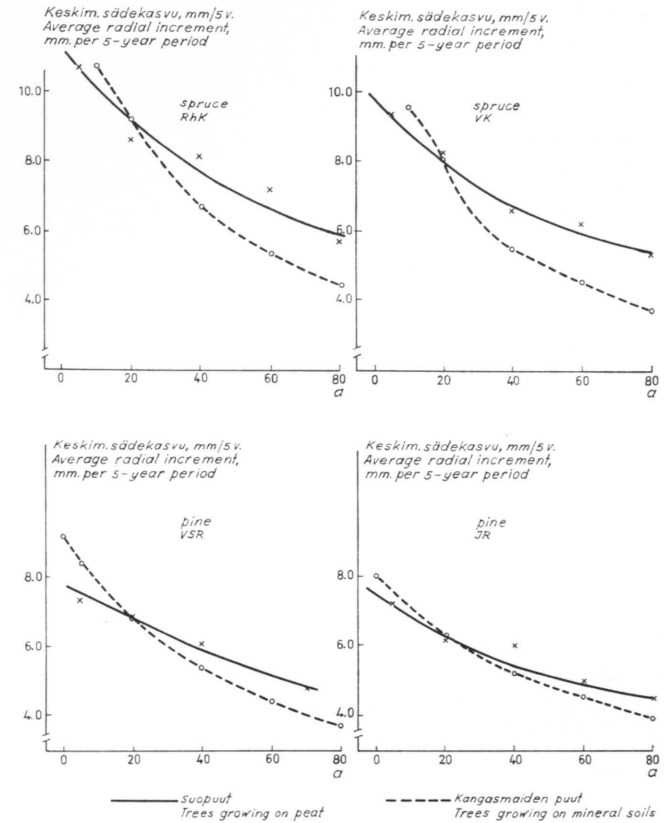
Yksityiskohdittain taulukkoa tarkastellen näyttäisi siltä, että ojitusenaikaisella läpimitalla on pienempi vaikutus ainakin kuusen ojituksenjälkeiseen sädekasvuun kuin iällä. Sama pitänee paikkansa myös männyn osalta, vaikka sillä sädekasvu selvästi pienenee myös ikäluokan sisällä läpimitan suuretessa.

Kun puiden ojitushetkellä mitattujen iän ja läpimitan välinen korrelaatio on kiinteä, kuten edellä todettiin, ei tunnut tarkoitusmukaiselta esittää tuloksia molempien tekijöiden mukaan ryhmitellen. Samasta syystä ei pidetty järkevänä laatia regressiolaskelmia, missä molemmat tekijät olisivat esiintyneet yhtäaikaaisesti. Tästä syystä ojituksenjälkeistä sädekasvuun kulkua päätettiin tutkia pelkästään puiden rinnankorkeusläpimitalla, koska tämän tekijän vaikutus näytti olevan keskimäärin hieman suurempi kuin läpimitan. Lisäksi ikä ryhmit-

telyperusteena käyttäen saatiin myös ojituksen jälkeen rinnankorkeuden ohittaneet puut vaivatta sopimaan samaan tarkasteluun.

Eri ryhmien koepuumääristä havaittiin, että vallittujen puiden osuus on sitä suurempi, mitä nuoremasta ikäluokasta on kysymys (vrt. s. 20). Toisaalta erilaiset puuston käsittelyt aiheuttavat suurinta vaihtelua ilmeisesti juuri vallittujen latvuskerrosten puihin. Näistä syistä pääosa päätelmiä perustuu vallitseviin latvuskerroksiin kuuluvien koepuiden kasvun kulun tarkasteluun.

Taulukkoon 6 on koottu tiedot sekä vallitsevien että kaikkien koepuiden ojituksenjälkeisestä kasvusta ojitushetken rinnankorkeusläpimituksen mukaisissa luokissa. Havaitaan, että vanhimpien ikäluokkien ojituksenjälkeinen sädekasvu on vallitsevilla puilla ollut noin puolet ojituksen jälkeen rinnankorkeuden saavuttaneiden puiden kasvusta. Kaikkien koepuiden kohdalla ero on samansuuntainen, mutta pienempi, mikä johtuu vallittujen latvuskerrosten puiden osuuden vaihtelusta eri ikäluokissa.



Kuva 6. Suopuiden ojituksenjälkeisen keskimääräisen sädekasvun riippuvuus niiden iästä ojitushetkellä. Vertailukohteina kangasmaapuiden normaalikehitys.

Fig. 6. Dependence of the average post-drainage radial increment of peatland trees on their age at the time of ditching. Comparison with the normal development of trees growing on mineral soils.

Kuvassa 6 esitetään ennen ojitusta rinnankorkeuden saavuttaneita vallitsevia puita koskevat taulukon 6 arvot graafisesti tasoitettuina. Samaan kuvaan on liitetty myös Etelä-Suomen kangasmailla kasvaneiden puiden sädekasvuun vastaavaa kehitystä kuvaavat suhteelliset käyrät. Ne on kuusten ja puolukkatyyppin mäntyjen osalta laskettu MIKOLAN (1950) esittämistä, puiden vuotuista lustonleveyden iännukaista kaventumista osoittavista kuvaajista seuraavasti: Lustonleveydelle annettiin rinnankorkeusällä 20 arvoksi

sata. Vuotuista kaventumista osoittavan prosenttisen kuvaajan perusteella laskettiin suhteelliset lustonleveydet aina 140 vuoden iälle saakka. VT-mäntyjen osalta jouduttiin kuvaaja ekstrapoloimaan 20 vuoden matkalta. Iänkohdilta 21...70, 41...90, 61...110 ja 81...130 laskettiin taulukon 5 lukuja vastaavat keskiarvot. Kuvaajat piirrettiin akselistoon antamalla keskimääräiselle sädekasvulle sama arvo, mikä suopuilla on ojitushetken rinnankorkeusällä 20 vuotta. CT-mäntyjen sädekasvuun kuvaaja on konstruoitu peri-

aatteessa samalla tavalla, mutta ILVESSALON (1920 a) esittämien kasvulukujen perusteella («juokseva viisivuotiskausittainen vahvuuskasvu»), koska MIKOLAN (em. teos) Etelä-Suomen CT-mäntyjä koskeva kuvaaja päättyy jo iänkohtaan 60 vuotta.

Kangasmaiden puiden keskimääräistä sädekasvua kuvaavat käyrät laskevat jyrkemmin kuin suopuiden vastaavat kuvaajat. Osin erotus saattaa johtua siitä, että valtaosa suometsäkoivusta on harvennushakkuin käsiteltyjä. Harvennushakkuiden vaikutus näihin

412. KOEPUIDEN SÄDEKASVUN, PINTAKASVUN JA LÄPIMITAN OJITUKSEN-JÄLKEINEN KEHITYS

4121. Sarjojen esitystapa ja vertailu-aineistot

Puiden juoksevaa sädekasvua on tarkasteltu viisivuotiskausittain mittaushetkestä puun ytimeen. Tarkastelua varten on koepuuryhmät yhdistetty ojitusketken mukaan. Tämän vuoksi mittaushetkeä lähinnä olevan viisivuotiskauden sädekasvu on usein aikaisempia kausia epävarmempi.

Sädekasvua koskevat laskelmat on tehty erikseen sekä kaikille että vallitsevien latvuserosten puille. Nämä tulokset on esitetty sekä taulukkoina (esim. taulukot 7 ja 8, ss. 33 ja 34) että vallitsevien puiden osalta myös piirroksina (esim. kuva 7, s. 35).

Ensimmäisnäyttiläisiin on viisivuotiskausien sädekasvujen keskiarvot merkitty sellaisinaan. Piirroksissa alkuperäiskeskiarvot on graafisesti tasoitettu. Tässä yhteydessä huomattava osa sääsuhteiden aiheuttamaa kasvunvaihtelua lienee eliminoitunut. On huomattava, että taulukoihin merkitty luku «vuosia ojituksesta» kuvaa keskimääräistä aikaa, mikä ojitusketkestä on kulunut asianomaisen viisivuotiskauden puoliväliin. («0 vuotta ojituksesta» tarkoittaa siis, että mitatun viisivuotiskauden lustoista 0—4 kappaletta on syntynyt ojituksen jälkeen.) Piirroksissa mittausjakson sädekasvu on merkitty sen viimeisen vuoden kohdalle.

Läpimitan ja pintakasvun (jälkimmäisellä tarkoitetaan puun rinnankorkeudelta mitatun poikkileikkauspinta-alan eli pohjapinta-alan kasvua) kehityksen tarkastelussa on keskitytty vallitseviin puihin. Tulokset on esitetty piirroksina, joihin on merkitty sekä

tuloksiin tuskin kuitenkaan on kovin huomattava sen vuoksi, että hakkuut vaikuttavat kaikenikäisiin koepuihin jokseenkin samalla painolla. Pääosa kuvaajien suunterosta kuvastanee sitä, että vanhat suopuut kykenevät ojitusalueilla kasvamaan suhteellisesti paremmin kuin samanikäiset kangasmailla. Luonnonmetsien soiden puut ovat siis «fysiologisesti nuorempia» kuin samanikäiset säännöllisesti kehittyneet kangasmaan puut.

alkuperäisarvot että graafisesti tasoittamalla saatu kuvaaja.

Osittain ratkaisemattomaksi jääneenä ongelmana on ollut sopivien vertailukohteiden löytäminen kangasmailla mitatuista metsiköistä. Niinpä erilaisten puustojen keskiläpimitan kehityksestä esitetyt tiedot (esim. ILVESSALO 1920 a ja b, NYSSÖNEN 1954, VUOKILA 1956) eivät ole vertailukelpoisia, koska metsikön keskiläpimita koostuu hyvin erilaisesta puiden lukumäärästä sen eri ikävaiheissa. Sen sijaan ILVESSALON (1920 a) luonnonnormaaleille kangasmaametsiköille esittämiä valtapuiden «vahvuuden ja vahvuuskasvun» lukuja on käytetty kaikissa tapauksissa yhtenä vertauskohtana vallitsevien suopuiden kehitystä tarkasteltaessa.

Kun tämän tutkimuksen materiaali muodostuu metsiköistä, jotka ovat keskimäärin kerran ojituksen jälkeen joutuneet hakkuun kohteeksi, on ollut oleellisen tärkeää hakea vertauskohteita myös harvennuksin käsitellyistä kangasmaametsiköistä. Tällaisia sädekasvutarjoja on kuitenkin julkaistu erittäin vähän (esim. MIKOLA 1950, VUOKILA 1960 a) ja nekin yleensä vain esimerkkeinä kuvaamaan harvennusvaikutuksen kestoaikaa tai suuruutta rungon eri osissa. Tästä syystä on katsottu välttämättömäksi laatia kangasmaakuusikoiden ja -männiköiden läpimitan kehitystä kuvaavat sarjat. Työ suoritettiin seuraavasti:

Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosaston kestokoealajoukosta valittiin ne Etelä- ja Keski-Suomessa olevat OMT- ja MT-kuusikko- sekä MT-, VT- ja CT-männikkökoalat, joita oli käsitelty lievin

Taulukko 7. Kuusikoeuiden sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys ruoho- ja heinäkorvissa.

Table 7. Post-drainage radial increment of sample trees of spruce in herb-rich spruce swamps.

Vuosia ojituksesta Years after drainage	a						
	≤ - 10	- 9-0	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
	i _r 5						
- 5	-	-	-	6.09 ± 0.56	3.43 ± 0.38	2.95 ± 0.30	3.95 ± 0.51
0	-	-	5.39 ± 0.71	6.12 ± 0.64	3.40 ± 0.33	2.54 ± 0.32	3.77 ± 0.57
5	-	10.58 ± 0.53	9.82 ± 1.42	8.29 ± 0.71	5.78 ± 0.42	4.41 ± 0.55	5.26 ± 0.58
10	-	12.40 ± 0.56	10.10 ± 1.04	9.14 ± 0.62	8.24 ± 0.52	8.09 ± 0.67	6.62 ± 0.61
15	10.84 ± 0.43	10.45 ± 0.50	10.24 ± 1.03	8.30 ± 0.67	8.38 ± 0.49	8.22 ± 0.56	6.52 ± 0.64
20	10.87 ± 0.44	9.83 ± 0.51	9.87 ± 0.92	7.21 ± 0.56	7.34 ± 0.52	6.26 ± 0.33	5.50 ± 0.53
25	9.98 ± 0.34	9.89 ± 0.46	10.06 ± 0.83	7.76 ± 0.58	8.76 ± 0.62	7.06 ± 0.44	6.52 ± 0.67
30	9.05 ± 0.37	9.07 ± 0.42	10.33 ± 0.79	6.87 ± 0.62	8.14 ± 0.59	6.65 ± 0.39	6.12 ± 0.65
35	8.49 ± 0.37	7.81 ± 0.42	9.23 ± 0.81	6.24 ± 0.54	7.23 ± 0.48	6.48 ± 0.44	5.37 ± 0.43
40	8.14 ± 0.37	6.78 ± 0.42	8.11 ± 0.74	5.36 ± 0.40	6.39 ± 0.45	5.20 ± 0.38	4.42 ± 0.41
45	8.33 ± 0.42	7.50 ± 0.40	8.41 ± 0.85	5.83 ± 0.43	6.44 ± 0.51	5.10 ± 0.39	4.46 ± 0.41
50	7.97 ± 0.58	7.29 ± 0.80	8.72 ± 0.81	5.99 ± 0.68	6.79 ± 0.46	5.77 ± 0.46	5.78 ± 0.52

tai keskivahvoin harvennuksin, ja joista oli olemassa vähintään neljä perättäistä mittaustulokset. Kultakin koealalta valittiin sen koosta riippuen 15—30 viimeisessä inventoinnissa paksuimmaksi mitattua puuta, joiden eri inventoinneissa mitatut läpimitat merkittiin muistiin ja laskettiin läpimittojen keskiarvot eri mittauskerroilla. Keskiarvojen katsottiin edustavan metsikön valtapuiden keskimääräistä läpimittaa kullakin mittauskerralla. Saadut keskiarvot merkittiin millimetripaperille, yhdistettiin toisiinsa murtoviivaksi, jolta luettiin koealan valtapuiden viisivuotiskausittainen kehitys. Koealoittaiset läpimittalukemat yhdistettiin toisiinsa käyttäen metsikön ikää yhteisenä tekijänä. Syntynyt läpimittasarja muutettiin kuorettomaksi ILVESSALON (1948) taulukoiden avulla, tasoitettiin graafisesti ja laskettiin sen avulla iänmukaiset sädekasvuluvut.

Koska pohjana ollut kestokoealajoukko oli kovin niukka, CT-männiköissä vain kolme,

muissa ryhmissä 5 tai 6 koealaa, eivät näin saadut valtapuiden keskimääräistä kehitystä edustavat luvut ole erityisen tarkkoja, vaan epävarmuutta ja myös harkintaa on mukana. Joka tapauksessa nämä sarjat likiarvoisesti kuvastavat toistuvasti harvennettujen, säännöllisesti kehittyneiden kangasmaametsiköiden kasvun kulkua. Sarjojen kiistämättömän epävarmuuden vuoksi on haluttu kuitenkin etsiä vielä lisää vertailukohtia.

Männiköitten kohdalla pidettiin tässä suhteessa parhaana lähtökohtana VUOKILAN (1967) esittämiä, kasvatushakkuin käsiteltyjen männiköiden tuotostaulukoita, joista lievää/keskivahvaa harvennusta edustavien metsiköiden runkolukujakaantumasarjan perusteella laskettiin hehtaarilta sadan paksuimman puun likimääräinen keskiläpimita eri iänkohdille kasvupaikkaluokissa II, III ja IV (MT-, VT- ja «paremmat» CT-männiköt). Saadut keskiarvot kaartoivat vaivatta valtapuiden iänmukaista kuorettoman läpimitan

Taulukko 8. Vallitsevien kuusikoeppuiden sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys ruoho- ja heinäkorvissa.

Table 8. Post-drainage radial increment of dominant and codominant spruce trees in herb-rich spruce swamps.

Vuosia ojituksesta Years after drainage	a						
	≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
	\bar{r}_5						
-5	-	-	-	7.10 ± 0.97	3.55 ± 0.33	2.97 ± 0.35	3.95 ± 0.51
0	-	-	5.78 ± 0.86	7.54 ± 0.88	3.58 ± 0.39	2.81 ± 0.43	3.77 ± 0.57
5	-	11.17 ± 0.70	10.71 ± 1.73	9.70 ± 1.00	6.21 ± 0.49	5.03 ± 0.72	5.26 ± 0.58
10	-	13.40 ± 0.82	10.85 ± 1.28	10.89 ± 0.80	8.81 ± 0.58	9.38 ± 0.80	6.62 ± 0.61
15	10.93 ± 0.71	12.02 ± 0.70	11.63 ± 1.17	9.93 ± 0.87	9.17 ± 0.55	9.30 ± 0.66	6.52 ± 0.64
20	12.93 ± 0.73	11.97 ± 0.61	11.44 ± 0.96	8.77 ± 0.74	8.07 ± 0.60	6.66 ± 0.37	5.50 ± 0.53
25	12.28 ± 0.45	11.63 ± 0.61	11.48 ± 0.82	9.27 ± 0.70	9.59 ± 0.70	7.78 ± 0.50	6.52 ± 0.67
30	12.20 ± 0.45	10.96 ± 0.53	11.66 ± 0.80	8.49 ± 0.75	9.13 ± 0.66	7.40 ± 0.46	6.12 ± 0.65
35	11.44 ± 0.43	9.64 ± 0.49	10.41 ± 0.91	7.78 ± 0.58	8.14 ± 0.53	7.58 ± 0.48	5.37 ± 0.43
40	10.76 ± 0.46	8.68 ± 0.48	9.11 ± 0.95	6.33 ± 0.44	7.26 ± 0.50	6.09 ± 0.41	4.42 ± 0.41
45	10.65 ± 0.63	9.17 ± 0.45	9.64 ± 0.94	6.99 ± 0.52	7.41 ± 0.57	6.05 ± 0.40	4.46 ± 0.41
50	9.53 ± 0.70	9.39 ± 1.05	9.50 ± 1.00	7.68 ± 0.97	7.82 ± 0.48	6.64 ± 0.46	5.78 ± 0.52

kehitystä kuvaavaksi käyräksi, jonka perusteella myös juoksevan säde- ja pintakasvun kulkua esittävät luvut on laskettu.

Kuusikoiden osalta ainoaksi täydentäväksi vertailuaineistoksi ovat jääneet KALLION (1957) esittämät OMT-kuusien sädekasvuluvut, jotka kuvaavat hänen aineistonsa »parempien» OMT-kuusikoiden vuosiluston iänmukaista kehitystä. KALLION esittämä murtoviiva on tasoitettu käyräksi ja siitä on jätetty pois ylöspäin kaartuva loppuosa, jonka täytynee johtua esimerkiksi tiettyyn iänkohtaan kasautuneista voimakkaista hakuista.

Ikätunnuksena on koepuita koskevissa laskelmissa käytetty puiden rinnankorkeuskäytä, joka kangasmetsien kasvutarjoissa on määritetty siten, että puun tai metsikön ilmoitetusta iästä on vähennetty ILVESSALON (1920 a) valtapuiden pituudesta ja pituuskasvusta esittämien tietojen perusteella laskettu, valtapuilla rinnankorkeuden saavuttamiseen kuluvaa aikaa.

4122. Ruoho- ja heinäkorpien kuuset

Ruoho- ja heinäkorvissa kasvaneiden kaikkien kuusikoeppuiden sädekasvun kehitys esitetään taulukossa 7, vallitsevien kuusien taulukossa 8 ja kuvassa 7.

Havaitaan, ettei ojituksen vaikutus näy sädekasvussa vielä 0—4 vuotta ojituksen jälkeen (taulukot 7 ja 8). Korpikuuset tarvitsevat siis runsaat pari vuotta aikaa ennen kuin ne kykenevät reagoimaan olosuhteiden muutoksiin (vrt. LUKKALA 1929). Ennen ojitusta rinnankorkeuden saavuttaneiden puiden sädekasvu alkaa seuraavalla viisivuotiskaudella sen sijaan lisääntyä kaikissa ikäluokissa. Se näyttää saavuttavan korkeimman tasonsa keskimäärin sitä nopeammin, mitä nuorempia puut ovat (kuva 7). Ojitushetkestä sädekasvun maksimin saavuttamiseen kuluvaa aikaa nimitetään jäljempänä elpymisajaksi. Sen pituus on nuorimmilla ennen ojitusta rinnankorkeudelle ylänneillä puilla noin kymmenen, vanhimmilla mukana ole-

Ikäluokka	≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
Maksimaalisen sädekasvun suhteellinen arvo	111	113	100	92	79	74	56

villa ikäluokilla runsaat kaksikymmentä vuotta.

Ojituksenjälkeisen sädekasvun suuruus riippuu myös oleellisesti puiden iästä. Sivun yläreunassa olevaan asetelmaan on kuvan 7 tasoituskäyrältä poimittu sädekasvun maksimipisteiden perusteella laskettu suhteel-

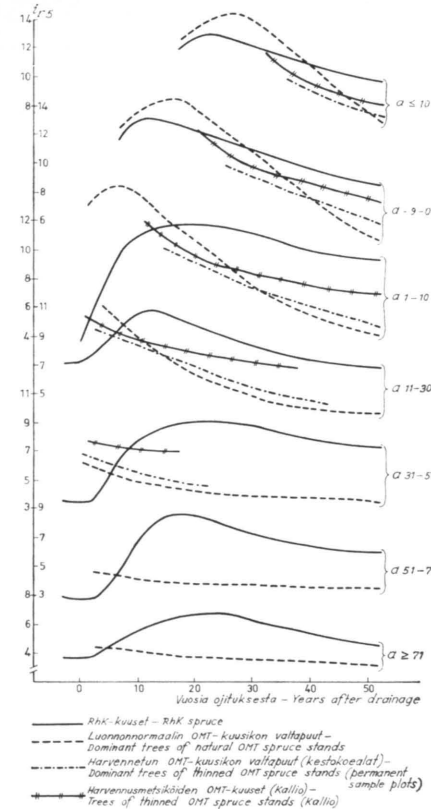
liset luvut, jotka osoittavat vallitsevien puiden kasvun korkeinta tasoa eri ikäluokissa, kun ikäluokalle 1—10 on annettu arvo 100.

Sädekasvun ojituksenjälkeinen maksimi on siis korkein ojituksen jälkeen rinnankorkeuden saavuttaneilla puilla, ja sitä vanhemmilla maksimisuuruus pienentyy rinnankorkeusien kasvaessa. Erot ikäluokkien välillä olisivat todennäköisesti vielä jyrkempiä, ellei suuri osa nuorimmista vallitsevistakin puista olisi ollut ojituksenjälkeisen kehityksensä alussa alikasvoksen asemassa.

Ikäluokkien väliset erot säilyvät yleensä selvinä aina mittaushetkeen saakka. Niinpä ikäluokassa 1—10 vallitsevien koepuiden sädekasvu on viimeisenä viisivuotiskautena ollut tasoituskäyrän mukaan lähes kaksinkertainen ikäluokkaan ≥ 71 verrattuna (jälkimmäinen 52 % edellisestä).

Sädekasvun kehitys elpymisvaiheessa on vallitsevien latvuserrosten kuusilla varsin samanlainen kuin koko koepuunaieistossa. Sädekasvun maksimin saavuttamisen jälkeen vallitsevien puiden kasvu pienenee sen sijaan suhteellisesti hitaammin.

Kun verrataan ruoho- ja heinäkorpien kuusten sädekasvun kehitystä kangasmaakuusien vastaavaan (kuva 7), on korostettava eräitä huomionarvoisia näkökohtia. Ensiksi-kin sekä ILVESSALON taulukoihin että Metsäntutkimuslaitoksen kestokoealoihin perustuvat käyrät edustavat lähinnä kangasmaiden metsien valtapuita eli kasvun suhteen metsikön edullisimmassa asemassa olevia puita, kun taas suopuiden sarjoissa ovat mukana myös lisävaltapuut. Vastakkaiseen suuntaan vaikuttaa taas se, että ennen ojitusta rinnankorkeuden ohittaneet suokukset ovat kooltaan samanikäisiä kangasmaiden puita huomattavasti pienempiä. Käsittelynsä puolesta ruoho- ja heinäkorpien kuusikot asettuvat luonnonnormaalin ja harvennussuometsiköiden väliin. Eniten suopuiden kasvutarjat poikkeavat kangasmaametsiköistä saaduista sarjoista ilmeisesti siinä, että suometsiköt ovat yleensä luonnontilaisina vajaapuustoisia ja vasta ojituksen jälkeen vähitellen täysitiheiksi muuttuvia. Kangasmaametsiköiden tiheysaste vaihtelee suometsiköihin verrattuna varsin vähän eri kehitysvaiheissa.



Kuva 7. Vallitsevien kuusien sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys ruoho- ja heinäkorvissa. Vertailukohteina luonnonnormaalin ja hakkuun käsitellyjen OMT-kuusikoiden samanikäiset valtapuut.

Fig. 7. Post-drainage radial increment of dominant and codominant spruce of herb-rich spruce swamps. Comparison with dominant trees of same age of natural and normal as well as of thinned OMT stands.

Graafisesta vertailusta voidaan tehdä seuraavat havainnot:

— Ojituksen jälkeen rinnankorkeuden ohittaneiden kuusien sädekasvu on alkuvaiheessaan heikompi kuin luonnnonnormaalin OMT-kuusikon valtapuilla, mutta pienentyy vuosien kuluessa huomattavasti hitaammin niin, että tilanne noin 30 vuoden rinnankorkeudessa kääntyy päinvastaiseksi.

— Ennen ojitusta rinnankorkeuden saavuttaneilla vallitsevilla kuusilla sädekasvu on keskimäärin huomattavasti korkeampi kuin luonnnonnormaalin OMT-kuusikon samankäisillä valtapuilla. Ensiksimainittujen sädekasvu näyttää ylittävän jälkimmäisten kasvun tason ojituksen jälkeen sitä nopeammin, mitä vanhemmista puista on kysymys. Ikäluokassa 1—10 sädekasvun kuvaajien leikkauskohta on noin 20, ikäluokissa 11—30 ja 31—50 viidestä kymmeneen ja sitä vanhemmilla vähemmän kuin viisi vuotta ojituksen jälkeen. Keskenään vertailtavien käyrien tasoero on suuri, vaikka otetaankin huomioon sekä huomattavat erot puiden koossa ojitushetkellä että suopuustoihin vaikuttaneet harvennushakkuut.

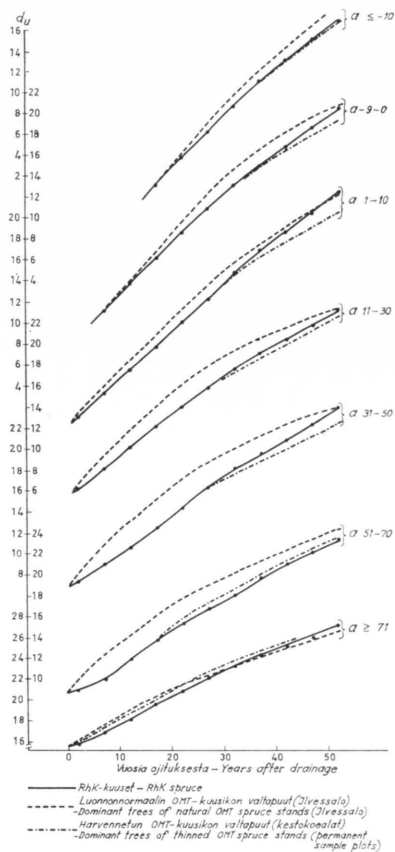
— Vanhimmissa ikäluokissa (51—70 ja ≥ 71) suokuusien sädekasvu alenee maksimipisteen ohittamisen jälkeen hieman nopeammin, keskimäisissä (11—30 ja 31—50) suunnilleen samoin ja nuorimmassa selvästi hitaammin kuin luonnnonnormaalin OMT-kuusikon valtapuilla.

— Molemmista harvennushakkuuin käsitellyistä OMT-kuusikon sarjoista puuttuu metsikön nuoruusiälle ominainen korkea ja nopeasti pienentyvän sädekasvun vaihe.

— Metsäntutkimuslaitoksen kestokoealoilla OMT-valtapuukuusien sädekasvu laskee iän mukana samalla tavalla kuin ruoho- ja heinäkorpien vallitsevilla kuusilla. Sädekasvun taso on edellisillä selvästi alempi.

— Myös KALLION »parempien» OMT-kuusikoiden sädekasvu alentuu kolmessa nuorimmassa ikäluokassa likimain samalla tavalla. Ikäluokassa 11—30 iänmukainen pienentyminen näyttää tässä sarjassa loivemmalta. Sädekasvun taso on alempi kuin samankäisillä ruoho- ja heinäkorpien vallitsevilla kuusilla.

Kun kangasmaakuusien sädekasvun pienemmyyteen vaikuttaa varmasti osaltaan jo mainittu vertailtujen samankäisten puiden erikokoisuus, kuvassa 8 on ruoho- ja heinä-



Kuva 8. Vallitsevien kuusien läpimitan ojituksen jälkeinen kehitys ruoho- ja heinäkorvissa. Vertailukohteina lähtöpisteessä samankokoiset luonnnonnormaalin ja hakkuuin käsitellyjen OMT-kuusikoiden valtapuut.

Fig. 8. Post-drainage diameter development of dominant and codominant spruce of herb-rich spruce swamps. Comparison with dominant trees of same size (at the starting point) of natural and normal as well as of thinned OMT stands.

korpien kuusien ojituksenjälkeinen läpimitan kehitys rinnastettu lähtöpisteissään, siis ojitushetkellä rinnankorkeusläpimitaltaan samansuuruisten luonnnonnormaalin OMT-kuusikon valtapuiden läpimitan kehitykseen. Mukana on myös kestokoealoilta saatu harvennettujen OMT-kuusikoiden valtaläpimitan kehitys. Tämä sarja lähtee liikkeelle vasta

läpimitasta 13.5 cm, minkä vuoksi se vain vanhimman ikäluokan kohdalla on voitu ulottaa ojitushetkeen. Tässä tarkastelussa on huomattava, että suopuut ovat vanhimmassa ikäluokassa runsaat puoli vuosisataa ja ikäluokassa 1—10 ainakin kymmenen vuotta vanhempia kuin kangasmaiden valtapuukuuset.

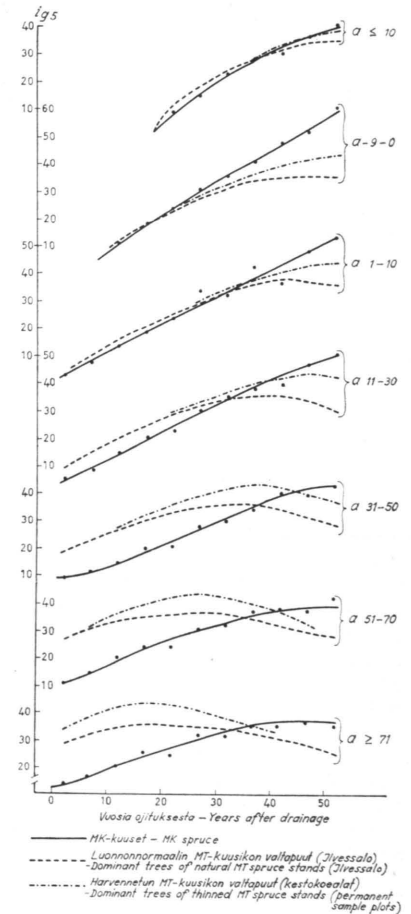
Vertailusta käy ilmi, että ojitetuissa ruoho- ja heinäkorvissa vallitsevat kuuset ovat kyenneet kasvamaan miltei yhtä nopeasti kuin samankokoiset luonnnonnormaalin OMT-kuusikon valtapuut, vaikka ensiksimainitut ovat jälkimmäisiä tuntuvasti vanhempia. Ojituksen aiheuttama läpimitan kehityksen nopeutuminen on niin jyrkkä, että jo ennen sädekasvun maksimin saavuttamista ruoho- ja heinäkorpien kuuset jäävät hakkuuin käsittelemättömien kangasmetsien valtapuista jälkeen vain noin 1—3 cm ensimmäisen kahden vuosikymmenen aikana. Saavutettuaan ojituksenjälkeisen sädekasvun maksimipisteen korpien kehitys on seuraavana kolmena vuosikymmenenä ollut niin paljon nopeampaa, että elpymisvaiheessa syntyneet erot ovat mittaushetken mennessä jokseenkin hävinneet. Myös harvennushakkuuin käsitellyissä OMT-kuusikoissa valtapuiden läpimitan kehitys näyttäisi nuorimpien ikäluokkien kohdalla olleen viimeisten vuosikymmenien aikana hieman hitaampaa kuin ruoho- ja heinäkorpien vallitsevilla kuusilla. Kahdessa vanhimmissa ikäluokassa läpimittojen ero OMT-kuusien hyväksi syntyy heti lähtöpisteen jälkeen eikä suurennu ajan mukana.

Entistä kärjistyneempänä OMT- ja RhK-kuusien kehitysero nähdään kuvassa 9, jossa vertaillaan samankokoisten puiden juoksevassa pintakasvussa ajan mukana tapahtuvia muutoksia. Vallitsevien korpien pintakasvu on koko ojituksenjälkeisen ajan ollut kohoava ja sitä selvemmin, mitä nuoremasta ikäluokasta on kysymys. Hakkuuin käsitellyjen OMT-kuusikoiden valtapuilla pintakasvu ennättää neljässä vanhimmassa ikäluokassa jo kääntymä laskuun, mikä luonnnonnormaaleiden metsiköiden kuusilla tapahtuu jo aikaisemmin.

Yhteenvedon edellä esitetystä voitaneen päätellä, että viljavuudeltaan parhailla ojitetuilla soilla ei yksityisten kuusien kasvu heikkene iän mukana ainakaan nopeammin kuin kangasmailla. Pikemminkin on toden-

näköistä, että puiden vanhentumisen huomioonottaen sädekasvu on lievästi parantunut koko ojituksenjälkeisen ajan.

Vertailusta on ilmennyt edelleen, että ennen ojitusta rinnankorkeuden saavuttaneiden



Kuva 9. Vallitsevien kuusien pintakasvun ojituksen jälkeinen kehitys ruoho- ja heinäkorvissa. Vertailukohteina lähtöpisteessä samankokoiset luonnnonnormaalin ja hakkuuin käsitellyjen OMT-kuusikoiden valtapuut.

Fig. 9. Post-drainage basal-area increment of dominant and codominant spruce of herb-rich spruce swamps. Comparison with dominant trees of same size (at the starting point) of natural and normal as well as of thinned OMT stands.

Taulukko 9. Kuusikoeputien sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys varsinaisissa korvissa.

Table 9. Post-drainage radial increment of sample trees of spruce in ordinary spruce swamps.

Vuosia ojituksesta Years after drainage	a						
	≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
i _{r5}							
- 5	—	—	—	3.87 ± 0.21	3.38 ± 0.17	2.57 ± 0.22	1.77 ± 0.20
0	—	—	5.25 ± 0.62	3.70 ± 0.22	2.95 ± 0.14	2.23 ± 0.18	1.70 ± 0.21
5	—	11.45 ± 0.42	7.92 ± 0.67	5.58 ± 0.30	4.51 ± 0.24	4.11 ± 0.35	3.27 ± 0.33
10	—	11.15 ± 0.32	8.18 ± 0.63	6.77 ± 0.38	5.35 ± 0.26	5.73 ± 0.43	4.78 ± 0.47
15	10.06 ± 0.52	9.78 ± 0.29	7.49 ± 0.45	6.71 ± 0.34	5.55 ± 0.23	5.85 ± 0.36	4.63 ± 0.40
20	8.83 ± 0.32	9.04 ± 0.28	7.42 ± 0.47	6.79 ± 0.37	5.36 ± 0.26	5.21 ± 0.32	4.80 ± 0.40
25	8.39 ± 0.29	8.68 ± 0.27	8.15 ± 0.48	7.28 ± 0.35	5.99 ± 0.26	5.78 ± 0.37	5.07 ± 0.46
30	7.75 ± 0.29	8.59 ± 0.27	7.80 ± 0.42	7.60 ± 0.34	6.79 ± 0.21	6.01 ± 0.35	5.19 ± 0.43
35	7.58 ± 0.30	8.48 ± 0.28	7.48 ± 0.38	7.51 ± 0.33	6.94 ± 0.28	6.42 ± 0.36	5.11 ± 0.40
40	7.36 ± 0.29	8.21 ± 0.27	6.89 ± 0.40	6.64 ± 0.30	6.12 ± 0.25	5.76 ± 0.36	5.18 ± 0.37
45	6.97 ± 0.34	7.89 ± 0.32	7.76 ± 0.53	6.95 ± 0.32	6.26 ± 0.26	5.79 ± 0.39	4.96 ± 0.42
50	7.08 ± 0.41	8.34 ± 0.62	6.61 ± 0.64	6.78 ± 0.38	6.51 ± 0.31	5.83 ± 0.38	4.39 ± 0.47

puiden sädekasvun taso on ollut korkeampi kuin samanikäisten OMT-kuusien. Ojituksenjälkeisen kehityksensä puolesta ruoho- ja heinäkorpien kuuset muistuttavat enemmän ojitushetkellä samankokoisten OMT-kuusien kehitystä.

Toisaalta on korostettava, että ruoho- ja heinäkorpien ja OMT-harvennusmetsiköiden kuusien sädekasvussa havaittu tasoero on todennäköisemmin jälkimmäisen sarjan pohjamateriaalin pienuuden aiheuttama sattuma kuin todella vallitseva tilanne.

4123. Varsinaisten korpien kuuset

Tulokset varsinaisten korpien osalta on esitetty samalla tapaa kuin edellä. Piirrokissa on vertailukohteina käytetty luonnonnormaalien MT-kuusikkojen sekä hakkuin käsiteltyjen MT-kuusikkokoealojen valtapuiden kasvun kuvaajia. Huomautukset, joita edellisessä luvussa esitettiin sarjojen vertailu-

kelpoisuudesta, pätevät analogisina myös täällä.

Tulokset kaikkien koeputien sädekasvusta esitetään taulukossa 9, vallitsevien puiden taulukossa 10 ja kuvassa 10.

Havaitaan, että myös varsinaisissa korvissa kuusen sädekasvu reagoi ojituksen aiheuttamiin kasvuolojen muutoksiin vasta, kun muutama vuosi on kulunut ojituksen suorittamisesta. Ensimmäisen täyden viisivuotiskauden aikana ojituksen jälkeen sädekasvu alkaa suureta kaikissa ennen ojitusta rinnankorkeuden saavuttaneissa ikäluokissa.

Varsinaisissa korvissa sädekasvu saavuttaa maksiminsa hitaammin kuin ruoho- ja heinäkorvissa. Elpymisvaiheen pituus ikäluokassa 1—10 on noin kymmenen, vanhimmassa ikäluokassa runsaat kolmekymmentä vuotta. Puiden ikä vaikuttaa siis myös täällä selvästi niiden elpymisnopeuteen. Iän kasvaessa sädekasvun maksimin saavuttamiseen kuluva aika pitenee. LUKKALA (1937) esittää, että säde-

kasvu kohoaa huippuunsa keskimäärin 10—20 vuodessa, mikä aika osoittautuu vanhimille korpikuusille liian lyhyeksi. Arvio lie- neekin tehty pääasiassa mäntyä koskevien havaintojen perusteella.

Seuraavasta asetelmasta nähdään vallitsevien puiden sädekasvun maksimaalinen suuruus eri ikäluokissa suhteellisinä lukuina, kun ikäluokan 1—10 sädekasvun maksimille on annettu arvo 100 (vrt. asetelma s. 35).

Ikäluokka	≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
Maksimaalinen säde- kasvun suhteellinen arvo	123	129	100	87	74	68	58

Mitä vanhemmista ennen ojitusta syntyneistä puista on kyse, sitä pienemmäksi jää maksimaalinen sädekasvu. Muuttumisen suunta ja suuruus ovat samanlaiset kuin ruoho- ja heinäkorpien kuusilla. Ojituksen jälkeen rinnankorkeuden saavuttaneiden puiden sädekasvu kohoaa maksimissaan noin neljännessä korkeammaksi kuin ikäluokassa 1—10.

Ikäluokkien väliset erot säilyvät selvinä aina mittaushetken saakka.

Ennen ojitusta rinnankorkeuden ylittäneiden puiden sädekasvun pienentyminen on

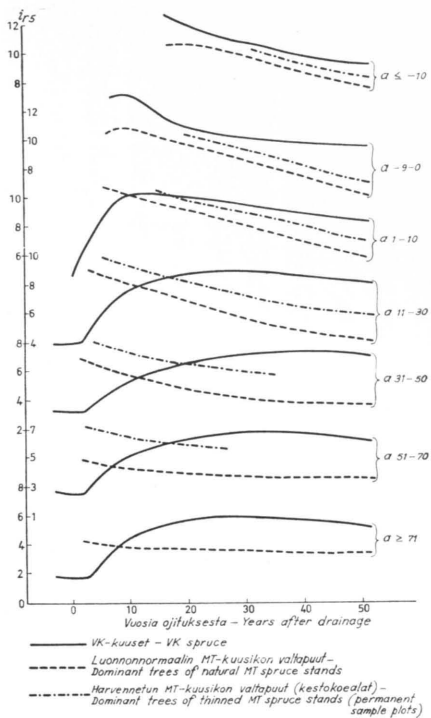
maksimipisteen saavuttamisen jälkeen kaikissa ikäluokissa varsin hidasta, vallitsevilla puilla vielä selvästi hitaampaa kuin kaikilla koeputilla.

Ojituksen jälkeen rinnankorkeuden saavuttaneiden vallitsevien korpikuusien sädekasvu on koko ajan korkeampi kuin luonnonnormaalien MT-kuusikon samanikäisten valtapuiden (kuva 10). Lustonleveys pienentyy aluksi ehkä nopeammin, mutta sen jälkeen hitaammin kuin MT-valtapuilla. Ikäluokissa 1—10, 11—30 ja 31—50 korpikuusien sädekasvu ylittää luonnonnormaalien MT-kuusi-

Taulukko 10. Vallitsevien kuusikoeputien sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys varsinaisissa korvissa.

Table 10. Post-drainage radial increment of dominant and codominant spruce trees in ordinary spruce swamps.

Vuosia ojituksesta Years after drainage	a						
	≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
i _{r5}							
- 5	—	—	—	4.00 ± 0.28	3.54 ± 0.20	2.84 ± 0.23	1.84 ± 0.24
0	—	—	5.90 ± 0.78	4.02 ± 0.30	3.12 ± 0.17	2.40 ± 0.20	1.76 ± 0.25
5	—	12.99 ± 0.61	10.11 ± 0.97	6.59 ± 0.40	4.84 ± 0.29	4.42 ± 0.41	3.75 ± 0.39
10	—	12.88 ± 0.37	10.09 ± 0.85	8.12 ± 0.46	5.88 ± 0.30	6.23 ± 0.48	5.48 ± 0.55
15	12.55 ± 0.84	11.48 ± 0.37	9.12 ± 0.57	8.25 ± 0.40	6.14 ± 0.25	6.42 ± 0.39	5.18 ± 0.45
20	10.99 ± 0.60	10.68 ± 0.34	9.49 ± 0.54	8.21 ± 0.44	5.94 ± 0.30	5.78 ± 0.34	5.32 ± 0.46
25	10.88 ± 0.45	10.61 ± 0.31	10.19 ± 0.55	8.64 ± 0.42	6.60 ± 0.29	6.50 ± 0.38	5.68 ± 0.54
30	10.66 ± 0.53	10.00 ± 0.33	9.36 ± 0.50	9.03 ± 0.35	7.40 ± 0.22	6.74 ± 0.36	5.76 ± 0.50
35	10.46 ± 0.54	10.06 ± 0.36	8.78 ± 0.46	8.94 ± 0.36	7.72 ± 0.31	7.00 ± 0.39	5.68 ± 0.48
40	9.46 ± 0.45	9.71 ± 0.33	8.10 ± 0.51	7.91 ± 0.32	6.81 ± 0.27	6.19 ± 0.39	5.59 ± 0.44
45	9.12 ± 0.44	9.55 ± 0.35	9.34 ± 0.66	8.35 ± 0.36	7.00 ± 0.29	6.34 ± 0.43	5.53 ± 0.51
50	9.16 ± 0.51	9.90 ± 0.65	8.71 ± 1.00	8.22 ± 0.46	7.29 ± 0.35	6.46 ± 0.39	4.90 ± 0.58



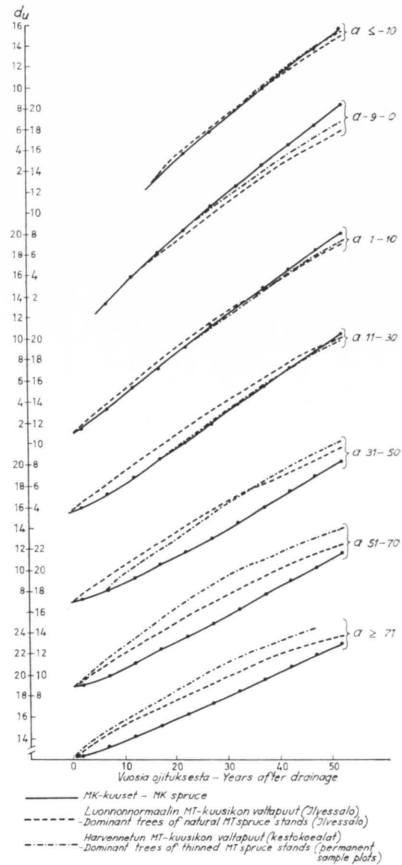
Kuva 10. Vallitsevien kuusien sädekasvun ojituksen jälkeinen kehitys varsinaisissa korvissa. Vertailukohteina luonnonnormaalin ja hakkuin käsitellyjen MT-kuusikoiden samanikäiset valttapuut.

Fig. 10. Post-drainage radial increment of dominant and codominant spruce of ordinary spruce swamps. Comparison with dominant trees of same age of natural and normal as well as of thinned MT stands.

kon valttapuiden sädekasvun tason kymmenestä viiteentoista vuotta, vanhemmissa ikäluokissa jo viitisen vuotta ojituksen jälkeen. Leikkauspisteen jälkeen käyrien tasoerot kasvavat erittäin suuriksi.

Kestokoealojen perusteella konstruoitu harvennettuja MT-kuusikoita edustava sarja on sekä sädekasvunsa tason että kasvun iänmukaisen vähentymisen puolesta luonnonnormaaleiden kangasmaametsiköiden ja korpi-kuusien välissä.

Kuvassa 11 verrataan vallitsevien korpi-kuusien kuorettoman läpimitan kehitystä samankokoisten MT-valttapuiden läpimitan kehitykseen. Edelliset ovat tällöin vanhim-



Kuva 11. Vallitsevien kuusien läpimitan ojituksen jälkeinen kehitys varsinaisissa korvissa. Vertailukohteina lähtöpisteessä samankokoiset luonnonnormaalin ja hakkuin käsitellyjen MT-kuusikoiden valttapuut.

Fig. 11. Post-drainage diameter development of dominant and codominant spruce of ordinary spruce swamps. Comparison with dominant trees of same size (at the starting point) of natural and normal as well as of thinned MT stands.

missä ikäluokissa noin 50, ikäluokassa 1–10 viitisen vuotta jälkimmäisiä vanhempia.

Samoin kuin ruoho- ja heinäkorvissa myös varsinaisissa korvissa kuusten läpimitta kasvaa lähes yhtä nopeasti kuin luonnonnormaalin MT-kuusikoiden läpimitaltaan alunperin samansuuruisilla valttapuilla. Erot ovat suurimmillaan suokiuksen elpymisvaiheen

päätyessä, vanhimmissa ikäluokissa kahdesta kolmeen sentin suuruusluokkaa, mutta pienentyvät mittaushetkeen mentäessä vanhimmissa ikäluokissa noin sentin suuruisiksi. Nuorimmissa ikäluokissa erot tasoittuvat kokonaan, jopa osittain kääntyvät päinvastaisiksi.

Harvennetuista metsistä peräisin oleviin MT-kuusiin verrattuna erot muodostuvat suuremmiksi. Kahdessa vanhimmissa ikäluokassa, joissa sarjojen yhteisenä lähtöpisteenä on ojitushetki, kangasmaakuusien läpimitta on elpymisajan lopussa 3–4 cm suurempi kuin suopuilla. Mittaushetkellä ero on noin kahden sentin suuruinen. Nuorimmissa ikäluokissa (ikäluokka 11–30 ja sitä nuoremmat), joissa yhteinen lähtöpiste on ajallisesti vasta elpymistapahtuman jälkeen, vertailtavien ryhmien läpimitan kehityksessä ei ole mainittavia eroja.

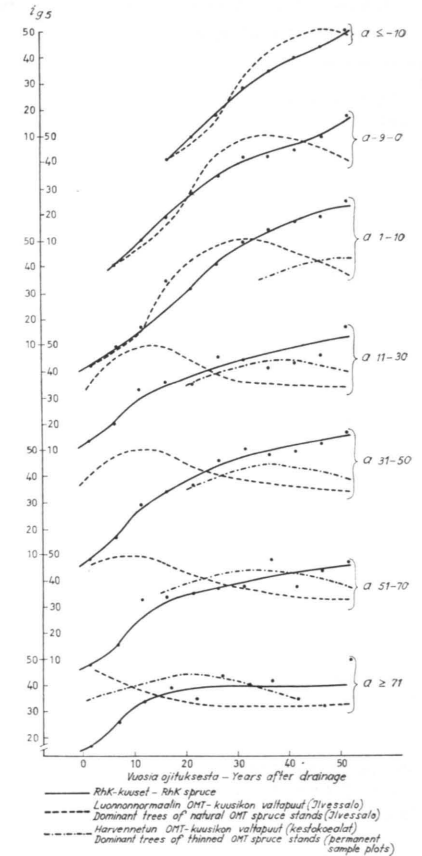
Korpi-kuusten juokseva pintakasvu on koko tutkitun jakson ollut suunnaltaan kohoava, sitä jyrkemmin, mitä nuorempia puut ovat. Alunperin samankokoisilla MT-kuusikojen valttapuilla pintakasvu ennättää sitä vastoin jo kääntyä alenevaksi (kuva 12).

Samoin kuin ruoho- ja heinäkorvissakin, myös varsinaisten korpien kohdalla havaitaan suokiuksen fysiologinen nuoruus niiden biologiseen ikään verrattuna. Ojituksen jälkeisen kehityksensä puolesta ne parhaiten vastaavat samankokoisia kangasmaiden kuusia silloinkin, kun viimeksimainitut ovat edellisiä vuosikymmeniä nuorempia.

Edellä esitetystä käynee sitovasti ilmi, ettei myöskään varsinaisten korpien kuusten sädekasvussa näy mitään kasvun taantumiseen viittaavaa senkään jälkeen, kun ojituksen aiheuttama puiden kasvun nopea elpymisvaihe on sivuutettu. Puiden vanhentumisen huomioimatta suokiuksen kasvu on mieluummin suhteellisesti parantunut koko ojituksen jälkeisen ajan, vaikka tuolista ei voida pitää täysin varmana sen vuoksi, että kankaiden ja soiden puustojen vertaileminen keskenään on epävarmaa, ennen kaikkea harvennusemetsistä saatujen tietojen niukkuuden vuoksi.

4124. Varsinaisten sararämeiden männyt

Taulukoissa 11 ja 12 sekä kuvassa 13 esitetään havainnot mäntykoepuiden sädekasvun ojituksen jälkeisestä kehityskulusta var-



Kuva 12. Vallitsevien kuusien pintakasvun ojituksen jälkeinen kehitys varsinaisissa korvissa. Vertailukohteina lähtöpisteessä samankokoiset luonnonnormaalin ja hakkuin käsitellyjen MT-kuusikoiden valttapuut.

Fig. 12. Post-drainage basal-area increment of dominant and codominant spruce of ordinary spruce swamps. Comparison with dominant trees of same size (at the starting point) of natural and normal as well as of thinned MT stands.

sinisilla sararämeillä. Vertailuaineistona käytetään luonnonnormaaleista ja harvennushakkuin käsitellyjen kestokoealojen VT-männiköistä sekä VUOKILAN kasvupaikka-luokka III:n männiköistä saatuja tietoja.

Havaitaan, että varsinaisten sararämeiden männyt reagoivat hyvin nopeasti ojituksen aiheuttamiin kasvuolojen muutok-

Taulukko 11. Mäntykoepuiden sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys varsinaisilla sararämeillä.

Table 11. Post-drainage radial increment of sample trees of pine in ordinary sedge pine swamps.

Vuosia ojituksesta Years after drainage	a					
	≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	≥ 51
	i_{r5}					
- 5	-	-	-	3.99 ± 0.30	2.79 ± 0.24	2.94 ± 0.30
0	-	-	7.41 ± 0.60	6.26 ± 0.34	5.00 ± 0.33	3.38 ± 0.32
5	-	10.49 ± 0.51	10.59 ± 0.54	7.62 ± 0.37	6.88 ± 0.31	5.25 ± 0.41
10	-	11.39 ± 0.40	9.67 ± 0.46	7.48 ± 0.32	7.06 ± 0.26	5.17 ± 0.50
15	11.25 ± 0.42	9.40 ± 0.45	7.82 ± 0.37	6.31 ± 0.31	5.71 ± 0.25	4.82 ± 0.44
20	11.88 ± 0.38	8.46 ± 0.40	6.28 ± 0.32	5.78 ± 0.28	5.74 ± 0.25	4.51 ± 0.46
25	9.69 ± 0.29	8.23 ± 0.34	6.73 ± 0.31	6.48 ± 0.28	5.80 ± 0.27	4.60 ± 0.47
30	8.85 ± 0.27	7.34 ± 0.30	7.01 ± 0.28	6.86 ± 0.26	6.11 ± 0.28	4.89 ± 0.38
35	7.21 ± 0.23	6.37 ± 0.27	6.35 ± 0.28	7.02 ± 0.29	5.71 ± 0.24	4.73 ± 0.49
40	6.02 ± 0.22	5.62 ± 0.28	5.45 ± 0.24	6.05 ± 0.22	5.46 ± 0.26	4.34 ± 0.45
45	5.83 ± 0.24	5.71 ± 0.35	5.47 ± 0.28	5.67 ± 0.26	5.37 ± 0.29	4.46 ± 0.38
50	5.77 ± 0.35	6.39 ± 0.56	5.79 ± 0.33	6.51 ± 0.31	5.76 ± 0.39	4.73 ± 0.56

siin. Jo parin vuoden kuluttua ojituksesta niiden sädekasvu on selvästi suurempi kuin ojitusta edeltäneenä aikana.

Männyn nopea reagointi näkyy myös sen elpymiseensä tarvitsemassa ajassa. Sädekasvun maksimin saavuttamiseen kuluu tällä kasvualustalla vanhimmillakin puilla vain

Ikäluokka	≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	≥ 51
Maksimaalisen sädekasvun suhteellinen arvo	111	115	100	74	65	45

Erot ikäluokkien välillä ovat suunnilleen samankaltaisia, mutta vielä jyrkempiä kuin oli laita korpikuusien kohdalla. Vanhimman ikäluokan sädekasvun maksimipiste ei yllä puoleenkaan siitä, mitä ojituksen aikoihin syntyneet puut kasvavat elpymisvaiheen lopussa. Toisaalta nuorempien mäntyjen sädekasvu pienentyy maksimipisteen jälkeen niin jyrkästi, että ikäluokkien väliset erot ovat mittaushetken mennessä suuresti tasoittu-

viitiseitoista, nuorimmilla vain viidestä kymmeneen vuotta.

Seuraava asetelma osoittaa, missä määrin sädekasvun ojituksenjälkeisen maksimin suuruus riippuu puun iästä ojitushetkellä. Ikäluokan 1-10 kasvua on jälleen merkitty sadalla ja muut suhteessa siihen.

neet, vierekkäisten ikäluokkien kohdalla jopa osittain kääntyneet päinvastaisiksi, mikä voi johtua mm. puiden erilaisesta asemasta metsiköissä ja koealojen viljavuuden vaihtelusta.

Kuvan 13 vertailusarjoja tarkasteltaessa huomio kiintyy siihen, että luonnonnormaalissa männikössä valtapuiden sädekasvu näyttäisi olevan rinnankorkeusialalla 10-40 vuotta jopa korkeampi kuin vastaavissa harvennusemetsissä. Loogista selitystä tähän on vaikeata

Taulukko 12. Vallitsevien mäntykoepuiden sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys varsinaisilla sararämeillä.

Table 12. Post-drainage radial increment of dominant and codominant pine trees in ordinary sedge pine swamps.

Vuosia ojituksesta Years after drainage	a					
	≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	≥ 51
	i_{r5}					
- 5	-	-	-	4.17 ± 0.31	2.87 ± 0.25	2.94 ± 0.30
0	-	-	7.60 ± 0.68	6.36 ± 0.36	5.05 ± 0.33	3.38 ± 0.32
5	-	11.32 ± 0.68	10.83 ± 0.57	7.82 ± 0.39	6.98 ± 0.31	5.25 ± 0.41
10	-	12.17 ± 0.56	9.85 ± 0.48	7.77 ± 0.32	7.10 ± 0.26	5.17 ± 0.50
15	12.54 ± 0.51	10.28 ± 0.50	7.94 ± 0.39	6.63 ± 0.32	5.74 ± 0.25	4.82 ± 0.44
20	12.97 ± 0.48	9.34 ± 0.45	6.42 ± 0.33	6.06 ± 0.28	5.82 ± 0.26	4.51 ± 0.46
25	10.27 ± 0.36	9.02 ± 0.37	6.88 ± 0.33	6.73 ± 0.28	5.90 ± 0.28	4.60 ± 0.47
30	9.70 ± 0.32	8.11 ± 0.31	7.15 ± 0.29	7.13 ± 0.26	6.21 ± 0.28	4.89 ± 0.38
35	7.82 ± 0.27	7.08 ± 0.27	6.51 ± 0.30	7.28 ± 0.30	5.84 ± 0.24	4.73 ± 0.49
40	6.43 ± 0.27	6.21 ± 0.31	5.59 ± 0.24	6.28 ± 0.23	5.59 ± 0.26	4.34 ± 0.45
45	6.02 ± 0.29	6.41 ± 0.39	5.66 ± 0.29	6.26 ± 0.17	5.53 ± 0.29	4.46 ± 0.38
50	5.86 ± 0.37	6.69 ± 0.58	5.95 ± 0.32	6.60 ± 0.38	5.95 ± 0.39	4.73 ± 0.56

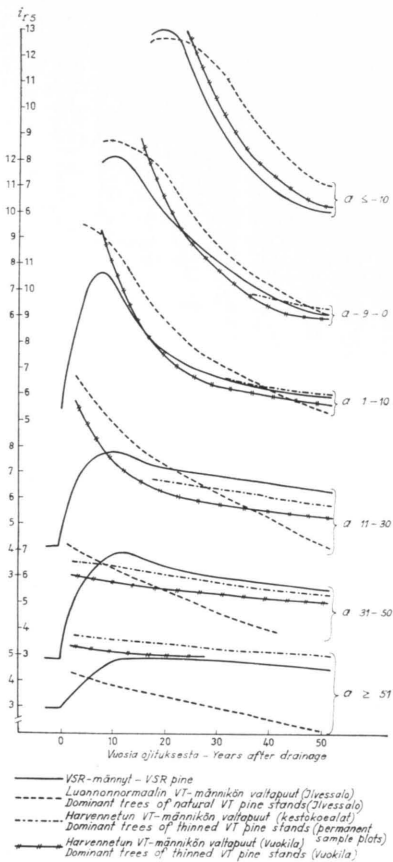
löytää, kun sarjojen perustana olevat koealat eivät esimerkiksi sijainniltaan etelä-pohjois-suunnassa olennaisesti poikkea toisistaan. On mahdollista, että osa ILVESSALON (1920 a) luonnonnormaaleista männiköistä edustaa kaskimaille syntyneiden metsiköiden ensimmäistä puusukupolvea ja on tämän vuoksi kehityksensä alussa muita luontaisesti syntyneitä kangasmaamänniköitä nopeak kasvuisempaa.

Kolmessa nuorimmassa ikäluokassa luonnonnormaalien VT-männiköiden valtapuut ovat siis sädekasvultaan selvästi varsinaisten sararämeiden mäntyjen yläpuolella metsikön kehityksen alkuvaiheissa. Edellisillä sädekasvu kuitenkin myös alenee jyrkemmin, niin että kuvaajat leikkaavat toisensa ikäluokassa 1-10 noin neljäkymmentä vuotta ojituksen jälkeen. Mitä vanhempaan ikäluokkaan siirrytään, sitä aikaisemmaksi muuttuu käyrien leikkauspiste, ikäluokassa 11-30 noin kahdeksänkymmeneen, seuraavassa vajaan kym-

meneen ja vanhimmassa ikäluokassa noin viiteen vuoteen.

Harvennusemetsiköiden valtauilla sädekasvu on sen sijaan sekä suuruudeltaan että iänmukaisen muuttumisensa suunnan puolesta hyvin samankaltainen kuin rämeiden vallitsevilla männyyillä. Suurimmillaan erot ovat ikäluokassa 11-30 ja tällöinkin vain noin millimetrin suuruusluokkaa. Molempien harvennettujen kangasmaamänniköiden liikkeen yhdenmukaisuus antaa oikeuden uskoa vertailun luotettavuuteen.

Lähtöpisteissään samankokoisten puiden läpimitan kehityksen vertailussa (kuva 14) kangasmaiden puut ovat tässäkin tapauksessa selvästi rämemäntyjä nuorempia. Ikäerot ovat vanhimmassa ikäluokassa noin viisikymmentä, nuorimmilla ennen ojitusta rinnankorkeuden ylittäneillä puilla viidestä kymmeneen vuoteen. Harvennushakkuun käsiteltyjen mäntyjen (VUOKILAN mukaan) puut ovat myös kahdessa nuorimmassa (ikäluokat

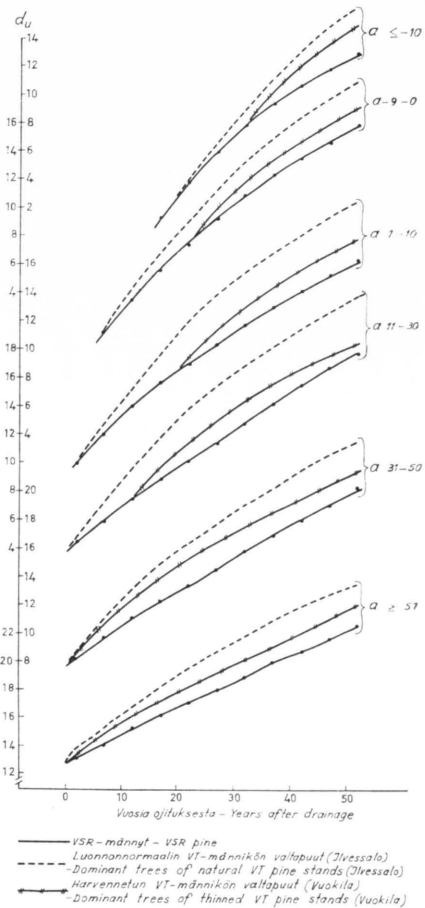


Kuva 13. Vallitsevien mäntyjen sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys varsinaisilla sararämeillä. Vertailukohteina luonnonnormaalien ja hakkuun käsiteltyjen VT-männiköiden samanikäiset valtapuut.

Fig. 13. Post-drainage radial increment of dominant and codominant pine of ordinary sedge pine swamps. Comparison with dominant trees of same age of natural and normal as well as of thinned VT stands.

≤ -10 ja -9-0) runsaat kymmenen vuotta nuorempia kuin suopuut sen vuoksi, että valtapuiden (kangasmaiden sarja) kehitys on luonnollisesti nopeampaa kuin koko vallitsevasta latvuserroksista kertyneen koepuujoukon (rämemäntyjen sarjat).

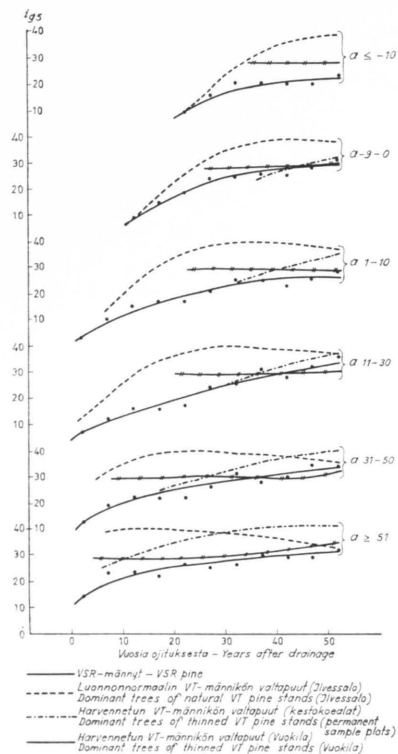
Kuten edelläesitettyjen sädekasvun havaintojen perusteella jo voidaan päätellä, luonnonnormaalien VT-valtapuumäntyjen lä-



Kuva 14. Vallitsevien mäntyjen läpimitan ojituksenjälkeinen kehitys varsinaisilla sararämeillä. Vertailukohteina lähtöpisteessä samankokoiset luonnonnormaalien ja hakkuun käsiteltyjen VT-männiköiden valtapuut.

Fig. 14. Post-drainage diameter development of dominant and codominant pine of ordinary sedge pine swamps. Comparison with dominant trees of same size (at the starting point) of natural and normal as well as of thinned VT stands.

pimitan kehitys on huomattavasti nopeampaa ensimmäisen kahden ojituksenjälkeisen vuosikymmenen aikana kuin vallitsevien VSR-mäntyjen. Erot ovat tässä vaiheessa 2-3 cm:n suuruusluokkaa. Pääosa mitta-



Kuva 15. Vallitsevien mäntyjen pintakasvun ojituksenjälkeinen kehitys varsinaisilla sararämeillä. Vertailukohteina lähtöpisteessä samankokoiset luonnonnormaalien ja hakkuun käsiteltyjen VT-männiköiden valtapuut.

Fig. 15. Post-drainage basal-area increment of dominant and codominant pine of ordinary sedge pine swamps. Comparison with dominant trees of same size (at the starting point) of natural and normal as well as of thinned VT stands.

hetkellä havaittavasta 3-4 cm:n erosta syntyy siis sararämemäntyjen elpymis- ja maksimikasvun vaiheessa. Harvennuskäsiteltyjen valtapuihin verrattuna rämemännitykseen jäävät kahdessa vanhimmassa ikäluokassa elpymisvaiheen aikana läpimittansa kehityksessä jälkeen 1-2 cm, mikä ero säilyy sitten jokseenkin muuttumattomana mittaushetkeen saakka.

Kuvasta 15 nähdään, että suomäntyjen pintakasvu on kohonnut koko ojituksenjäl-

keisen ajan. Vanhimpien ikäluokkien erot kangasmaiden samankokoisiin valtapuihin nähden ovat yleensä suurimmillaan ojitushetkellä tai elpymisvaiheen lopussa, mutta pienentyvät mittaushetkeen mentäessä ja saattavat jopa kääntyä päinvastaisiksi. Poikkeuksen muista kangasmaametsiköistä muodostavat harvennushakkuun käsiteltyjen kestokoealojen valtapuut, joilla pintakasvu on vanhalle iälle saakka suunnaltaan nouseva. Niukan aineiston vuoksi tätä sarjaa on pidettävä muita epävarmempana.

Vertailujen mukaan vallitsevien mäntyjen ojituksenjälkeinen sädekasvu muuttuu siinä mukana varsin samalla tavalla kuin puolukkatyyppin lievästi tai keskivahvasti harvennettujen männiköiden ja hitaammin kuin luonnonnormaaleissa VT-metsiköissä kasvavien samanikäisten valtapuiden sädekasvu. Samankokoisiin kangasmaiden puihin verrattuna rämemännitykseen jäävät ensimmäisten vuosikymmenten aikana kehityksessään hitaammiksi, mutta sen jälkeen kasvavat jokseenkin samalla nopeudella. Mitään selviä kasvun taantumisia ei siis rämemänniköissä havaita, jos kohta ei myöskään voida varmasti väittää, että niiden kasvu kangasmaiden puihin verrattuna iän mukana kohoaisi.

4125. Isovarpuisten rämeiden männyt

Isovarpuisten rämeiden kaikkien mäntykoepuiden ojituksenjälkeinen sädekasvu nähdään taulukosta 13, vallitsevien puiden taulukosta 14 ja kuvasta 16. Rämemäntyjen kehitystä verrataan tässä luonnonnormaalien CT-männiköiden, harvennushakkuun käsiteltyjen kestokoealojen VT-männiköiden ja VUOKILAN kasvupaikkaluokka IV:n männiköiden valtapuiden kehitykseen. Viimeksimainittu ryhmä edustaa kanervatyypin viljavampaa varianttia.

Myös isovarpuisilla rämeillä männyt reagoivat ojituksen aiheuttamaan kasvupaikkalojen muutokseen varsin nopeasti, sillä niiden sädekasvu alkaa nousta välittömästi ojituksen tapahduttua. Maksimikasvun saavuttamiseen isovarpuisten rämeiden männyt tarvitsevat aikaa ehkä hiukan enemmän, nuorimmat vajaat kymmenen, keskimäiset ikäluokat kymmenkunta ja vanhimmat viidestätoista kahteenkymmeneen vuoteen, kuin varsinainen sararämeiden puut.

Myös karuilla rämeillä puiden ikä vaikuttaa selvästi niiden ojituksenjälkeiseen maksimikasvuun, kuten seuraava asetelma osoittaa.

Ikäluokka	≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
Maksimaalisen sädekasvun suhteellinen arvo	109	103	100	77	64	49	44

Siinäkin ikäluokan 1—10 maksimikasvu on merkitty sadalla ja muut laskettu suhteessa siihen.

Taulukko 13. Mäntykoepuiden sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys isovarpuisilla rämeillä.

Table 13. Post-drainage radial increment of sample trees of pine in dwarf-shrub pine swamps.

Vuosia ojituksesta Years after drainage	a						
	≤ -10	-9-10	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
	i _{r5}						
- 5	-	-	-	4.24 ± 0.16	2.90 ± 0.20	2.81 ± 0.16	2.71 ± 0.27
0	-	-	7.04 ± 0.80	5.65 ± 0.29	3.54 ± 0.28	3.38 ± 0.23	2.93 ± 0.27
5	-	10.45 ± 0.45	9.85 ± 0.64	7.82 ± 0.37	6.93 ± 0.46	4.57 ± 0.27	4.16 ± 0.25
10	-	9.34 ± 0.32	8.93 ± 0.50	7.01 ± 0.21	7.18 ± 0.35	4.64 ± 0.23	4.80 ± 0.48
15	9.19 ± 0.51	7.35 ± 0.37	7.20 ± 0.32	5.82 ± 0.23	5.90 ± 0.27	4.50 ± 0.25	4.34 ± 0.37
20	9.61 ± 0.38	6.45 ± 0.33	5.96 ± 0.36	5.31 ± 0.20	5.45 ± 0.28	4.04 ± 0.22	3.81 ± 0.39
25	8.26 ± 0.29	7.07 ± 0.32	6.60 ± 0.38	6.05 ± 0.25	5.56 ± 0.23	4.47 ± 0.21	4.24 ± 0.33
30	7.50 ± 0.25	6.57 ± 0.27	6.26 ± 0.29	5.78 ± 0.23	6.20 ± 0.26	5.19 ± 0.21	4.52 ± 0.34
35	6.17 ± 0.24	5.95 ± 0.30	5.60 ± 0.27	5.01 ± 0.19	5.44 ± 0.22	4.99 ± 0.21	4.13 ± 0.33
40	6.09 ± 0.31	5.89 ± 0.29	5.42 ± 0.26	5.16 ± 0.17	5.11 ± 0.20	4.62 ± 0.24	4.39 ± 0.37
45	6.60 ± 0.36	5.85 ± 0.37	5.67 ± 0.33	5.20 ± 0.23	5.26 ± 0.29	4.77 ± 0.23	4.43 ± 0.37
50	6.34 ± 0.54	5.98 ± 0.53	5.35 ± 0.38	5.66 ± 0.33	5.17 ± 0.23	5.32 ± 0.28	4.85 ± 0.46

Tulos on jokseenkin samanlainen kuin varsinaisten sararämeidenkin männyillä. Vanhimpien ikäluokkien maksimikasvu jää alle puolen siitä, mitä ojituksen aikoihin rinnankorkeuden ylittäneet puut kykenevät kasvamaan. Maksimipisteen jälkeen nuorimpien puiden sädekasvu alenee niin paljon jyrkemmin, että mittaushetkellä ikäluokkien 1—10 ja ≥ 71 kasvujen ero on enää kahdenkymmenen prosentin suuruusluokkaa.

Vallitsevien rämementyjen ojituksenjälkeinen sädekasvu näyttää olevan kaikissa ikä-

luokissa korkeampi kuin luonnonnormaalien CT-männiköiden valtapuilla. Suurimmillaan erot ovat ikäluokassa 31—50 ja sitä vanhemmilla puilla. Käsittelemättömien kangasmettien valtapuumentyjen sädekasvu näyttäisi myös laskevan iän mukana hieman nopeammin kuin rämementyjen. Hakkuin käsiteltyjen metsiköiden sädekasvutarjoista kestokoealojen perusteella konstruoitu asetuu käytäytymiseltään edellisten väliin, kun taas VUOKILAN runkolukusarjan mukaan koostettu on useimmissa tapauksissa hyvin yh-

Taulukko 14. Vallitsevien mäntykoepuiden sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys isovarpuisilla rämeillä.

Table 14. Post-drainage radial increment of dominant and codominant pine trees in dwarf-shrub pine swamps.

Vuosia ojituksesta Years after drainage	a						
	≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
	i _{r5}						
- 5	-	-	-	4.19 ± 0.22	2.98 ± 0.22	2.85 ± 0.17	2.73 ± 0.29
0	-	-	7.23 ± 0.82	5.86 ± 0.35	3.67 ± 0.33	3.56 ± 0.24	2.97 ± 0.28
5	-	10.89 ± 0.74	10.69 ± 0.60	8.28 ± 0.33	6.99 ± 0.47	4.79 ± 0.28	4.20 ± 0.25
10	-	10.05 ± 0.50	9.79 ± 0.42	7.32 ± 0.31	7.22 ± 0.35	4.87 ± 0.23	4.91 ± 0.50
15	10.68 ± 0.64	8.09 ± 0.33	7.79 ± 0.45	6.02 ± 0.27	6.02 ± 0.29	4.69 ± 0.26	4.48 ± 0.38
20	11.14 ± 0.56	7.22 ± 0.38	6.40 ± 0.38	5.47 ± 0.25	5.62 ± 0.32	4.22 ± 0.23	3.98 ± 0.39
25	9.62 ± 0.43	7.95 ± 0.38	7.20 ± 0.40	6.35 ± 0.29	5.74 ± 0.24	4.70 ± 0.23	4.30 ± 0.35
30	8.39 ± 0.36	7.31 ± 0.31	6.61 ± 0.32	6.04 ± 0.25	6.38 ± 0.27	5.42 ± 0.21	4.62 ± 0.36
35	7.27 ± 0.31	6.71 ± 0.35	5.82 ± 0.30	5.19 ± 0.21	5.56 ± 0.23	5.27 ± 0.21	4.23 ± 0.34
40	7.38 ± 0.39	6.68 ± 0.33	5.86 ± 0.26	5.39 ± 0.18	5.31 ± 0.27	4.89 ± 0.20	4.51 ± 0.38
45	7.98 ± 0.43	6.40 ± 0.35	6.06 ± 0.35	5.43 ± 0.26	5.48 ± 0.32	5.01 ± 0.24	4.59 ± 0.37
50	7.00 ± 0.60	6.66 ± 0.61	5.63 ± 0.33	5.84 ± 0.38	5.40 ± 0.25	5.53 ± 0.28	4.85 ± 0.46

denmukainen rämementyjen sarjan kanssa sekä sädekasvunsa tason että sen vuosien mittaan tapahtuvan muuttumisen puolesta.

Kuvassa 17 esitetyissä samankokoisten puiden kuorettoman läpimitan kehitystä kuvaavissa sarjoissa ikäerot kangasmaamentyjen vastaavissa vertailuissa aikaisemminkin. Havaitaan, että kangasmaiden valtapuiden nopeampi kehitys ikäluokassa 31—50 ja sitä vanhemmilla puilla rajoittuu tässäkin tapauksessa kahteen ensimmäiseen yhteiseen lähtöpisteen jälkeiseen vuosikymmeneen, minkä jälkeen suopuut kasvavat yhtä hyvin, ehkä hiukan enemmänkin kuin kangasmaiden männyt. Suurimmillaankaan erot eivät IR—CT-männyillä kohoa yli kahden sentin. Ikäluokassa 11—30 ja sitä nuoremmilla puilla läpimitan kehitys on kaikissa vertailuissa sarjoissa käytännöllisesti katsoen sama.

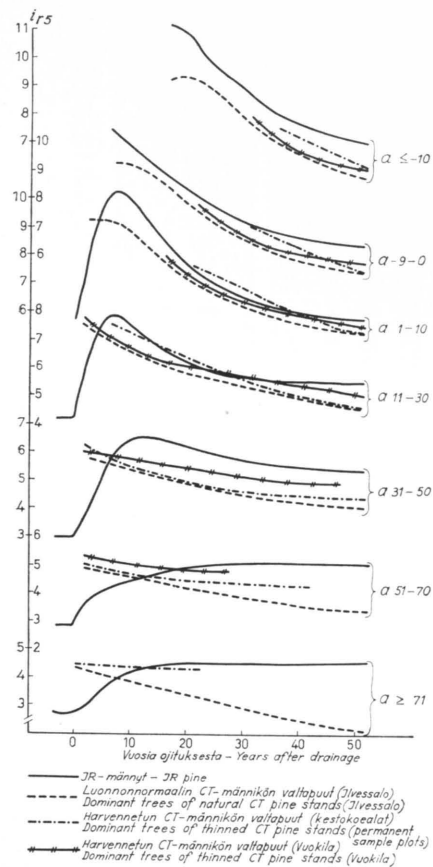
Kuva 18 osoittaa, että vallitsevien mäntyjen pintakasvu on myös isovarpuisilla rä-

meillä ollut koko ojituksenjälkeisen ajan nouseva ja että vanhimmilla puilla, joiden kasvu heti ojitushetken jälkeen on selvästi pienempi kuin kangasmaiden samankokoisilla valtapuilla, erot jälkimmäisiin pienentyvät. Niinpä mittaushetkellä jokaisen vertailusarjan pintakasvu on keskenään samaa suuruusluokkaa kaikissa ikäluokissa.

Isovarpuisten rämeiden männyillä ei siis voida todeta kasvun taantumista viiden ojituksenjälkeisen vuosikymmenen aikana, vaan ne näyttävät kehittyvän samaan tapaan kuin hakkuin käsiteltyjen CT-metsiköiden valtapuut, jopa kaventaen myöhempinä vuosina niitä eroja, jotka elpymisvaiheessa syntyvät.

4126. Aitojen korprien männyt

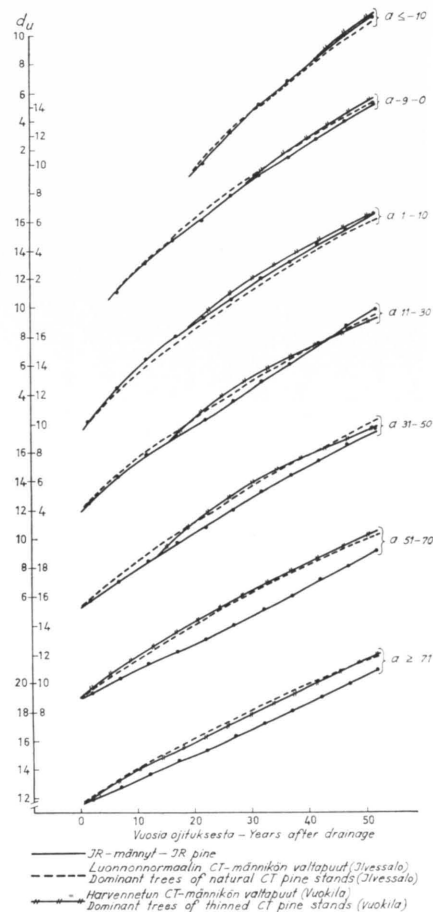
Seuraavassa tarkastellaan niiden mäntyjen ojituksenjälkeistä kehitystä, jotka ovat sekapuina kasvaneet ruoho- ja heinäkorpien sekä varsinaisten korprien metsiköissä. Kun kolme



Kuva 16. Vallitsevien mäntyjen sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys isovarpuisilla rämeillä. Vertailukohteina luonnonnormaalien ja hakkuin käsiteltyjen CT-männiköiden samankäiset valttapuut.

Fig. 16. Post-drainage radial increment of dominant and codominant pine of dwarf-shrub pine swamps. Comparison with dominant trees of same age of natural and normal as well as of thinned CT stands.

neljäntestä näistä on peräisin varsinaisista korvista, on pidetty tarkoituksenmukaisimpana verrata tämän ryhmän kehitystä MT-männiköistä saatuaan materiaaliin. Vertailukohteina ovat tässä luonnonnormaalit männiköt, harvennushakkuin käsitellyt kestokoealat sekä VUOKILAN kasvupaikkaluokka II:n männiköt.



Kuva 17. Vallitsevien mäntyjen läpimitan ojituksenjälkeinen kehitys isovarpuisilla rämeillä. Vertailukohteina lähtöpisteessä samankokoiset luonnonnormaalien ja hakkuin käsiteltyjen CT-männiköiden valttapuut.

Fig. 17. Post-drainage diameter development of dominant and codominant pine of dwarf-shrub pine swamps. Comparison with dominant trees of same size (at the starting point) of natural and normal as well as of thinned CT stands.

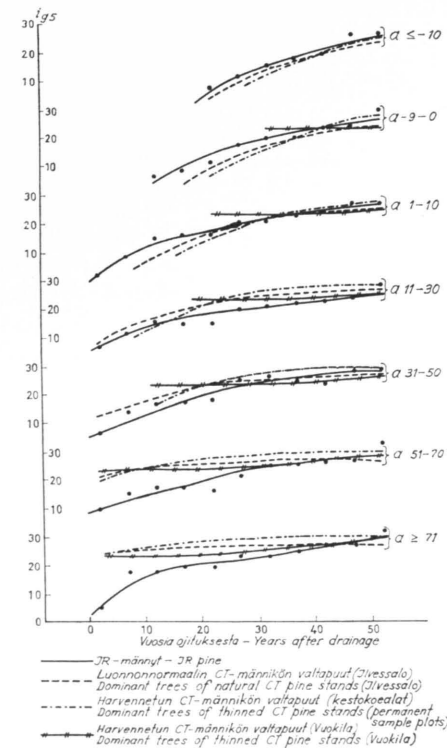
Tulokset kaikkien koepuiden sädekasvusta esitetään taulukossa 15, vallitsevien mäntyjen taulukossa 16 ja kuvassa 19.

Havaitaan, että sädekasvun elpyminen alkaa heti ojituksen jälkeen ja hyvin jyrkkä-

Taulukko 15. Mäntykoepuiden sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys aidoissa korvissa.

Table 15. Post-drainage radial increment of sample trees of pine in true spruce swamps.

Vuosia ojituksesta Years after drainage	a				
	≥ -10	-9-0	1-30	31-50	≥ 51
	i_{r5}				
-5	—	—	4.05 ± 0.54	2.69 ± 0.33	4.31 ± 0.40
0	—	—	6.31 ± 0.67	4.14 ± 0.61	3.71 ± 0.33
5	—	13.89 ± 1.01	11.75 ± 1.06	8.63 ± 1.13	4.54 ± 0.41
10	—	13.64 ± 0.64	11.08 ± 0.83	9.17 ± 1.16	5.78 ± 0.62
15	13.21 ± 0.64	9.40 ± 0.52	7.71 ± 0.54	7.10 ± 0.65	5.83 ± 0.49
20	12.73 ± 0.47	7.46 ± 0.42	7.40 ± 0.54	5.71 ± 0.60	4.45 ± 0.33
25	10.26 ± 0.40	9.48 ± 0.58	7.88 ± 0.61	6.19 ± 0.50	4.96 ± 0.43
30	10.09 ± 0.34	8.65 ± 0.61	7.33 ± 0.49	6.24 ± 0.37	5.45 ± 0.36
35	8.78 ± 0.32	7.68 ± 0.47	6.97 ± 0.54	5.48 ± 0.51	5.35 ± 0.43
40	7.86 ± 0.29	6.76 ± 0.44	6.72 ± 0.51	5.65 ± 0.65	5.69 ± 0.47
45	7.50 ± 0.34	6.34 ± 0.38	6.00 ± 0.54	5.48 ± 0.68	4.98 ± 0.37
50	6.98 ± 0.37	7.46 ± 0.62	6.16 ± 0.53	5.50 ± 0.72	4.52 ± 0.41



Kuva 18. Vallitsevien mäntyjen pintakasvun ojituksenjälkeinen kehitys isovarpuisilla rämeillä. Vertailukohteina lähtöpisteessä samankokoiset luonnonnormaalien ja hakkuin käsiteltyjen CT-männiköiden valttapuut.

Fig. 18. Post-drainage basal-area increment of dominant and codominant pine of dwarf-shrub pine swamps. Comparison with dominant trees of same size (at the starting point) of natural and normal as well as of thinned CT stands.

nä. Elpymisajan pituus on viidestä viiteentoista vuotta. Seuraava asetelma kuvaa vallitsevien mäntyjen maksimisädekasvun suuruutta eri ikäluokissa.

Ikäluokka	≤ -10	-9-0	1-30	31-50	≥ 51
Maksimaalisen sädekasvun suhteellinen arvo	119	122	100	85	49

Myös aitojen korprien männynillä ojituksenjälkeisen sädekasvun maksimin korkeus riip-

puu puiden iästä samalla tavoin ja likimain yhtä jyrkästi muuttuen kuin muillakin kasvualustoilla. Erot säilyvät mittaushetkeen saakka, vaikka selvästi pienentyvinä.

Verrattaessa vallitsevien korpimäntyjen sädekasvun kulkua kangasmaiden männiköistä saatuihin sarjoihin todetaan, että ojitushetken jälkeen rinnankorkeuden ohittaneet suomännyt kasvavat ensimmäisinä vuosina tunnustavasti hitaammin kuin VUOKILAN ja erityisesti ILVESSALON sarjojen valttapuumännyt, joiden sädekasvu kuitenkin myös hidastuu jyrkemmin niin, että mittaushetkellä ne jo kasvavat suomännytä vähemmän. Vanhemmissa ikäluokissa molempien mainittujen sarjojen sädekasvu ovat alempana kuin korpimäntyjen. Kestokoealoilta laadittu sädekasvusarja muistuttaa tasoltaan ja suunnaltaan lähinnä suopuiden sädekasvua.

Kuvassa 20 verrataan korvissa kasvaneiden

Taulukko 16. Vallitsevien mäntykoepuiden sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys aidoissa korvissa.

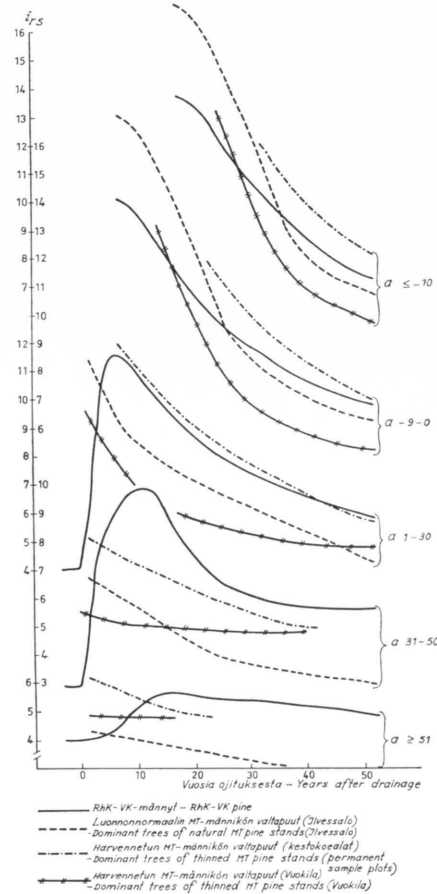
Table 16. Post-drainage radial increment of dominant and codominant pine trees in true spruce swamps.

Vuosia ojituksesta Years after drainage	a				
	≥ -10	-9-0	1-30	31-50	≥ 51
	$i_{r,5}$				
-5	—	—	4.05 ± 0.54	2.92 ± 0.37	4.40 ± 0.41
0	—	—	6.31 ± 0.67	4.78 ± 0.64	3.76 ± 0.34
5	—	13.96 ± 0.76	11.75 ± 1.06	9.68 ± 1.17	4.56 ± 0.43
10	—	13.51 ± 0.70	11.08 ± 0.83	10.18 ± 1.20	5.94 ± 0.62
15	13.58 ± 0.67	9.56 ± 0.58	7.71 ± 0.54	7.53 ± 0.72	6.01 ± 0.47
20	13.29 ± 0.54	7.83 ± 0.55	7.40 ± 0.54	5.98 ± 0.67	4.51 ± 0.35
25	10.96 ± 0.42	9.79 ± 0.65	7.88 ± 0.61	6.44 ± 0.50	4.99 ± 0.45
30	10.88 ± 0.40	8.98 ± 0.61	7.33 ± 0.49	6.38 ± 0.41	5.38 ± 0.37
35	9.52 ± 0.41	7.98 ± 0.50	6.97 ± 0.54	5.57 ± 0.60	5.37 ± 0.44
40	8.30 ± 0.30	7.22 ± 0.44	6.72 ± 0.51	5.65 ± 0.71	5.62 ± 0.49
45	8.00 ± 0.36	6.76 ± 0.36	6.00 ± 0.54	5.80 ± 0.78	4.95 ± 0.38
50	7.37 ± 0.31	7.46 ± 0.62	6.16 ± 0.53	6.30 ± 0.76	4.52 ± 0.41

vallitsevien mäntyn kuorettoman läpimitan kehitystä samankokoisten kangasmaamäntyn vastaavaan. Lueteltuina vanhimasta ikäluokasta (≥ 51) nuorimpaan (1–30) jälkimmäiset ovat tällöin vajaat viisikymmentä, kolmekymmentä ja vajaat kymmenen vuotta edellisiä nuorempia.

ILVESSALON luonnonnormaaleille MT-männiköille esittämä nopea alkukehitys näkyy tässäkin vertailussa selvästi, sillä kahden vuosikymmenen päässä yhteisestä lähtöpisteestä kangasmäntyn läpimitta on 2–5 cm suurempi kuin suopuiden. Myöhempinä vuosina kehityserot hidastuvat sen verran, että mitaushetkeen edellisten etumatka on kasvanut enää 1–2 cm:llä.

VUOKILAN harvennusemetsiköiden perusteella koostettu sarja kulkee vanhimmissa ikäluokassa yhtäläisesti suopuiden sarjan kanssa ja muissa kangasmäntyn nopeampi

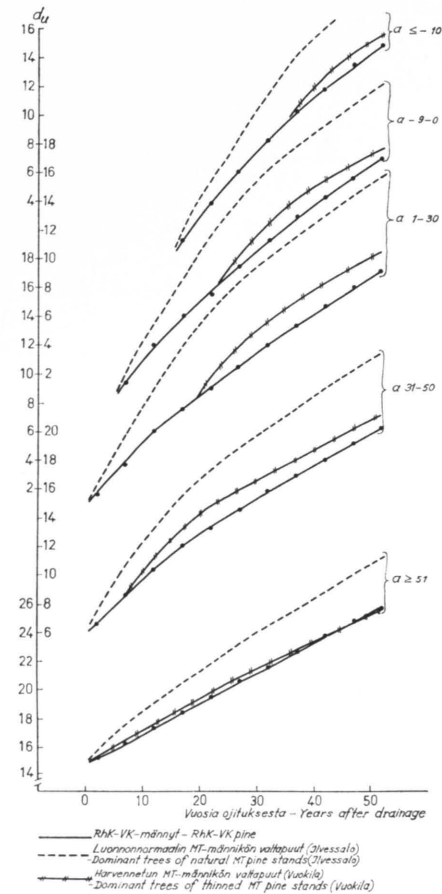


Kuva 19. Vallitsevien mäntyn sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys aidoissa korvissa. Vertailukohteina luonnonnormaalien ja hakkuin käsiteltyjen MT-männiköiden samanikäiset valttapuut.

Fig. 19. Post-drainage radial increment of dominant and codominant pine of spruce swamps. Comparison with dominant trees of same age of natural and normal as well as of thinned MT pine stands.

kehitys rajoittuu muutamaan yhteisen lähtöpisteen jälkeiseen vuoteen. Myöhemmin kehityksen suunta on sama.

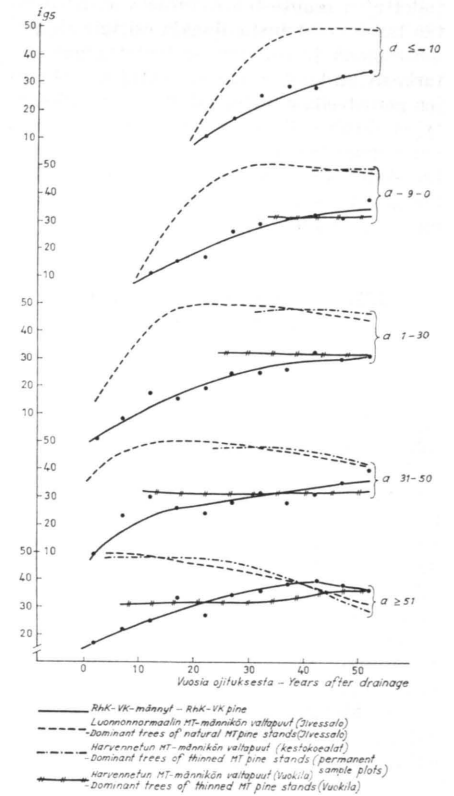
Samankokoisia puita verrattaessa kesto-koaloilta saatu käsiteltyjen metsiköiden sarja muistuttaa lähinnä luonnonnormaalien metsien valttapuiden kehitystä, kuten näh-



Kuva 20. Vallitsevien mäntyn läpimitan ojituksenjälkeinen kehitys aidoissa korvissa. Vertailukohteina lähtöpisteessä samankokoiset luonnonnormaalien ja hakkuin käsiteltyjen MT-männiköiden valttapuut.

Fig. 20. Post-drainage diameter development of dominant and codominant pine of spruce swamps. Comparison with dominant trees of same size (at the starting point) of natural and normal as well as of thinned MT pine stands.

dään kuvasta 21, joka esittää korpimäntyn ojituksenjälkeistä pintakasvun kulkua. Kuten aikaisemmin tarkastelluissa ryhmissäkin myös korpimäntyn vallitsevilla männyillä pintakasvu lisääntyy yleensä koko ojituksenjälkeisen ajan. Erot kangasmaamäntyn pinta-



Kuva 21. Vallitsevien mäntyn pintakasvun ojituksenjälkeinen kehitys aidoissa korvissa. Vertailukohteina lähtöpisteessä samankokoiset luonnonnormaalien ja hakkuin käsiteltyjen MT-männiköiden valttapuut.

Fig. 21. Post-drainage basal-area increment of dominant and codominant pine of spruce swamps. Comparison with dominant trees of same size (at the starting point) of natural and normal as well as of thinned MT pine stands.

kasvuun ovat suurimmillaan tarkasteluajan alussa ja pienentyvät kaikissa tapauksissa selvästi mitaushetkeen mentäessä.

Korpimännyn ovat peräisin kasvupaikoilta, joissa viljavuuden vaihtelu on huomattava. Niiden tulokset ovat sen vuoksi epätarkempia kuin muiden edellä esitettyjen ryhmien. Tästä syystä ei vertailtavissa sarjoissa havaituille tasoeroille voi antaa kovin suurta painoa päätelmiä tehtäessä. Kasvun kulussa

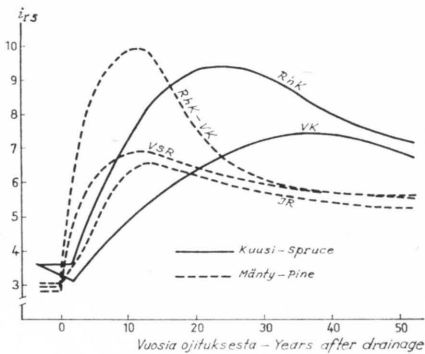
todettujen muutosten suuntaa voitaneen pitää tason vaihtelusta ainakin osittain riippumattomana ja sen vuoksi luotettavampana tarkastelun kohteena. Suoritettujen vertailujen perusteella näyttäisi siltä, että korpimäntien ojituksenjälkeinen sädekasvu hidastuisi vähemmän iän mukana kuin samanikäisten tai -kokoisten kangasmaan mäntien. Vähintään voidaan sanoa, että kasvun taantuma ei suopuilla esiinny.

4127. Kasvualustan viljavuuden ja puulajin vaikutus

Edellä tarkasteltiin suopuiden kasvun ojituksenjälkeistä kehitystä suotyypin ja puulajin perusteella muodostettujen ryhmien sisällä. Tällöin todettiin, että suopuut elpymisvaiheen jälkeen yleensä vastaavat kehitykseltään paremmin samankokoisia kuin samanikäisiä, kasvualustansa viljavuuden puolesta vastaavina pidettyjen kangasmaametsiköiden valtapuita. Normaalia länmukaista kehitystä nopeampaan kasvun taantumiseen viittaavia ilmiöitä ei voitu missään ryhmässä havaita, vaan todennäköisempänä, joskaan ei varmasta, voidaan pitää sitä, että suopuiden kasvu niiden vanhentumisen huomioonottaen hitaasti lisääntyy. Aitojen korprien puilla tämä lisääntymisen on ehkä selvempää kuin rämeiden puilla.

Seuraavassa käsitellään niitä huomioita, joita edelläesitettyjen suopuiden kasvusarjojen perusteella on saatu kasvualustan viljavuuden ja puulajin vaikutuksesta puiden sädekasvun ojituksenjälkeiseen kehityskulkuun. Tarkastelua pyritään selvittämään esimerkiksi (kuva 22), joksi on valittu ikäluokkaan 31—50 vuotta kuuluvien vallitsevien suopuiden ojituksenjälkeinen sädekasvu eri kasvupaikoilla.

Männyt reagoivat yleensä välittömästi ojituksella aikaansaatuun kasvuolojen muutokseen. Heti ojituksen tapahduttua niiden sädekasvu alkaa kohota kaikissa ikäluokissa. Kasvun maksimin saavuttamiseen kulua aika on varsin lyhyt, viidestä kahteenkymmeneen vuoteen. Elpymisvaiheen pituus riippuu ennen muuta puun iästä, mutta vähäisessä määrin myös kasvualustan viljavuudesta. Mitä vanhempia puut ovat ja mitä karumpi on kasvupaikka, sitä pitempi on elpymiseen kulua aika.



Kuva 22. Vallitsevien kuusien ja mäntien (a = 31—50) sädekasvun ojituksenjälkeinen kehitys viljavuudeltaan erilaisilla kasvualustoilla.

Fig. 22. Post-drainage radial increment of dominant and codominant pine and spruce (a = 31—50) in sites of different fertility.

Kuusen reagointi on huomattavasti hitaampaa. Ojituksesta kuluu aina muutamia vuosia, ennen kuin kuusien sädekasvu alkaa suurentua. Kun verrataan toisiinsa aitojen korprien kuusien ja samoilta koealoilta olevien mäntien kasvusarjoja (kuva 22), havaitaan, miten paljon jyrkempi ja nopeampi sädekasvun lisääntyminen on männyllä kuin kuusilla. Myös sädekasvun maksimin saavuttamiseen kuuset tarvitsevat huomattavasti pitemmän ajan kuin männyt. Niiden elpymisvaihe vaihtelee kymmenestä runsaaseen kolmeenkymmeneen vuoteen. Kasvualustan viljavuuden vaikutus kuusen tarvitsemaan elpymisaikaan on samansuuntainen, mutta selvempi kuin männyllä.

Edellisestä seuraa, että mäntien sädekasvu kääntyy nopeammin alenevaksi kuin samanikäisten kuusien. Tuo aleneminen on männyllä yleensä myös jyrkempää kuin kuusella, erityisesti nuorehkoilla puilla.

Kasvualustan viljavuus ei näytä muuttavan eri ikäluokkien elpymismahdollisuuksia. Niinpä molemmissa kuusisarjoissa vanhimpien puiden sädekasvu on maksimissaan runsaat puolet, kaikissa mäntysarjoissa vajaat puolet nuorimpien ennen ojitusta rinnankorkeuden ylittäneiden puiden kasvusta.

Samalla kun puiden ojituksenjälkeiset reaktiot hidastuvat kasvualustan muuttuessa karummaksi, myös sädekasvun taso laskee

(vrt. taulukko 6, s. 30). Erot viljavien ja karujen kasvupaikkojen välillä eivät yksityisten puiden kasvussa ole yhtä selviä kuin vastaavissa metsikköjen kasvuluvuissa, koska sa-

massa kehitysvaiheessa olevien puiden pinta-alayksikköä kohti laskettu lukumäärä myös pienenee viljavilta kasvupaikoilta karuille siirryttäessä.

413. VALLITSEVIEN PUIDEN PITUUS JA PITUUSKASVU

Useissa suopuiden ojituksenjälkeistä kasvua tarkastelevissa töissä (esim. HAINLA 1957, HEIKURAINEN ja KUUSELA 1962) puiden pituuskasvussa tapahtuvat muutokset ovat saaneet varsin keskeisen sijan. Jos pituuskasvun ojituksenjälkeistä kulkua tutkitaan useita vuosikymmeniä vanhoilla ojitusalueilla, päästään luotettavaan tulokseen vain runkoanalyysin avulla, kuten esim. Buš (1960) onkin menetellyt. Tässä tutkimuksessa ei työkapasiteetti riittänyt satojen runkoanalyysien suorittamiseen. Sen vuoksi seuraavassa tyydytään esittämään laskelmat

vallitsevien koepuiden pituudesta ja viimeisen viisivuotiskauden pituuskasvusta, jotta suopuiden pituuden ojituksenjälkeisestä kehityksestä voitaisiin antaa edes jonkinlainen kuva. Mittaus- ja pyörästysvirheiden vuoksi tulokset ovat jossakin määrin epävarmoja.

Laskelmien tulokset esitetään taulukossa 17. Havaitaan, että kaikilla ennen ojitusta rinnankorkeuden ylittäneillä puilla eri ikäluokkien väliset pituuserot jäävät varsin pieniksi, parin-kolmen metrin suuruisiksi, muissa ryhmissä paitsi aitojen korprien männnyillä, joilla vanhimman ikäluokan puut ovat noin

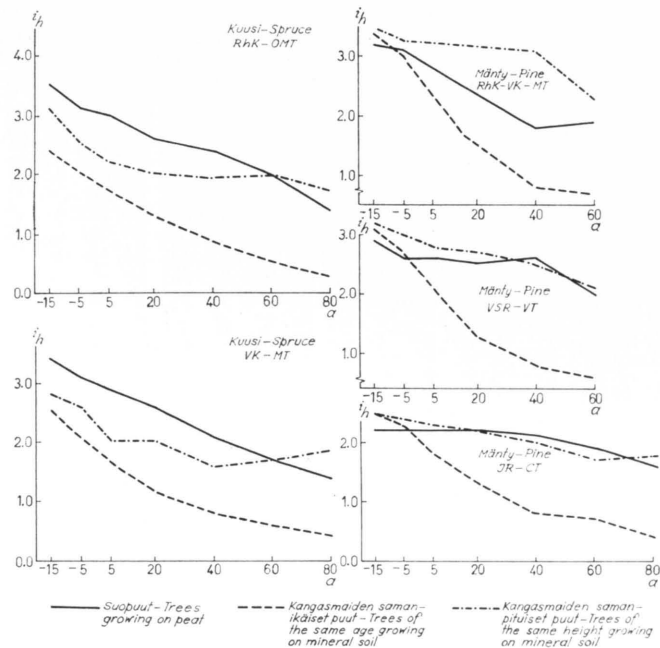
Taulukko 17. Vallitsevien koepuiden pituus ja pituuskasvu.

Table 17. Height and height increment of dominant and codominant sample trees.

Suotyyppi Site	Puulaji Tree species	a						
		≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
		h (mittaushetkellä — at the time of measurement)						
RhK	Kuusi Spruce	15.6 ± 0.27	18.0 ± 0.36	19.5 ± 0.48	20.5 ± 0.44	21.1 ± 0.36	20.6 ± 0.54	22.6 ± 0.50
VK		14.6 ± 0.42	16.1 ± 0.23	17.2 ± 0.37	17.2 ± 0.26	19.1 ± 0.32	18.6 ± 0.53	17.7 ± 0.44
RhK-VK	Mänty Pine	15.0 ± 0.25	16.7 ± 0.33	17.2 ¹ ± 0.47	—	17.6 ± 0.45	22.1 ² ± 0.69	—
VSR		12.7 ± 0.16	13.9 ± 0.22	15.4 ± 0.23	16.3 ± 0.16	17.1 ± 0.20	18.4 ² ± 0.52	—
IR		10.8 ± 0.29	12.1 ± 0.23	12.8 ± 0.30	13.7 ± 0.23	14.3 ± 0.25	15.3 ± 0.29	15.1 ± 0.52
			i _h					
RhK	Kuusi Spruce	35 ± 0.8	31 ± 1.2	30 ± 1.0	26 ± 1.1	24 ± 1.2	20 ± 1.4	14 ± 1.9
VK		34 ± 1.5	31 ± 0.7	29 ± 1.6	26 ± 0.9	21 ± 0.8	17 ± 1.4	14 ± 0.9
RhK-VK	Mänty Pine	32 ± 0.5	31 ± 1.3	25 ¹ ± 2.6	—	18 ± 1.8	19 ² ± 1.4	—
VSR		29 ± 0.5	26 ± 0.8	26 ± 0.7	25 ± 0.5	26 ± 0.6	20 ² ± 2.1	—
IR		22 ± 1.0	22 ± 0.7	22 ± 0.9	22 ± 0.6	21 ± 0.6	19 ± 0.6	16 ± 1.0

¹ a 1—30

² a ≥ 51



Kuva 23. Vallitsevien suopuiden pituuskasvu kangasmaiden samanikäisten ja samanpituisten valtapuiden kasvuun verrattuna.

Fig. 23. Height increment of dominant and codominant peatland trees in comparison with that of dominant trees of same age and size growing on mineral sites.

viisi metriä pitempiä kuin nuorimman ikäluokan puut.

Kun luonnontilaisillakin soilla puiden ikä ja pituus ovat keskenään positiivisessa, joskaan eivät erityisen kiinteässä korrelaatiossa, on siis ilmeistä, että puiden ojituksen jälkeinen pituuskasvu on sitä heikompaa, mitä vanhempia puut ojitushetkellä ovat (vrt. HEIKURAINEN ja KUUSELA, em. teos).

Toisaalta todetaan, että vanhimmatkin puut, erityisesti rämemäntyjen ryhmissä, ovat mittaushetkellä kasvaneet varsin hyvin.

Niinpä vanhimman ikäluokan puiden pituuskasvu on aitojen korprien kuusilla ollut noin neljäkymmentä, aitojen korprien männyillä noin kuusikymmentä ja rämemännyillä noin seitsemänkymmentä prosenttia nuorimman ikäluokan puiden kasvusta.

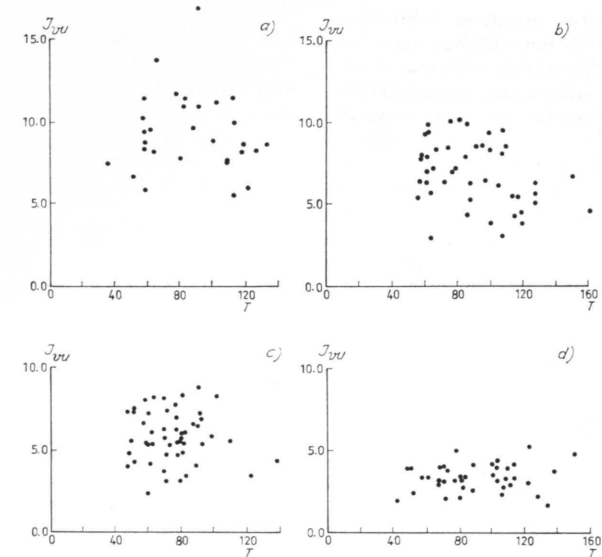
Kun verrataan toisiinsa luonnonnormaaleiden kangasmaametsiköiden valtapuiden ja vallitsevien suopuiden pituuskasvua (kuva 23), havaitaan, että suopuiden pituuskasvu on lähempänä kangasmaiden samanpituisten kuin samanikäisten puiden kasvua.

42. Metsiköiden kuutiokasvu

42.1. METSIKÖN KASVUN ESITTÄMINEN

Metsikön kasvun suuruus riippuu monista tekijöistä, joista osa on metsikön sisäisiä, osa taas ulkonaisista olosuhteista, kuten puuston käsittelystä, kasvualustan viljavuudesta, tut-

kittavan ajanjakson sääsuhteista jne. johtuvia. Säännöllisesti kehittyneissä tasaikäisissä metsiköissä puuston ikä on sisäisistä tekijöistä paras kasvun selittäjä, jolloin myös muut,



Kuva 24. Metsiköiden juokseva vuotuinen kuutiokasvu esitettyä metsiköiden keski-ikänsä funktiona. a) RhK, b) VK, c) VSR ja d) IR.

Fig. 24. Current annual volume increment of certain stands as a function of their mean age. a) RhK, b) VK, c) VSR, and d) IR.

kuten puuston kehitysvaihe ja kuutiomäärä, tulevat tyydyttävästi huomioonotetuiksi (KUUSELA ja KILKKI 1963). Ojitettujen soiden puusto on rakenteeltaan tavallisesti erikikäistä. Näin on usein laita silloinkin, kun metsikkö näyttää varsin tasaiselta. Ilmiö johtuu siitä, että pienemmät ja nuoremmat puuyksilöt kykenevät normaalisti lisäämään kasvuaan enemmän kuin järeämmät puut, kuten tässäkin on jo edellä havaittu (vrt. myös esim. HEIKURAINEN ja KUUSELA 1962). Puuston kokoerot voivat näin tasoittua vuosikymmenten mittaan.

HUIKARI ym. (1967) ovat laskeneet suopuiden iän siten, että kairanlastusta on määritetty puun ennen ojitusta saavuttama säteen pituus. Tämä on jaettu ojituksen jälkeen syntyneiden vuosilustojen keskimääräisellä leveydellä ja saatu osamäärä lisätty ojituksen jälkeisten vuosilustojen lukumäärään. Näin laskettua summaa on pidetty puun ikänä mittaushetkellä. Tällä tavoin on yksityisen puun mittaushetkellä omaama elinvoimaisuus tullut epäilemättä paremmin kuvatuksi kuin puun todellista ikää käyttämäl-

lä, vaikka onkin vaikeata päätellä, mitä lasketut suure itse asiassa merkitsee. Eri-ikäisrakenteiselle metsikölle saatu ikä jää kuitenkin merkitykseltään epämääräiseksi, laskettiinpa se miten tahansa. Kuvassa 24 on tarkasteltu suometsiköiden kasvua viimeisellä viisivuotiskaudella puuston keskimääräisen iän funktiona. Ikä on laskettu koepuiden rinnankorkeusien keskiarvona lisäten näin saatua lukuun kuusella 20, männyllä 15 vuotta. Laskettua tunnusta voitaneen pitää jonkinlaisena talousikä (vrt. esim. SIRÉN 1950, VUOKILA 1956).

Havaitaan, ettei lasketun ikätunnuksen vaikutus näy selvänä kasvuluvuissa. Tulosta ei luonnollisesti tule tulkita siten, ettei iällä olisi merkitystä myös suometsiköiden kasvuun. On vain niin, että sama keski-ikä saattaa eri tapauksissa koostua kovin eri tavoin. Toisaalta suometsiköiden kasvu riippuu sen puiden iästä moniselitteisemmin kuin kangasmailla, koska ojitusalueella puun ikä koostuu kahdesta ei-yhteismitallisesta suureesta: iästä ennen ojitusta ja ojituksen jälkeisestä puun elämien vuosien määrästä. Ensiksimitun

ikäsuureen vaikutus metsikön kehitykseen vaihtelee suuresti luonnontilaisen suon keuhusolojen ja viljavuuden mukana, minkä vuoksi ojituksen jälkeenkään suomensiköiden ikä ei kuvasta niiden kehitysvaihetta samalla tavalla ahtaissa rajoissa kuin säännöllisesti kehittyneiden kivennäismaiden metsiköiden.

Eri-ikäisrakenteisissa metsiköissä puuston kuutiomäärä on ehkä käyttökelpoisin kasvun kriteeri (vrt. esim. SPURR 1952, KUUSELA ja KILKKI 1963). On kyllä myönnettävä, että kasvulukujen hajonta on varsin suuri myös silloin, kun niitä tarkastellaan metsikön kuutiomäärän funktiona (vrt. esim. ILVESSALO 1965). Parhaaseen tulokseen ilmeisesti päästäisiin, jos regressiolaskelmin etsittäisiin, mitkä tekijät puuston kuutiomäärän ohella eniten vaikuttavat ojitettujen soiden metsiköiden kasvuun. Sopivimman vertailukohtaan tämän työn tulosten analysoinnille tarjoaa kuitenkin tutkimus (HEIKURAINEN 1959), jossa metsiköiden kasvua on tarkasteltu kuutiomäärän funktiona. Myös kangasmaa-

422. KORPIMETSIKÖIDEN NYKYINEN KASVU

Koealametsiköiden viimeisen viisivuotiskauden kasvua kuvaavat tasoituskäyrät, samoin kuin alkuperäiset kasvuhavainnotkin, on esitetty kuvissa 25 ja 26.

Todetaan, että ruoho- ja heinäkorviksi luokitetuissa metsiköissä vuotuinen juokseva kuutiokasvu kohoaa parhaimmillaan keskimäärin noin kymmeneen kuutiometriin kuoretonta puuta vuotta ja hehtaaria kohti. Varsinaisissa korvissa vastaava lukema on noin kahdeksan kuutiometriä. Yksityisten koealametsiköiden väliset erot ovat varsin suuria. Ehkä vaikuttavin tekijä kasvulukujen suureen hajontaan on puiden ikä. Yli satavuotiaat metsiköt (täytetyllä ympyrällä merkityt) ovat painamassa keskimääräisiä kasvukäyriä tuntuvasti alaspäin.

Tässä yhteydessä on erityisesti korostettava, etteivät tässä esitetyt havainnot missään tapauksessa kuvaa 50 vuotta sitten ojitettujen korpisoiden keskimääräistuloksia, jotka todennäköisesti ovat huomattavasti heikompia. Tässä tutkimuksessa käsiteltävät metsiköt edustavat sekä kuivatuksensa tehokkuuden että puuston määrän ja näin ollen ilmeisesti myös puuston kasvun puolesta en-

metsiköiden kasvua koskevat tiedot (ILVESSALO 1920 a ja b, NYSSÖNEN 1954, VUOKILA 1956) voidaan muuttaa tähän muotoon. Tämän vuoksi on katsottu tarkoituksenmukaiseksi pitää metsiköiden kasvun tarkastelussa tähän esitystapaan.

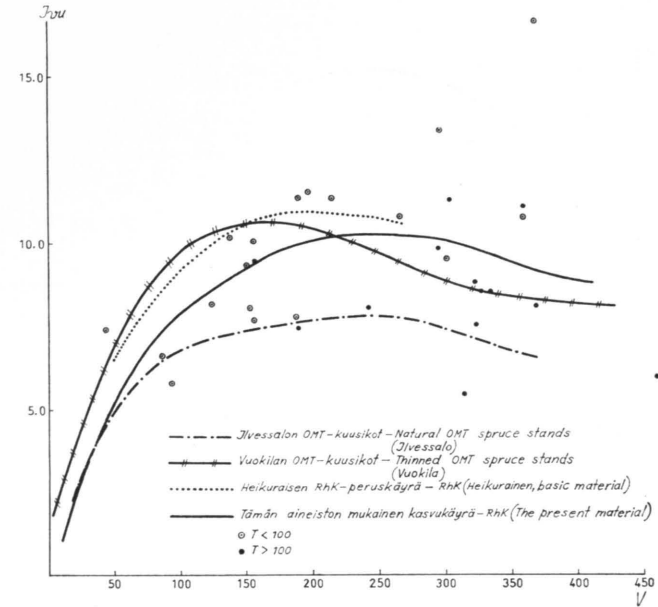
Kasvua selittäväenä kuutiomääränä on tässä käytetty tarkasteltavan viisivuotiskauden kuorellisen kuutiomäärän keskiarvoa (vrt. NYSSÖNEN 1954, HEIKURAINEN 1959). Jos metsikköä on viisivuotiskaudella hakkuin käsitelty, on kantojen perusteella arvioitun poistuman osuus otettu huomioon sekä kuutiomäärä- että kasvulukuihin. Juoksevan vuotuisen kuutiokasvun luvut on esitetty meillä tavaksi tullutta käytäntöä noudattaen kuorettomina.

Kasvulukuja kuvaavat pisteet on tasoitettu graafisesti käyttäen apuna vierekkäisten havaintojen osakeskiarvoja. Kokeillut analyttiset tasoitukset eivät oleellisesti muuttaneet kuvaajien muotoa tai tasoa.

nen ensimmäistä maailmansotaa ojitettujen soiden parhaita metsiä.

Kuten jo edellä mainittiin, katsottiin tässä tutkimuksessa saaduille kasvulukuihin sopivimmiksi vertailukohteiksi HEIKURAINEN (1959) esittämät ruoho- ja heinäkorpien sekä mustikkakorpien niin sanotut peruskäyrät sekä hänen ILVESSALON (1920 a ja b) luonnonnormaaleista ja VUOKILAN (1956) toistuvien harvennusten käsitellyistä kuusikoista esittämien tietojen perusteella laskemansa OMT- ja MT-metsiköiden kuutiomäärän mukaiset kasvukäyrät. Kuvaajien keskinäisestä vertailukelpoisuudesta todettakoon:

— HEIKURAINEN RhK:n ja MK:n perusaineistojen painopiste sattuu jokseenkin tarkkaan 61. leveyspiirin kohdalle eli noin sata kilometriä etelämmäksi kuin tämän aineiston. Teoriassa pitäisi HEIKURAINEN esittämien kasvulukujen sen vuoksi ylittää tässä esitetyt noin viidellä prosenttiyksiköllä (HEIKURAINEN ja SEPPÄLÄ 1965). Arvailun varaan jää, missä määrin ILVESSALON ja VUOKILAN aineistot vastaavat nyt tutkittujen koealojen suurilmastollisia oloja, koska esimerkiksi suo- ja kangasmaametsiköiden todennäköisestä, sys-



Kuva 25. RhK-koealojen juokseva vuotuinen kuutiokasvu esitettynä metsikön kuutiomäärän funktiona. Vertailukohteina luonnonnormaalit ja hakkuin käsitellyt OMT-kuusikot sekä nuorempien ojitusaluiden RhK-metsiköt.

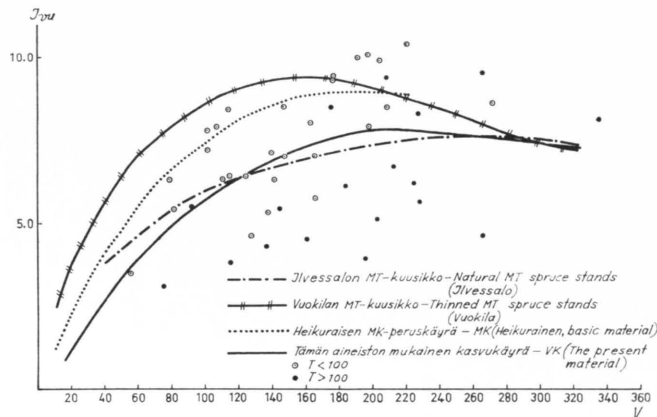
Fig. 25. Current annual volume increment of RhK sample plots as a function of the stand volume. Comparison with natural and normal as well as with thinned OMT stands and with RhK stands of younger drainage areas.

temaattisesti erilaisesta korkeusasemasta ei ole tietoa.

— Sääsuhteiden aiheuttama kasvunvaihtelu tekee eri aikoina kerättyjen aineistojen vertailun epävarmaksi. Kuten edellä (s. 27) on mainittu, viimeisen viisivuotiskauden kasvuindeksiksi saatiin kuusella 96. Kasvulukujen korotusta indeksin edellyttämällä tavalla ei kuitenkaan suoritettu. HEIKURAINEN on puolestaan eliminoinut sääsuhteiden aiheuttaman kasvunvaihtelun kangasmaiden metsiköistä peräisin olevia indeksilukuja (ILVESSALO 1956, KOIVISTO 1957, NYSSÖNEN 1958, LINNAMIES 1959) käyttämällä. Edellä sovitun kasvuindeksien vertailun perusteella on syytä olettaa, että kangasmaiden kuusikoille vuosiksi 1945 — 1957 lasketut kasvuindeksit jossain määrin aliarvioivat suokusikkojen kasvuedellytyksiä sanottuna aikana. Aliarviointi näyttäisi viisivuotiskausina 1951 — 55, 1952 — 56 ja 1953

— 57 olevan noin viiden prosentin suuruusluokkaa, vastaavina kymmenvuotiskausina hieman enemmän. HEIKURAINEN ja kirjoittajan esittämässä käyrässä voi siis olla sääsuhteiden aiheuttamasta kasvunvaihtelusta johtuva keskinäinen tasovirhe, joka suuruudeltaan saattaa pahimmassa tapauksessa kohota noin kymmeneen prosenttiin ja joka nostaa ensin mainittuja käyriä liian korkealle jälkimmäisiin verrattuna. Nykyisten tietojen perusteella on vaikeata päätellä edes suuntaa, mihin päin tämän tutkimuksen kasvulukuja olisi korjattava, että päästäisiin VUOKILAN materiaalin kanssa samaan ilmastolliseen »normaalitasoon». Sama huomautus pätee myös ILVESSALON aineistosta laskettuihin keskimääräiskäyriin.

— HEIKURAINEN perusaineistosta on karstittu pois vajaatuottoistapaukset, siis myös yli-ikäisiä pidetyt metsiköt. Tämän tutkimuksen aineistossa on sen sijaan eräitä met-



Kuva 26. VK-koalojen juokseva vuotuinen kuutiokasvu esitettynä metsikön kuutiomäärän funktiona. Vertailukohteina luonnonnormaalit ja hakukin käsitellyt MT-kuusikot sekä nuorempien ojitusalueiden MK-metsiköt.

Fig. 26. Current annual volume increment of VK sample plots as a function of the stand volume. Comparison with natural and normal as well as with thinned MT stands and with MK stands of younger drainage areas.

siköitä, joiden keskimääräinen ikä on pitkälti yli sadan vuoden. Kuivatulla turvemaalla ei puuston ikä kuitenkaan näytä välttämättä olevan esteenä suhteellisen korkeallekaan kasvuille. Molemmilla korpityypeillä on esiintynyt useita järeäpuustoisia yli satavuotiaita metsiköitä, joissa kasvu on ollut huomattavan suuri. Koealojen karsintaa niiden ikäsuhteiden perusteella ei sen vuoksi katsottu aiheelliseksi tehdä.

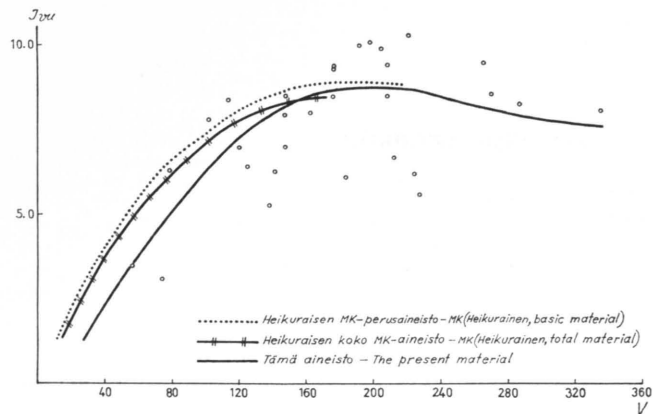
— Kuvassa 26 HEIKURAISEN peruskäyrä on piirretty yksinomaan mustikkakorpien kasvulukujen perusteella. Kirjoittajan aineistosta kolmannes on puolukkakorpiä (vrt. myös kuva 27).

— Metsiköiden metsänhoidollisen tilan, puulajisuhteiden ja ilmeisesti myös hakkuiden puolesta tämän tutkimuksen aineisto vastaa melko tarkoin niitä vaatimuksia, joita HEIKURAINEN on edellyttänyt peruskäyrien piirtämiseen valituilta koealoilta. Kuivatuksen tehokkuuden suhteen eroja sen sijaan saattaa olla. On todennäköistä, että tämän aineiston koealat edustavat tehokkaammin kuivatettuja turvemaita kuin HEIKURAISEN koealat. Ensimmäisnäytteen valintaperusteenaan oli, että koeala oli kokonaisuudessaan kuivunut turvekangasasteelle. Toiseen suuntaan vaikuttaa, että jälkimmäiset koe-

alat sijaitsevat systemaattisesti lähempänä ojaa.

Ruoho- ja heinäkorvissa metsikön kasvu 50-vuotiailla ojitusalueilla kohoaa parhaimmillaan jokseenkin samalle tasolle kuin nuoremillakin ojitusalueilla tai hoidetuissa OMT-kuusikoissa sekä selvästi ylittää luonnonnormaalien kuusikoiden kasvun kuutiomäärän noudattaen yli 50 k-m³/ha. Kasvun maksimi näyttää sattuvan huomattavasti suurempien kuutiomäärien kohdalla kuin hoidetuissa kuusikoissa tai nuorempien ojitusaluiden metsiköissä. Kasvu on alle 200 k-m³/ha käsittävässä metsiköissä tämän tutkimuksen mukaan huomattavasti pienempi kuin HEIKURAISEN ja VUOKILAN tutkimuksen. Samantapainen kasvun maksimin myöhästyminen ja pienekköiden kuutiomäärien kasvun pienemmyys esiintyy jo HEIKURAISEN kasvukäyrässä hoidettuun OMT-kuusikkoon verrattuna, tosin paljon lievempänä. Pääosaltaan ilmiö johtunee siitä, että kuutiomäärältään vähäisestään metsiköt eivät tässä edusta todella nuoria puustoja, vaan puuston määrä riippuu muista tekijöistä, kuten esimerkiksi metsikön käsittelystä ja lähtökohdan eroista.

Varsinaisille korville hahmoteltu kasvukäyrä (kuva 26) jää kaikissa kuutiomääräluokissa selvästi sekä hoidettujen MT-kuusikoi-



Kuva 27. MK-koalojen juokseva vuotuinen kuutiokasvu esitettynä metsikön kuutiomäärän funktiona. Vertailukohteina nuorempien ojitusalueiden MK-metsiköt.

Fig. 27. Current annual volume increment of MK sample plots as a function of the stand volume. Comparison with MK stands of younger drainage areas.

den että HEIKURAISEN MK-perusaineiston kasvua alemmaksi, mutta on sen sijaan luonnonnormaalien kuusikon kasvun tasolla. Suurimmillaan kasvukäyrien tasoero varsinaisten korpien ja hoidetun MT-kuusikon välillä kohoaa lähelle kolmea kuutiometriä vuotta ja hehtaaria kohti. Pienikuutioisten metsiköiden heikompi kasvu ja kasvun maksimin siirtyminen myöhemmäksi esiintyvät tässä samalla tavoin kuin ruoho- ja heinäkorpienkin metsiköissä.

Sekä HEIKURAISEN MK-perusaineiston että koko MK-aineiston (yli-ikäiset metsiköt on kuitenkin karsittu) kasvukäyrät ovat erittäin lähellä kirjoittajan keräämän havaintomateriaalin perusteella hahmoteltua mustikkakorpien kasvun kuvaajaa (kuva 27), joskin nytkin voidaan selvästi havaita kasvun maksimin siirtyminen suurempien kuutiomäärien kohdalle.

Yhteenvedon edellä esitetystä todetaan, että sekä ruoho- ja heinäkorvissa että varsinaisissa korvissa puuston kasvu on vanhoilla ojitusalueilla kuutiomäärän funktiona tarkasteltuna jokseenkin samalla tasolla kuin ojitusalueiltaan nuoremillakin soilla. Vanhojen ojitusaluiden ruoho- ja heinäkorvissa puuston kasvu on lähinnä samalla tasolla kuin hoidetuissa OMT-kuusikoissa ja tuntuvasti luon-

nonnormaalien OMT-kuusikoiden kasvua korkeampi. Varsinaisten korpien kuusivaltaisissa metsiköissä kasvu sen sijaan jää huomattavasti hoidetun MT-kuusikon kasvun alapuolelle eli samaan tasoon luonnonnormaalien MT-kuusikoiden kasvun kanssa. Vertailujen luotettavuutta heikentää yksityisten koealojen kasvulukujen suuri hajonta, mikä osoittaa, että suometsiköiden kasvuun on kuutiomäärän ohella vaikuttamassa muita, tässä huomiotta jätettyjä tekijöitä.

Nuorimmat ikäluokat puuttuvat kokonaan vanhojen ojitusaluiden koeala-aineistosta. Ilmeisesti tästä pääasiassa johtuu, että kasvu jää vanhojen ojitusaluiden vähäpuustoisissa metsiköissä pienemmäksi kuin nuoremilla ojitusalueilla tai kangasmaiden hoidetuissa kuusikoissa, samalla kun kasvun maksimi saavutetaan vasta suuremmissa kuutiomäärissä.

On huomattava, että vanhoilta ojitusalueilta kerätty koeala-aineisto koostuu käytännöllisesti katsoen yksinomaan metsiköistä, joiden puusto valtaosaltaan on syntynyt joko ennen ojitusta tai viimeistään ojituksen aikoihin. On luultavaa, että jo kuivuneille soille perustetut ja perustettavat metsiköt kehittyvät toisella tavalla ja ovat ominaisuuksiltaan helpommin kangasmaiden metsiköihin rinnastettavia.

423. RÄMEMETSIKÖIDEN NYKYINEN KASVU

Koalametsiköiden alkuperäiset kasvuvainnot sekä niiden perusteella hahmotetut viimeisen viisivuotiskauden kasvua kuvaavat tasoituskäyrät on esitetty kuvissa 28 ja 29.

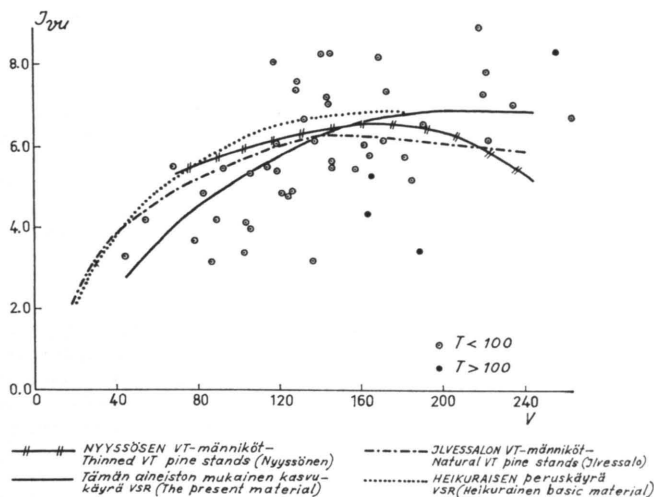
Varsinaiseksi sararämeiksi luokitetuissa koalametsiköissä juokseva vuotuinen kuutiokasvu näyttää kohoavan parhaimmillaan keskimäärin lähelle seitsemää kiintokuutiometriä ja isovarpuisten rämeiden metsiköissä noin neljään kiintokuutiometriin kuoretonta puuta vuotta ja hehtaaria kohti. Kasvulukujen hajonta on huomattava. Varsinaisten sararämeiden metsiköissä ääriarvot ovat noin kolme ja yhdeksän, isovarpuisten rämeiden noin puolitoista ja viisi kiintokuutiometriä. Vaihtelun syitä ovat huomiotta jätetyt metsikön ikä, käsittely, viljavuuden vaihtelu jne.

Myöskään rämemetsiköiden kasvua koske-

vien havaintojen ei voida katsoa edustavan vanhoilla rämeojituksilla yleensä saavutettua tasoa, vaan asetettujen ennakkoehtojen vuoksi koalametsiköt ovat sekä puustonsa määrän että kasvun puolesta keskimääräistapausten yläpuolella.

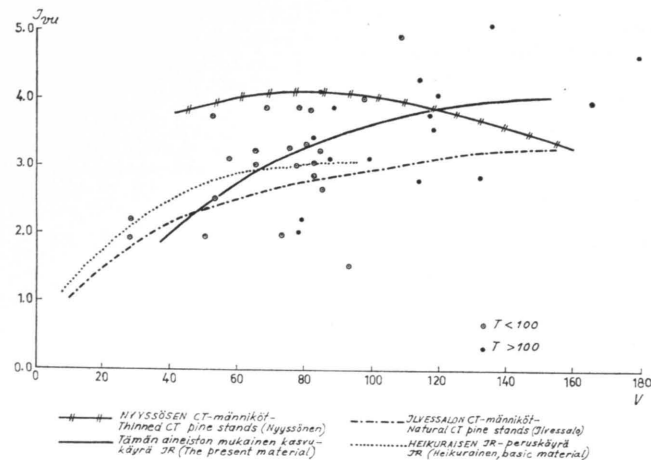
Tässä tutkimuksessa saaduille kasvun kuvaajille on käytetty vertailukohteina HEIKURAISEN (1959) nuoremmilta ojitusalueilta esittämiä varsinaisten sararämeiden ja isovarpuisten rämeiden niin sanottuja peruskäyriä että luonnnonnormaalien (ILVESSALO 1920 a ja b) ja hakkuin käsiteltyjen (NYSSÖNEN 1954, niin sanotut A-koalat) VT- ja CT-männiköiden kuutiomäärän funktiona lasketuja kasvun kuvaajia.

Kuvaajien vertailukelpoisuutta arvioitaessa pätevät myös tässä suurella osalla samat huomautukset, jotka tehtiin jo korpimetsi-



Kuva 28. VSR-koalojen juokseva vuotuinen kuutiokasvu esitettynä metsikön kuutiomäärän funktiona. Vertailukohteina luonnnonnormaalit ja hakkuin käsitellyt VT-männiköt sekä nuorempien ojitusalueiden VSR-metsiköt.

Fig. 28. Current annual volume increment of VSR sample plots as a function of the stand volume. Comparison with natural and normal as well as with thinned VT stands and with VSR stands of younger drainage areas.



Kuva 29. IR-koalojen juokseva vuotuinen kuutiokasvu esitettynä metsikön kuutiomäärän funktiona. Vertailukohteina luonnnonnormaalit ja hakkuin käsitellyt CT-männiköt sekä nuorempien ojitusalueiden IR-metsiköt.

Fig. 29. Current annual volume increment of IR sample plots as a function of the stand volume. Comparison with natural and normal as well as with thinned CT stands and with IR stands of younger drainage areas.

köitä käsiteltäessä (ss. 56 — 58). Niinpä HEIKURAISEN aineiston painopiste sararäme-koalojen kohdalla sattuu noin sata, isovarpuisten rämeiden noin viisikymmentä kilometriä etelämmäksi kuin tämän aineiston koalojen.

Männyn kasvuindeksiksi turvemailla viimeisenä viisivuotiskautena saatiin 94 (s. 27). Tämän mukaista korjausta ei kuitenkaan ole suoritettu. HEIKURAISEN kangasmaiden indeksien perusteella suorittama korjaus tässäkin tapauksessa aliarvioi suometsiköiden kasvuedellytyksiä 1940-luvun loppupuolella ehkä viiden prosenttiyksikön verran. Sääsuhteiden vaihtelun aiheuttama HEIKURAISEN esittämien ja tämän tutkimuksen kasvun kuvaajien keskinäinen tasovirhe saattaa näin ollen mäntyjenkin osalta kohota ehkä kymmeneen prosenttiin ja samaan suuntaan kuin korpimetsissäkin.

HEIKURAISEN perusaineistosta on karsittu vajaatuottoistapaukset, myös yli-ikäiset metsiköt, joita tässä aineistossa on varsinkin isovarpuisten rämeiden joukossa. Muiden kriteerien, kuten metsiköiden metsänhoidollisen tilan, puulajisuhteiden jne. puolesta molempien suometsiköistä kerätyt aineistot vastan- nevat toisiaan sangen tarkasti.

Tässä yhteydessä ei katsota aiheelliseksi enää toistaa niitä epävarmuustekijöitä, joihin törmätään kangas- ja suometsiköitä toisiinsa verrattaessa. Korostettakoon kuitenkin vielä, että melkoinen virheiden mahdollisuus sisältyy niiden manipulaatioiden ryhmään, joita tarvitaan, ennen kuin kangasmaametsiköiden kasvua voidaan tarkastella niiden kuutiomäärän funktiona.

Varsinaisilla sararämeillä (kuva 28) metsiköiden kasvu vanhoilla ojitusalueilla kohoaa suurimmillaan jokseenkin samaan tasoon kuin nuoremmillakin ojitusalueilla tai hakkuin käsitellyissä VT-männiköissä ja ehkä hiukkasen korkeammaksi kuin luonnnonnormaaleissa männiköissä. Kasvun maksimi saavutetaan vanhoilla ojitusalueilla huomattavasti suurempien kuutiomäärien kohdalla kuin muissa ryhmissä ja niukkapuustoisissa metsiköissä niiden kasvun kuvaaja jää muiden alapuolelle. Sama maksimin siirtyminen suurempiin kuutiomääriin ja niukkapuustoisien metsiköiden alempi kasvun taso nähdään tämän tutkimuksen aineistossa myös isovarpuisten rämeiden metsiköistä (kuva 29). Täällä hakkuin käsitellyt CT-männiköt ja vanhojen ojitusalueiden IR-metsiköt ovat maksimikavultaan likimain samaa tasoa ja ilmeisen sel-

västi luonnnonnormaalin CT-männikön tai nuorempien ojitusalueiden IR-metsiköiden maksimikasvun yläpuolella. Havainto käy hyvin yksin niiden HEIKURAISEN aineiston uusintamittauksesta julkaistujen tietojen kanssa (SEPPÄLÄ 1968), joiden mukaan IR-metsiköiden kasvu on kuutiomäärän perusteella tarkastellen kohonnut kahdenoista vuoden kuluessa 10 – 15 prosenttiyksikköä.

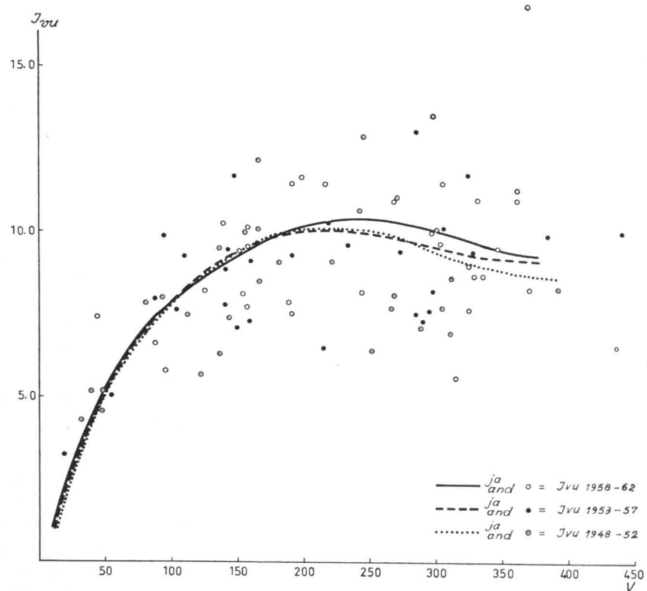
Rämemetsiköiden kuutiokasvusta tehdyt havainnot ovat hyvin yhdenmukaisia niiden tulosten kanssa, joita korpimetsiköistä esitettiin (vrt. ss. 58 – 59). Vanhojen ojitusalueiden metsiköt yltyvät maksimikasvusaan likimain samalle tasolle kuin harven-

nuksin käsitellyt VT-männiköt. Nuorempien ojitusalueiden rämemetsiköihin verrattuna tämän aineiston kasvuluvut asettuvat varsinaisten sararämeiden kohdalla samalle tasolle ja isovarpuisten rämeiden kohdalla nuorempien ojitusalueiden metsiköiden kasvun yläpuolelle. Kun todella nuoret metsiköt puuttuvat vanhojen ojitusalueiden koela-aineistosta, vähäpuustoisten metsiköiden kasvu jää vanhoilla ojitusalueilla pienemmäksi kuin nuoremmilla ojitusalueilla tai harvennuksin käsitellyissä kangasmaamänniköissä. Myös kasvun maksimi saavutetaan vasta suurempien kuutiomäärien kohdalla.

424. METSIKÖIDEN KASVUN KEHITYS KOLMENA VIIMEISENÄ VIISIVUOTISKAUTENA

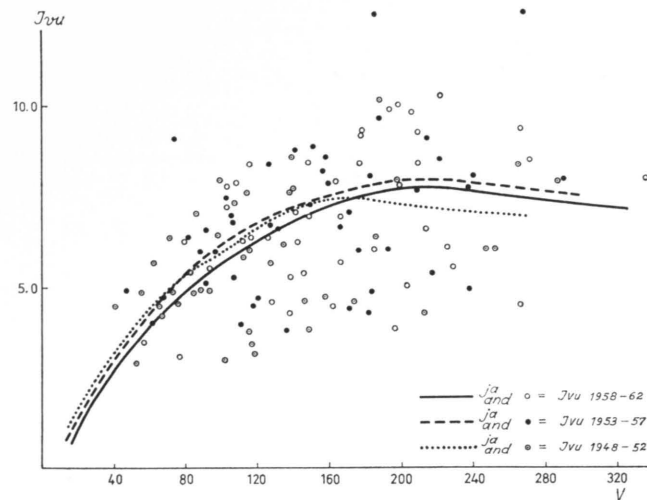
Tilapäiskoealojen perusteella ei metsikön kehitystä voi välttävänkään tarkasti arvioida pitkälle taaksepäin. Tässä käytetyllä kasvunlaskentamenetelmällä on kolmen viimeisen viisivuotiskauden kasvu nykypuuston

osalta saatu määritetyksi likimain samalla tarkkuudella. Poistuman määrän ja sen kasvun arviointiin liittyy kuitenkin epävarmuustekijöitä, joiden merkitys nykyhetkestä taaksepäin koko ajan kasvaa. Näin ollen nyky-



Kuva 30. RhK-metsiköiden kuutiomäärän funktiona esitetyt kuutiokasvukäyrät kolmelta viimeiseltä viisivuotiskaudelta.

Fig. 30. Volume increment of the latest three 5-year periods of RhK stands as a function of their volume.



Kuva 31. VK-metsiköiden kuutiomäärän funktiona esitetyt kuutiokasvukäyrät kolmelta viimeiseltä viisivuotiskaudelta.

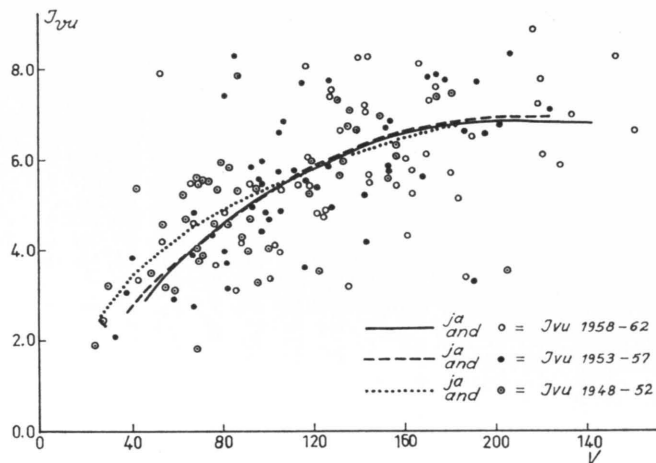
Fig. 31. Volume increment of the latest three 5-year periods of VK stands as a function of their volume.

puuston ja poistuman perusteella konstruoidut kasvuluvut ovat erityisesti mittaushetkestä lukien kauimpana olevan viisivuotiskajon osalta varsin epävarmoja. Jos systemaattista virhettä on, sen suunta on aikaisempien viisivuotiskausien kasvua mieluummin yli- kuin aliarvioiva. Tuntuu nimittäin vastakkaista vaihtoehtoa todennäköisemmältä, että poistuva puusto sekä muutotunnusiltaan että kasvultaan on ollut jäävää puustoa heikompaa, koska koealojen joukossa ei ole harsintahakkuin käsiteltyjä metsiköitä. Poistuvan puuston ominaisuuksia on kuitenkin arvioitu nykypuuston tunnusten perusteella.

Viisivuotiskausien kuutiomäärä- ja kasvutunnuksissa ei ole suoritettu sääsuhteiden aiheuttamasta kasvunvaihtelusta johtuvia korjauksia. Edellä (s. 27) todettiin, että sekä kuusen että männyn kasvuindeksit ovat alimmat mittaushetkestä lukien ensimmäisellä ja korkeimmat kolmannella viisivuotiskaudella. Mikäli kausien indeksilukujen erot ovat todellisia, aikaisempien viisivuotiskausien kasvu tulee tässäkin suhteessa hieman yliarvioitua viimeiseen kauteen verrattuna.

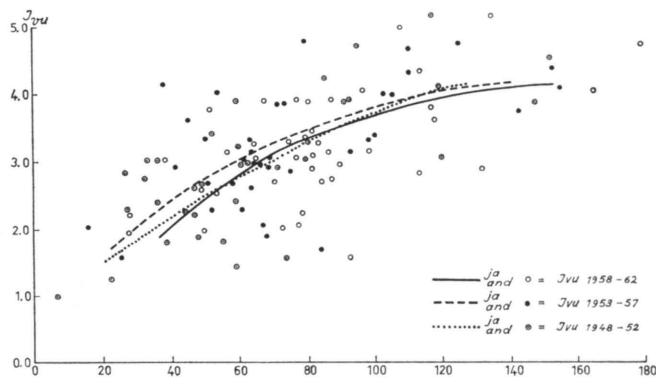
Viisivuotiskausien kuutiomäärän mukaiset kasvunkuvaajat on laadittu siten, että kunkin jakson kasvu- ja kuutiomäärähavainnot on erikseen viety akselistoon ja tasoitettu samalla tavalla osakeskiarvoja apuna käyttäen. Vertailun helpottamiseksi kasvua kuvaavat keskimääräiskäyrät ja niiden perustana olevat havainnot on siirretty yhteisiin kuviin (kuvat 30–33).

Havaitaan, että yhtä hyvin kuusivaltaisille korprien kuin mäntyvaltaisille rämeiden metsiköillekin eri viisivuotiskausiksi laaditut kasvun kuvaajat kulkevat sängen lähellä toisiaan. Korprien kohdalla (kuvat 30 ja 31) syntyvät tasoerot ovat niin pieniä, että ne varmasti jäävät monista edellä mainituista epävarmuustekijöistä aiheutuvien virhemahdollisuuksien rajoihin. Samoin lienee laita myös rämemetsiköissä (kuvat 32 ja 33), vaikka erot vähäpuustoisten metsiköiden kohdalla nousevat suuremmiksi. Ovatpa aikaisempien viisivuotiskausien eduksi näin syntyvät erot todellisia tai ei, mittaushetkestä kauimpana olevalle viisivuotiskaudelle piirretyt rämemetsiköiden kasvunkuvaajat muistuttavat muodoltaan enemmän HEIKURAISEN perus-



Kuva 32. VSR-metsiköiden kuutiomäärän funktiona esitetyt kuutiokasvukäyrät kolmelta viimeiseltä viisivuotiskaudelta.

Fig. 32. Volume increment of the latest three 5-year periods of VSR stands as a function of their volume.



Kuva 33. IR-metsiköiden kuutiomäärän funktiona esitetyt kuutiokasvukäyrät kolmelta viimeiseltä viisivuotiskaudelta.

Fig. 33. Volume increment of the latest three 5-year periods of IR stands as a function of their volume.

käyriä (kuvat 28 ja 29) kuin viimeiselle viisivuotisjaksolle piirretyt. Havaittava muutos on siis ainakin järkevältä tuntuva.

Joka tapauksessa voitaneen todeta, ettei noin 50-vuotiaalta ojitusalueilta mitattujen

metsiköiden puuston kasvukyvyssä ole tapahtunut viimeisen viidentoista vuoden aikana jyrkkiä muutoksia suuntaan taikka toiseen.

5. TUTKIMUSTULOSTEN TARKASTELU

51. Tulosten luotettavuuden arviointi

Puiden kasvu ja kasvun kehitys ojitusalueilla vaihtelevat laajoissa rajoissa. Kasvun suuruutta sääteleviä tekijöitä on runsaasti. Niistä eräiden eliminoimiseksi jo koealojen valinnassa edellytettiin mukaan kelpuutetuilta alueilta tiettyä yhdenmukaisuutta esimerkiksi kuivatuksen tehokkuuden, oijen kunnan, metsikön metsänhoidollisen tilan jne. suhteen. Näin menetellen saatiin tämän työn kannalta epäolennaisten vaikutajien merkitystä ainakin pienennetyksi, ellei ehkä kokonaan poistetuksi. Voitaneen sanoa, että tutkimuksen tulokset perustuvat metsänhoidolliselta tilaltaan vähintään tyydyttäviin metsiköihin, jotka noin viisi vuosikymmentä sitten suoritetun ojituksen vaikutuksesta ovat kehittyneet turvekankaalle ominaisiksi talousmetsiksi ilman havaittavia häiriöitä.

Arvion varaan jääväksi päätelmien luotettavuutta heikentäväksi tekijäksi on muodostunut sääsuhteiden aiheuttama vuotuinen ja jaksottainen kasvunvaihtelu. Suoritetusta osaselvityksestä kävi ilmi, että pääasiassa kangasmaita koskevien niin sanottujen yleisindeksien käyttö on tuskin perusteltua. Toisaalta laaditut ojitettujen turvemaiden indeksisarjat ovat siinä määrin epävarmoja, että on kyseenalaista, parantaisiko niiden käyttö tulosten luotettavuutta. Näin on erityisesti sen vuoksi, että laadituissa sarjoissa saattaa osin olla vaikuttamassa suopuustojen ojituksenjälkeiselle kehitykselle ominaisia piirteitä, joiden havaitsemismahdollisuus voisi pienentyä, jos sarjoja käytettäisiin. Toisaalta voidaan todeta, että osa vaihtelua on eliminoitunut, kun sädekasvun kehitystä on tarkasteltu viisivuotisjaksojen puitteissa. Samaa suuntaan on vaikuttanut sekä kahden eri-ikäisiä ojituksia edustavan koepuuryhmän yhdistäminen ojituksen ajankohdan mukaan että vierekkäisiin osakeskiarvoihin perustunut sädekasvun kehityksen graafinen tasoittaminen. Näin suoritettu sädekasvun

hahmottelu on ilmeisesti tapahtunut pienemmin tulkintavirhein kuin olisi ollut laita indeksisarjoja käytettäessä.

Myöskään kuutiokasvussa viimeisen viidentoista vuoden aikana tapahtuneita muutoksia analysoitaessa ei kasvulukuja ole korjattu kasvuindeksien mukaisiksi. Kuusella kasvuindeksien viisivuotiskausittain tapahtuneet vaihtelut näyttävät tänä aikana olleen varsin vähäisiä, männyllä sen sijaan suurempia. Sekä männyn että kuusen kohdalla viimeinen viisivuotiskausista osoittautui molempia edellisiä hieman epäedullisemmaksi, mikä korostaa kasvun jatkuvuudesta tehtyjen johtopäätösten varovaisuutta. Koealoilta sekapuuna esiintyvistä koivusta kertyvä käyttökelpoinen havaintomateriaali oli niin niukka, että vastaavaa selvitystä sääsuhteiden vaikutuksesta ei katsottu voitavan tehdä.

Koealoittaiset ja koepuita koskevat tulokset on esitetty puuston käsittelytavasta riippumattomina ryhminä. Näin on menetelty sen vuoksi, että aineiston määrän ei katsottu kestävän sen jakamista alaryhmiin vielä käsittelevän perusteella. Tuloksissa metsiköiden erilainen käsittely näkyy ensi sijassa vaihtelun suuruutena. Keskimäärin voitaneen katsoa metsiköiden olleen lievän harvennuksin käsiteltyjä niin, että kutakin koalaa kohti sattuu yksi harvennushakkuu ojituksenjälkeisenä aikana. Koepuuanalyysissä harvennukset vaikuttavat yksityisten puiden kasvua kohottavasti. Koealoittaisessa tarkastelussa hakkuiden vaikutus osittain eliminoituu kasvukäyrien kohoavalla osalla, koska hakkut pienentävät kuutiokasvun ohella myös sen kriteerinä käytettyä kuutiomäärää.

Yksityisiä koealoja koskevat tulokset ovat epävarmoja koealojen pienen koon vuoksi. Keruuteknikka on sen lisäksi todennäköisesti johtanut sekä kuutiomäärä- että kasvulukujen yliarviointiin (vrt. JAARKOLA 1966). Sama tendenssi esiintyy kuitenkin myös HER-

KURAISEN (1959) perusaineistossa, jonka valintaperusteet ovat suuressa määrin yhtäläiset ja jota on pidetty koealojen kasvulukujen tärkeimpänä vertailukohteena.

Kuutiointi- ja kasvunlaskentamenetelmistä mahdollisesti johtuvat virheet esiintyvät ilmeisesti samansuuntaisina kolmen tutkitun viisivuotiskauden nykypuuston tunnuksissa. Poistuman ja erityisesti sen kasvun määrittäminen on epävarmaa. Käytetty menetelmä on todennäköisesti johtanut poistuman ja näin myös aikaisempien viisivuotiskausien kasvu- ja kuutiomäärälukujen yliarviointiin, koska perusteiden puuttuessa ei korjauksia ole voitu suorittaa.

Koepuuanalyysissä pyrittiin muodostamaan niin laajoja ryhmiä, että suurilmastollisen sijainnin, puuston käsittelyn jne. aiheuttamat erot puiden kehityksessä tasoittuisivat. Koepuuanalyysien keskeisenä tarkoituksena on ollut suopuiden kasvun kehityksen tarkastelu ja sen vertaaminen viljavuudeltaan likimain vastaavilla, maan kasvutekijöiden puolesta stabiileina säilyvillä kangasmailla kasvaneiden puiden kehitykseen. Metsiköiden käsittelyn puolesta suopuustot asettuvat luonnnonnormaalien ja toistuvasti harvennettujen kangasmaametsiköiden väliin, minkä vuoksi vertailumateriaalia on pyritty saamaan molemmista mainituista ryhmistä.

ILVESSALON luonnnonnormaaleista metsiköistä esittämiä valtapuiden kehitystietoja voitaneen laatimistavaltaan pitää hyvin vertailukelpoisina tämän tutkimuksen sarjojen kanssa. Sen sijaan vertauskohtien löytäminen hakuin käsitellyistä metsiköistä on tuottanut vaikeuksia. Metsäntutkimuslaitoksen kestokoealojen perusteella laaditut sarjat jäävät epävarmoiksi lähtömateriaalin niukkuuden vuoksi. Tämä pätee laskentavaiheessa tehtyjen havaintojen mukaan ennen kaikkea sarjojen osoittamaan kasvun tasoon. Kehityksen suunta yksityisiä koealoja toisiinsa verrattaessa näyttää sen sijaan huomattavan yhdenmukaiselta. Ilmeisesti myös VUOKILAN

52. Suopuiden ojituksen jälkeisen kasvun kehitys

Kuten jo johdanto-osassa mainittiin, maassamme suoritettujen suopuustojen ojituksen jälkeistä kasvun kehitystä käsittelevät tutkimukset ovat ensi sijassa keskittyneet tarkastelemaan varsinkin lyhyttä ojituksen jälkeistä

runkolukusarjat periaatteessa soveltuvat suoritettujen valtapuiden kehitystarkastelun lähtökohdiksi, koska valituissa harvennusasteissa metsiköiden valtapuut eivät ennen päättehakkua näyttäisi joutuvan harvennuksissa poistetuiksi. Tältä pohjalta konstruoitujen sarjojen totuudenmukaisuus riippuu ennen muuta runkolukusarjojen lähtökohdan ja käytettyjen kasvuyhtälöiden virheettömyydestä sekä niistä epätarkkuuksista, jotka syntyvät kunkin iänkohdan valtaläpimitä runkolukusarjasta laskettaessa.

On huomattava, että kangasmaiden metsiköistä saadut sarjat kuvaavat valtapuiden kehityksen kulkua, mutta niihin verrattuna suopuut käsittävät kaikki vallitsevista latvuseroksista koepuiksi sattuneet puut. Näin on jouduttu menettelemään sen vuoksi, että ojitusalueilta kerätyn valtapuujoukon tarkastelussa satunnaisten tekijöiden vaikutus olisi voinut vakavasti häiritä keskimääräisten kehityssuuntien havaitsemista, koska aineisto olisi yksityisissä ryhmissä jäänyt kovin pieneksi. Kangasmaiden puut ovat siis tässä suhteessa suopuita edullisemmässä asemassa, mikä seikka edelleenkin korostaa esitettyjen päätelmien varovaisuutta.

Heti ojitusta seuranneena aikana suurin osa tutkituista suometsiköistä lienee ollut vajaapuustoisia. Tämä aiheuttaa sen, että suopuiden välinen kilpailu on vasta tutkitun ajanjakson kuluessa noussut täyteen mitaansa, millä seikalla on varmasti oma vaikutuksensa suopuiden kasvun kehitykseen.

Tulosten vaihtelurajoja on useissa tapauksissa kuvattu tilastomatemattisin keinoin, jotka edellyttävät otantaan perustuvia havaintoja. Käytettyyn metodiikkaan eivät näin saadut todennäköisyystunnukset siis välttämättä sovellu. Osin tästä syystä tulosten analysoinnissa on painopiste sanallisin keinoin esitettyissä kokonaislinjojen ja pääpiirteiden tarkastelussa enemmän kuin havaintoaineiston yksityiskohtien selvittelyssä.

ajanjaksoa ja tänä aikana puiden kasvussa tapahtuneita muutoksia. Tämän tutkitun ajanjakson lyhyyden, mutta myös aineiston hajanaisuuden ja vaillinaisuuden jääneiden tutkimusmenetelmien vuoksi puiden ojituk-

sen jälkeisten elpymisreaktioiden tunteminen on erityisesti kuusen, mutta myös männyn osalta niukkojen ja epävarmojen tietojen varassa. Sen vuoksi on tässä työssä kiinnitetty huomiota näidenkin seikkojen selvittelyyn.

Elpymisreaktioiden tarkastelu perustuu käytetyn tutkimusmenetelmän takia yksinomaan koepuiden sädekasvuun. Sen kulkua tutkittaessa puut on ryhmitelty vain kasvualustan viljavuuden, puulajin ja puiden ojitushetken rinnankorkeusien mukaisiin ryhmiin syistä, joita esitettiin puiden sädekasvun keskimääräistä suuruutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä käsiteltäessä (vrt. ss. 28—30).

Selvitykset osoittavat, että elpymisvaiheen pituus riippuu sekä kasvualustan viljavuudesta, puulajista että puiden iästä ojitushetkellä. Mänty reagoi ojituksen aiheuttamaan kasvulojen muutokseen selvästi nopeammin kuin kuusi. Jälkimmäisellä kuluu sekä ruoho- ja heinäkorvissa että varsinaisissa korvissa yleensä parisen vuotta ojituksesta, ennen kuin puiden sädekasvu alkaa lisääntyä. Mänyllä sen sijaan ojituksen vaikutus näkyy kasvussa vanhimmillakin puilla heti ojitusta seuraavina kasvukausina. Ero puulajien reagoimisnopeudessa näkyy myös elpymisvaiheen pituudessa. Niinpä sädekasvun maksimin saavuttamiseen kuluu ruoho- ja heinäkorpien kuusilla aikaa jopa enemmän kuin samanikäisillä isovarpuisten rämeiden mänyillä.

Puulajin puitteissa sädekasvu saavuttaa maksiminsa sitä nopeammin, mitä nuorempia puut ovat ojitushetkellä ja mitä viljavampi kasvupaikka on. Ruoho- ja heinäkorvissa nuorimmat ennen ojitusta rinnankorkeudelle ylittäneet kuuset saavuttavat sädekasvun maksimin noin kymmenen vuotta ojituksen jälkeen, vanhimmassa ikäluokassa tähän kuluu aikaa runsaat kaksi vuosikymmentä. Varsinaisten korpien kuusilla kasvun maksimin saavuttaminen kestää nuorimmassa ikäluokassa noin viisi, vanhimmassa ikäluokassa noin kymmenen vuotta kauemmin. Vastavat ajat mänyillä ovat aidoissa korvissa ja varsinaisilla sararämeillä noin viisi ja viisitoista sekä isovarpuisilla rämeillä vajaat kymmenen ja viisitoista — kaksikymmentä vuotta.

Yksityisten puiden reagointi saattaa tietysti poiketa yllä esitetystä keskimääräisistä luvuista hyvinkin huomattavasti. On

sen vuoksi ihailtavaa, että LUKKALA (1929) pystyi aineistonsa puutteista huolimatta oikein oivaltamaan elpymistapahtuman nopeuteen selvemmin vaikuttavat tekijät ja niiden suunnan, minkä lisäksi hänen esittämänsä arviot sädekasvun maksimin saavuttamiseen eri tapauksissa tarvittavasta ajasta osoittautuvat männyn osalta jokseenkin paikkansa pitäviksi.

Myös sädekasvun ojituksen jälkeisen maksimin korkeus riippuu ensi kädessä edellä mainituista tekijöistä, siis puulajista, puiden iästä ojitushetkellä ja kasvualustan viljavuudesta. Mänyllä sädekasvun maksimi on korkeampi kuin kuusen silloin, kun puiden ikä ja kasvupaikka ovat samat (vrt. esim. kuva 22, s. 52). Puun ikä on erittäin vaikuttava tekijä sädekasvun maksimin suuruuteen. Aidoissa korvissa vanhimpien ikäluokkien vallitsevat kuuset kasvavat vain runsaat puolet, kaikilla kasvualustoilla vanhimmat vallitsevat mänyllä vajaat puolet nuorimman ennen ojitusta rinnankorkeuden saavuttaneen ikäluokan suurimmasta sädekasvusta. Puiden iän vaikutus niiden ojituksen jälkeisen sädekasvun suuruuteen näyttää siis puulajin puitteissa olevan jokseenkin riippumaton kasvualustan viljavuudesta. Sädekasvun absoluuttinen määrä on tietysti sitä suurempi ja kasvun lisääntymiseen kuluva aika sitä lyhyempi, mitä viljavammasta kasvualustasta on kysymys. Iän suurta merkitystä osoittaa, että sädekasvun maksimi on varsinaisten korpien ikäluokassa 1—10 samaa tasoa kuin ruoho- ja heinäkorpien ikäluokassa 31—50. Varsinaisten korpien ikäluokassa 11—30 kasvu puolestaan vastaa ruoho- ja heinäkorpien ikäluokkaa 51—70 ja edellisen ikäluokkaa 31—50 ylittää kasvultaan jälkimmäisen ikäluokan ≥ 71 . Vastaava tendenssi esiintyy mänyillä jyrkemmän kasvun maksimin vuoksi vielä selvempänä. Niinpä jokaisessa isovarpuisen rämeen mäntyjen ikäluokassa maksimisädekasvu on hieman korkeampi kuin vastaava arvo varsinaisten sararämeiden yhtä ikäluokkaa vanhemmilla mänyillä ja ikäluokan 1—10 mäntyjen sädekasvu varsinaisilla sararämeillä suurempi kuin aidoissa korvissa ikäluokan 31—50 mäntyjen. Ikäluokkien keskinäiset suhteet säilyvät kuusella aina mittaushetken saakka likimain muuttumattomina. Mänyillä ikäluokkien väliset erot sen sijaan tuntuvasti kutistuvat maksimipisteen saavuttamisen jälkeen, mihin on syynä puulajille

ominainen ja tässäkin näkyvä nopeampi alkukehitys ja myös nopeampi sädekasvun aleneminen. Puiden ojitushetken läpimitalla on samantapainen vaikutus niiden ojituksenjälkeiseen sädekasvuun kuin iälläkin.

Jo MULTAMÄKI (1923) ja LUKKALA (1929) ovat tuoneet julkii edellä esitetyn kanssa likimain yhdenmukaisia käsityksiä puiden iän vaikutuksesta niiden ojituksenjälkeiseen sädekasvuun (vrt. myös HEIKURAINEN ja KUUSELA 1962). On kuitenkin esitetty myös mielipiteitä, joiden mukaan puiden ojituksenjälkeisen kasvun suuruus on laajoissa rajoissa riippumaton puiden iästä. LUNDH (1925) jopa arvelee, että 50—90 vuotta vanhoilla kuusilla on parhaat kasvumahdollisuudet ojituksen jälkeen ja että männynkin elpymiskyky alkaa selvästi heiketä vasta yli satavuotiailla puilla.

Puuston ojituksenjälkeisen elpymisen osalta tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että aikaisempien kotimaisten, jo mainittujen töiden perusteella muodostetut päätelmät elpymisen määrästä ja siihen vaikuttavista tekijöistä ovat olleet pääpiirtein oikeaan osu-neita. Varsin yleisesti hyväksytty lienee kuitenkin se MULTAMÄEN ja LUNDHIN (em. teokset) esittämä käsitys, että varsinkin vanhojen kuusten kasvun parantuminen ojituksen vaikutuksesta on epävarmempaa kuin vastaavanlaisten mäntyjen. Tässä tehtyjen havaintojen perusteella on mainittua mielpidettä pidettävä virheellisenä, koska kaikkien vanhimpienkin tutkittujen kuusten kasvu on parhaimmillaan kohonnut keskimäärin yli kaksinkertaiseksi ojitusta edeltäneeseen tasoon verrattuna. Käsitys lienee syntynyt siitä, että varsinkin varttuneiden kuusten elpymiseensä tarvitsema aika on huomattavasti pitempi kuin mäntyjen, niin kuin edellä voitiin osoittaa (vrt. myös LUKKALA 1929).

Jos eri tutkijoiden käsitykset ojituksenjälkeisestä puiden kasvun elpymisestä ovatkin pääkohdin varsin yhdenmukaisia, sitä kirjavampia ovat mielipiteet kasvun jatkumisesta huippukasvun saavuttamisen jälkeen. Eri-laisten käsitysten syntymiseen on monia mahdollisia syytä, kuten esimerkiksi suurilmastollisesti erilaiset olosuhteet (vrt. esim. MALMSTRÖM 1935, GRÜNIG 1955), kasvualustan viljavuuserot (vrt. esim. HAINLA 1957, BUŠ 1960) ja eri puulajit (vrt. HOLMEN 1964).

Tapauksissa, joissa kasvun on todettu ale-

nevan maksimipisteen saavuttamisen jälkeen, on viitattu tapahtuneeseen ojen umpeutumiseen (esim. BÖRJESON 1937) tai kasvualustan karuuteen (esim. LUKKALA 1951). MALMSTRÖM (1935) uskoo paksuturpeisten soiden kivinäisravinteiden tyystin ehtyvän (vrt. myös LUKKALA 1937) ja pitää suvan ohuttu- peisuutta sen tuotosmahdollisuuksia ratkai- sevasti parantavana tekijänä (MALMSTRÖM 1952). Monta kertaa vaikuttaa kuitenkin siltä, että tarkasteluissa on kokonaan uno- dettu luonnolliseen kehitykseen kuuluva pui- den iän ja koon suurentuessa tapahtuva säde- ja pituuskasvun hidastuminen ja tulkittu tämän vuoksi väärin kertynyttä havaintoi- neistoa. Myös sääsuhteiden aiheuttaman kas- vunvaihtelun ja ojituksen jälkeen tapahtu- van metsikön sulkeutumisen huomiotta jättä- minen on eräissä tapauksissa johtanut ehkä liian pessimistisiin käsityksiin.

Tässä tutkimuksessa on suopuiden kasvun jatkuvuutta yritetty selvittää periaatteessa kolmella eri tavalla. Ensiksikin koelametsi- köille viimeiseltä viisivuotiskaudelta lasketut kuutiokasvuluvut tasoitettiin käyriksi käyt- täen argumenttina metsikön kuorellista kuu- tiomäärää. Näin saatua kasvukäyriä verrat- tiin 20—30 vuotta nuoremmilta, jokseenkin samoin perustein valituilta ojitusalueilta ke- rättyyn ja samalla tavoin tarkasteltuun ai- neistoon (HEIKURAINEN 1959). Havaittiin, että kummankin aineiston perusteella hah- motetut kasvukäyrät yltyivät maksimissaan suunnilleen samalle tasolle muissa ryhmissä paitsi isovarpuisilla rämeillä, missä tämän aineiston kasvukäyrä nousi selvästi HEIKU- RAISEN peruskäyrän yläpuolelle. Hakkuin käsitellyille metsiköille (NYSSÖNEN 1954, VUOKILA 1956) konstruoituihin kasvun ku- vaajiin nähden kuutiokasvun maksimit olivat vertailtavissa ryhmissä myös samaa tasoa paitsi varsinaisissa korvissa, joiden kasvun kuvaaja jäi MT-kuusikoiden kasvun alapuo- lle. Luonnonnormaalien kangasmaametsi- köiden kasvu (LVESSALO 1920 b) jäi vanho- jen ojitusaluiden metsiköiden kasvun ala- puolelle.

Niukkapuustoisissa metsiköissä tässä tutki- muksessa hahmotetut kasvun kuvaajat kulki- vat vertailukohteitaan selvästi alempana, samalla kun ne saavuttivat maksimipisteensä vasta huomattavasti suurempien kuutiomää- rien kohdalla. Ensijaisena syynä lienee, että varsinaiset nuoret metsiköt puuttuvat tämän

tutkimuksen aineistosta, minkä vuoksi metsi- köiden kuutiomääräerot kuvaavat ehkä enemmän käsittelyn ja kasvualustan vilja- vuuden vaihtelua kuin ikäeroja.

Toiseksi koelametsiköille konstruoitui- nykypuuston kuutiomäärä 5, 10 ja 15 vuotta sitten sekä nykypuuston kasvu vastaavina viisivuotiskausina. Tunnuksiin lisättiin ar- vioitoid poistuma ja poistuman kasvu. Kol- men viimeisen viisivuotiskauden kuutiokas- vua tarkasteltiin kuutiomäärän funktiona. Eri viisivuotiskausille hahmotetut kasvukäy- rät kulkiivat yleensä hyvin lähellä toisiaan. Tämän perusteella pääteltiin, että koelamet- siköiden kasvu on tutkitun ajan jatkunut jok- seenkin tasaisena, ilman jyrkkiä muutoksia suuntaan tai toiseen.

Metsiköittäisten laskelmien eräänä keskei- senä tarkoituksena on osoittaa, minkälai- sista metsistä kolmannessa tarkastelutavassa perustana oleva koepuuaineisto on peräisin. Varsinaiset metsiköiden kasvu koskevat päätelmät ovat jääneet epävarmoiksi sen vuoksi, että kasvulukujen hajonta kaikissa ryhmissä on suuri, samalla kun käytetyt menetelmät sisältävät monia laskennallisia virhemahdollisuuksia. Tästä syystä tutki- muksen ja siitä tehtävien päätelmien paino- piste keskittyy koepuuanalyysien puolelle. Koaloilta kerätyn koepuumateriaalin avulla on tutkittu sädekasvun, rinnankorkeusläpi- mitan ja pintakasvun ojituksenjälkeistä kehi- tystä. Myös koepuiden nykyisestä pituudesta ja viimeisen viisivuotiskauden pituuskasvusta on tehty mittauksia. Sädekasvun laskelmat on tehty erikseen sekä kaikille että vallitse- vien latvuserosten koepuille, mutta vertai- lut kangasmaametsien sarjoihin on suoritettu pelkästään vallitsevien puiden perusteella, koska jälkimmäinen ryhmä on riippumatto- mampi esimerkiksi hakkuiden aiheuttamista vaikutuksista. Edellisen ryhmän tulokset on puolestaan esitetty sen seikan osoittami- seksi, että valittujen latvuserosten mu- kaanottaminen ei mitenkään oleellisesti muu- ta havaittuja kehityssuuntia.

Tulokset osoittavat, että suopuiden säde- kasvu pienentyi maksimipisteen saavuttami- sen jälkeen jokseenkin poikkeuksetta hitaam- min kuin viljavuudeltaan vastaavina pide- tyillä kangasmailla kasvaneiden luonnonnor- maalien metsiköiden samanikäisten valta- puiden ja on vanhoilla puilla tasoltaan näitä korkeampi. Hakkuin käsiteltyjen kangasmet-

siköiden valtapuihin verrattuna suopuiden sädekasvun kehitys on varsin samansuuntai- nen ja niiden sädekasvu on tasoltaan yhtä korkea, ennen ojitusta rinnankorkeuden ylit- täneillä puilla usein korkeampi kuin harven- nusmetsiköiden samanikäisillä valtapuilla.

Yhteisenä merkille pantavana piirteenä on suhteellisen iäkkäidenkin suopuiden suuri elinvoimaisuus ojituksen jälkeen. Tämä nä- kyy siinä, että suopuut jäävät läpimitan kehityksessä jälkeen kangasmaiden ojitus- hetkellä samankokoisista valtapuista yleensä vain elpymisvaiheen aikana. Tällöinkin jäl- keenjääminen on varsin vähäistä muissa ryh- missä paitsi aitojen korpien ja varsinaisten sararämeiden männyillä, jotka näyttäsivät kehittyvän huomattavasti hitaammin kuin luonnonnormaalien männiköiden samanko- koiset valtapuut. Samoissa ryhmissä näyttä- vät myös luonnonnormaalien ja hakkuin käsi- teltyjen männiköiden valtapuiden väliset kehityserot omituisilta, sillä harvennusmetsi- köiden männytkin jäävät kehityksessään jäl- keen luonnonnormaalien männiköiden valta- puista. Myös suopuiden mittausta edeltänei- den vuosien pituuskasvu vastaa suuruudelta- an likimain kangasmaiden samanpituisten valtapuiden kasvua ja on vanhimmissa ikä- luokissa noin kolminkertainen samanikäisten puiden pituuskasvuun verrattuna. Aitojen korpien männyt muodostavat tässäkin suhteessa poikkeuksen jäämällä selvästi jälkeen samanmittaisten kangasmaamäntyjen pituus- kasvusta. Ojitus siis kykenee muuttamaan puiden potentiaalinen elinvoimaisuuden ak- tuaaliksi. Samantapaisia ilmiöitä ovat kan- gasmaiden metsiköissä todennet KALELA (1934) ja VAARTAJA (1951) seurattuaan ali- kasvoksena kituneiden taimitoisten vapautta- misen jälkeistä kehitystä.

Suopuiden pintakasvu on kaikissa ryh- missä ollut koko ojituksenjälkeisen ajan ko- hoava ja sitä jyrkemmin, mitä nuoremmista puista on kysymys.

Edellä olevan perusteella voitaneen todeta, että pelkkä ojituksen ikääntyminen ei tutki- muksen kohteena olevilla soilla ole missään ryhmässä heikentänyt suopuiden kasvua. Koepuuanalyysien perusteella näyttää pi- kemminkin todennäköiseltä, että iänmukai- sen normaalikehityksen huomioonottaen suo- puiden kasvu on erityisesti korpimetsiköissä ollut ojituksenjälkeisenä viitenä vuosikym- menenä lievästi kohoava. Tämäntapaiseen

tulokseen on meidän oloissamme päätyneet myös LUKKALA (1951) tarkastellessaan kuutiokasvun kehitystä neljän ensimmäisen ojituksen jälkeisen vuosikymmenen aikana viljavina pitämiensä suotyypin metsiköissä (vrt. myös LUNDBERG 1952). Johtuuko tämä todennäköinen kasvun lievä lisääntyminen sitten enemmän kasvualustan vähittäisestä parantumisesta vai puiden elinvoimaisuuden erittäin hitaasta lisääntymisestä, on tässä yhteydessä vaikeasti selvítettävä kysymys. Koska Bušs on tutkimuksissaan (1958, 1960) voinut osoittaa, että myös huomattavasti ojituksen jälkeen syntyneiden puiden kasvu on vastaaviin kangasmaiden puustoihin verrattuna ollut hitaasti ja tasaisesti nousevaa, liepee myös meidän oloissamme mahdollista, että kasvualusta vähitellen muuttuu puiden kannalta edullisemmaksi kuivatuksen vaikutuksesta ainakin tietyissä tapauksissa (vrt. MELIN 1917, KELTIKANGAS 1945).

Kasvun jatkuvuudesta tässä saadut tulokset poikkeavat aikaisemmista käsityksistä ennen muuta karujen rämeiden kohdalla, joilla puuston kasvun on elpymisvaiheen jälkeen esitetty selvästi taantuvan (esim. LUKKALA 1951). Tämän aineiston valossa näyttää sen sijaan siltä, että isovarpuisten rämeiden metsiköt kasvavat viisi vuosikymmentä siten ojitetuilla soilla parhaimmillaan jopa enemmän kuin puolta nuoremmilla ojitusalueilla. Tämän perusteella ei kuitenkaan ole syytä tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä sen vuoksi, että HEIKURAISEN (1959) aineistossa runsaspuustoisia metsiköitä on tällä kasvualustalla niukasti.

Tämän tutkimuksen kohteena olleet suotyypit kattavat suurimman osan niistä eroista, joita metsäisten soiden viljavuudessa esiintyy. Näissä tapauksissa ei voitu havaita sellaisia kasvun taantumisen ilmiöitä, joita on tiedossa viljavinakin pidetyiltä ojitetuilta avosoilta (HEIKURAINEN, em. teos). Tämän nojalla on perusteltua olettaa, että puuston kasvun jatkuvuus ainakin osittain riippuu siitä, onko kysymyksessä luonnontilaisena metsäinen vai puuton suo.

Eräänä tutkimuksen tavoitteena on ollut etsiä vastausta kysymykseen, missä määrin HEIKURAISEN tutkimuksen tulokset voidaan ulottaa koskemaan kaikenikäisiä ojitusalueita. Mainitun työn koala-aineisto on peräisin 20—30 vuotta vanhoilta ojituksilta. Korpikuusilla havaittiin sädekasvun elpymisvai-

heen pituuden vaihtelevan puiden iän ja kasvualustan viljavuuden mukaan arviolta kymmenestä kolmeen kymmeneen, männillä vastaavasti viidestä kahteen kymmeneen vuoteen. On lisäksi huomattava, että nyt esitellyn tutkimuksen koalat ovat kaikki varsin tehokkaasti kuivatetuilta soilta. Puiden elpyminen on niillä sen vuoksi nopeampaa kuin heikosti kuivuneilla alueilla (vrt. LUKKALA 1929). Kun yksityisen puun kuutiokasvu kulminoit myöhemmin kuin sädekasvu (vrt. esim. LUKKALA 1937), ruoho- ja heinäkorpien sekä varsinaisten sararämeiden osalta HEIKURAISEN aineisto edustanee siis keskimäärin metsiköitä, joissa yksityisten puiden kasvu on suurimmillaan. Huomattava osa varsinaisten korpien kuusikoista ja isovarpuisten rämeiden männiköistä liepee sen sijaan ollut vielä elpymisvaiheessa. Kun metsiköiden kasvu ei elpymisvaiheen jälkeen näytä pienenevän nopeammin kuin kehitysvaiheeltaan vastaavassa kivennäismaan metsikössä, eivät mainitussa tutkimuksessa eri kasvupaikoille esitetyt keskimääräiset kasvuluvut ainakaan yliarvioi vanhojenkaan ojitusaluiden metsien kasvuedellytyksiä. Pikemminkin varsinaisten korpien ja isovarpuisten rämeiden metsien myöhemmät kasvumahdollisuudet saattavat näin tulla jonkin verran aliarvioituiksi, mihin suuntaan näyttäisivät viittaavan myös HEIKURAISEN aineiston uudelleeninventoinnista julkaistut ennakkotulokset (SEPPÄLÄ 1968).

Tässä tutkimuksessa suoritetuista suopuiden kehityksen vertailuista kangasmaiden samankokoisiin puihin saadut tulokset liepee tulkittava niin, että ojitettujen soiden metsiköt jäävät elpymisvaiheensa kehityksessä jälkeen samassa kehitysvaiheessa olevista kangasmaiden metsiköistä. HEIKURAISEN tutkimuksen (em. teos) perusteella on suoritetuissa suometsiköiden tuotos- ja tuottolaskelmissa (esim. HEIKURAINEN ym. 1960, HEIKURAINEN 1961, 1963, M. KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1966) oletettu, että ruoho- ja heinäkorvissa puuston kasvu vastaa OMT-kuusikon, varsinaisissa korvissa MT-kuusikon, varsinaisilla sararämeillä VT-männikön ja isovarpuisilla rämeillä CT-männikön tavoitepuuston kehitystä. Elpymisvaiheessa tapahtuvan hitaamman kehityksen huomioonottamiseksi suometsiköt on kahdessa ensimmäisessä suotyypiryhmässä rinnastettu kehitykseltään viittä ja jälkimmäisissä kymmentä

vuotta nuorempiin kangasmetsiin. On vaikea arvioida, riittääkö suoritettu siirros korvaamaan suometsikön ensimmäisten vuosien hitaampaa kehitystä. Monet tekijät viittaavat kuitenkin siihen, ettei lopputulos voi olla kovin kaukana oikeasta. Ensiksikin, vaikka elpymisvaihe on erityisesti kuusella laskelmissa oletettua aikaa pitempi, pääosa kasvun lisääntymisestä tapahtuu aina jo ensimmäisen kymmenen vuoden kuluessa. Toiseksi tuotoslaskelmissa suoritettu viiden tai kymmenen vuoden mittainen iän siirros merkitsee, että vastaavan ajan ojitettuna olleen suometsikön kehitystä on lähdetty seuraamaan sen

ojitushetkellä todettujen tunnusten perusteella. Kun näin on jätetty kokonaan huomiotta puuston kasvu oletetun elpymisvaiheen aikana, kasvun elpymiselle varattu aika on itse asiassa huomattavasti viittä tai kymmentä vuotta pitempi. Kun suopuustojen elpymisvaiheen jälkeinen kehitys on arvioitu kangasmaiden metsiköiden kehitystä vastaavaksi, voidaan laadittuja tuotoslaskelmia pitää tutkimuksen kohteena olleiden suotyypien osalta metsiköiden puumäärän kehityksen suhteen realistisina ja riittävän varovaisina.

6. TUTKIMUSTULOSTEN TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa tarkastellaan kuusen ja männyn kasvun kehityskulkua ojitetuilla soilla. Aineisto on kerätty Keski-Suomen 45—55 vuotta vanhoilta ojitusalueilta. Se käsittää 77 kuusivaltaista ja 91 mäntyvaltaista koealaa. Edellisistä 31 on luokiteltu ruoho- ja heinäkorpiin, 46 varsinaisiin korpiin kuuluviksi. Jälkimmäisistä 51 koealaa edustaa varsinaisia sararämeitä ja 40 isovarpuisia rämeitä. Koepuuanalyysiin on lisäksi otettu mukaan koepuut 15 mänty- tai koivuvaltaiselta korpikoealalta.

Tutkimuksen kannalta epäolennaisen vaihtelun pienentämiseksi mukaan kelpuutetuilta ojitusalueilta edellytettiin tiettyjä minimivaatimuksia kuivatuksen tehon, metsikön metsänhoidollisen tilan jne. suhteen. Tulokset edustavat näin vuosisadan alkupuolen parhaita ojitusalueita.

Aineiston keruumenetelmän vuoksi tutkimuksen pääpaino on koepuiden, ennen muuta rinnankorkeudelta mitatun sädekasvun ja sen perusteella konstruoitujen pintakasvun ja läpimitan kehityksen seuraamisessa. Kasvun jatkuvuuden selvittelyssä on kuitenkin käytetty apuna myös metsiköiden kuutiokasvusta tehtyjä laskelmia.

Tutkimuksessa todetaan ojituksen yleensä aina lisäävän suopuiden kasvua. Kuusella kestää keskimäärin pari vuotta ennen kuin puu reagoi kasvuolojen muutokseen. Männyllä kasvun lisääntyminen alkaa jokseenkin välittömästi ojituksen jälkeen. Sädekasvun ojituksenjälkeisen lisääntymisen nopeus riippuu ennen muuta puulajista, puiden iästä ja kasvualustan viljavuudesta. Viljavilla kasvualustoilla reaktiot ovat nopeampia kuin karuilla, nuorilla puilla nopeampia kuin vanhoilla ja männyllä nopeampia kuin kuusella. Nuorimmat ennen ojitusta rinnankorkeuden ylittäneet kuuset saavuttavat sädekasvun ojituksenjälkeisen maksimin ruoho- ja heinäkorvissa noin kymmenessä, varsinaisissa korvissa noin viidessätoista vuodessa. Vastavanikäisillä männyillä kuluu isovarpuisilla rämeilläkin aikaa vain seitsemän-kaheksan vuotta sädekasvun maksimin saavuttami-

seen. Vanhimpien tutkittujen (= mittaushetkellä runsaasti yli satavuotiaiden) kuusten sädekasvu kohoaa ruoho- ja heinäkorvissa runsaan kahden ojituksenjälkeisen vuosikymmenen ajan, varsinaisissa korvissa vielä kymmenkunta vuotta kauemmin. Samanikäisillä männyillä tämä niin sanottu elpymisvaihe kestää 15—20 vuotta vaihdellen kasvualustan viljavuuden mukaan.

Sädekasvun ojituksenjälkeisen maksimin korkeus riippuu samoista tekijöistä kuin elpymisvaiheen pituuskin. Vanhimmillä kuusilla se on runsaat puolet, vanhimmilla männyillä vajaat puolet nuorimpien ennen ojitusta rinnankorkeudelle yltäneiden puiden maksimaalisesta sädekasvusta. Iän vaikutus sädekasvun maksimin suuruuteen on eri kasvualustoilla puulajin puitteissa samanlainen.

Paitsi sädekasvun maksimin suuruuteen, puiden ikä vaikuttaa samalla tavoin koko ojituksenjälkeiseen sädekasvuun. Vanhimpien tutkimuksen kohteena olleiden puiden ojituksenjälkeinen keskimääräinen sädekasvu on noin puolet ojituksen aikoihin rinnankorkeuden saavuttaneiden puiden sädekasvusta. Puun ojitushetken koolla on samansuuntainen vaikutus.

Elpymisvaiheen jälkeen sädekasvun suunta on laskeva sitä jyrkemmin, mitä nuoremmista puista on kysymys ja männyillä jyrkemmin kuin samanikäisillä kuusilla. Tämä yksityisen puun sädekasvun aleneminen on monissa tutkimuksissa virheellisesti tulkittu kasvun taantumiseksi sen vuoksi, että on jätetty huomiotta muuttumattomissakin olosuhteissa, kuten kangasmailla tapahtuva puiden iänmukainen kasvun normaalikehitys.

Vertailut kivennäismaiden metsistä käytössä oleviin sädekasvutarjoihin osoittavat, että suopuiden sädekasvu laskee hitaammin ja on erityisesti vanhimmista ikäluokissa selvästi korkeampi kuin viljavuudeltaan vastaavilla kangasmailla kasvavien luonnonnormaalien metsiköiden valtapuiden ja vastaa suunnaltaan keskimäärin paremmin hakkuin käsiteltyjen kangasmetsien valtapuiden sädekasvua.

Suopuiden pintakasvu on ollut nouseva koko ojituksenjälkeisen ajan. Erot kangasmaametsien samankokoisten valtapuiden pintakasvuun ovat suurimmillaan elpymisvaiheessa, minkä vuoksi suopuut tänä aikana myös jäävät jälkeen läpimittansa kehityksessä kangasmaametsiköiden puista. Jälkimmäisten pintakasvu kohoaa kuitenkin hitaammin kuin suopuiden tai kääntyy laskevaksi niin, että niiden pintakasvun erot vuosikymmenten mittaan pienentyvät ja usein jopa muuttuvat päinvastaisiksi. Tämän

vuoksi suopuut läpimittansa kehityksessä vastaavat paremmin samankokoisia kuin samanikäisiä kangasmetsien valtapuita.

Suopuiden kasvu ei siis hidastu ojituksen ikääntyessä, vaan pikemminkin on puiden normaaliin iänmukaiseen kehitykseen verrattuna elpymisvaiheen jälkeenkin lievästi kohoava. Myöskään ei metsiköiden kuutiokasvusta ja vallitsevien puiden pituuskasvusta tehdyissä selvityksissä ole löydetty merkkejä kasvun taantumisesta.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ALFTHAN, A. E. 1903. Suomaiden taloudellinen merkitys maallemme. Suom. Suovilj.yhd. Vuosik. 1, 26—34.
- AVERELL, J. L. 1926. Drainage of swamps and forest growth. University of Wisconsin, Agricultural Experiment Station, Research Bulletin No 89.
- and MCGREW, P. C. 1929. The reaction of swamp forests to drainage in northern Minnesota. Department of Drainage and Waters, State of Minnesota, Pub.
- BARTH, A. 1912. Skogavgröfning. Kristiania.
- BELYEA, H. G. 1947. Forest measurement. Third printing, New York.
- BOMAN, A. 1927. Tutkimuksia männyn paksuskasvun monivuotisista vaihteluista Suomen eri osista kerätyn aineiston perusteella. Referat: Über vieljährige Schwankungen in Dickenswachstum der Kiefer (*Pinus silvestris*). AFF 32.4.
- BRUCE, D. 1926. A method of preparing timber-yield tables. Journal of Agricultural Research Articles 32, 545—557.
- BUŠS, K. 1958. Vajjanie osuščenija na prirost izb'itouno uvlažnenn'ih titiov lesa Latvijkov SSR. Akad. nauk. Latvijk. SSR. Riga.
- 1960. Meža nosušinašanas ietekmes ilgums nīdrajā tipā. Deutsches Referat. Mežsaimniecības problēmu un koksnes ķīmijas institūta raksti XX, 253—266. Riga.
- 1964. Puuston kasvukyvyn jatkuvuudesta ojitetuilla turvemilla. Summary: Capacity of trees for continued growth on drained swamps. Suo n:o 1, 3—8.
- ja SABO, E. 1959. Monede Läti NSV metsatüüpide kuivendamise intensiivsusest ja ökonoomilisest efektiivsusest. Zusammenfassung: Über die Intensität und ökonomische Effektivität der Entwässerung einiger Waldtypen der Lettischen SSR. Metsakuivenduse Küsimusi, 55—68. Tartu.
- BÖRJESON, P. 1937. Studier öfver skogsproduktionen å några avdikade torvmarker, i huvudsak belägna inom Västerbottens kustland. Resümee: Studien über die Waldproduktion auf einigen entwässerten Torfböden, hauptsächlich im Küstenbezirk von Västerbotten belegen. Sv. Skogsv.fören. Tidskr. 35, 329—384.
- CAJANDER, A. K. 1906. Maamme soista ja niiden metsätaloudellisesta merkityksestä. I. Soittemme luonnonhistoria. Suom. Metsänhoitoyhd. Julk.
- 1913. Studien über die Moore Finnlands. AFF 2.3.
- CAJANDER, E. K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskausikoiden kehityksestä. Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland. MTJ 19.3.
- 1934. Kuusen taimiston vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. Referat: Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzenbestände nach der Befreiung. MTJ 19.5.
- CANNELIN, TH. 1898. Metsänviljelys suomilla. Suom. Suovilj.yhd. Vuosik. (1898), 65—76.
- CHAPMAN, H. H. and MAYER, W. H. 1949. Forest mensuration. New York.
- DICKSON, A. A. 1962. The indicator value of vegetation in relation to the afforestation of peatland in Northern Ireland. Irish Forestry 19, 14—32.
- EIDE, E. 1926. Om sommarvarmens inflydelse på årringbredden. Referat: Über Sommertemperatur und Dickenswachstum im Fichtenwald. Medd. Norske Skogforsöksvaes. 2.7.
- EKLUND, B. 1944. Ett försök att numeriskt fastställa klimatets inflytande på tallens och granens radietillväxt vid de båda finska riksskogstaxeringarna. Norrl. Skogsv. förb. Tidskr., 193—226.
- FRASER, G. K. 1933. Studies of Scottish moorlands in relation to tree growth. For. Comm. Bull. 15, 1—128.
- GRIGOR'EV, V. D. 1963. Restoration and repair of forest drainage systems in *sphagnum* and *polytrichaceous* groups of forestry types. The Increase of Productivity of Swamped Forests, 135—141. (Translated from Russian). Jerusalem.
- GRÜNG, P. E. 1955. Über den Einfluss der Entwässerung auf die Flachmoorvegetation und auf den Zuwachs der Fichte und Bergföhre im Flyschgebiet der Voralpen. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen 31.2.
- HAINLA, V. 1956. Metsade tootklikkusest kuivendatud sugavturalistel siirdesoodel. Zusammenfassung: Über die Produktivität der Wälder in den entwässerten Übergangsmooren mit tiefer Torfschicht. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised. 5. Kõide Bioloogiline Seerie NR 1, 55—78.
- 1957. Siirdesoomännikute kuivendamise tulemusest Eestis. Metsanduslikud uurimused I. Tartu.
- 1963. Increase of productivity of swamped forests by means of drainage. The Increase of Productivity of Swamped Forests, 97—102. (Translated from Russian). Jerusalem.
- HEIKURAINEN, L. 1951. Eräs suokasvillisuuden analysoimismenetelmä. Referat: Ein Verfahren zur Analysierung der Moorvegetation. SF 70.
- 1953. Die kiefernbebachsenen eutrophen Moore Nordfinnlands. Eine Moortypenstudie aus dem Gebiet des Kivalo-Höhenzuges. Selostus: Pohjois-Suomen mäntyä kasvavat eutrofiset suot. Kivalovaarojen alueella suoritettu suotyypitutkimus. Ann. Bot. Soc. «Vanamo», Tom. 26.2.
- 1955. Rämemännikön juuriston rakenne ja kuivatuksen vaikutus siihen. Referat: Die Wurzelbau der Kiefernbestände auf Reiermoorböden und seine Beeinflussung durch die Entwässerung. AFF 65.3.
- HEIKURAINEN, L. 1956. Yksityisomailla suoritettujen metsäojitusten nykyinen tila. Summary: The present state of drained areas in farm forests. MA 6—7, 198—205.
- 1957. Metsäojien syvyyden ja pintaleveyden muuttuminen sekä ojien kunnon säilyminen. Summary: Changes in depth and top width of forest ditches and the maintaining of their repair. AFF 65.5.
- 1958. Sekametsiköiden juuristoista ojitetulla suolla. Referat: Der Wurzelbau in Mischwäldern auf entwässerten Moorböden. AFF 67.2.
- 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finland. AFF 69.1.
- 1961. Metsäojituksen vaikutuksesta puuston kasvun ja poistumaan. Hakuuunniitten laskemista varten. Summary: The influence of forest drainage on growth and removal in Finland. For estimation of allowable cut. AFF 71.8.
- 1964. Improvement of Forest Growth on Poorly Drained Peat Soils. Intern. Rev. of Forestry Research. Vol. 1, 39—113.
- ja HUIKARI, O. 1952. Turvelajin mikroskoopinen määrittäminen. Summary: The microscopic determination of peat types. MTJ 40.5.
- ja HUIKARI, O. 1960. Käytännön suotyypit ja niiden metsäojituskelpoisuus. Helsinki.
- , KELTIKANGAS, M. ja SEPPÄLÄ, K. 1963. Kustannusten jakaminen yhteisissä metsäojitushankkeissa. Summary: Allocation of costs in joint forest drainage undertakings. SF 115.1.
- ja KUUSELA, K. 1962. The revival of tree growth after drainage and its dependence on the tree size and age. MTJ 55.8.
- , KUUSELA, K. LINNAMIES, O. ja NYSSÖNEN, A. 1960. Metsiemme hakkuumahdollisuudet. Pitkän ajan tarkastelu. Summary: Cutting possibilities of the forests of Finland. A long-term analysis. SF 110.
- ja SEPPÄLÄ, K. 1965. Regionality in stand increment and its dependence on the temperature factor on drained swamps. AFF 78.4.
- HESSELMAN, H. 1907. Studier öfver skogsväxt å mossar. 1. Om trädplanter å utdikade flarkar. Medd. Statens Skogsförsöksanst. 3, 85—110.
- HOLMEN, H. 1964. Forest ecological studies on drained peat land in the province of Uppland, Sweden. Parts I—III. Skogsekologiska studier på dikad torvmark i Uppland. Del I—III. Studia Forestalia Suecica. Nr 16.
- HUIKARI, O. 1953. Tutkimuksia ojituksen ja tuhkalannoituksen vaikutuksesta eräiden soiden pienelöstöön. Summary: Studies on the effect of drainage and ash fertilization upon the microbes of some swamps. MTJ 42.2.
- AITOLAHTI, M., METSÄNHEIMO, U. ja VEIJALAINEN, P. 1967. Puuston kasvumahdollisuuksista ojitetuilla soilla Pohjois-Suomessa. Summary: On the potential tree growth on drained peat lands in northern Finland. MTJ 64.5.
- HUIKARI, O. and PAARLAHTI, K. 1967. Results of field experiments on the ecology of pine, spruce, and birch. Suomenkielinen selostus: Kenttökokeiden tuloksia männyn, kuusen ja koivun ekologiasta. MTJ 64.1.
- ILVESSALO, L. 1929. Puuluokitus ja harvennusselostus. Summary: A tree classification and thinning system. AFF 34.38.
- ILVESSALO, Y. 1920 a. Tutkimuksia metsätyyppien taksoituksesta merkityksestä. Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen. AFF 15.3.
- 1920 b. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. AFF 15.4.
- 1932. The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). Selostus: Pysyvien koalojen perustaminen ja mittaus Suomessa. MTJ 17.2.
- 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. Referat: Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabsetzung. Summary: The forest resources and the condition of the forests of Finland. The second national forest survey. MTJ 30.
- 1948. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot. Helsinki.
- 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Summary: The forests of Finland from 1921—24 to 1951—53. A survey based on three national forest inventories. MTJ 47.1.
- 1961. Yksityismetsien puolivuosisatainen kehitys Sahalahden—Kuhmalahden koarviointipitäjissä. Summary: Semicentennial development of private forests in the experimental survey counties of Sahalahti—Kuhmalahti. MTJ 53.3.
- 1965. Metsänarvioiminen. Helsinki.
- JAAKKOLA, S. 1966. Tiheyden ja kasvun välisistä suhteista pienehköihin inventointikoeloihin perustuvassa kasvututkimuksessa. Pro gradu -työ. Helsingin Yliopiston Metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite.
- JOHANSSON, B. och ÅHGREN, A. 1962. Gödsling av skogsmark II. Norrlands Skogsv.förb. Tidskr. 1, 131—174.
- JONSON, T. 1929. Massatabeller för träduppskattning. 5:te upplagan. Stockholm.
- KALELA, E. K. (kts. CAJANDER, E. K.).
- KALLIO, K. 1957. Käenkaali-mustikkatyypin kuusikoiden kehityksestä Suomen lounaisosassa. Taksatoris-liiketaloudellinen tutkimus. Summary: On the development of spruce forests of the Oxalis-Myrtillus site type in the south west of Finland. Forest mensuration and management research. AFF 66.3.
- KELTIKANGAS, M. ja SEPPÄLÄ, K. 1966. Laskelmia metsäojituksen alueittaisesta edullisuudesta. Summary: A comparison of the economic results of forest drainage undertakings in different parts of Finland. Suo n:o 1, 9—21.

- KELTIKANGAS, V. 1945. Ojitettujen soiden puuntuottokyky eli viljavuus metsätyypiteorian valossa. Referat: Bördigheten eller virkesproduktionsförmågan å dikade torvmarker i skogstypsteorins belysning. AFF 53.1.
- 1952. Näkökohtia kasvunlaskennasta sekä runkokuodon muuttumisen huomioon ottamisesta kasvunlaskennassa. Summary: Some aspects of tree growth calculation with special attention on changes in tree form. MA 8, 205–209.
- KOIVISTO, P. 1957. Etelä-Suomen hoidettujen raudsa- ja hieskoivikoiden kehityksestä. Lisen-siaattityö. Helsingin Yliopiston Metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite.
- KOLEHMAINEN, V. A. 1955. Havaintoja kulotuksen merkityksestä metsiämme uudistamisessa. Referat: Beobachtungen über die Bedeutung des Abschwendens bei Verjüngung von finnischen Wäldern. SF 85.
- KOLMODIN, G. 1923. Tillväxundersökningar i norra Dalarna. Sv. Skogsv.fören. Tidskr. 21, 1–35.
- KOMITEANMIETINTÖ 5. 1900. (Kruunun metsäkomitean mietintö.) Helsinki.
- KUUSELA, K. 1952. Mahdollisuus erotusmenetelmän käyttämiseksi kasvunlaskennassa. Summary: The possible use of differential method in growth calculation. MA 8, 209–211.
- ja KILKKI, P. 1963. Multiple regression of increment percentage on other characteristics in Scotch-pine stands. Seloste: Kasvuprosentin ja muiden metsikkötunnusten välinen yhteiskorrelaatio männiköissä. AFF 75.4.
- LINDFORS, J. 1930. Vackra bestånd på torvmark. YVVK III, 129–141.
- LINNAMIES, O. 1959. Valtion metsät sekä niiden hoito ja käytön yleissuunnitelma. Vuosien 1951–55 inventoinnin tuloksia. Summary: The state forests of Finland and a general management plan for them based upon an inventory made in 1951–55. AFF 68.5.
- LUKKALA, O. J. 1920. Studien über das Verhältnis zwischen dem Moortypus und Oberflächen-torf der Moore. AFF 16.3.
- 1929. Tutkimuksia soiden metsätaloudellisesti ojituskelpoisuudesta erityisesti kuiva-tuksen tehokkuutta silmälläpitäen. Referat: Untersuchungen über die waldwirtschaftliche Entwässerungsfähigkeit der Moore. MTJ 15.1.
- 1937. Nälkävuosien suonkuivatusten tuloksia. Referat: Ergebnisse der in den Hungerjahren angelegten Moorentwässerungen. MTJ 24.3.
- 1951. Kokemuksia Jaakkoin-suon koeojitus-alueelta. Summary: Experiences from Jaakoin-suon experimental drainage area. MTJ 39.6.
- ja KOTILAINEN, M. J. 1951. Soiden ojituskelpoisuus. Viides uudistettu painos. Helsinki.
- LUNDBERG, G. 1914. Handbok i skogsdikning. Stock-holm.
- 1952. Skogsdikningarna på Bjurfors Krono-park. Zusammenfassung: Entwässerungsarbeiten im Forstamt Bjurfors. Bilaga till Sv. Skogsv.fören. Tidskr. 50.2.
- LUNDE, E. 1925. Produktionsundersökningar å avdikade marker inom Bjurfors Kronopark. Sv. Skogsv.fören. Tidskr. 23, 195–348.
- LÖNNROTH, E. 1925. Untersuchungen über die in-

nere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. AFF 30.1.

- MALMSTRÖM, C. 1935. Om näringsförhållanden betydelse för torvmarkers skogsproduktiva förmåga. Zusammenfassung: Über die Bedeutung der Nährstoffbedingungen für das waldproduktive Vermögen der Torfböden. Medd. Statens Skogsförsöksanst. 28, 571–651.
- MALMSTRÖM, C. 1952. Svenska gödslingsförsök belysande av de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark. MTJ 40.17.
- MELIN, E. 1917. Studier över de norrländska myrmarkernas vegetation med särskild hänsyn till deras skogsvegetation efter torrläggning. Norrländskt Handbibliotek VII. Uppsala.
- METSÄNARVIOIMISEN HARJOITUSTÖIDEN OHJEET. 1960. Helsingin Yliopiston Metsänarvioimistieteen laitos. Moniste.
- METSÄTILASTO 1898–1919. (Vuoteen 1910 saakka nimellä »Metsänhoitolaitos».) Virallinen Tilasto. Helsinki.
- MIKOLA, P. 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. Summary: On variations in tree growth and their significance to growth studies. MTJ 38.5.
- MULTAMÄKI, S. E. 1916. Nuorennoksen elpymisestä ojitetuilla soilla. MA 33, 56–69.
- 1923. Tutkimuksia ojitettujen soiden metsänkasvusta. Referat: Untersuchungen über das Waldwachstum entwässerter Torfböden. AFF 27.1.
- NYSSÖNEN, A. 1952. Puiden kasvusta ja sen määrittämisestä harsintamänniköissä. Summary: On tree growth and its ascertainment in selectively cut Scotch pine stands. MTJ 40.4.
- 1954. Hakkauksilla käsitellytjien männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. AFF 60.4.
- 1955. Hakkuumäärän arvioiminen kannoista. Summary: Estimation of the cut from stumps. MTJ 45.5.
- 1958. Kiertoaika ja sen määrittäminen. Summary: Rotation and its determination. MTJ 49.6.
- ja VUOKILA, Y. 1960. Metsikkökoelan vaipan leveys. Summary: Width of isolation belt around sample plot. MTJ 53.2.
- NÄSLUND, M. 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. Zusammenfassung: Die Reaktionsfähigkeit des alten norrländischen Fichtenwaldes nach Durchhauung. Medd. Statens Skogsförsöksanst. 33.1.
- OLLINMAA, P. 1953. Kuutioimiskaavojen ja kuutioimistaulukoiden tarkkuudesta kokonaisten runkojen kuutioimisessa. Summary: The accuracy of some volume formulas and volume tables in the cubing of entire trunks. Eripainos MA 1 ja 2.
- OLOFSSON, V. och NORLUND, H. 1898. Berättelse om iakttagelser under för studium af torr-läggningsarbeten å vattensjuk mark företagen resa å skogstrakter i norra delen af landet.

Tidskr. för Skogshushållning. (1898), 153–163.

- OSBORNE, J. G. and SCHUMACHER, F. X. 1935. The construction of normal-yield and stand tables for even-aged timber stands. Journal of Agricultural Research Articles 51, 547–564.
- PAARLAHTI, K. 1965. Observations on the Effect of the Ground Water Level on the Decomposition in Peat of Pine and Spruce swamps. (Appendix 2 in »Importance of Soil Temperature, Height of Water Table, and Microclimate as Growth Factors of Pine, Spruce and Birch») Metsäntutkimuslaitos, Suontutkimusosasto. Moniste. Helsinki.
- PAAVILAINEN, E. 1959. Tutkimus suotyypin suhteesta pintaturpeeseen. Pro gradu -työ. Helsingin Yliopiston Suomensäätieteen laitos. Konekirjoite.
- 1966 a. Maan vesitalouden järjestelyn vaikutuksesta rämenännikön juurisuteisiin. Summary: On the effect of drainage on root systems of Scots pine on peat soils. MTJ 61.1.
- 1966 b. On the relationships between the root systems of white birch and Norway spruce and the ground water table. Selostus: Hieskoivun ja kuusen juuriston suhteesta pohjavesipintaan mustikkakorvessa. MTJ 62.1.
- PATERSON, S. S. 1961. Introduction to phytogeography of Norden. Sammanfattning: Nordens fykologiska grunddrag. Medd. Statens Skogsforskningsinst. 50.5.
- RANCKEN, T. 1930. Data om Röjsjö mosse och dikningarna där under femton decennierna. YVVK III, 65–71.
- 1931. Gamla dikningar på Tykö Bruks skogar. YVVK IV, 100–104.
- RAVELA, H. 1965. Valtakunnan metsien V inventoinnin tuloksia Lounais-Suomen ja Satakunnan metsänhoitolautakuntien soista ja metsäojitusalueista. Results of the fifth national forest inventory concerning the swamps and forest drainage areas at Southwest Finland and Satakunta. FF 17.
- REINIUS, E. 1967. Valtakunnan metsien V inventoinnin tuloksia neljän Etelä-Suomen metsänhoitolautakunnan soista ja metsäojitusalueista. Results of the fifth national forest inventory concerning the swamps and forest drainage areas of four forestry board districts in southern Finland. FF 28.
- RUDEN, T. 1935. Om årlige forandringer i traernes tilvekt. Tidskr. fr. Skogsbr. 43, 272–275.
- SABO, E. 1964. Neuvostoliiton metsien ojitamisesta. Summary: Forest drainage in the U.S.S.R. Suo n:o 6, 81–87.
- SARASTO, J. 1957. Metsän kasvattamiseksi ojitettujen soiden aluskasvillisuuden rakenteesta ja kehityksestä. Referat: Über Struktur und Entwicklung der Bodenvegetation auf für Walderziehung entwässerten Mooren in der südlichen Hälfte Finnlands. AFF 65.7.
- 1961 a. Über die Klassifizierung der für Walderziehung entwässerten Moore. Selostus: Metsänkasvattamiseksi ojitettujen soiden luokitte-lusta. AFF 74.5.
- 1961 b. Miten ojitettuja soita luokitellaan. Summary: How the drained peat lands are

classified. MA 6–7, 259–261. (Summary on page 276.)

- SARVAS, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestamplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. MTJ 33.1.
- SEPPÄLÄ, K. 1968. Ennakkotuloksia suomensiköiden ojituksen jälkeisestä kehityksestä ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Summary: Preliminary results of peatland stand post-drainage development. SF 2, 166–182.
- SIRÉN, G. 1950. Alikasvoskuusten biologiaa. Summary: On the Biology of Undergrown Spruce. AFF 58.2.
- SUOMEN KARTASTO 1960. Helsinki.
- SPURR, S. H. 1952. Forest inventory. New York.
- TAMM, C. O. och CARBONNIER, C. 1961. Växtnäring som skoglig produktionsfaktor. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskr. 1–2, 95–124.
- TANTTU, A. 1915. Tutkimuksia ojitettujen soiden metsitymisestä. Referat: Studien über die Aufforstungsfähigkeit der entwässerten Moore. AFF 5.2.
- 1941. Metsäojituksen edullisuus. Helsinki.
- THURMANN-MOE, P. 1941. Om bedømmelse av myr og vannsyk skogsmark til planteproduksjon. Über die Beurteilung verschiedener Moor- und sumpfigen Waldböden zur Pflanzenproduktion. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole. Småskrifter 26.
- 1946. Skoggrøfting. – Veiledning I. Trykt etter Foranstaltning av Landbruksdepartement. Oslo.
- 1962. Nye retningslinjer for anlegg av gjødsel-felt på naeringsfattig myr med sikte på skogsproduksjon. Norsk Skogbr. 5.
- TIIHONEN, P. 1961. Männyn, kuusen ja koivun kape-nemistaulukot. Deutsches Referat: Ausbauchungstafeln für Kiefer, Fichte und Birke. MTJ 54.1.
- TIRKKONEN, O. O. J. 1952. Suomen metsäojitus 1900-luvun alkupuoliskolla. Summary: Forest swamp drainage in Finland in the first half of the 20th century. SF 72.
- VAARTAJA, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advance growth and its silvicultural importance. AFF 58.3.
- VUOKILA, Y. 1956. Etelä-Suomen hoidettujen kuusikoiden kehityksestä. Summary: On the development of managed spruce stands in southern Finland. MTJ 48.1.
- 1960 a. Männyn kasvusta ja sen vaihtelusta harventaan käsitellyissä ja luonnontilaisissa metsiköissä. Summary: On growth and its variations in thinned and unthinned Scots pine stands. MTJ 52.7.
- 1960 b. Ala- ja yläharvennuksesta sekä niiden vaikutuksesta puuston kehitykseen Raution istutuskuusikossa. Summary: On low thinning and crown thinning, and their effect on development of growing stock in planted spruce stand of Rautio. MTJ 52.8.
- 1962 a. The effect of thinning on the yield of pine and birch stand. MTJ 55.12.

- VUOKILA, Y. 1962 b. Voidaanko harvennushakkuin parantaa puuston kokonaisukehitystä. Summary: Can the yield of forest stands be improved by thinnings. MA 12, 480—483.
- 1965 a. Functions for variable density yield tables of pine based on temporary sample plots. Suomenkielinen lyhennelmä: Tilapäis-koeloihin perustuvat yhtälöt männyn kasvu- ja tuottotaulukoita varten. MTJ 60.4.
- 1965 b. Puiden paksuuskasvun reaktioista harvennushakkuiden seurauksena. Summary: On growth reactions of trees to intermediate cuttings. MA 5, 197—199.
- VUOKILA, Y. 1967. Eriasteisin kasvatushakkuin käsiteltyjen männiköiden kasvu- ja tuotostaulukot maan eteläistä sisäosaa varten. Summary: Growth and yield tables for pine stands treated with intermediate cuttings of varying degree for southern Central-Finland. MTJ 63.2.
- ZEHETMAYR, J. W. L. 1954. Experiments in tree planting on peat. For. Comm. Bull. 22, 1—94.

POST-DRAINAGE GROWTH RATE OF NORWAY SPRUCE AND SCOTS PINE ON PEAT

SUMMARY

1. BACKGROUND AND AIM OF THE STUDY

The present investigation has been restricted to peatlands covered by forest in a natural state.

* * *

In Finland peatlands have been drained for forestry purposes on a practical scale since the beginning of the 20th century. During this period research workers have attempted to establish how peatland forests develop on different sites. Among the Finnish pioneers within this field TANTTU (1915), MULTAMÄKI (1923), and LUKKALA (1929, 1937, and 1951) particularly merit mentioning. Their work has long been used as a basis for choosing ditching objects and predicting the future development of drained peatland forests.

The results of these earliest investigations into drained areas and the forests growing in them at first remained inconclusive because of the small number of areas studied and the poor and uneven efficiency of drainage achieved with the techniques used in those times. It was not until publication of the comprehensive study carried out by HEIKURAINEN (1959) on peatlands drained 20—30 years earlier that the conceptions presented in the older literature, for instance, those concerning the suitability for drainage of different peat sites, were proved to be principally correct.

HEIKURAINEN's study provides us with almost complete data on the forests of peatland areas that had been drained 20—30 years earlier. Another study (HEIKURAINEN and KUUSELA 1962) made on the basis of the same material describes the revival of individual trees after drainage and various factors affecting this revival. The term revival in this case refers to the increase in tree growth produced through drainage. Consequently, its magnitude depends on the increment of the trees both prior to

and after ditching. Our knowledge of the speed of this revival as well as the factors affecting it, however, has remained uncertain until now.

The question of how forest growth develops after the phase of revival in drained peatland areas has led research workers to quite contradictory opinions. MALMSTRÖM (1935), BÖRJESON (1937), LUKKALA (1937), and HAINLA (1956, 1957 and 1963), for instance, state that the rate of growth declines after the phase of revival. GRÜNIG (1955), on the other hand, believes that the development of trees growing on peat is similar to that of stands of the same stage on mineral soil. According to BUŠS (1960), the growth of trees growing on peat slowly increases for several decades even after the phase of revival.

Aside from its interest as a scientific problem, the question concerning the continuance of growth is of great importance from the viewpoint of practical ditching. It is clear that the later development of the forests in drained areas is of decisive importance for the economy of ditching operations. Without knowledge of the continuance of growth calculations on the increase in yields due to drainage — both in terms of timber and money — remain uncertain.

The thoughts presented above give the reason for the present study. It is an attempt to establish the response to drainage of the most important Finnish conifers, namely Norway spruce (*Picea Abies* (L.) Karst) and Scots pine (*Pinus silvestris* L.), on some peatland sites considered to be of central importance for practical drainage, and also to determine the development of tree growth with the increasing age of the drained areas. Thus, the study actually covers two subjects: the revival of trees and the continuance of growth. The results obtained from both of these partial investigations are here presented together.

2. METHOD AND MATERIAL OF THE STUDY

21. Method of the study

It would have been possible to approach the problems of the present study in two different ways. First, data could have been collected from sample plots representing drainage areas of varying age, and on the basis of this material, changes taking place in stand growth with increasing age of the drainage areas could have been examined. The second possibility would have been to focus on drainage areas of a certain age and to trace the development of the trees as far back as possible.

For various reasons the latter method was decided upon for the present study. On the basis of information obtained from statistics, archives and interviews, etc., dozens of peatland areas that had been drained in the period 1908–18 were located for sampling. The following site types, which are usually considered to be of central importance, were chosen for study: herb-rich spruce swamps (RhK), ordinary spruce swamps (VK), ordinary sedge pine swamps (VSR) and dwarf-shrub pine swamps (IR) (cf. HEIKURAINEN 1964).

As it is impossible on the basis of standing timber to describe stand development too far back in time, the stress of the present study was put on analyzing

22. Material of the study

As the purpose of the present study was not to establish the average results obtained from old drainage areas, it was suitable to try to diminish the natural variations of minor importance for the results. Therefore, requirements to be put on the sample plots were determined before field work was started. The restrictions on the sample plots to be accepted concerned such factors as the degree of efficiency of drainage, location with regard to macroclimate, tree species composition and silvicultural condition of the stands, measures carried out in the past, and depth of the peat layer; in addition, the ditches of the sites of the study had to be of the same age.

An attempt was made to estimate the fertility of the sites on the basis of the original site type, which was determined on the basis of the ground vegetation. Here particular attention was given to plant species which, having survived ditching, occurred as relics, to the occurrence of hummocks, and

the growth of individual trees with particular attention to the development of the radial growth, the diameter and the basal-area increment. The height growth at the moment of measurement was also recorded.

Growth development by stands was studied by comparing the growth figures for old drainage areas with those for younger areas of equal fertility (HEIKURAINEN 1959) as well as with the growth of stands growing on mineral soils of corresponding fertility (ILVESSALO 1920 a and b, NYSSÖNEN 1954, VUOKILA 1956 and 1967, and KALLIO 1957). The peat sites under study were compared with the mineral sites as follows:

RhK — *Oxalis-Myrtillus* site (OMT)

VK — *Myrtillus* site (MT)

VSR — *Vaccinium* site (VT)

IR — *Calluna* site (CT)

For the purpose of examining growth development by stands, the growth figures for the three five-year periods immediately prior to measurement were determined for the stands in question. These figures were then compared.

to the tree species composition and physiognomy of the stands. This determination was made in the field and confirmed by independent laboratory investigation on the basis of data obtained from peat samples and vegetation analyses. The objects which had been classified incorrectly in the field were rejected.

Among the spruce-dominated sample plots located in spruce swamps, 31 were classified as herb-rich spruce swamps and 46 as ordinary spruce swamps; of the latter 30 were *Myrtillus* spruce swamps (MK) and 16 *Vaccinium* spruce swamps (PK). In addition, 15 spruce swamp sample plots were measured which, after calculation of the results, were shown to be dominated by pine or birch. These sample plots were excluded from the presentation of the results concerning entire stands; however, they were given due attention in calculating the results concerning individual trees. Among the pine-dominated sample plots, 51 were located in

ordinary sedge pine swamps and 40 in dwarf-shrub pine swamps. Table 1 (p. 18) gives certain general data on the sample plots and the results of measurement.

From a macroclimatic point of view the sample plots of the study were located within a rather small region in the central part of Finland (Fig. 1, p. 17). The bulk of them were situated close to the 62th parallel in the parishes of Vilppula and Kuorevesi. Most of them were on land owned by the forest industries or the State.

23. Field measurements

The standing timber, snags, and stumps were tallied using 1-cm. diameter classes and rounding-off to the class middle. Depending on the evenness and stem number of the stands, every n^{th} tree was selected as a sample tree in addition to at least the largest five trees growing on the sample plot. For the spruce swamp sample plots the number of sample trees averaged 18, whereas for the pine swamps the corresponding figure was 16.

The following measurements were taken on the sample trees:

Almost all the sample plots were circular in shape, measuring 5–10 ares in size. They were placed in the field schematically so that the nearest edge was at a distance of 2.5 m. from the ditch. The size of the sample plots averaged 6.5 ares. They were rather small because they were arranged as often as possible to cover only the part of the site that showed the greatest efficiency of drainage. HEIKURAINEN (1959) used the same sample plot sizes in his work, which is the best object for comparison of the present results concerning stand development.

— The diameter at breast height, stump height, and 6 or 3.5-m. height as well as at the middle of the stem. These measurements were taken at a precision of 1 cm. in two directions at right angles to each other.

— The bark thickness at breast height and at the stem middle with a precision of 1 mm.

— The height of the trees at a precision of 0.5 m.

— The height growth for 5-year periods as far back as possible. Here, the precision employed was 0.5 dm.

3. HANDLING OF THE STUDY MATERIAL

31. The sample tree material

From the sample trees increment cores reaching the pith were taken at breast height and at the stem middle. In the laboratory the radial growth was measured either for each year separately or for 5-year periods. The data obtained from these analyses form the principal basis of the investigation into the post-drainage development of trees growing on peat.

In accordance with the site fertility and tree species, the sample trees were divided into five categories as follows: RhK spruce, VK spruce, RhK — VK pine, VSR pine, and IR pine.

On the basis of their present position in the stand the trees were divided into two groups: namely, those of the dominant and those of the suppressed crown classes.

Other grounds for grouping the data were: a) The age at breast height of the trees. With only a

few exceptions, the following age classification was employed: ≤ -10 , $-9-0$, $1-10$, $11-30$, $31-50$, $51-70$, and ≥ 71 . b) The underbark breast height diameter at the time of ditching. This was determined on the basis of the length of increment cores using 2-cm. classes. c) The year of ditching. Here the material was divided into two groups: namely, trees growing in areas that had been drained in or before 1913 and, on the other hand, in the period 1914–18. In the presentation of the results the groups were combined in accordance with the year of ditching.

The number of spruce trees covered by the sample was about 1100 and that of pine slightly more than 1300.

Table 2 (p. 21) shows the distribution of the sample trees on the basis of their breast height age and Table 3 (p. 21), in accordance with their underbark diameter at breast height.

32. Determination of the volume and increment of the sample stands

One of the most essential tasks of the present work was to determine the volume and increment of the sample stands as far back in time as possible and without systematic errors. In order to find methods suited to this purpose, several experiments were made.

Eventually a method was decided upon according to which the overbark unit volumes at the moment of measurement as well as 5, 10, and 15 years earlier were constructed on the basis of JONSON'S (1929) volume tables and TIHONEN'S (1961) taper tables after the former had been converted into a graphical form. The unit volumes at the moment of measurement were fitted graphically using the overbark diameter as argument and the corresponding stand volume determined from the resultant curve.

The differences between the unfitted unit volumes

33. Observation of the variation in the growth of peatland forests due to thinning and weather conditions

One-fifth of the spruce swamp sample plots in this study and 1/4 of the pine swamp plots had not been treated with cuttings. The same proportion of sample plots within each group had been thinned more than once in the course of the last 30 years.

On the basis of calculations performed, it was concluded that the sample plots on an average represent stands treated with light thinnings. In the grouping of the material the stand treatment was not taken into consideration as a basis for classification, but its influence is reflected in the great variation within the groups formed on other grounds.

Figs. 2 and 3 (p. 25) show a few examples of the influence of thinnings on the radial growth of the dominant and codominant trees. The radial growth of trees of the corresponding crown classes in unthinned stands was used for comparison.

On the basis of the sample trees of 13 spruce and 16 pine sample plots, a limited investigation was made into the influence of the annual variation in weather conditions on the radial growth of pine and spruce growing on drained peatland sites. This study indicated that the annual variation was of the same character as that established by the growth index series for forests growing on mineral soils.

determined at 5-year intervals were used to describe the increment during the corresponding 5-year periods. The figures obtained, however, were overbark increments, and they were converted into underbark increments using the standard curves drawn up by ILVESSALO (1965) on the basis of the tree species, diameter, and taper.

Table 4 (p. 22) shows a comparison of the accuracy obtained by means of stem analysis and that secured by using ILVESSALO'S (1948) volume tables in the same way. This comparison was made on 71 pine and 58 spruce sample trees.

The removal was determined from curves indicating the interdependence between stump and breast height diameters for each sample plot, and it was cubed using the same form factors as for the present stand. The increment per cent, too, was assumed to equal that of the present stand.

The growth index for the periodic variation in peatland trees, on the other hand, differed from that for trees growing on mineral soil, so that the latter could not be used to adjust the increment figures of the present study to the average climatic level. As, in addition, the growth indexes for peatland trees are uncertain — primarily due to the shortness of the time covered — the unadjusted growth values obtained from calculation were used in the present case for the results presented both by stands and by sample trees.

The following table shows the growth indexes for peatland trees for the last three 5-year periods.

	1948—52	1953—57	1958—62
Spruce	96	97	101
Pine	94	104	109

We may conclude, on the basis of the table, that the use of growth indexes would have led to relatively higher growth values for the last 5-year period than for the earlier ones.

Figs. 4 and 5 (p. 26) show the growth indexes as determined for peatland spruce and pine in the present study.

4. RESULTS OF THE STUDY

41. Growth analysis of sample trees

411. PRINCIPLES OF GROUPING THE RESULTS

Among the factors governing post-drainage development of trees growing on peat, in addition to site fertility and tree species, the most important are the age and size of the trees at the time of ditching. This has also been indicated previously, for example, by MULTAMÄKI (1923), AVERELL and MCGREW (1929), LUKKALA (1929, 1937), HEIKURAINEN and KUUSELA (1962).

The following table shows, on the basis of present data, the mean underbark diameter of dominant and codominant trees classified by age at the time of ditching.

Site and tree species	Age class (a)				
	≤ 1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
RhK spruce	1.2	6.2	7.8	9.1	16.0
VK spruce	1.3	3.9	7.2	9.1	12.3
RhK-VK pine	1.5 ¹	—	6.6	15.3 ²	—
VSR pine	1.9	4.2	8.1	13.0 ²	—
IR pine	1.6	4.2	5.7	9.3	11.9

¹ Age class (a) 1-30

² Age class (a) ≥ 51

The next table, on the other hand, shows the mean age of dominant and codominant trees classified by diameter.

Site and tree species	Diameter class at the time of ditching, cm			
	0.1-4.0	4.1-8.0	8.1-12.0	≥ 12.1
RhK spruce	19	46	47	64
VK spruce	20	41	54	63
VSR pine	14	31	42	63
IR pine	16	39	59	71

The tables show that even in natural peat lands a rather clear correlation exists between the breast height age and diameter of trees. Because of this circumstance, the influence of the diameter on the average radial growth after drainage was studied within different age classes (Table 5, p. 29). In this connection, as also later on, the radial growth data are expressed as the sum of the ring widths of five-year periods. To describe the magnitude of the variation, the standard errors of the means were

included in the figures indicating radial growth. The figures in parentheses in the table represent classes for which the results must be considered not fully reliable because of a small number of sample trees.

On the basis of the table in question, it seems that the age and diameter of trees have a similar influence on the radial growth after drainage, although the influence of age may be slightly greater than that of diameter. As it seemed impractical to present all the results grouped in accordance with both of these factors, it was decided to examine post-drainage radial growth only on the basis of the breast height age of trees; in this way it was also possible to include in the same classification those trees which had reached breast height only after the time of ditching.

412. POST-DRAINAGE DEVELOPMENT OF THE RADIAL GROWTH, BASAL-AREA GROWTH, AND DIAMETER OF THE SAMPLE TREES.

4121. Presentation and comparison of the results

Current radial growth was examined by five-year periods from the time of measurement backwards to the pith of the sample trees. The grouped means of the radial growth are presented in tables for all sample trees and for the category of dominant and codominant trees separately. Comparisons with trees growing on mineral soils were made only for the latter category.

Several such comparisons were possible on the basis of available material. One object of comparison for all categories was obtained from the data on the diameter and diameter growth of dominant trees presented by ILVESSALO (1920 a) for natural and normal stands on mineral soils. Another comparison was made between the radial growth of RhK spruce and the radial growth data on OMT spruce presented by KALLIO (1957). Series indicating the development of the underbark diameter with increasing age of dominant pines on MT, VT, and CT were constructed on the basis of the stem distribution series representing light and moderate thinnings in VUOKILA'S (1967) yield tables. In addition, from the results of measurements carried out on the Finnish Forest Research Institute's permanent sample plots, data on light and moderate

thinnings were collected and used to compile the series describing the development of dominant trees in OMT and MT spruce stands as well as MT, VT, and CT pine stands.

4122. Post-drainage growth of spruce growing on peat

The data on the mean radial growth for all spruce sample trees representing herb-rich spruce swamps are presented in Table 7 (p. 33), whereas the corresponding results for ordinary spruce swamps are compiled in Table 9 (p. 38). For the category of dominant and codominant sample trees corresponding results are given in Tables 8 (p. 34) and 10 (p. 39). The graphs indicating radial growth of dominant and codominant spruce by age classes, presented in Figs. 7 (p. 35) and 10 (p. 40), are based on the data of the last two tables.

On the basis of this data it can be concluded that, except perhaps for the youngest age classes, it takes a few years for the radial growth of peatland spruce to respond to the changes caused by ditching. Thereafter, the radial growth rate of the spruce trees begins to rise; the younger the trees are at the time of ditching, the more rapid is this rise. Also the fertile herb-rich spruce swamps produce a more rapid increase in radial growth rate than do the poorer ordinary spruce swamps.

The length of the revival period, that is, the time from ditching to maximum radial growth, also depends on the fertility of the site and the age of the trees. Within the youngest category of spruce trees that had reached breast height at the time of ditching, the revival period lasted about ten years in herb-rich spruce swamps and about fifteen years in ordinary spruce swamps. For older trees the corresponding phase lasted two or three decades.

The magnitude of the radial growth maximum is also clearly dependent on the age of the trees, as can be seen from the table on this page. In this table the maximum values taken from a fitted curve have been given the value 100 in age class 1-10, and the rest of the figures calculated on this basis.

The table shows that the younger the trees, the higher is the radial growth maximum. After reaching a maximum, the radial growth begins to decline. The differences prevailing among the age classes remain clearly visible up to the time of measurement.

The radial growth of spruce growing on peat that had reached breast height at the time of ditching was clearly higher than that of dominant trees of the same age growing in spruce stands on mineral soil (Figs. 7 and 10). This is at least partly due to the fact that among the trees used in this comparison those representing mineral sites were considerably larger than the peatland trees. To offset this, the post-drainage development of the underbark diameter of peatland spruce was compared only with that of dominant trees of the same size (at the starting point of the series) growing on mineral soils (Figs. 8, p. 36 and 11, p. 40). (In the series of natural and normal stands the starting point was the time of ditching, whereas, for stands treated by cuttings, in the beginning point of the series.)

Consequently, the former were often several decades older than the latter. It can be seen from the figures that, during the revival period, peatland spruce, especially in older age classes, lagged behind in diameter development compared with dominant trees of similar size growing on mineral soil. After this stage, development within the groups compared here was quite similar. For the youngest age classes the differences between these categories were minor.

As the radial growth of peatland spruce declined quite slowly after maximum had been reached, the corresponding basal-area growth increased during the entire post-drainage period studied (Figs. 9, p. 37 and 12, p. 41). In dominant spruce trees of the same size growing on mineral soil, on the other hand, the basal-area growth may begin to decline during the same period of time.

Examination showed that spruce trees growing on peat are physiologically young in comparison with their actual age. With regard to their post-drainage development, they best correspond to spruce trees of the same size growing on mineral soil.

Peatland spruce shows no decline in growth, not even after the revival period has passed. Rather, it seems that, taking the aging of the trees into consideration, the growth of peatland spruce has increased during the period after drainage.

4123. Post-drainage growth of pine growing on peat

The average results for all pine sample trees are presented in Tables 11, 13, and 15 (pp. 42, 46,

Site	Age class						
	≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
	Relative radial growth maximum						
RhK spruce	111	113	100	92	79	74	56
VK spruce	123	129	100	87	74	68	58

Site	Age class (a)						
	≤ -10	-9-0	1-10	11-30	31-50	51-70	≥ 71
	Relative radial growth maximum						
RhK-VK pine	119	122	100 ¹	—	85	49 ²	—
VSR pine	123	115	100	74	65	45 ²	—
IR pine	109	103	100	77	64	49	44

¹ Age class (a) 1-30

² Age class (a) ≥ 51

and 49), the radial growth series for dominant and codominant pines in Tables 12, 14, and 16 (pp. 43, 47, and 50), and the fitted curves indicating radial growth in Figs. 13, 16, and 19 (pp. 44, 48, and 50).

According to the figures obtained, pine trees respond to the change in growth conditions immediately, i.e. in a clearly shorter time than do spruce trees. The entire revival period is considerably shorter for pine than for spruce. Even in the poorest site of this study, dwarf-shrub pine swamp, the revival period of the oldest pines was shorter than that of spruce trees of the same age in the site of the highest fertility. With pine the rapidity of the reaction depends on the same factors as with spruce, and in the same way. With increasing age of the trees and declining fertility of the sites, the time required for revival lengthens. In the present study the revival period of pine varied between five and a little more than 20 years.

With pine the influence of the age of the trees on the magnitude of the radial growth maximum is still greater than with spruce. This can be seen from the table on this page, in which the maximum radial growth of age class 1-10 has been given the value 100 and the rest of the figures calculated in relation to this figure.

From the table it can be seen that in each group the maximum radial growth of the youngest trees which have reached breast height at the time of ditching is more than double that of the old pines. It also seems that the age of pine trees, when using relative values, is of about equal importance in different sites.

When the radial growth of trees growing on peat is compared with dominant trees growing on mineral soils (Figs. 13, 16, and 19), attention is drawn to the fact that radial growth of the dominant trees of natural and normal MT and VT pine stands is considerably greater in the beginning of the stands' development than that of dominant trees in corresponding stands treated with cuttings, or of dominant and codominant trees growing on peat. For the oldest natural and normal pine stands the radial growth of dominant trees is clearly smaller than in dominant and codominant peatland trees of the same age. With regard to the direction and magnitude of

their radial growth, dominant trees of stands treated with cuttings and dominant and codominant trees growing on peat are quite similar to each other in most cases.

Figs. 14, 17, and 20 (pp. 44, 48, and 51) show comparisons between the development of the underbark diameter of dominant and codominant peatland pines and that of dominant pines on mineral soil which were of the same size at the beginning of the series. It can be observed that the differences in favor of the pines growing on mineral soil are mainly limited to the first two decades after drainage, as was the case for spruce. Also the differences between the series are rather small if the dominant trees of natural and normal MT and VT pine stands already mentioned are not examined. It ought to be mentioned that the pines of the mineral soils in this comparison were at least ten, but sometimes even more than fifty years younger than the peatland pines with which they were compared.

The basal-area growth of the peatland pines generally showed an unbroken increase during the period of study (Figs. 15, 18, and 21, pp. 45, 49, and 51). The difference in comparison with the basal-area growth of pines of mineral soils of the same size was normally greatest immediately after ditching, thereafter gradually decreasing until the moment of measurement, sometimes even changing to the contrary. (An exception to this was the basal-area growth of the dominant pines of the permanent sample plots presented in Fig. 15.)

Generally speaking we may conclude that the growth of peatland pines, even after the revival period, does not decline faster with increasing age than does the growth of pines at the same stage of development growing on mineral soil.

413. HEIGHT GROWTH OF SAMPLE TREES

Table 17 (p. 53) shows the height of dominant and codominant trees at the time of measurement as well as the current annual height growth for the latest 5-year period by breast height age classes based on the age at the time of ditching. Fig. 23 (p. 54) shows a comparison between the height

growth of peatland trees and that of dominant trees of same age and size in natural and normal stands growing on mineral soil.

This comparison also stresses the vitality of peatland trees. Except for RhK-VK pines of the suppressed crown classes, peatland trees show a height growth almost equal to the dominant trees growing on mineral soils of corresponding fertility. Moreover, in the oldest age classes, the growth of dominant trees of similar age on mineral soil is considerably slower than on peat.

414. VOLUME INCREMENT OF STANDS GROWING ON PEAT IN THE MOST RECENT FIVE-YEAR PERIOD

In the calculations on a stand basis the growth is described in terms of the mean of the stand growth of the 5-year period under study as a function of the volume including bark. This was done so partly because the actual age and physiological vitality of peatland trees do not show an unambiguous correlation as do regularly developing stands on mineral soil. This was established in the preceding pages. Also, the stands growing on peat are often unevenly aged. Therefore the age factor, however it is compiled, remains more or less uncertain (cf. Fig. 24, p. 55).

Figs. 25, 26, and 27 (pp. 57, 58, and 59) show average curves of the current annual growth of the latest 5-year period for spruce-dominated stands in spruce swamps, while Figs. 28 and 29 (pp. 60 and 61) give the same for pine-dominated pine swamps. The graphs were compiled with the aid of partial means.

The volume increments presented in this way must not be considered average results for old drainage areas. Because of the many requirements placed on the areas studied, the stands in this work represent the best drainage results obtained with the techniques of ditching of those times. This is so for the stand volume, silvicultural condition, and efficiency of drainage and, consequently, also for the stand increment. A task of central importance for the present study was to compare the constructed growth delineators with growth data for stands growing in younger drainage areas. This data was collected according to similar principles (HEIKURAINEN 1959). Very careful consideration must be given to the comparison carried out on the basis of the growth figures constructed from the volume data for stands growing on mineral soils of the papers of ILVESSALO (1920 a and b), NYSSÖNEN (1954), and VUOKILA (1956).

On the basis of this comparison, the following conclusions may be drawn:

1. In sites of similar fertility (Figs. 25, 27, 28, and 29), the growth delineators, when at their maximum, reach the same level both for young and old drainage areas. The only exception is indicated for dwarf-shrub pine swamps, in which the heavily stocked old drainage areas show better growth than young drainage areas.

2. In old drainage areas (the present material) growth maximum is reached only when considerably greater volumes are involved than in younger areas (HEIKURAINEN 1959, basic data); therefore the growth of sparsely stocked stands of the former is lower than that of the latter areas. This circumstance was interpreted such that young stands were almost completely lacking from the material of old drainage areas.

3. With regard to their maximum growth, the forests of old drainage areas reach the same level as forests of corresponding sites on mineral soil that have been treated by cuttings and are superior to natural and normal forests. It can also be seen, more clearly than before, that maximum growth is reached later, i.e., when more heavily stocked stands are involved. The above-mentioned facts were interpreted to mean that the growth level of peatland forests has not decreased with aging of the drainage areas, but that the stands of the old drainage areas of the present study grow about equally well as the stands of younger drainage areas (HEIKURAINEN's material).

415. GROWTH OF PEATLAND FORESTS DURING THE LAST THREE FIVE-YEAR PERIODS

Figs. 30, 31, 32, and 33 (pp. 62, 63, and 64) present the changes that have taken place in the volume of the stands under examination during the last three five-year periods. The figures were obtained by constructing, on the basis of the growth of the sample trees, the stand volume at the time of measurement as well as 5, 10, and 15 years earlier, and by adding to the volume and growth figures thus obtained the estimated data on the removal and its growth.

It can be observed that in all cases the curves run quite close to each other. Taking the many factors causing uncertainty into consideration, not even the differences in the curves for the growth of sparsely stocked pine swamp stands necessarily exist. If, however, this is so, the variation seems reasonable (cf. item 2 in section 414).

On the basis of the above-said, it was concluded that in the growth of the peatland forests studied no marked changes in either direction have occurred during the last fifteen years.

5. EXAMINATION OF THE RESULTS

The size and rate of post-drainage growth of forests growing on peat vary within a large range. Although an attempt was made to eliminate the influence of certain factors of minor importance for the study by establishing requirements for the selection of sample plots, several factors remained to weaken the reliability of the conclusions. One of these was the small size of the sample plots studied; this makes the results presented by stands uncertain. Between the site classes of the study and those used for comparison, differences in fertility may occur which have been interpreted incorrectly. There might also be inaccuracies in the material of comparison proper, and above all, the treatment of this material to make it comparable with the data of the present study might have caused systematic errors in the results.

Because of these uncertainties, only phenomena of a general nature were stressed in the conclusions, and many details, calculations of the magnitude of variation, etc., were given only minor attention.

Many factors for which the errors were not corrected would have reinforced the conclusions concerning the continuation of growth if they had been taken into consideration. Such factors were, for example, the annual and periodical variation of growth caused by weather conditions, the comparison of dominant and codominant peatland trees with dominant trees on mineral sites, neglect of the influence of increasing age in section 415, and the differences in macroclimate between old and young drainage areas.

The results of the study can be divided into two parts; one deals with revival and the factors governing it, and the other with the continuation of growth after the revival stage. The first part of the study was done with the aid of the radial growth of sample trees and characteristics derived from it. For the second part, data on sample tree height growth and stand volume were also used.

In pine the response to drainage is faster than in spruce in all age classes. For this reason, it has sometimes been asserted that the revival particularly of mature spruce trees is more uncertain than that of pine (e.g. MULTAMÄKI 1923). This concept was proved wrong in the present study; even the oldest groups of trees covered in the study showed almost as good growth as trees of the same size growing on mineral soils.

In addition to the tree species, the rapidity of revival and the radial growth maximum are also affected by, above all, the age of the tree at the time

of ditching and the site fertility. The younger the trees and the more fertile the site, the shorter is the time before reaching the growth maximum and the higher is this maximum. The size of the trees, too, is of importance for the magnitude of post-drainage radial growth, resembling the influence of their age (cf. HEIKURAINEN and KUUSELA 1962). The influence of age on the magnitude of the radial growth is similar in different sites. Previous estimations concerning the length of the revival period (LUKKALA 1929) seem to be correct for pine. In pine the period of revival lasts from slightly less than five years to more than twenty years; the variation is due to the factors presented above. In spruce, on the other hand, the corresponding time ranges from ten to thirty years.

In the literature dealing with post-drainage growth of peatland forests, the assertion most frequently made is that stand growth clearly declines after the revival period has passed (e.g. MALMSTRÖM 1935, BÖRJESON 1937, LUKKALA 1937, and HAINLA 1957). Conceptions of this kind have had practical influence at least in Sweden, where forest drainage activity has been almost at a standstill for decades. Cases are known, it is true, in which young stands at first have developed well, but have later declined in growth, and even died (HEIKURAINEN 1959). This is especially so for drainage areas in open fens. Declining growth in forest-covered peatland, however, can often be considered the result of filling up of drains (e.g. BÖRJESON, LUKKALA, the papers mentioned). It even seems that normal decrease in growth with increasing age of the trees has often been understood as a decline in growth.

In the present work no sample tree group showed a decrease in growth after the revival period that would have been faster than the decrease in growth because of increasing age in the dominant trees of mineral sites. On the contrary, the basal-area growth of trees growing on peat usually showed an unbroken increase during the entire post-drainage period, even in cases when the growth of dominant trees in the same phase of development growing on mineral soil had started to decrease. Also the results on the height growth or stand increment do not indicate that a decline in growth has taken place.

In light of the results from sample tree analyses, it rather seems that tree growth gradually rises even after the revival period in peatlands originally covered by forest. Results pointing in this direction

have been presented previously by Bušs (1960) and LUNDBERG (1952) and also to some extent by LUKKALA (1951). However, considering the many possibilities for error in the comparisons made,

there is no reason to state that this conclusion is absolutely correct, but it can be observed that aging of drainage areas as such does not mean that growth conditions become poorer.

Lyhenneluettelo — Abbreviations

A. Kasvupaikkoja kuvaavat lyhenteet — Abbreviations describing the sites

RhK	= Ruoho- ja heinäkorpi — <i>Herb-rich spruce swamp</i>
MK	= Mustikkakorpi — <i>Myrtillus spruce swamp</i>
PK	= Puolukkakorpi — <i>Vaccinium spruce swamp</i>
VK	= Varsinainen korpi — <i>Ordinary spruce swamp</i>
VSR	= Varsinainen sararäme — <i>Ordinary sedge pine swamp</i>
IR	= Isovarpuinen räme — <i>Dwarf-shrub pine swamp</i>
OMT	= Käenkaali-mustikkatyppi — <i>Oxalis-Myrtillus site</i>
MT	= Mustikkatyppi — <i>Myrtillus site</i>
VT	= Puolukkatyyppi — <i>Vaccinium site</i>
CT	= Kanervatyppi — <i>Calluna site</i>

B. Metsikön ja puun tunnuksia kuvaavat lyhenteet — Abbreviations describing stand and tree characteristics

T	= Metsikön keski-ikä, v. — <i>Mean stand age, years</i>
a	= Puun rinnankorkeusikä ojitushetkellä, v. — <i>Breast height age of trees at the time of ditching, years</i>
N	= Metsikön runkoluku, kpl/ha — <i>Stem number per hectare</i>
H _{dom}	= Metsikön valtapituus, m — <i>Dominant height, m.</i>
h	= Puun pituus, m — <i>Tree height, m.</i>
i _h	= Puun juokseva vuotuinen pituuskasvu, dm — <i>Current annual height increment, dm.</i>
V	= Metsikön kuorellinen kuutiomäärä, k-m ³ /ha — <i>Overbark stand volume, cu.m./ha.</i>
v	= Puun kuorellinen kuutiomäärä, k-m ³ — <i>Overbark stem volume, cu.m.</i>

I _{vu}	= Metsikön juokseva vuotuinen kuutiokasvu, k-m ³ /ha — <i>Current annual underbark increment of stands, cu.m./ha.</i>
i _{vu 1-5}	= Puun kuutiokasvu mittausta edeltäneenä viisivuotiskautena, k-m ³ /5 v. — <i>Volume increment of individual trees during the 5-year period immediately preceding measurement, cu.m./5 years.</i>
i _{vu 6-10}	= Puun kuutiokasvu 6–10 vuotta ennen mittausta, k-m ³ /5 v. — <i>Volume increment of individual trees 6–10 years before measurement, cu.m./5 years.</i>
i _{vu 11-15}	= Puun kuutiokasvu 11–15 vuotta ennen mittausta, k-m ³ /5 v. — <i>Volume increment of individual trees 11–15 years before measurement, cu.m./5 years.</i>
i _r	= Puun juokseva vuotuinen sädekasvu, mm — <i>Current radial increment of trees, mm./year.</i>
i _{r 5}	= Puun juokseva viisivuotiskausittainen sädekasvu, mm/5 v. — <i>Current radial increment of 5-year period, mm./5 years.</i>
i _{gs}	= Puun juokseva viisivuotiskausittainen pintakasvu, cm ² /5 v. — <i>Current basal-area increment of 5-year period, sq. cm./5 years.</i>
d _u	= Puun kuoreton rinnankorkeusläpimitta, cm — <i>Underbark breast height diameter, cm.</i>

C. Kirjallisuusluettelossa käytetyt kirjainlyhenteet — Abbreviations used in the list of literature

AFF	= Acta Forestalia Fennica
FF	= Folia Forestalia
MA	= Metsätaloudellinen Aikakauslehti
MTJ	= Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja — <i>Communications Instituti Forestalis Fennicae</i>
SF	= Silva Fennica
YYVk	= Yksityismetsänhoitajyhdistyksen Vuosikirja

ACTA FORESTALIA FENNICA

EDELLISIÄ NITEITÄ — PREVIOUS VOLUMES

- VOL. 85, 1968. JOUKO MÄKELÄ.
Puunkorjuun tuottavuuteen vaikuttavat tekijät maatilametsätaloudessa. Summary: Factors Affecting Logging Productivity in Farm Forests.
- VOL. 86, 1968. BROR-ANTON GRANVIK.
Sahaustuloksen määrä ja laatu havutukkien kenttäpyörösahauksessa. Summary: The Quantity and Quality of the Sawing Yield in Sawing Coniferous Logs with Circular Saws.
- VOL. 87, 1968. EINO OINONEN.
Lycopodium clavatum L.- ja *L. annotinum* L. - kasvustojen laajuus rinnastettuna samanpaikkaisiin *L. complanatum* L.- ja *Pteridium aquilinum* (L.) KUHN-esiintymiin sekä puuston ikään ja paloaikoihin. Summary: The Size of *Lycopodium clavatum* L. and *L. annotinum* L. Stands as Compared to *L. complanatum* L. and *Pteridium aquilinum* (L.) KUHN Stands, the Age of the Tree Stands and the Dates of the Fire, on the Site.
- VOL. 88, 1968. PAAVO YLI-VAKKURI, PENTTI RÄSÄNEN ja ASKO HILLI.
Taimien talvivarastoinnista ja sen vaikutuksesta männyn taimien istutuskelpoisuuteen. Summary: Overwinter Cold-Storage and its Effect on the Field Survival and Growth of Planted Scots Pine.
- VOL. 89, 1968. PENTTI ALHO.
Pohjois-Pohjanmaan metsien käytön kehitys ja sen vaikutus metsien tilaan. Summary: Utilization of Forests in North Ostrobothnia and its Effect on their Condition.
- VOL. 90, 1968. YRJÖ KANGAS.
Beschreibung des Wachstums der Bäume als Funktion ihres Alters.
- VOL. 91, 1968. PEKKA KILKKI.
Income-Oriented Cutting Budget. Seloste: Tulotavoitteeseen perustuva hakkuulaskelma.
- VOL. 92, 1969. MATTI LEIKOLA.
The Influence of Environmental Factors on the diameter Growth of Forest Trees. Auxanometric study.

KANNATUSJÄSEN — UNDERSTÖDANDE MEDLEM
CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR