

OJITUSALUEIDEN TAIMISTOJEN KEHITYKSESTÄ VUOSINA 1964–68 TOIMEENPANNUN SUOMETSÄ- KILPAILUN KOEALOJEN VALOSSA

LEO HEIKURAINEN

Summary

DEVELOPMENT OF SEEDLING STANDS ON DRAINED PEATLANDS

Saapunut toimitukselle 5. 7. 1982

Vuosina 1964–68 toimeenpannun suometsäkilpailun kilpailuruuduista muodostettiin jatkotutkimuksia varten joukko taimistokoealoja, joilla on seurattu taimistojen kehitystä ja erilaisten tekijöiden vaikutusta siihen. Lopulliset mittaukset tehtiin 1980 ja niiden perusteella saaduista tuloksista mainittakoon seuraavaa.

Lämpösumma (dd°C) selitti taimistojen vaihtelusta huomattavan osan. Kuusen osalta vuorosuhteen kuvaaja osoittautui suoraksi, männyn osalta sen sijaan käyräksi. Myös alkuperäinen viljavuus ja kuivatusteho vaikuttivat selvästi taimistojen kehitykseen. Metsänhoidollisista tekijöistä tutkittiin taimistojen tiheyden, koivusekoituksen, ylispuiden ja verhopuuston sekä alikasvoksen vaikutusta. Tuloksista tehtiin eräitä johtopäätöksiä, jotka osittain poikkeavat nykyisin hyväksytyistä käytännöistä.

Taimistoja oli lannoitettu useaan otteeseen ja lannoituksen vaikutusta niiden kehitykseen voitiin seurata monipuolisesti. Ehkä odotettua pitkäaikaisemman lannoitusvaikutuksen lisäksi todettiin, että ylilannoituksella saattaa olla myös haitallisia vaikutuksia.

Taimistoja kohdanneista tuhoista tehtiin havaintoja ja mittauksia. Kuusitaimikoiden hallavaurioiden ja verhopuuston vuorosuhteita selviteltiin. Kasvuhäiriöitä ei sanottavasti esiintynyt kuusitaimikoissa ja mäntytaimikoissakin niitä oli niukasti lähinnä ylilannoituksen seurauksena. Hirvituhoja esiintyi jonkin verran maan eteläpuoliskon mäntytaimikoissa.

Tutkittuja 25 vuotta vanhoja ojitetujen turvemaiden taimistoja verrattiin lopuksi saman ikäisiin kangasmaiden taimistoihin.

1. JOHDANTO

Kansallis-Osake-Pankki ja Keskusmetsälautakunta Tapio järjestivät vuosina 1964–68 ns. suometsäkilpailun, jossa kilpailtiin mänty- ja kuusitaimikoiden pituuskasvusta vuosina 1967 ja 1968. Kilpailuun osallistui yli 5 000 osanottajaa jakaantuen kutakuinkin tasaisesti Suomenlahden rannikolta aina Ylitornion, Ranuan ja Kuusamon kuntiin pohjoisessa.

Kilpailun tarkistusmittaukset tehtiin kirjoittajan johdolla syksyllä 1968. Tällöin mitattiin parhaiksi osoittautuneita taimistoja eri puolilla maata 145 kpl. Tarkistusmitatut kil-

pailuruudut jakaantuivat tasan mänty- ja kuusitaimikkojen kesken. Kilpailun järjestäjien ja Helsingin Yliopiston Suometsätieteen laitoksen kesken sovittiin siitä, että näistä kilpailuruuduista muodostettiin koealoja, joilla seurataan taimiston kehitystä vuoteen 1980 saakka. Maanomistajilta saatiin tähän suostumus. Keväällä 1969 nämä kilpailuruudut, joiden koko oli vähintään 0.25 ha, jaettiin kahtia, ja toinen puolisko lannoitettiin PK-lannoksella (44 kg P, 83 kg K/ha), toinen jätettiin lannoittamatta. Seuraavassa näitä

kilpailuruudun puolikkaita nimitetään koealoiksi ja alkuperäistä kilpailuruutua koealapariksi.

Suometsäkilpailun koealojen taimistoja on mitattu useaan otteeseen: syksyllä 1968 kilpailun tarkistusmittausten yhteydessä tehtiin mittauksia ja havaintoja myös tutkimusta varten, syksyllä 1974 ja keväällä 1975 mitattiin kaikkien koealojen taimistojen pituus ja pituuskasvu sekä eräitä taimistojen kehitykseen vaikuttavia puustotunnuksia. Samalla tehtiin havaintoja ja mittauksia mm. kuivatuksen tehosta, sattuneista tuhoista jne. Kesän 1980 aikana taimistot ja niiden kehitykseen vaikuttavat puustotunnukset mitattiin uudelleen. Kuivatuksesta ja sattuneista tuhoista tehtiin samalla mittauksia ja havaintoja. Nyt käsillä oleva työ käsittelee kaikkien edellä mainittujen mittausten antamaa aineistoa, pääasiassa kuitenkin viimeksi suoritettuja selvityksiä.

Aikaisemmista mittauksista on julkaistu joukko raportteja: Heikurainen 1970, Heikurainen ja Ouni 1970, Heikurainen 1975, Heikurainen 1977, Rissanen 1975, Lohi 1977, Heikkilä 1981 ja Hiltunen 1981. Näistä neljä viimeksi mainittua ovat opinnäytetöitä (laudaturtöitä) metsätutkimusta varten.

Aikaisemmin ei maassamme ole laajassa mitassa toistuvien mittausten seurattu ojitet-

tujen turvemaiden taimistojen kehitystä syntyvaiheista aina riukumetsävaiheeseen asti. Suometsäkilpailun koealoilla tähän oli mahdollisuus, jopa niin, että tarkastelu kattaa molemmat pääpuulajimme, alueellisen vaihtelun ja suuren osan monenkirjavasta taimistojen käsittely- ja hoitotavoista niihin liittyen myös hoitamattomuus. Toisaalta on jo tässä vaiheessa todettava, että edellä viitatuun kaltaisen variointi merkitsee suurta hajontaa, josta seuraa, että aineisto on tilastollisesti luotettavien tulosten löytämiseen usein liian heterogeeninen.

Tällaisen pitkäjänteisen ja joltisenkin mittavan tutkimuskokonaisuuden hoito on vaatinut paljon huolenpitoa ja varoja. Helsingin Yliopiston Suometsätieteen laitos, joka on vastannut suometsäkilpailun tutkimusosasta, on saanut kaiken tarvitsemansa tuen lähinnä Kansallis-Osake-Pankilta. Myös Keskusmetsälautakunta Tapio on monella tavalla ollut korvaamattomaksi avuksi työn eri vaiheissa. Haluan vilpittömästi kiittää mainittuja yhteistyöjä. Henkilökohtaiset kiitokseni saamastani tuesta lausun erityisesti pankinjohtaja E. K. Laitiselle ja metsäneuvos Veikko Palosuolle. Haluan myös kiitollisena mainita metsänhoitaja Jussi Hautasen aktiivisen panoksen hankkeeseen liittyvien asioiden hoidossa.

Mieluisa velvollisuuteni on kiittää myös tutkimusapulaiani, joista osa on tehnyt opinnäytetyönsä tämän tutkimuksen parissa.

2. AINEISTO

21. Koealat ja niiden edustavuus

Alunperin tarkistusmittausten kohteeksi joutuneita kilpailuruutuja oli 145, eräitä niistä on vuosien mittaan tuhoutunut ja muutamia on hylätty hankalien etäisyyksien vuoksi. Tutkittavaksi jäi lopulta yhteensä 90 koealaparilla eli 180 koealaa. Nämä jakaantuvat tasaa kuusi- ja mäntykoealojen kesken ja alueellinen jakaantuminen sekä alkuperäisen suotyypin mukainen jakaantuminen nähdään taulukosta 1 ja kuvasta 1. Aluejako ja suotyypin ryhmittely on esitetty yksityiskohdaisemmin luvussa 24. (s. 291).

Voimme todeta, että korprien osuus pohjoisessa on niukka, etenkin varsinaisia korpia on vähänlaisesti. Rämeiden osalta puolestaan

sararämeitä on etelässä niukasti ja varpurämeitä puolestaan on niukasti pohjoisessa. Näistä heikkouksista voisi todeta, että ne itse asiassa jossakin määrin heijastelevat suotyypin alueellista jakaantumista (Ilvessalo 1956).

Kuusikoealoista päätyyppiryhmät (RhK ja VK) ovat tyydyttävän runsaasti edustettuna samoin mäntykoealoista sararämeitä ja varpurämeitä. Viljelyheitto- ja avosuokoealoja on varmasti liian vähän pitkälle menevien johtopäätösten tekoon, mutta ne saattavat kuitenkin erikoisuudellaan antaa lisäväriä tutkimukseen.

Koealojen jakaantuminen tarkemmin lämpösumman mukaan esim. 100 dd-yksikön luokissa nähdään seuraavasta asetelmasta:

dd°C	<900	901-1000	1001-1100	1101-1200	1201-1300	>1300
Ku-koealoja	—	22	20	18	26	4
Mä- ”	4	26	22	20	10	8

Aineiston alueellisesta edustavuudesta on edellä esitetyn perusteella todettava, että se jakaantuu kohtalaisen tyydyttävästi Perä-Pohjolan keskiosista maan etelärannikolle. Kuusamo-Taivalkoski-Rovaniemi-Pello-linjan pohjoispuolelle ei aineisto valitettavasti ulotu.

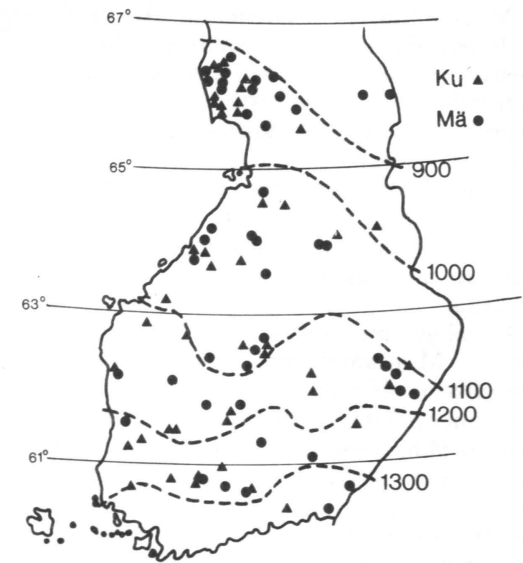
Tutkittavat taimistot ovat suometsäkilpailun alkaessa 1964 keväällä olleet lähes samankokoisia, sillä kilpailutaimien pituus sai olla enintään 100 cm. Keskimäärin taimien pituus (cm) oli tuolloin seuraava:

	E-S	K-S	P-S
Ku	75	66	45
Mä	58	66	74

Taimien ikä on myös ollut lähes sama. Mäntytaimistojen iäksi inventointivuonna (1980) saatiin 24 v, kuusitaimistojen 25 v.

Lähes kaikki mä-taimistot olivat luontaisesti syntyneitä, eräillä koealoilla oli kuitenkin tehty täydennysistutuksia. Vain kahdella koealaparilla taimisto oli perustettu viljelemällä, toinen istuttaen, toinen kylväen.

Ku-taimistoissa on 15 koealaparilla perustettu viljelemällä, näistä vain yksi kylvämällä, loput 30 ovat syntyneet luontaisesti, 5 koealaparilla on kuitenkin suoritettu täydennysistutus.



Kuva 1. Koealojen sijainti.
Fig. 1. The location of sample plots.

Suometsäkilpailun aikana v. 1964-68 on yli kaksi kolmasosaa koealoista lannoitettu. Tämän varsin kirjavan lannoituksen yksityiskohtia on selostettu jo aikaisemmin (vrt. Heikurainen ja Ouni 1970). Tässä tutkimuksessa vanha lannoitus on tyydytty jakamaan vain kahteen ryhmään, ”normaalilannoitus” ja ”ylilannoitus”. Kuten edellä jo todettiin keväällä 1969 koealaparilla toinen koeala lannoitettiin. Täten niissä tapauksissa, jolloin koealalla oli aikaisempaan lannoitusta, tämä lannoitus muodostui jatkolannoitukseksi.

Taulukko 1. Koealat ja niiden jakaantuminen suotyypiryhmiin ja suuralueisiin sekä pääpuulajin mukaan.
Table 1. Sample plots as distributed between site type groups, regions and tree species.

Suuralue ¹ Region	RhK ²	Kuusikoealat - Spruce sample plots				Yht.	Mäntykoealat - Pine sample plots				Kaikkiaan Total
		VK	SR	VH	Yht.		SR	VR	Nevat	Yht.	
Etelä-Suomi South Finland	8	14	2	6	30	2	12	4	18	48	
Keski-Suomi Central Finland	8	20	4	6	38	24	14	4	42	80	
Pohjois-Suomi North Finland	12	6	2	2	22	22	6	2	30	52	
Yhteensä Total	28	40	8	14	90	48	32	10	90	180	

¹ Vrt. luokitusta s. 291 - Cf. the classification on p. 291

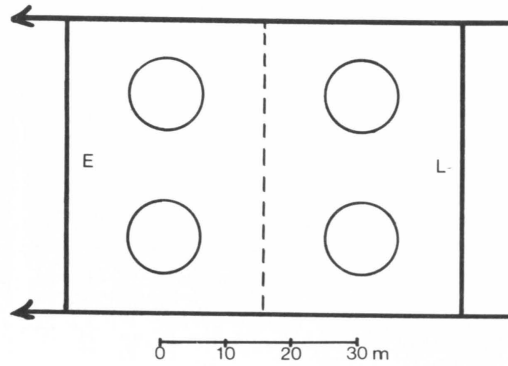
² Suotyypiryhmiä selitykset s. 291 - The explanations of site type abbreviations on p. 291

Myös ojitusikä vaihtelee melko tavalla. Valtaosa alueista on kuitenkin ojitettu kymmenvuotiskaudella 1955–64. Saavutettu kuivatusteho on ojatihydestä ja ojasyvyydestä riippuen vaihdellut jonkin verran. Aikaisemmissa selvityksissä kuivatusteho arvioitiin mittaamalla ojaetäisyyttä ja ojasyvyyttä (vrt. Heikurainen ja Ouni 1970). Mittausten perusteella laskettiin kuivatusindeksi, jonka mukaan muodostettiin kolme kuivatustehon luokkaa.

Koalojen metsänhoidon historia on varsin kirjava. Muutamilla koaloilla ei perustamisen jälkeen ole tehty mitään metsänhoidollisia toimenpiteitä, varsin monilla on tehty perkauksia ja harvennuksia, etenkin kuusitaimistoissa on taimistoja vapautettu suojuspuustojen ja verhopuustojen alta, varsin monilla koaloilla taimistot ovat kuitenkin vielä osaksi verhopuuston alla, näin etenkin Pohjois-Suomessa.

Kuten edellä esitetystä on selvinnyt, on tutkimuksen aineisto heterogeeninen. Se muistuttaa paremmin käytännön tapauksia kuin varsinaista koejärjestelyin aikaansaatuja tutkimusaineistoja. Tämä tietysti vaikeuttaa sekä aineiston käsittelyä että tulosten tulkintaa. Esitettävien tulosten yleistämistä ajatellen oleellinen kysymys on, missä määrin koalat edustavat ikäisiä taimistoja. Tässä mielessä edustavuus ei ole moitteeton. Alunperin koalat valittiin niistä suometsäkilpailun kilpailuruuduista, jotka maanomistajien ilmoitusten perusteella sijoituivat hyvin, ja joutuivat tarkistusmittausten kohteiksi. Näistä tarkistusmitatuista kilpailuruuduista joita oli yhteensä 145 kappaletta, valittiin 100 jatkokatutkimuksiin. Valinnan perusteena ei tässä vaiheessa enää ollut kasvu tai muu sen kaltainen tekijä, vaan lähinnä helppous koalalle pääsyyn.

On vaikea muodostaa selkeää kuvaa siitä, missä määrin edellä mainitussa "karsintakilpailussa" on tapahtunut valintaa, joka vaikuttaisi tuloksiin vielä nyt lopullisissa mitauksissa v. 1980. Se että suotyypijakaantuma on niinkin kirjava, kuin edellä esitettiin, viittaa siihen, ettei tapahtunut valinta ole ollut ainakaan johdonmukaista. Taimistojen vaiheet valituksi tuleminen jälkeen ovat olleet yleensä "herran huomassa". Eräitä neuvoja taimistojen käsittelemiseksi on maanomistajille tosin annettu, mutta neuvojen noudattaminen lienee jäänyt varsin kyseenalaiseksi.



Kuva 2. Koalaparit ja ympyräkoalat. L-lannoitettu, E-lannoittamaton.

Fig. 2. The pair of sample plots and sample circles, L-fertilized, E-unfertilized.

Kaiken kaikkiaan mielipiteeni on, että nyt tutkitut taimikot edustavat lähes sokeaa otosta yksityismaiden ojitusalueiden 25 vuoden ikäisistä taimistoista, kuitenkin sillä varauksella, että taimiston kehitys ensimmäisen 10 vuoden aikana on ollut häiriötön ja jossakin määrin lannoituksilla nopeutettu.

22. Kenttätyöt ja muu aineisto

Koalojen puustot mitattiin syyskesällä 1980. Samalla tehtiin joukko muita jäljempänä lähemmin esiteltäviä selvityksiä. Itse puustomittaukset tehtiin siten, että koalalle sijoitettiin kaksi yhden aarin suuruista ympyräkoalaa systemaattista otantaa noudattaen (ks. kuva 2). Inventoinnin ohjeet olivat seuraavat:

Ympyräkoalat: Koalojen puusto luettiin ja mitattiin kahdella sijainniltaan ennalta määrättyllä ympyräkoalalla, joiden pinta-ala oli yksi aari.

Koalojen puiden luku: Puusto luettiin ympyräkoaloilta läpimittaluokittain ja puulajeittain. Mahdolliset ylispuut ja verhopuut luettiin koko koalalta.

Koepuiden otto: Koalalta otettiin 20 koepuuta, joista 10 kaadettiin. Kummaltakin y-koalalta otettiin siis 10 koepuuta. Koepuiden valinnassa noudatettiin läpimittaluokituksen antamia viitteitä ja yleisiä edustavuuden periaatteita.

Koepuiden mitta: Jokaisesta koepuusta mitattiin läpimitta d 1.3 kuoren päältä mm:n tarkkuudella, kaadetuista lisäksi h 6–7.5 m = d 3.5 m, h 8– m = d 6.0 m.

Koepuusta mitattiin pituus v. 1975 (lopussa) ja v. 1980. Kaadetuista koepuusta mitattiin pituus 1975, 1976, 1977, 1978, 1979 ja 1980, niistä otettiin myös kiekko h 1.3.

Kasvuhäiriöt: Luettiin ja arvioitiin puuluvun yhteydessä seuraavaa luokitusta käyttäen: I alkava lievä, vain latvakasvain kuivumassa tai kuollut, II pitempään jatkunut kasvuhäiriö, latvakasvain kuollut, korvautuminen käynnissä, III pahoin tuhoutunut, latvus pallomainen, pituuskasvu pahasti häiriintynyt.

Hallavauriot: Luettiin puuluvun yhteydessä luokittain ei ja on. Otettiin huomioon, mikäli mahdollista, kaikkien vuosien (alkaen vuodesta 1976) hallavauriot. Vain vuosikasvaimen menetys katsotaan hallavaurioksi.

Hirvituhot: Luettiin ja arvioitiin puuluvun yhteydessä seuraavaa luokitusta käyttäen: I vain sivuosia syöty, II latvakasvain syöty ja III puu katkaistu ja voimakkaasti syöty.

Ojan kunto ja syvyys: Ojien kunto arvioitiin kokonaisuutena. Vain erittäin selvästi erittelyä vaativissa tapauksissa ojat eriteltiin. Luokitus: I hyvä, II kohtalainen ja III huono. Syvyys (dm) ilmaistiin usean mittauksen perusteella laskettuna keskiarvona.

Aikaisempien tutkimusten aineistoja käytetään pituuskehitystä konstruoidessa sekä suotyypin määrittämisessä. Myös kuivatustehon luokitus on otettu edellisistä inventointitiedoista harkiten sen korjaamista tämän tutkimuksen mitauksilla ja havainnoilla.

Rinnankorkeudelta saatuista kiekkoista mitattiin sädekasvu vuosittain 1971–1980 kahdelta toisiaan vastaan kohtisuorassa olvalta lävistäjältä.

23. Aineiston alustava laskenta

Pituuskasvu laskettiin mitatuista koepuiden eri vuosien pituuksista erotuksina ja lopuksi koaloittaisina keskiarvoina (cm/v, vuosina 1976–80). Sädekasvu mitattiin vuodesta 1971 vuoteen 1980 ja niistä koaloittaiset keskiarvot vuosille 1971–75 ja 1976–80.

Puustojen kuutiointia ja kasvun laskentaa varten koepuiden tilavuus saatiin yhtälöillä, jotka sisältävät Helsingin yliopiston Laskentakeskuksen FUOL-aliohjelman. Verrattessa näin saatuja tuloksia Ilvessalon pystypuiden kuutiointi- ja kasvunlaskentataulukoilla saatuihin oli tulos varsin yhtäpitävä. Koalojen puustojen tilavuuden laskenta tapahtui koepuiden tasoituskäyrästä saatujen

luokan tilavuuksien ja puiden luvussa saatujen luokan puulukumäärien tuloina. Koalojen puuston tilavuudet laskettiin sekä vuodelle 1980 että vuodelle 1975. Näiden erotus katsottiin viisivuotiskauden tilavuuskasvuksi.

24. Luokitukset

Selitettävät tunnuksat käsiteltiin luokittelematta. Näitä ovat: koko puuston tilavuus (V1, m³/ha), pääpuulajin tilavuus (V2), vastaavat tilavuuskasvut (IV1 ja IV2, m³/ha/v), pääpuulajin kasvuprosentti (Ivp), taimiston keskipituudet 1964 (h64, cm), 1968, 1971, 1974 ja 1980 sekä pituuskasvu vv. 1976–80 (Ih, cm/v).

Selittävästä tunnuksista lämpösumma (dd°C) arvioitiin ja laskettiin 10 dd-asteen tarkkuudella (vrt. Heikurainen 1973), eräissä käsittelyissä esitetään tietoja lämpösumman mukaan luokiteltuna seuraavasti: Etelä-Suomi (>1150 dd°C), Keski-Suomi (1000–1150 dd°C) ja Pohjois-Suomi (<1000 dd°C), eräissä puolestaan käytetään jakoa Etelä-Suomeen (≥1050 dd°C) ja Pohjois-Suomeen (<1050 dd°C). Alkuperäinen viljavuus luokiteltiin jo 1968 tehtyjen selvitysten mukaan (vrt. Heikurainen ja Ouni 1970) seuraavasti:

Rhk	– Viljavat korvet (RhK, RhSK) – <i>Fertile spruce mires</i>
VK	– Varsinaiset korvet (KgK, MK, PK, VSK, PsK) – <i>Mesotrophic spruce mires</i>
SR	– Sararämeet (VSR, TSR, KgR) – <i>Mesotrophic pine mires</i>
VR	– Varpurämeet (LkR, TR, KR, IR) – <i>Oligotrophic pine mires</i>
Nevat	(RhSN, VSN), – <i>Mesotrophic open mires</i>
VH	Viljelyheidot (entistä turvemaan peltoa) – <i>Old agriculture fields on peat</i>

Kuivatusindeksi laskettiin kuten myöhemmin esitetään (s. 298) ja luokiteltiin vuosien 1974 ja 1975 inventoinnissa kuivatusteholuokiksi seuraavasti: 1 hyvä, 2 tyydyttävä, 3 heikko (vrt. Rissanen 1975 ja Lohi 1977).

Taimikoiden tiheys luokiteltiin seuraavasti:

Harva	<1500 kpl/ha
Sopiva	1500–3000 kpl/ha
Tiheä	>3000 kpl/ha

Koivusekoitus jaettiin kahteen luokkaan:

Ei esiinny (merkittävässä määrin)	≤ 500 kpl/ha
Esiintyy ” ” ”	> 500 kpl/ha

Ylispuiden määrä luokiteltiin seuraavasti:

Ei esiinny (merkittävässä määrin)	≤ 10 kpl/ha
Esiintyy ” ” ”	> 10 kpl/ha

Alikasvos, joksi katsottiin alle 3 cm rinnan- korkeudelta olevat koivut, sai indeksiluvun siten, että lukumäärä kerrottiin keskipituudella (joka 5. mitattiin) ja jakamalla näin saatu tulo sadalla. Näin saatiin indeksiluku, jota voidaan käyttää luokittelematta, luokiteltaessa käytetään:

Ei alikasvosta	0-5
Vähän alikasvosta	6-20
Runsasasti alikasvosta	>20

Kasvuhäiriöt inventoitiin kolmena luokkana ja koealan kasvuhäiriötila ilmaistiin indeksiluvulla, joka laskettiin kasvuhäiriöluokittain painotetulla kasvuhäiriötapausten kokorunkoluvusta lasketulla sadanneksella. Painokertoimet olivat 1. = 0.33, 2. = 0.67 ja 3. = 1.00. Näin saatiin vaihtelualue 0-36, joka luokiteltiin tarvittaessa:

Ei kasvuhäiriöitä	0-1
On ” ” ”	2-36

Näin yksinkertaista luokitusta puoltaa se, että kasvuhäiriötapaukset olivat harvinaisia ja yleensä varsin lieviä.

Hirvituhot arvioitiin ja painotettiin samaan tapaan kuin kasvuhäiriötkin. Myös hirtvivaurion kuollut taimi laskettiin mukaan painoluvulla 1.00, se laskettiin mukaan myös kokonaisrunkolukuun. Hirvituhoindeksi vaihteli 0-99. Luokiteltaessa meneteltiin seuraavasti:

Ei hirvituhoja	0-4
Vähän hirvituhoja	5-20
Runsasasti hirvituhoja	>20

Ennen vuotta 1969 suoritetut lannoitukset on luokiteltu seuraavasti (vrt. Heikurainen ja Ouni 1970, Lohi 1977):

0. Ei lannoitusta
1. Lannoitus 1964-66, normaali lannoitus
2. Lannoitus edellisen lisäksi myös 1967-68, ylilannoitus

Vuonna 1969 tehty jatkolannoitus jakoi koealat kahteen ryhmään:

0. Ei jatkolannoitettut
1. Jatkolannoitettut

Hallavaurioista laskettiin indeksiluku, joka osoittaa, kuinka monessa puussa sadasta on havaintojakson aikana (1976-80) esiintynyt hallavauriona latvakasvaimen menetys. Luku voidaan nimittää myös hallavauriosadannekseksi.

Kasvuhäiriöt, hirvituhot ja hallavauriot ovat osassa käsittelyä selittäviä tunnuksia, mutta toisaalta näiden vaihtelua pyritään selittämään muilla tunnuksilla.

25. Aineiston käsittelyn pääpiirteet

Tämän työn pääasiallisena tavoitteena on kuvata ojitettujen turvemaiden mänty- ja kuusitaimistojen kehitystä ensimmäisen kahdenkymmenviiden vuoden aikana sekä yrittää löytää kehitykseen vaikuttavia tekijöitä. Puustotunnukset, tilavuus ja kasvu ovat tietysti tärkeimpiä selitettäviä tunnuksia, mutta - kuten edellä jo oli puhe - myös eräät kehitystä häiritsevät tekijät ja tuhot kaipaavat selitystä; samalla ne ovat myös kasvuja puuston kehitystä yleensä sääteleviä tekijöitä. Pääasialliset puuston kehitykseen vaikuttavat tekijät ovat kuitenkin toisaalta kasvupaikkatekijöitä toisaalta metsänhoidollista tilaa, puuston rakennetta jne. ilmaisevia tekijöitä. Kasvupaikkatekijöiksi luetaan tässä ilmasto kuvaava lämpösusma, viljavuutta indikoiva alkuperäinen suotyyppe ja vesitaloutta ilmaiseva kuivatusteho. Metsänhoidollisiin tekijöihin luetaan tässä työssä taimikoiden tiheys, puulajisuhteet, lähinnä koivun osuus, alikasvoksen määrä sekä verhopuuston ja ylispuiden määrä. Myös lannoituksia voidaan pitää tähän ryhmään kuuluvina.

Pääosa käsittelyistä on tehty erikseen mäjä ku-koealoilla. Luokittelemattomien selittäjien ja selitettävien muuttujien keskinäisiä vuorosuhteita tutkittiin aluksi korrelaatiomatriisilla. Näin saatujen viitteiden pohjalta tutkittiin tekijöiden välisiä riippuvuussuhteita regressioanalyysin avulla. Luokiteltujen selittäjien vaikutusta tutkittiin laskemalla keskiarvoja ja testaamalla niissä mahdollisesti havaittuja eroja.

3. TUTKIMUSTULOKSET

31. Puustot 1980

Tutkittujen taimikoiden ikä tutkimusvuonna oli keskimäärin 25 v. ja hajonta keskiarvon ympärillä oli varsin pieni. Yleiskuvan saamiseksi tarkasteltakoon aluksi koealojen puustojen erikseen maan etelä- ja pohjoispuoliskoissa. Kun rajaksi pannaan lämpösusma 1050 dd°C saamme linjan, joka kulkee Kajaanin eteläpuolelta Maaselän alueiden kautta Pohjois-Pohjanmaan eteläosiin. Pohjoispuoliskoon jää tosin tällöin vähän pienempi koealamäärä, mutta ero ei ole kovin suuri, kuten nähdään seuraavasta asetelmasta.

	E-S	P-S
Ku-koealoja	52	38
Mä-koealoja	46	44

Taulukoista 2 ja 3, joissa esitellään koealojen puustojen päätunnuksia, nähdään, että eteläpuoliskossa puustot ovat ehtineet jo riukumetsävaiheeseen, pohjoispuoliskossa voidaan puhua vielä varttuneista taimikoista. Eteläpuoliskon puustot ovat parhaassa kasvuvauhdissa ja useissa tapauksissa kaipaavat jo ensimmäistä harvennusta. Pohjoisessa etenkin kuusitaimikot vielä kituvat verhopuuston tai jopa suojuspuuston alla. Hajonta taulukoiden esittämien keskiarvojen ympärillä on kuitenkin varsin suurta, kuten nähdään esim. kuvista 3 ja 4 (s. 295).

Taulukoista voidaan myös todeta, että yleensä puuston tilavuus on sitä suurempi mitä viljavammasta kasvualustasta on kyse. Poikkeuksen tekee RhK pohjoisessa, sen tilavuusluvut ovat siellä pienemmät kuin VK:n. Syy tähän on metsänhoidon tilassa, kuten on pääteltävissä koko puuston tilavuusluvuista. Pääpuulajien ja koko puuston tunnuksia vertaamalla saa käsityksen, että taimikot ovat verrattain puhtaita kuusi- ja mäntytaimikoita, korpityypeillä on sekapuiden, enimmäkseen koivun osuus 11 ja 13 %, kaikissa muissa suotyyppeiryhmissä se jää keskimäärin alle 10 prosentin. Hajonta on tässäkin suhteessa verrattain suuri.

32. Lämpösusman vaikutus

Useissa tutkimuksissa tätä ennen on todettu lämpösusman voimakas vaikutus puuston

kasvuun ojitetuilla turvemaidella (esim. Heikurainen ja Seppälä 1965 ja 1973, Laine ja Starr 1979). Myös kangasmaiden kasvun riippuvuus ilmastotekijöistä on osoittautunut samankaltaiseksi (Koivisto 1970). Tämän tutkimuksen aineisto on jo aikaisemmissa mitauksissa osoittanut, että myös taimiston kasvussa ja viihtymisessä lämpösusman vaikutus on ratkaisevan tärkeää (Heikurainen ja Ouni 1970). Samaan tulokseen on mäntytaimistojen kehitystä tutkittaessa päädytty eräissä muissakin tutkimuksissa (Heikurainen ja Laine 1976).

Käsillä oleva aineisto tarjoaa verrattain hyvän mahdollisuuden tarkastella lämpösusman vaikutusta mänty- ja kuusitaimistojen kehitykseen. Tosin taimistojen, erityisesti kuusitaimistojen, erilainen kehitysvaihe tarkasteltavalla lämpösusma-alueella ja myös se, että koealojen viljavuusjakauma on jossakin määrin erilainen etelässä ja pohjoisessa, aiheuttavat tulkintavaikeuksia.

Tarkastelemme aluksi pääpuulajin kuutiomäärän ja lämpösusman regressiota. Tulokset on laskettu siten, että lämpösusman lisäksi selittäjänä on myös viljavuusindeksi (vrt. Heikurainen 1973). Tulokset on esitetty kuvassa 3. Regressio kuvassa 3, kuten myös kuvissa 4, 5 ja 6 on laskettu siten, että tutkimusyksikkönä on ollut koeala. Toinen mahdollisuus, teoreettisesti ehkä oikeampikin, olisi ollut käyttää yksikkönä koealaparua. Molemmat tavat johtavat lähes tarkalleen samaan tulokseen, jälkimmäisessä tavassa vapausasteet vähenevät, mutta toisaalta hajonta pienenee. Edellisessä tapauksessa r:n arvo oli 0.671, jälkimmäisessä vastaavasti 0.662.

Kuusitaimistojen kuvaaja on piirretty kuusikoealojen kesimääräiselle viljavuusindeksille 7 ja mäntyjen puolestaan viljavuusindeksille 5, joka on suurin piirtein mäntykoealojen keskiarvo. Kuten kuvasta nähdään on kuusitaimistojen regressio suoraviivainen, neliötermien lisääminen ei enää parantanut selitystasetta. Todellisuudessa kuvaajan pitäisi lämpösusman 950 paikkeilla kaartua jyrkästi lähemmään X-akselia. Tämä todennäköinen kuvaaja on kuvassa piirretty katkoviivalla. Mäntytaimistojen osalta regressio on käyrä, neliötermi lisäsi selitystasetta.

Kuusen regressiokuvaaja on jyrkempi kuin männyn. Tämä johtuu osaksi siitä, että poh-

Taulukko 2. Suotyyppiryhmittäisiä puustotietoja maan eteläpuoliskosta (dd°C > 1050).
Table 2. Figures describing certain sample plot characteristics in different site types in South Finland (dd°C > 1050).

	Kuusi - Spruce				Mänty - Pine		Neva
	RhK ²	VK	SR	VH	SR	VR	
V, m ³ /ha (koko puusto) ¹	93.8	73.6	45.5	84.2	68.1	58.9	99.1
" (pääpuulaji)	83.2	64.2	42.2	78.4	62.7	56.3	95.3
Iv, m ³ /ha/v (koko p.)	9.0	6.9	3.8	8.9	5.3	4.5	8.4
" (pääpuul.)	8.0	6.0	3.5	8.3	4.9	4.3	8.1
d 1.3, cm	10.2	10.5	7.4	12.0	10.0	9.3	10.6
Keskipituus, cm	846	745	575	818	716	637	732
Ih, 1976-80, cm/v	44.1	39.5	24.1	43.5	41.7	35.5	45.4
Runkoluku (koko p.)	4800	3700	4600	2800	4000	3800	4400
" (pääpuul.)	3300	3100	4200	2200	3000	3200	3500
Koaloja, kpl	10	24	6	12	16	24	8
Lämpös., dd°C	1260	1180	1160	1165	1160	1190	1200

¹ Cf. Appendix 1
² Cf. p. 291

Taulukko 3. Suotyyppiryhmittäisiä puustotietoja maan pohjoispuoliskosta (dd°C < 1050).
Table 3. Figures describing certain sample plot characteristics in different site types in North Finland (dd°C < 1050).

	Kuusi - Spruce		VH	Mänty - Pine	
	RhK ²	VK		SR	VR
V, m ³ /ha (koko puusto) ¹	20.5	27.1	36.5	47.1	29.7
" (pääpuulaji)	10.8	14.9	5.5	39.7	26.6
Iv, m ³ /ha/v (koko p.)	2.4	3.0	4.0	4.1	2.3
" (pääp.)	1.3	1.7	0.6	3.5	2.1
d 1.3, cm	6.7	7.8	4.2	9.2	7.2
Keskipituus, cm	354	496	239	541	424
Ih, 1976-80, cm/v	23.8	29.3	15.0	30.0	24.4
Runkoluku (koko p.)	2400	2900	6700	4100	4000
" (pääp.)	1600	1900	1800	2800	3000
Koaloja, kpl	18	18	2	32	8
Lämpös., dd°C	985	995	970	955	975

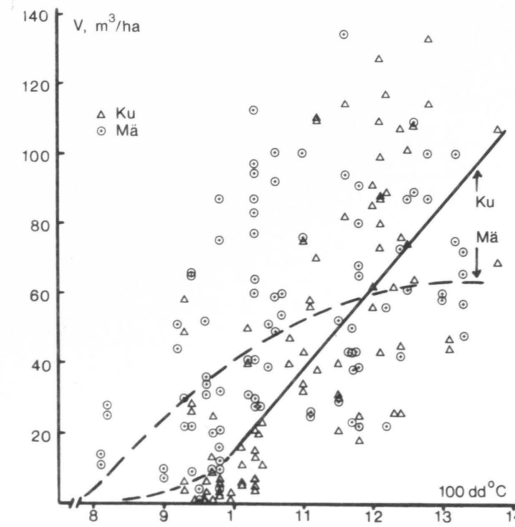
¹ Cf. Appendix 1
² Cf. p. 291

joisessa kuusitaimistot ovat vielä osin verho-
puustojen suojassa, ja osaksi ku- ja mä-
taimistojen erilaisesta alkukehityksestä. Se että
kuusitaimistojen kuvaaja nousee etelässä hu-
omattavasti mä-taimistojen kuvaajan yläpuo-
lelle, johtuu siitä, että kuusikot ovat viljavam-
malla kasvualustalla.

Kuvassa 4 nähdään lämpösunnan ja vil-
javuuden funktiona piirretyt tilavuuskasvun
(1976-80) kuvaajat. Tulos on luonnollisesti
hyvin samankaltainen kuin vastaavassa tila-
vuuden tarkastelussakin. Kuusitaimiston ku-
vaajan jyrkkyys mäntytaimiston vastaavaan

verrattuna selittyy pääasiassa kuusen ja män-
nyn kasvurytmin erilaisuudella. Pohjoisen
kuusitaimistot elävät vielä hitaan alkukehityk-
sen aikaa usein vielä verho-
puustojen varjostamina, etelässä ne ovat jo vapautuneet ver-
ho-
puustoista ja päässeet voimakkaan kasvu-
kehityksen vaiheeseen. On kuitenkin jälleen
merkille pantavaa, että kuusen kuvaaja on
suora, männyn sen sijaan käyrä.

Kuvissa 5 ja 6 esitetään kuusen ja männyn
pituuskasvun (1976-80) kuvaajat lämpö-
sunnan muuttuessa. Pohjoisimmassa osassa
pituuskasvu on molemmilla puulajeilla ollut

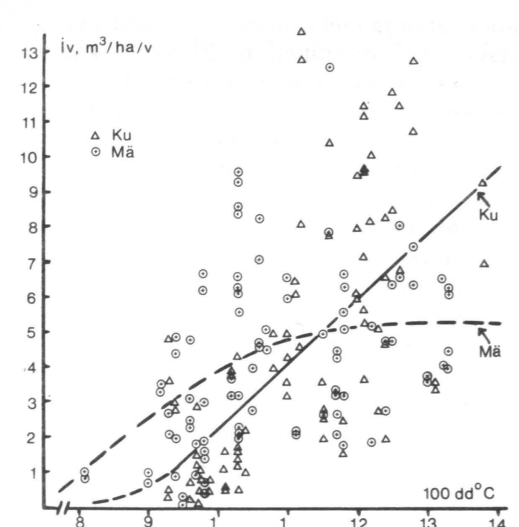


Kuva 3. Puustojen tilavuus lämpösunnan (X₁) ja vilja-
vuuden (X₂) mukaan.

Fig. 3. The volume of sample plots (V, m³/ha) according to the
accumulated temperature sum (X₁) and the fertility (X₂). Ku -
Spruce, Mä - Pine.

$$\text{Ku}(X_2=7) y = -250.41 + 23.66X_1 + 4.15X_2; r = 0.747, R^2 = 0.558$$

$$\text{Mä}(X_2=5) y = -343.04 + 61.55X_1 - 2.36X_1^2 + 0.91X_2; r = 0.502, R^2 = 0.252$$

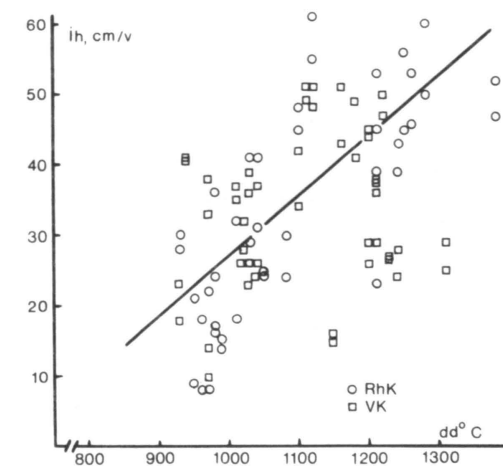


Kuva 4. Puustojen tilavuuskasvu lämpösunnan (X₁) ja
viljavuuden (X₂) mukaan.

Fig. 4. The volume increment of sample plots (Iv, m³/ha·a)
according to the accumulated temperature sum (X₁) and the
fertility (X₂). Ku - Spruce, Mä - Pine.

$$\text{Ku}(X_2=7) y = -20.39 + 1.88X_1 + 0.55X_2; r = 0.671, R^2 = 0.450$$

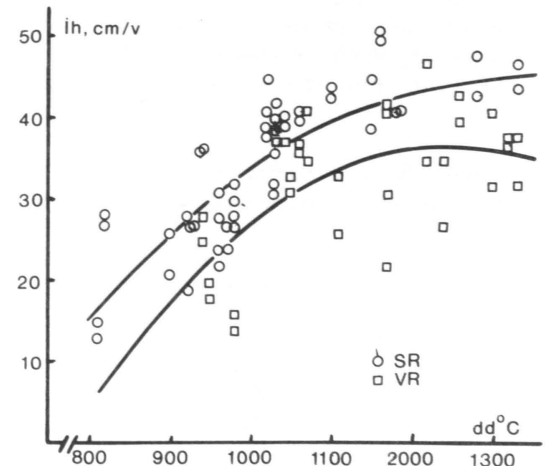
$$\text{Mä}(X_2=5) y = -28.72 + 5.34X_1 - 0.21X_1^2 + 0.08X_2; r = 0.416, R^2 = 0.173$$



Kuva 5. Pituuskasvun riippuvuus lämpösunnasta kuus-
sitaimikoissa.

Fig. 5. The dependence of height increment (Ih, cm/a) on the
accumulated temperature sum in spruce stands. RhK - Fertile
spruce mires, VK - Mesotrophic spruce mires.

$$y = -130.97 + 8.72X_1 + 7.07X_2; r = 0.565$$



Kuva 6. Pituuskasvun riippuvuus lämpösunnasta män-
tytaimikoissa.

Fig. 6. The dependence of height increment (Ih, cm/a) on the
accumulated temperature sum in pine stands. SR - Mesotrophic
pine mires, VR - Oligotrophic pine mires.

$$\text{SR}: y = -143.03 + 28.39X - 1.07X^2; r = 0.850$$

$$\text{VR}: y = -245.27 + 46.05X - 1.88X^2; r = 0.647$$

lähes sama ja eteläisimmässä osassa männyn kasvun lisääntyminen pysähtyy ja kääntyy jopa alenevaksi ja siten kuusen pituuskasvu lämpösumman 1150 jälkeen ylittää männyn pituuskasvun. Kuusikoissa ruoho- ja heinäkorpien ja varsinaisten korpien ero on varsin pieni lähinnä sen vuoksi, että edellisten metsänhoidollinen tila on huonompi kuin jälkimäisten, kuvassa 5 ne on yhdistetty. Mäntytaimistoissa sararämeiden ja varpurämeiden ero on selvä ja johdonmukainen. Jälleen voidaan todeta, että kuusen kuvaajat ovat suuria, männyn puolestaan käyriä.

Myös sädekasvun regressioita lämpösumman funktiona on laskettu. Tulokset ovat yhtäpitäviä edellä esitettyjen muista kasvutunnuksista laskettujen vuorosuhteiden kanssa. Jakson 1970–75 sädekasvun regressiot olivat selviä ja luotettavia, mutta jakson 1976–80 regressioiden selityksasteet (r-arvot) olivat pieniä. Syynä lienee se, että sädekasvun kehitys oli maan eteläpuoliskossa ehtinyt jo jyrkästi laskevaan vaiheeseen, mutta pohjoisempaan se sattui sädekasvun yleiseen jyrkkään huippuun (vrt. Ilvessalo 1965, s. 108).

33. Viljavuuden vaikutus

Edellä lämpösumman vaikutusta taimikkojen kasvuun tutkittaessa todettiin, että sararämeiden kuvaaja asetui varpurämeiden kuvaajan yläpuolelle, ruoho- ja heinäkorven pituuskasvun ero varsinaisen korven vastaa-

vaan ei sen sijaan ollut aivan yhtä selvä mutta kyllä oikeasuuntainen. Selitys näiden erojen esiintymiseen on luonnollisesti viljavuuden eroissa, ruoho- ja heinäkorven viljavuusindeksi on 10, varsinaisen korven alatyypin n. 7, sararämeiden n. 5 ja varpurämeiden n. 3. Seuraavassa tarkastelemme viljavuuden vaikutusta yksityiskohtaisemmin.

Kuusen ja männyn erilaisesta kasvurytmistä johtuen puulajeja on tietysti tarkasteltava erikseen. Samoin on selvää, että tarkastelussa on kasvun alueellinen muutos otettava huomioon esim. siten, että käytetään edellä jo esitettyä kahtiajakoa Etelä- ja Pohjois-Suomeen.

Aineistojen jakaantuminen etelä- ja pohjoispuoliskossa maata on joltisenkin tasainen, kuten nähdään seuraavasta asetelmasta, joka osoittaa dd°C -keskiarvot:

	E-S	P-S
RhK	1260 dd°C	985 ddd°C
VK	1190 "	995 "
Vilj.heit.	1160 "	970 "
SR	1160 "	955 "
VR	1190 "	975 "
Nevat	1255 "	1005 "

Asetelmasta voitaneen kuitenkin todeta RhK:n ja nevojen eteläiset sijainnin painopisteet muihin verrattuina maan eteläpuoliskossa.

Taulukkoon 4 on koottu viljavuuden vaikutuksen tarkastelua varten eri suotyyppien ti-

lavuus- ja kasvulukuja erikseen maan etelä- ja pohjoispuoliskossa. Luvut tarkoittavat pääpuulajia. Taulukosta nähdään, että kuusikoissa ruoho- ja heinäkorpien puuston tilavuus on Etelä-Suomessa selvästi varsinaisten korpien tilavuutta suurempi, samoin on asia pituuskasvulukujen valossa maan eteläpuoliskossa. Maan pohjoispuoliskossa erot eivät ole selviä, sekä tilavuus- että pituuskasvuluvut ovat varsinaisten korpien ryhmässä jopa suurempia kuin ruoho- ja heinäkorpien ryhmässä. Hajonta on kuitenkin suuri ja kuten aikaisemmin on ollut puhe ja myöhemmin (s. 305) vielä yksityiskohtaisemmin selviää, syynä tähän yllättävään tulokseen on metsänhoidollinen tila, joka pohjoisen ruoho- ja heinäkorvissa on erityisen huono.

Viljelyheittojen tulos on erityisen hyvä, nehan kilpailevat maan eteläpuoliskossa paremmuudesta ruoho- ja heinäkorpien kanssa, pohjoisessa niitä ei sattunut tutkittavaksi riittävästi.

Viljelyheittojen viljavuutta (viljavuusindeksiä) on vaikea rinnastaa enempää ruoho- ja heinäkorpien (10) kuin varsinaisten korpienkaan (7) vastaavaan, mutta ilmeisesti muokkaus ja ehkä maanparannusaineet ynnä karjanlanta ovat nostaneet viljelyheittojen viljavuuden varsin korkealle. Tämän tutkimuksen tapauksissa – tosin suhteellisen harvalukuisissa – viljelyheitot voitaneen hyvällä syyllä rinnastaa ruoho- ja heinäkorpiin.

Mäntytaimikoissa tulos on luonteva. Sararämeiden ja varpurämeiden ero tilavuusluvuissa ja pituuskasvussa on selvä sekä etelässä että pohjoisessa.

Avosoiden mäntytaimikoiden erinomainen tulos antaa aihetta pohdintaan. Sekä tilavuuden että pituuskasvun luvut ovat ylivoimaisia sekä eteläpuoliskossa maata että pohjoisessa. Vaikka aivan yksityiskohtainen suotyypin määritys jäi tässä tutkimuksessa epävarmaksi, voidaan varmuudella todeta, että keskimääräinen viljavuus tutkimuksen nevakoealoilla tuskin ylitti varsinaisen saranevan viljavuutta (viljavuusindeksi 5). Nevakoealojen tulosta voidaan pitää hyvänä, ei kuitenkaan mitenkään yllättävänä (vrt. Heikurainen 1959, s. 169–174). Nevaajitusalueiden määntiköt ovat istutusmänniköitä, jolla seikkalla tuskin kuitenkaan on oleellista merkitystä tässä yhteydessä.

Viljavuuden vaikutusta voidaan tutkia myös metsäojitusboniteettikäsittelyn avulla.

Metsäojitusboniteetti-käsite selviää seuraavasta kaavasta:

$$bo = \frac{vi \times ai}{1000}$$

jossa vi = viljavuusindeksi eli kasvupaikan edafista boniteettia ilmaiseva indeksiluku ja ai puolestaan lämpösumman funktiona esitetty kasvun alueellisuus (vrt. Heikurainen 1973, s. 8). Tarkastelemalla kasvutunnuksia metsäojitusboniteetin funktiona saadaan eri lämpösumma-alueella olevat koalat vertailukelpoisiksi. Tulokseen tässä yhteydessä vielä todetaksi, että koala-aineistossa esiintyneille suotyypeille ja suotyypiryhmille käytettiin seuraavia viljavuusindeksejä:

RhK	- 10.0	RhSR	- 7.0	VSN	- 5.0
VK	- 7.0	VSR	- 5.0	LkN	- 3.0
KgK	- 8.5	VIR	- 3.0	RhSN	- 6.5
Vilj.h.	- 10.0	TR	- 2.5		

Kuten aineiston esittelyn yhteydessä on mainittu, suoritettiin koealoilla v. 1969 lannoituksia siten, että koealaparin toinen koala lannoitettiin, toinen jätettiin lannoittamatta. Näin ollen on syytä tarkastella erikseen näitä jatkolannoitettuja ja lannoittamattomia.

Koealojen välimittauksessa (v. 1974) asiaa tarkasteltaessa saatiin kuvan 7 osoittama tulos (Lohi 1977). Sekä kuusi- että mäntytaimikoissa on boniteetin vaikutus ollut selvä, kuusella yhden boniteettiyksikön vaikutus on ollut vähän yli 3 cm:n lisäys vuoden pituuskasvuun. Mänyllä vastaava lisäys on ollut hieman suurempi, eli n. 3.5 cm/v. Lannoitetuilla koealoilla kasvun lisäys boniteettiyksikköä kohti on ollut jonkin verran suurempi kuin lannoittamattomilla, ero on kuitenkin vähäinen. Sen sijaan on syytä todeta, että lannoitettujen kuvaaja (1974) kulkee kuusitaimikoissa n. 3 cm lannoittamattomien yläpuolella. Tämä on tietysti lannoituksen vaikutusta. Mäntytaimikoissa eroa lannoitettujen ja lannoittamattomien välille syntyy vasta suurempien boniteettilukujen alueella. Karuilla soilla PK-lannoitus ei ilmeisesti ole kyennyt kasvua parantamaan.

Kuvasta nähdään edelleen, että uudemman mittauksen (1980) mukaan tulos on samanlainen kuin aikaisempienkin mittausten perusteella saatu. Aikaisempien mittausten mukaan jatkolannoitettujen kuvaaja asetui

Taulukko 4. Kuusi- ja mäntytaimikkojen tilavuus (V) ja pituuskasvu (Ih) eri suotyypeillä Etelä- ja Pohjois-Suomessa. Table 4. The volume (V) and the height increment (Ih) of spruce and pine stands on different site types on South and North Finland.

	Etelä-Suomi – South Finland			Pohjois-Suomi – North Finland		
	V, m ³ /ha ⁵	Ih, cm/v	kpl	V, m ³ /ha	Ih, cm/v	kpl
Ku-taimikot – Spruce stands						
RhK ⁴	83.2	44.1	10	10.8	23.8	18
VK ¹	60.8	36.9	28	18.0	29.4	20
Vilj.h.	78.4	43.5	12	5.5	15.0	2
Mä-taimikot – Pine stands						
SR ²	62.8	41.7	16	39.7	30.0	32
VR	56.3	35.5	24	26.7	24.4	8
Nevat ³	92.2	47.2	6	59.3	34.3	4

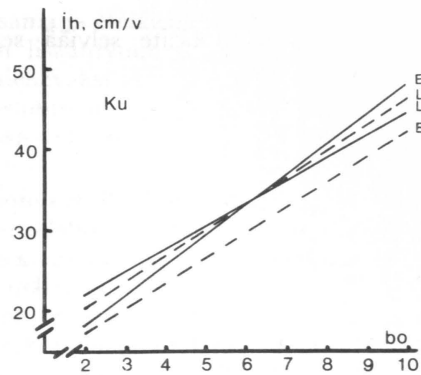
¹ Näihin yhdistetty 6 sararämeiden ku-koealaa, 4 etelässä ja 2 pohjoisessa

² Näihin yhdistetty 8 varsin. korpien mä-koealaa etelässä

³ Näihin yhdistetty 2 viljelyheitto-mäntykoealaa etelässä

⁴ Cf. p. 291

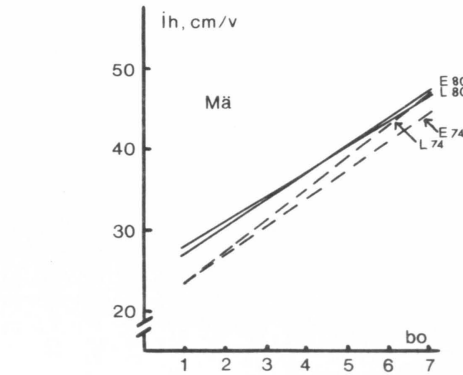
⁵ Cf. Appendix 1



Kuva 7. Pituuskasvun riippuvuus metsäojitusboniteetista. L = jatkolannoitettu 1969, E = ilman jatkolannoitusta.

Fig. 7. The dependence of height increment (Ih, cm/a) on the site quality index. L - repeated fertilizing 1969. E - no repeated fertilizing. K - Spruce, Mä - Pine.

Ku: $y(L-74) = 14.33 + 3.22X$; $r = 0.367^*$
 $y(E-74) = 11.29 + 3.08X$; $r = 0.349^*$
 $y(L-80) = 16.91 + 2.80X$; $r = 0.396^{**}$
 $y(E-80) = 11.64 + 3.67X$; $r = 0.471^{**}$



Mä: $y(L-74) = 19.56 + 3.86X$; $r = 0.539^{***}$
 $y(E-74) = 20.47 + 3.41X$; $r = 0.499^{***}$
 $y(L-80) = 25.35 + 3.08X$; $r = 0.412^{**}$
 $y(E-80) = 24.16 + 3.30X$; $r = 0.450^{**}$

tosin selvästi ei jatkolannoitettujen yläpuolelle, nyt tulos ei tältä osin ole ollenkaan selvä. Syynä aikaisempien mittausten ja nyt suoritettujen mittausten eroihin lienee lannoitusvaikutuksen heikkeneminen (vrt. myös s. 306).

Metsäojitusboniteetti ja pituuskasvu korreloivat - ottaen huomioon aineiston heterogeenisuuden - erinomaisen hyvin. Metsäojitusboniteetti näyttää todella käyttökelpoiselta tunnukselta kuvaamaan kasvupaikan ojituksen jälkeistä puuston kasvua.

34. Kuivatustehon vaikutus

Kuivatusteho on laskettu aikaisemman inventoinnin yhteydessä seuraavalla kaavalla:

$$X = \frac{s_1 + s_2}{2} \left(a_1 \frac{1}{b_1} + a_2 \frac{1}{b_2} \right), \text{ jossa}$$

X = kuivatusindeksi - drainage index

s = ojien syvyys, m - the depth of the ditch

a = ojien kunto, I = 100, II = 75, III = 50 - the condition of the ditch

b = koecalan keskipisteen etäisyys ojasta, m - the distance to the centre of the sample plot from the ditches

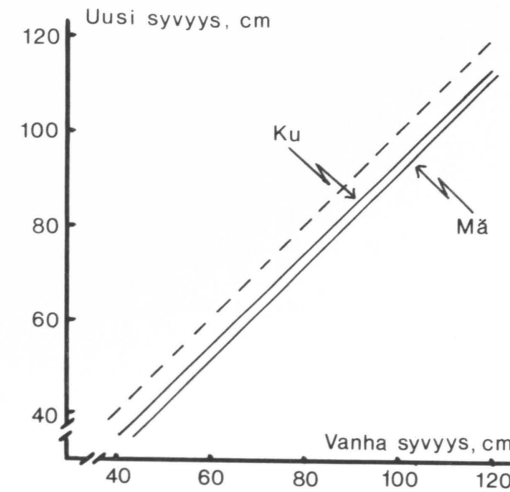
Kuivatusindeksin laskennan periaatteet on selostettu aikaisemman inventoinnin tuloksia selostavassa julkaisussa (Heikurainen 1970).

Saadut indeksiluvut on luokitettu kuivatustehon luokiksi seuraavasti:

Mäntykoaloilla	Kuusikoaloilla
I = >3.0	I = >10.0
II = 1.0-3.0	II = 1.0-10.0
III = <1.0	III = <1.0

Uudessa inventoinnissa mitattiin myös ojien syvyys ja määritettiin ojien kuntoluokka. Kuten kuva 8 osoittaa, on aikaisemman ja uuden inventoinnin tulos varsin yhtäpitävä. Ojien syvyys on tosin inventointien välisenä aikana pienentynyt, mutta edellisen ja uuden inventoinnin syvyysmittausten korrelaatio on varsin korkea. Tämän tuloksen perusteella katsottiin voitavan käyttää vanhan inventoinnin kuvastusteholuokitusta sellaisenaan. Se että ratkaisu voitiin tehdä yksinomaan ojien syvyysmittausten tarkastelun perusteella on sikäli perusteltua, että ojien etäisyys luonnollisesti on säilynyt samana ja itse asiassa ojien kunto ja ojien syvyys ovat lähes rinnakkaisia käsitteitä (Heikurainen 1980).

Oma mielenkiintonsa on kuvassa 8 näkyvällä ojien mataloitumisella, joka mäntykoaloilla todettiin 8 cm:n ja kuusikoaloilla 5 cm:n suuruisiksi 5-6 vuoden aikana. Se vastaa suurin piirtein aikaisempia käsityksiä asiasta (esim. Timonen 1982).



Kuva 8. Ojan syvyys v. 1974 (X) ja v. 1980 (y).

Fig. 8. The depth of ditches 1974 (X) and 1980 (y). Ku - Spruce, Mä - Pine.

Ku: $y = -5.298 + 0.992X$; $r = 0.963^{***}$
Mä: $y = -8.617 + 1.003X$; $r = 0.818^{***}$

Aineistojen pienuus ja suuri hajonta huomioon ottaen oli käsittelyssä sopivaa yhdistää luokat I ja II. Tulokset nähdään taulukossa 5. Taulukon luvuista voidaan todeta, että kuivatusluokassa III puustotunnukset ovat kautta linjan pienempiä kuin kuivatusteholtaan paremmassa luokassa. Vertailun helpottamiseksi lasketut lämpösomma- ja viljavuuskeskiarvot osoittavat, että kuivatusteholuokkien erot osaksi johtuvat sijaintieroista, kuusen osalta myös viljavuuserot vaikuttavat samaan suuntaan. Kokonaan erot eivät kuiten-

Taulukko 5. Kuivatustehon vaikutus taimistojen kehitykseen.

Table 5. The influence of drainage intensity on the development of tree stands.

	Kuusi - Spruce Kuivatusteho - Drain.intens.			Mänty - Pine Kuivatusteho - Drain.intens.		
	I+II	III	F	I+II	III	F
V, m ³ /ha ¹	54.1	36.1	0.544	55.8	47.3	0.302
Iv, m ³ /ha/v	5.6	3.9	1.987	4.7	3.8	1.127
Ih, cm/v	36.3	31.3	0.826	36.2	32.7	0.959
Ir-75, mm/v	2.9	2.3	5.938*	3.0	2.5	6.540*
Ir-80, "	2.1	1.8	2.232	1.7	1.6	2.864
Lämpös., dd°C	1124	1087		1106	1054	
Viljavuus	8.5	7.8		4.4	4.5	
Koecaloja, kpl	44	46		44	46	

¹ Cf. Appendix 1

kaan näin selity, vaan ilmeisesti erot ovat kuivatustehon erojen aiheuttamia.

Eroja testattiin kovarianssianalyysillä, jossa lämpösomma ja viljavuus olivat regressio-muuttujina. Testaus osoittaa, että kuivatustehon luokka III poikkeaa luokasta I+II tilastollisesti vain sädekasvun osalta, muiden tunnusten kohdalla erot eivät suuren hajonnan vuoksi yllä tilastolliseen merkitsevyyteen. Vuosina 1974-75 tehtyjen mittausten pohjalta päädyttiin varsin samanlaisiin tuloksiin kuin nyt saadut (vrt. Lohi 1977).

On merkillepantavaa, että kuivatustehon vaikutus näyttää säilyvän suurin piirtein samana, kuten nähdään seuraavasta asetelmasta, jossa on verrattu kuivatusteholuokkien pituuskasvun eroja sadanneksina nyt ja tuolloin 6 vuotta sitten.

	6 v. sitten	Nyt
Ku	121.6	119.4
Mä	108.3	112.1

Itse asiassa tulos on luonnollinen, sillä vain parissa tapauksessa oli inventointien välisenä aikana ojia perattu ja vain yhdessä tapauksessa oli ojitusta täydennetty uudella ojalla.

35. Metsänhoidollisten tekijäin vaikutus

35.1. Tunnukset

Taimikoiden metsänhoidollista tilaa kuvaaviksi tekijöiksi mitattiin seuraavat tunnukset: tiheys, koivujen määrä sekapuuna,

ylispuiden ja/tai verhopuiden määrä sekä alikasvoksen runsaus.

Aluksi tutkittiin korrelaatiomatriisilla mahdollisia riippuvuussuhteita. Kuusen osalta tulos oli oheisen asetelman mukainen.

	V	Iv	Ir-75	Ir-80	Ih
Tiheys	0.086	-0.067	-0.215	-0.314	-0.035
Koivut	-0.236 ¹	-0.274	-0.126	-0.158	-0.152
Ylis- ja/tai verhop.	-0.399	-0.251	-0.190	-0.189	-0.426
Alikasvos	-0.254	-0.295	-0.129	-0.167	-0.074

¹ Tilastollisesti merkitsevä korrelaation raja on 5 % riskillä ±0.205 (alleviivattuja korrelaatiokertoimia).

Näyttäisi siltä, että tiheyden lisääntyessä kasvutunnukset pienenevät, erityisesti sädekasvu. Koivujen määrä on pienentänyt molempia tilavuustunnuksia. Itse asiassa kyseessä saattaa olla vain vähennyslasku; kuta enemmän on koivuja sitä pienemmäksi jää pääpuulajin eli kuusen tilavuus ja tilavuuskasvu. Sellaisenaan tämä ei sano vielä mitään koivusekoituksen vaikutuksesta kuusen kasvuun. Ylispuiden ja/tai verhopuiden, jotka kuusen tapauksessa ovat pääosin viimeainnuttuja, vaikutus on selvästi sekä tilavuustunnuksia että kasvua pienentävä, erityisesti näyttää pituuskasvu kärsivän niistä. Alikasvoksen vaikutus näyttäisi myös pienentävän tilavuustunnuksia.

Männyn osalta tulokset ovat samansuuntaisia, joskin eräitä erojakin voidaan nähdä, kuten seuraava korrelaatiomatriisin asetelmä osoittaa.

	V	Iv	Ir-75	Ir-80	Ih
Tiheys	0.243 ¹	0.158	0.027	-0.285	0.090
Koivut	-0.014	-0.078	0.016	-0.085	0.026
Ylis- ja/tai verhop.	-0.159	-0.206	-0.074	-0.112	0.037
Alikasvos	-0.021	-0.033	-0.070	-0.070	0.047

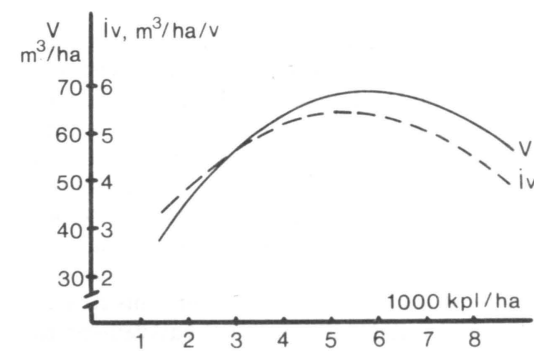
¹ Tilastollisesti merkitsevä raja on 0.201 (vrt. vastaavaa rajaa kuusella).

Tiheys ja ylispuiden määrä näyttävät vaikuttavan myös mäntyjen kasvutunnuksiin samaan tapaan kuin kuusienkin, joskaan korrelaatiokertoimet eivät ole yhtä suuria kuin kuusitaimikoiden tapauksissa. Kaikkia tässä käytettyjä metsänhoidollisen tilan tunnuksia tarkastellaan yksityiskohtaisemmin seuraavissa luvuissa.

352. Tiheys

Koealojen taimistojen tiheys vaihteli varsin väljässä rajoissa. Kuusitaimistoissa 900–10 000 ja mäntytaimistoissa 1 300–8 750 kpl/ha. Keskiarvo kuusitaimistoissa oli 2 480 ja mäntytaimistoissa 3 020 kpl/ha. Nämä luvut tarkoittavat pääpuulajin tiheyttä. Useissa tapauksissa todellinen tiheys on huomattavasti suurempi, sillä koivujen määrä lisää sitä (vrt. s. 301).

Tiheyden vaikutus tilavuuteen ja tilavuuskasvuun on osaksi matemaattinen osaksi metsän kasvuedellytyksiin vaikuttava eli metsänhoidollinen. Erityisen selvänä tämä näkyy mäntytaimikoiden kohdalla. Regressiokuvaajat, joissa selittäjänä on tiheys ja selitettävänä tilavuus tai tilavuuskasvu, osoittavat, että maksimitilavuus saavutetaan n. 6 000 kpl/ha ja maksimikasvu hieman pienemmällä runkoluvulla (vrt. kuva 9).



Kuva 9. Tiheyden vaikutus tilavuuteen ja tilavuuskasvuun mäntytaimikoissa.

Fig. 9. The influence of stand density (1000/ha) on the volume (m^3/ha) and volume increment ($m^3/ha \cdot a$) of pine stands.

$$y(V) = 13.61 + 18.50X - 1.55X^2; r = 0.337^{**}$$

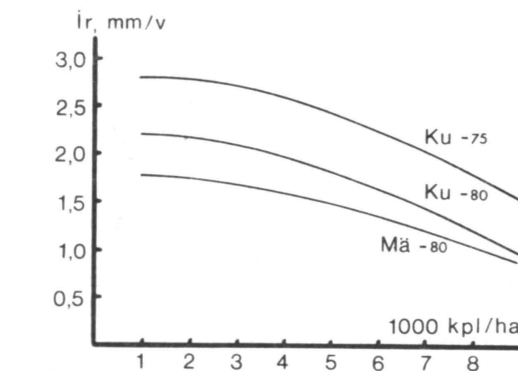
$$y(Iv) = 1.25 + 1.53X - 0.14X^2; r = 0.274^{**}$$

Kun tiheys suurenee yli 6 000 kpl/ha alkaa se haitata erityisesti kasvua, mutta myös tilavuus alkaa pienetä. Oleellista kuvan 9 regressiossa on tilavuustunnuksen pieneminen ylitheyden vallitessa. Pieneneminen harvempaan suuntaan on, kuten edellä on todettu, matemaattista eli tällöin on mukana koivua, joka pienentää sellaisenaan männyn osuutta. Toinen oleellinen toteamus on mielestäni se, että ylitheyden haitallinen vaikutus alkaa näkyä vasta tiheyden 5 000 kpl/ha jälkeen.

Myös kuusitaimikoissa näyttää saman suuntainen vuorosuhde tiheyden ja tilavuustunnuksen välillä ilmeiseltä kuin mäntytaimikoisakin. Kun aineisto jaettiin kahtia tiheyden suhteen, harva-sopiva tiheys ($\leq 3 000$ kpl/ha) ja liian tiheä ($> 3 000$ kpl/ha) saatiin seuraavanlainen asetelmä:

	$\leq 3 000$ kpl/ha	$> 3 000$ kpl/ha
V, m^3/ha	44	46
Iv, $m^3/ha/v$	5.4	4.3

Tiheyden vaikutus sädekasvuun näkyi myös korrelaatiomatriisissa. Regressiokuvaajat osoittavat myös selvästi, että kuta tiheämpi on taimisto sitä pienemmäksi jää sädekasvu (vrt. kuva 10). Erityisen voimakkaana vaikutus näkyy myöhemmän sädekasvuun aikana. Mäntyjen osalta regressio ei aikaisemmassa sädekasvussa ollut merkitsevä, ja kuu-



Kuva 10. Tiheyden vaikutus sädekasvuun.

Fig. 10. The influence of stand density (1000/ha) on radial increment (mm/a). Ku - Spruce, Mä - Pine.

$$Ku-75: y = 2.81 - 0.000147 X^2; r = 0.215^*$$

$$Ku-80: y = 2.19 - 0.000148 X^2; r = 0.314^{**}$$

$$Mä-80: y = 1.79 - 0.000112 X^2; r = 0.335^{**}$$

sen kohdalla merkitsevyys on selvästi suurempi myöhemmässä sädekasvussa (vrt. korrelaatiomatriisit edellä). Tämä tulos osoittaa, että ylitheyden vaikutus korostuu taimistojen ikäkehityksen myötä. Ylitheissä taimistoissa on "riukuuntuminen" käynnissä jo n. 20 vuoden iässä.

Myös pituuskehitykseen on tiheydellä vaikutusta, vaikka korrelaatiomatriisit eivät seläiseen viittaakaan. Vaikutus tulee esille vasta, kun tarkastellaan asiaa erikseen maan

eteläpuoliskossa ja pohjoispuoliskossa. Kovarianssianalyysistä, joka on tehty erikseen eteläiselle ja pohjoiselle aineistolle siten, että lämpösomma ja viljavuus on otettu regressiomuuttujiksi ja luokat sopivan tiheä ($\leq 3 000$ kpl/ha) ja ylitheä ($> 3 000$ kpl/ha) kovarianssimuuttujiksi, voidaan todeta, että eteläpuoliskossa sekä mänty- että kuusitaimikoissa luokat eroavat toisistaan jälkimmäisissä erittäin merkitsevästi edellisissä melkein merkitsevästi.

	Sopivan tiheä pituuskasvu 1976-80 cm/v	Liian tiheä	F
Ku	44.5	30.9	16.042***
Mä	40.2	38.0	2.613*

Pohjoispuoliskossa tiheys ei ole vielä haitannut pituuskasvua, päinvastoin "liian tiheässä" ryhmässä pituuskasvu on parempi kuin ryhmässä "sopivan tiheä". Ero ei tosin osoittautunut tilastollisesti merkitseväksi.

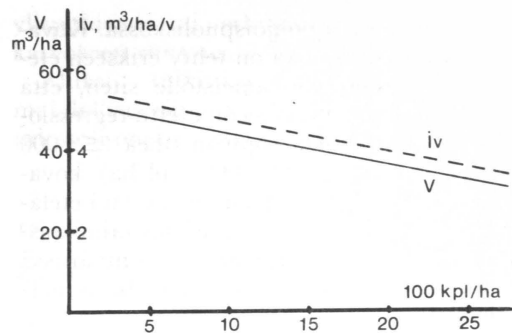
	Sopivan tiheä pituuskasvu 1976-80 cm/v	Liian tiheä	F
Ku	25.2	36.2	1.722
Mä	27.3	32.2	0.060

Pituuskasvuun liikatiheys on siis vaikuttanut sitä pienentävästi maan eteläpuoliskon taimistoissa. Pohjoisessa taimistot ovat vielä siinä kehitysvaiheessa, että liikatiheys ei haittaa pituuskasvua, tekisi mieli väittää, että se päinvastoin stimuloi sitä.

353. Koivusekoitus

Pääpuulajin kanssa samaa latvuserrosta olevia koivuja tai muita lehtipuita esiintyi vaihtelevasti. Kuusitaimikoissa koivuja ja muita lehtipuita oli vuoden 1974 mittauksissa 3 700 kpl/ha ja mäntykoealoilla 6 100 kpl/ha. 1980 mittauksissa luvut olivat 950 ja 1 050 kpl/ha. Koivujen määrä on siis 6 vuoden aikana vähentynyt voimakkaasti - oikeasuuntaisen taimistojen hoidon seurauksena luonnollisesti. Tämä seikka vaikeuttaa koivujen vaikutuksen selvittämistä.

Korrelaatiomatriisi osoitti, että koivujen määrä ja taimistojen tilavuustunnukset ovat



Kuva 11. Koivujen vaikutus tilavuuteen ja tilavuuskasvuun kuusitaimikoissa.

Fig. 11. The influence of birch (birches/ha) on the volume (V), and volume increment (Iv) of spruce stands.

$$y(V) = 52.23 - 0.0073X ; r = 0.236^*$$

$$y(Iv) = 5.6 - 0.00082X ; r = 0.274^{**}$$

kuusitaimistoissa negatiivisessa korrelaatiiossa. Regressiolaskenta osoitti myös, että näin on asianlaita. Kun koivujen määrä lisääntyy 500:sta 3 000:een pienenee kuutiomäärä n. 20 m³/ha ja kasvun pieneminen on vastaavasti n. 2 m³/ha/v (vrt. kuva 11). Tämän tuloksen yhteydessä on syytä muistaa, että tutkittavana oli vain pääpuulaji ja siten vähennys on suurelta osalta juuri koivua. Toisin sanoen, jos olisi tutkittu koko puustoa, koivun osuudella ei ehkä olisi ollut tilavuustunnuksia pienentävää vaikutusta. Mutta kuten seuraava asetelma osoittaa, koivun osuuden lisääntyminen on pienentänyt myös muita kasvutunnuksia kuusitaimikoissa.

Koivuja, kpl/ha	≤500	>500	F
Ih, cm/v	37.9	30.2	4.262*
Ir-75, mm/v	2.9	2.4	3.701*
Ir-80, "	2.1	1.9	2.017
dd°C	1125	1088	
Viljavuus	8.2	8.1	
Koaloja, kpl	42	48	

Ojitusalueiden mäntytaimikoissa on koivun vaikutuksessa todettu alueellisia eroja. Pohjoisessa mänty on koivun kanssa tasaväkinen kilpailija, etelässä mänty jää kilpailussa alakynteen (vrt. Heikurainen 1959). Tämän vuoksi on syytä tarkastella kysymystä alueittain. Kun aineistot jaetaan kahtia koivun osuuden suhteen (alle 500 ja yli 500 kpl/ha) saadaan taulukon 6 osoittama tulos, taulukon luvut koskevat pääpuulajia.

Eteläisessä aineistossa koivuttuneet taimistot ovat olleet viljavuudeltaan selvästi parempia, mutta kaikki tilavuustunnuksien ja kasvuluvut ovat puhtaissa mäntytaimistoissa olleet suurempia. Ero on tosin tilastollisesti merkitsevää vain myöhemmässä sädekasvussa ja melkein merkitsevä pituuskasvussa. Koivujen vaikutus on pohjoisessa päinvastainen kuin etelässä. Koivua runsaasti sisältävät taimistot ovat huomattavasti puisevampia ja kaikki kasvuluvut ovat puhtaisiin mäntytaimistoihin verrattuna ylivoimaisia. Tilastolliset erot eivät tosin ole merkitseviä. Pohjoisessa ovat koivuttuneet taimistot sijainniltaan olleet jonkin verran eteläisempiä kuin puhtaat mänty-

taimikot, mutta toisaalta kuivatus on jälkimäisillä ollut parempi.

Kun tarkastellaan asiaa vain Keski-Suomen mäntytaimikoissa saadaan tulos, joka on lähes yhdenmukainen Etelä-Suomesta saadun kanssa.

Koivuja, kpl/ha	≥500	>500	F
V, m³/ha	59.8	60.1	0.009
Iv m³/ha/v	5.5	4.7	1.140
Ih, cm/v	39.2	38.4	0.591
Ir-80, mm/v	1.8	1.6	4.188*
Koaloja, kpl	18	24	

Koivuvaltaisten taimikoiden ja puhtaiden mäntytaimikoiden erot ovat suhteellisen vähäisiä, etenkin kun otamme huomioon, että koivua enemmän sisältäneiden koalojen viljavuus on ollut vähän suurempi (4.5) kuin puhtaiden mäntytaimikoiden (3.6). Myös kuivatus on ollut edellisillä parempi (2.5 ja 1.9). Kovarianssianalyysi myös osoitti, ettei ero ollut merkitsevä, myöhempää sädekasvua lukuunottamatta.

Kuva 12 havainnollistaa vielä tulosta. Hieinan kärjistään voidaan sanoa, että etelässä koivu on ollut mäntytaimistolle peräti haitallinen, pohjoisessa koivu on hyvin sopinut yhteen männyn kanssa jopa sen voisi katsoa edistäneen männyn kasvua. Etelä- ja Keski-Suomen ero on epäselvä. Koivun ja männyn keskinäisen kilpailun edellytykset näyttävät muuttuvan vasta jossakin lämpösumman

1050 dd°C pohjoispuolella. Samankaltaisia tuloksia on saatu aikaisemminkin (Heikurainen 1959).

354. Ylispuut ja verhopuut

Korrelaatiomatriisin antamien viitteiden mukaan ylispuiden ja verhopuiden vaikutus sekä tilavuustunnuksiin että kasvulukuihin on kuusitaimistoissa ilmeinen. Sen perusteella näytti kuitenkin siltä, että mäntytaimistoissa ei ylispuilla olisi kovin selvää vaikutusta. Yleensäkin ylispuiden esiintyminen mäntytaimikoissa oli verrattain vähäistä, niitä esiintyi vain neljäsosalla koaloista.

Ryhmiteltäessä mäntytaimikot kahteen ryhmään ylispuiden suhteen saatiin koko maata koskevana seuraavan asetelman osoittama tulos.

	Ei ylispuita	On ylispuita
Pituuskasvu, cm/v	35	32
Sädekasvu -80, mm/v	1.7	1.6

Asian käsittelyä vaikeuttaa se, että aivan kuten koivujen vaikutuksessa myös tässä näyttää olevan alueellisia eroja. Etelä-Suomessa ylispuut haittaavat mäntytaimiston kehitystä, pohjoisessa ylispuiden vaikutus ei ainakaan vielä ole selvästi haitallinen, kuten taulukon 7 luvut osoittavat.

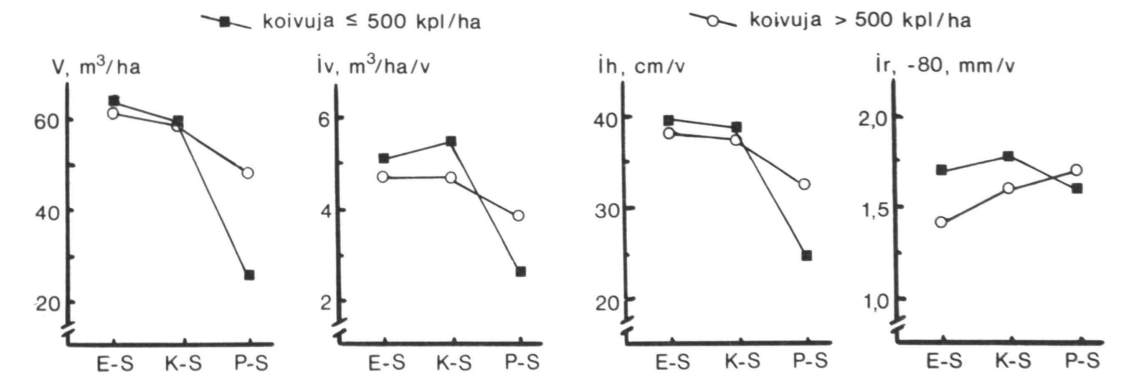
Todennäköisesti ylispuiden vaikutus on ainakin etelässä kasvua heikentävä, pohjoisessa vaikutus ei ole yhtä ilmeinen. Kovarianssianalyysin tulokset viittaavat siihen, että ete-

Taulukko 6. Koivujen vaikutus mäntytaimikoissa etelässä ja pohjoisessa.

Table 6. The influence of birch (number/ha) on the characteristics of pine stands in South and North Finland.

	Etelä-Suomi - South Finland			Pohjois-Suomi - North Finland		
	≤500	>500	F	≤500	>500	F
V, m³/ha ¹	63.7	62.4	0.002	26.1	48.2	1.241
Iv, m³/ha/v	5.1	4.7	0.497	2.7	3.8	0.057
Ih, cm/v	39.6	38.5	2.823*	24.7	32.6	2.044
Ir-75, mm/v	3.0	3.0	0.003	2.3	2.6	0.032
Ir-80, "	1.7	1.4	7.107**	1.6	1.7	0.222
dd°C	1197	1173		931	988	
Viljavuus	3.6	4.8		4.9	4.8	
Kuivat.ind.	2.0	2.1		2.6	2.2	
Koaloja, kpl	30	16		18	26	

¹ Cf. Appendix 1



Kuva 12. Koivujen vaikutus mäntytaimikoiden tilavuuteen ja kasvutunnuksiin Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomessa.

Fig. 12. The influence of birch (birches/ha) on the volume (V), the volume increment (Iv), the height increment (Ih) and radial increment (Ir) in South, Central, and North Finland.

Taulukko 7. Ylispuiden vaikutus mäntytaimikoissa etelässä ja pohjoisessa.
Table 7. The influence of emergent trees in pine seedling stands in South and North Finland.

	Etelä-Suomi - South Finland			Pohjois-Suomi - North Finland		
	Ei - No	On - Yes	F	Ei - No	On - Yes	F
V, m ³ /ha ¹	66.8	49.0	6.930*	40.0	37.4	1.017
Iv, m ³ /ha/v	5.3	3.8	8.357**	3.6	3.0	2.587
Ih, cm/v	40.3	31.8	11.288**	28.2	31.5	0.345
Ir-80, mm/v	1.7	1.3	3.186*	1.7	1.6	0.965
dd°C	1187	1200		957	980	
Viljavuus	4.1	3.4		4.8	4.9	
Koealoja, kpl	40	6		29	15	

¹ Cf. Appendix 1

lässä ero on todellinen. Pohjoisessa tulos on samansuuntainen, mutta ei ainakaan taimistojen kehityksen tässä vaiheessa tilastollisesti mekitsevä.

Kuusitaimikoissa on kyse lähes yksinomaan verhopuustosta, joka on koivua. Mäntytaimistojen tapauksessa kyse oli puolestaan ylispuumännystä. Suurin osa kuusikoealoista on jo vapautettu verhopuustosta, vuoden 1974 inventoinnissa kolme neljäsosalla koealoista oli vielä verhopuustoa, nyt 1980 vain kolmanneksella oli verhopuustoa enemmän kuin 50 puuta hehtaarilla. Näin ollen on tyydyttävä vertaamaan toisiinsa tapauksia, joissa ei enää ole verhopuustoa (<50 kpl/ha) niihin, joissa verhopuustoa vielä on. Tulos tästä vertailusta näkyy seuraavassa asetelmassa:

	Ei verhop. shelter woods absent	On verhop. shelter woods exist	F
V, m ³ /ha ¹	54.0	29.2	0.968
Iv, m ³ /ha/v	5.6	3.2	1.729
Ih, cm/v	36.5	29.0	1.799
Ir -75, mm/v	2.9	2.1	6.850*
Ir -80, mm/v	2.2	1.6	11.336**
Lämpös., dd°C	1131	1060	
Kuiv. ind.	2.2	2.5	
Viljavuus	8.2	8.0	
Koealoja, kpl	57	33	

¹ Cf. Appendix 1.

Asetelman luvuista on syytä päätellä, että verhopuusto on hidastanut kuusitaimistojen kehitystä erittäin voimakkaasti, erityisen sel-

vänä vaikutus näkyy myöhemmässä sädekasvussa. Toisaalta ei ole nähtävissä, miten verhopuuston liian aikainen poistaminen on lisännyt hallavaurioita ja sitä kautta pienentänyt kasvua. Tämäkin ilmiö on tosiasia, kuten toteamme myöhemmin (s. 309).

Selittävien tunnusten luvuista voimme päätellä, että verhopuustoa sisältävät taimistot ovat sijainneet keskimäärin 70 dd°C pohjoisempana ja tämä pohjoisempi sijainti on tietysti osaltaan vaikuttanut tulokseen. Testaus osoitti kuitenkin, että sädekasvussa erot ovat tilastollisesti merkitseviä, erityisesti myöhemmässä sädekasvussa.

Myös regressioanalyysi osoitti, että verhopuuston alla kituvien kuusen taimistojen tilavuudet ovat jääneet pieniksi ja taimien pituuskasvu on edelleen pieni (vrt. kuva 13). Regressio tosin liioittelee verhopuuston vaikutusta, sillä verhopuustot ovat yleisempiä pohjoisessa kuin etelässä. Kuvasta näkyy myös pituuskasvun regressio vv. 1971-74 (Lohi 1977). Se kulkee joltisenkin tarkoin samansuuntaisesti kuin nyt saatu. Tämä osoittaa, että verhopuuston pituuskasvua heikentävä vaikutus on säilynyt samana näiden kahden mittauksen aikana.

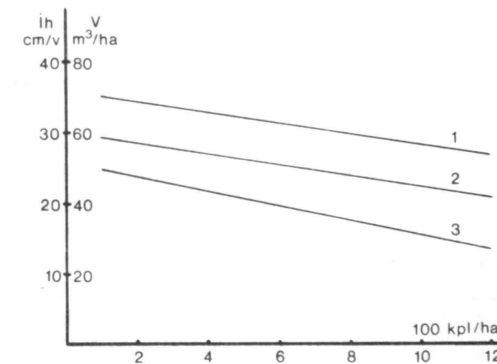
355. Alikasvos

Alikasvoksella ymmärrettiin tässä työssä läpimitaltaan alle 3 cm:n lehtipuita, useimmiten ne olivat koivuvesoja. Niiden määrä vaihteli voimakkaasti, ja niiden määrä ilmaistiin suhteellisella luvulla (ks. s. 292). Näin saatu luku luokiteltiin seuraavasti: ei, vähän ja runsaasti alikasvosta.

Korrelaatiomatriisi osoitti, että tilavuustunnusten kanssa alikasvoksen määrä korreloi negatiivisesti. Kyseessä on kuitenkin näennäinen korrelaatio, joka paremminkin kertoo sekapuulajien (lähinnä koivun) esiintymisen ja alikasvoksen positiivisesta korrelaatiosta, usein myös jokin aika sitten suoritettussa taimiston perkauksessa kaadettujen koivujen runsaudesta. Niinpä kun *kuusitaimikoissa* alikasvos jaettiin kahteen ryhmään, ei ja on, saatiin seuraava pääpuulajin puustotunnuksia esittävä lukusarja.

Alikasvosta:	Ei	On	F
V, m ³ /ha	53	29	7.007**
Iv, m ³ /ha/v	5.8	3.1	5.906*
Ih, cm/v	35	32	0.040
Ir -80, mm/v	2.1	1.9	0.512
Lämpös., dd°C	1124	1070	
Viljavuus	8.1	8.2	
Sekapuusto, kpl/ha	635	1511	
Koealoja, kpl	58	32	

Koivujen (sekapuusto) runsaus ryhmässä "On" selittää kuutiotunnusten pienemmyyden, oma osansa tähän on melko tavalla pohjoisemmalla sijainnillakin. Se, että tilavuudesta riippumattomat kasvutunnukset eivät sanottavasti poikkea ryhmien välillä tois-



Kuva 13. Ylispuiden vaikutus tilavuuteen ja pituuskasvuun kuusitaimikoissa.

Fig. 13. The influence of emergent trees (per ha) on the volume (V) and height increment (Ih) of spruce stands.

1 = Ih 1980. $y = 36.19 - 0.00739X$; $r = 0.426***$

2 = Ih 1974. $y = 28.92 - 0.00667X$; $r = 0.323*$

3 = V. $y = 51.49 - 0.02014X$; $r = 0.251*$

taan, näyttäisi osoittavan, ettei alikasvoksesta sellaisenaan ole kuusitaimistoissa ollut haittaa. Kovarianssianalyysi viittaa myös siihen, että erot ovat merkitseviä vain tilavuustunnuksissa, ja tämä on koivujen määrästä tai niiden hiljattain tapahtuneesta poistamisesta johtuva.

Mäntytaimikoissa tulos on samankaltainen, kuten seuraava asetelma osoittaa.

Alikasvosta:	Ei	Vähän	Runsaasti
Ih, cm/v	34	34	34
Ir -80, mm/v	1.6	1.8	1.6
Lämpös., dd°C	1115	1040	1045
Viljavuus	4.1	4.7	4.2
Sekapuusto, kpl/ha	500	1100	2000
Koealoja, kpl	46	19	25

Asetelman valossa näyttää ilmeiseltä, ettei myöskään mäntytaimistojen kasvuun alikasvoksella ole ollut mitään vaikutusta.

36. Lannoituksen vaikutus

361. Vanha lannoitus

Suometsäkilpailun aikana (1964-68) käytettiin kasvun parantamiseksi erilaisia lannoituksia. Kuitenkin n. kolmasosa jäi ilman lannoitusta (0). Lannoitetut tapaukset jaettiin kahteen ryhmään, 1. lannoitettu vain kerran (1964-66) ja 2. lannoitettu tämän lisäksi vielä toisen kerran (1967-68). Nyt tämän n. 15 vuotta vanhan lannoituksen vaikutus nähdään taulukosta 8.

Kovarianssianalyysi, jossa lämpösomma ja viljavuus ovat regressiomuuttujina, osoitti, että lannoittamattoman (0) ero lannoitettuihin (1 ja 2) oli merkitsevä tai melkein merkitsevä *kuusitaimikoissa* vain sädekasvussa. Näyttää kuitenkin ilmeiseltä, että muidenkin tunnusten kohdalla on nähtävissä lannoituksen vaikutusta. Lannoitusluokat (1 ja 2) eivät eroa tilastollisesti toisistaan minkään tunnuksen kohdalla.

Mäntytaimikoissa lannoituksen vaikutus on ilmeinen, mutta tilastollisiin merkitsevyyksiin erot eivät yllä, vain lannoitusluokkien ero pituuskasvussa ja myöhemmässä sädekasvussa on melkein merkitsevä. Osaltaan tämä keskiarvon erojen näennäisestä selvytydestä

Taulukko 8. Vanhan lannoituksen vaikutus puustotunnuksiin.
Table 8. The influence of old fertilization (1965–67) on the characteristics of the tree stand.

	Vanha lannoitus – Old fertiliz.			F 0/1	F 1/2	F 0/2
	0	1	2			
Kuusitaimikot – Spruce stands						
V, m ³ /ha ¹	35.1	53.3	40.5	0.293	1.385	0.376
Iv, m ³ /ha/v	3.8	5.7	4.3	1.571	1.894	0.028
Ih, cm/v	27.7	37.0	34.9	2.291	0.709	0.616
Ir-75, mm/v	2.1	2.7	2.9	6.593**	0.006	10.333***
Ir-80, ”	1.7	2.1	2.2	5.096*	0.006	6.221**
dd°C	1053	1142	1096			
Viljavuus	8.6	7.7	8.5			
Kuiv.ind.	2.4	2.4	2.2			
Koaloja, kpl	26	42	22			
Mäntytaimikot – Pine stands						
V, m ³ /ha	38.6	56.7	58.7	1.678	0.071	0.199
Iv, m ³ /ha/v	3.3	4.5	4.9	1.278	0.023	0.029
Ih, cm/v	31.3	34.7	38.9	0.167	3.662*	0.286
Ir-75, mm/v	2.6	2.8	2.9	0.321	0.204	1.264
Ir-80, ”	1.7	1.6	1.8	1.388	5.794*	1.440
dd°C	1004	1101	1149			
Viljavuus	4.7	4.6	3.4			
Kuiv.ind.	2.2	2.4	1.8			
Koaloja, kpl	28	46	16			

¹ Cf. Appendix 1

poikkeava testaustulos johtuu aineistojen epätasaisesta alueellisesta jakaantumisesta. Yksin tämä seikka ei kuitenkaan selitä sitä, että kaikki tilavuus- ja kasvutunnukset myöhemmää sädekasvua lukuunottamatta ovat lannoittamattomalla selvästi pienempiä kuin lannoitetuilla. Lannoituksen vaikutus on kaikista päättäen mäntytaimikoissakin todennäköinen. Sekä kuusi- että mäntytaimikoissa saatu tulos on sikäli merkittävä, että lannoituksen ja mittausjakson välinen aika on 13–15 vuotta.

Ryhmän 2 (ylilannoitetut) ja ryhmän 1 (normaalilannoitetut) erot ansaitsevat lähempää tarkastelua. Vuosien 1971–74 inventoinnissa *kuusitaimikoissa* ryhmät erottuivat toisistaan selvästi siten, että ryhmä 2 oli ryhmää 1 parempi. Tässä inventoinnissa (1976–80) ylilannoitetut ovat jääneet normaalilannoituksen saaneita huonommiksi kaikissa suhteissa sädekasvua lukuunottamatta. Aikaisemmassa inventoinnissa (1971–74) ero oli edellisen hyväksi selvä (vrt. Heikurainen 1977). Selitys saattaisi löytyä hallavaurioista, jotka ovat aika-ajoin vaurioittaneet ylilannoit-

tuksen saaneita taimikoita joltisenkin ankarasti, mutta jättäneet lannoittamattomat ja normaalilannoituksen saaneet lähes rauhaan kuten myöhemmin todetaan (s. 309). Tähän viittaisi myös pituuskasvu ja sädekasvu kehitys (vrt. kuva 14, s. 309). Pituuskasvu on ajoittain, eritoten jaksona 1969–71 ollut ryhmässä 2 selvästi huonoin.

Kovarianssianalyysi ei tosin osoittanut tilavuuksien ja tilavuuskasvun eroja merkitseviksi mutta ehkä kuitenkin mahdollisiksi, sädekasvun erot eivät sen sijaan olleet lähelläkään merkitseviä, eivät myöskään pituuskasvun. Tilavuustunnusten eroja ei ollut laskettu aikaisemmissa mittauksissa, joten vertailua aikaisempaan tilanteeseen tässä suhteessa ei voida tehdä. Mahdollista joka tapauksessa on, että pari kolme ankaraa hallakevättä, jolloin pituuskasvu on jäänyt hyvin pieneksi, olisi aiheuttanut eroja tilavuustunnuksissakin. Merkillepantavaa on, että sädekasvut ovat edelleenkin voimakkaasti lannoitetulla ryhmällä suuremmat kuin normaalisti lannoitetulla ryhmällä, ero ei tosin ole tilastollisesti merkitsevä.

Mäntytaimikoissa eivät erot ole aikaisemmin olleet ollenkaan selvät, ryhmä 2 on pituuskasvussaan ollut jopa ryhmää 0 heikompi (Heikurainen 1975, 1977, Lohi 1977). Erityisesti vuosina 1969–71 tilanne oli tällainen (vrt. kuva 15). Mäntytaimistojen ryhmässä 2 tapahtunut muutos ansaitsee lähempää tarkastelua. Ryhmän 2 pituuskasvu oli siis vuosien 1969–71 mittauksissa pienempi kuin ryhmän 1 ja jopa pienempi kuin ryhmän 0. Kuten aikaisemmissa inventoinneissa on ilmennyt ja myöhemmin vielä esitetään, ovat ryhmän 2 ja jonkin verran myös ryhmän 1 taimistot kärsineet kasvuhäiriöistä etenkin vuoden 1969 jälkeen ja ilmeisesti tästä syystä pituuskasvu jäi mainittuna jaksona niissä pienemmäksi kuin lannoittamattomilla koaloilla. Nyt mittausjaksona 1976–80 kaikki tilavuus- ja kasvutunnukset ovat ryhmässä 2 selvästi suurempia kuin muissa ryhmässä.

Asiaa tutkittiin vielä sädekasvu- ja pituuskasvukehityksen valossa. Tulokset nähdään kuvassa 15 (s. 309), josta voimme todeta, että sädekasvu on ryhmässä 2 jatkunut koko tarkasteltavan ajan jonkin verran ryhmä 1:n sädekasvua parempana. Pituuskasvu on vv. 1969–71 ollut selvästi ryhmässä 2 (ja ryhmässä 1:kin) häiriintynyt. Viimeksi suoritettujen inventointien aikana (1972–80) kasvu on ryhmässä 2 ollut parempi kuin ryhmässä 1. Liiallisen lannoituksen aiheuttama häiriö on siis näkynyt vain pituuskasvun tilapäisenä heikkenemisenä, latvanvaihoista, kaksihaaraisuudesta jne. johtuen. Pituuskasvu on kuitenkin suhteellisen nopeasti korjautunut ja ylittänyt jo jaksona 1972–74, siis 5–7 vuotta lannoituksen jälkeen ryhmän 1 pituuskasvun. Ryhmän 2 paremmuus jatkuu edelleen jaksossa 1976–80. ”Ylilannoitus” on siis aiheuttanut vain tilapäisen pituuskasvun häiriön, muuten puuston kehitys on siitä vain hyötynyt. Kymmenen vuoden kuluttua lannoituksesta on ”ylilannoituksen” saanut ryhmä sekä tilavuus- että kasvutunnuksissa parempi kuin tavanomaisen lannoituksen saanut ryhmä, erot eivät kuitenkaan yllä tilastolliseen merkitsevyyteen paitsi pituuskasvussa ja myöhemmässä sädekasvussa, joissa se on melkein merkitsevä (vrt. taul. 8).

362. Jatkolannoitus

Jatkolannoitus (44 kg P, 83 kg K/ha) tehtiin keväällä 1969 siten, että arvottuna toinen

koelaparien koaloista lannoitettiin ja toinen jätettiin lannoittamatta. Mittausjaksona 1971–74, siis kolme-kuusi kasvukautta lannoituksen jälkeen voitiin todeta, että kuusitaimikoissa sekä etelässä että pohjoisessa kasvu oli lisääntynyt kaikissa vanhan lannoituksen ryhmässä 0 ja heikoin ryhmässä 2 (Lohi 1977). Erot eivät tosin olleet tilastollisesti merkitseviä, mutta silti aivan ilmeisiä. Männyn osalta tulokset olivat vähemmän selviä. Jatkolannoitus oli lisännyt kasvua eteläpuoliskossa maata kaikissa vanhan lannoituksen ryhmässä, mutta vain niukasti, eikä eroja voitu pitää tilastollisesti merkitsevinä. Pohjoispuoliskossa ei jatkolannoitus ollut aiheuttanut minkäänlaisia eroja (Lohi 1977).

Nyt mitatulla kaudella (1976–80) *kuusitaimikoissa* jatkolannoituksen vaikutus on ollut varsin vähäinen. Aikaisemmin lannoittamattomien koalojen ryhmässä ei voitu havaita minkäänlaisia vaikutusta, normaalisti lannoitetuissa taimistoissa voitiin ehkä havaita lievää kasvun lisäystä ja ylilannoituksen saaneissa puolestaan pituuskasvun pienenemistä, kuten seuraava asetelmä osoittaa.

Vanha lannoitus Jatkolannoitettu	0 (Ei lann.)		1 (Norm.lann.)		2 (Ylilann.)	
	Ei	On	Ei	On	Ei	On
V, m ³ /ha	36	34	55	52	41	40
Iv, m ³ /ha/v	3.7	3.8	5.6	5.7	4.5	4.2
Ih, cm/v	28	28	36	38	36	33
Ir-75, mm/v	2.1	2.2	2.7	2.8	2.9	2.9
Ir-80, mm/v	1.8	1.7	2.0	2.1	2.2	2.2

Suotyypikohtainen tarkastelu osoitti, että varsinaisissa korvissa jatkolannoitus oli lisännyt pituuskasvua, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kahdeksastatoista koelaparista oli jatkolannoitetulla pituuskasvu ollut parempi kahdeksalla, sama molemmilla koelapuoliskoilla neljällä ja vain kuudella oli kasvu parempi jatkolannoittamattomilla. Viljavissa korvissa ei näkynyt minkäänlaista jatkolannoituksen vaikutusta ja viljelyheitoilla jatkolannoitettujen koalojen kuuset kasvoivat huonommin kuin lannoittamattomalla. Näyttää siis siltä, että vain keskinkertaisen viljavilla korpisoilla (VK) jatkolannoituksen vaikutus jatkuu vielä 7–10 v lannoituksen jälkeen. Viljavilla korpisoilla jatkolannoituksella ei näytä olleen mitään vaikutusta.

Mäntytaimikoissa jatkolannoitus oli mittauskaudella 1971–74 vaikuttanut varsin vähän taimistojen kasvuun, jonkin verran kuitenkin aikaisemmin lannoittamattomien ryhmässä. Pohjois-Suomessa vaikutukset olivat erityisen vähäisiä. Nyt mittausjaksolla 1976–80 jatkolannoituksen vaikutus saattaa näkyä vielä lievästi kasvun paranemisenä kautta maan, pohjoisessa kuitenkin heikommin, tähän viittaavat seuraavan asetelman luvut. Erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

Jatkolannoitettu	E-S		K-S		P-S	
	Ei	On	Ei	On	Ei	On
Ih, cm/v	39.7	40.3	37.6	38.1	24.9	25.3
Ir-75, mm/v	2.9	3.2	2.8	3.1	2.2	2.2
Ir-80, mm/v	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7

Tarkasteltaessa jatkolannoituksen vaikutusta aikaisemman lannoituksen mukaan muodostetuissa ryhmissä todettiin, että normaalisti lannoitettujen ryhmässä oli vielä havaittavissa kasvun paranemista, aikaisemmin lannoittamattomien ryhmässä ei enää ole havaittavissa mitään vaikutusta. Ylilannoituksen saaneiden koealojen ryhmässä jatkolannoitus on nyt mahdollisesti aiheuttanut pituuskasvun taantumista, tosin aikaisemmassa sädekasvussa näkyy vielä lannoituksen positiivinen vaikutus. Vaikutukset ovat määrällään kuitenkin vähäisiä eivätkä erot osoittaneet tilastollisesti merkitseviksi, kuten nähdään seuraavasta asetelmasta.

Vanha lannoitus Jatkolannoitus	1			2		
	Ei	On	F	Ei	On	F
Ih, cm/v	34.0	35.5	0.670	39.4	38.4	0.083
Ir-75, mm/v	2.6	2.9	1.875	2.7	3.1	0.806
Ir-80, mm/v	1.6	1.6	0.285	1.7	1.8	0.108

Näyttäisi siltä, että normaalisti lannoitettussa ryhmässä jatkolannoituksen vaikutus vielä jatkuu (7–10 v lannoituksen jälkeen), ylilannoitustapauksessa jatkolannoitus on edelleen pahentanut tilannetta, erityisesti pituuskasvu on taantunut. Sädekasvussa on nähtävissä, että jatkolannoituksen vaikutus on ollut joltisenkin selvä aikaisempaan jaksona (1971–75) mutta ei enää myöhemmässä jaksossa (1976–80). Lannoittamattomissa jat-

kolannoitus, tosiasiassa siis ensimmäinen lannoitus (PK), ei ole saanut aikaan minkäänlaista muutosta.

Jatkolannoituksen vaikutusta suotyyppi-kohtaisesti tarkasteltaessa ilmeni, että viljavien rämeiden (20 koealparia) taimistoissa jatkolannoitettujen pituuskasvu oli jonkin verran suurempi kuin jatkolannoittamattomien (32.8 ja 31.9 cm/v). Karujen rämeiden (16 koealparia) kohdalla keskiarvot olivat tarkalleen samat (32.1 cm/v). Vaikka viljavien rämeiden kohdalla pituuskasvun lisääntyminen jatkolannoituksen vaikutuksesta ei olekaan tilastollisesti merkitsevä, saattaisi hyvin kuvitella, että PK-lannoitus on alunperin typpirikkailla rämeillä aiheuttanut verrattain pitkään jatkuvan kasvun lisääntymisen. Yhtä luonnollista olisi, että karuilla, typpiköyhillä rämeillä PK-lannoitus ei ole aiheuttanut mitään reaktiota.

37. Hallavauriot

Kuten edellä (s. 301) on jo todettu, ovat maan eteläpuoliskon kuusitaimikot jo pääosin vapautettu verhopuustoista, pohjoispuoliskossa verhopuustoja vielä esiintyy. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että taimikot alkavat etenkin etelässä ja Keski-Suomessakin olla sen pituisia, ettei halla niitä enää vikuuta. Kuten seuraava asetelma osoittaa, esiintyi mittausjakson aikana (1976–80) kuitenkin vielä hallavaurioita.

	E-S	K-S	P-S
Hallavaurioind.	5.7	6.1	1.9
Koealoja, kpl	30	38	22

Asetelman luvut osoittavat, että hallavaurioita on Etelä- ja Keski-Suomessa ollut selvästi enemmän kuin pohjoisessa. On syytä lisätä, että näin on siitä huolimatta, että pohjoisessa taimistot ovat hallanaremmassa vaiheessa. Itse asiassa ja vanhastaan tiedetään, että hallavauriot ovat etelässä yleisempiä ja ankarampia kuin pohjoisessa (Multamäki 1942).

Verhopuuston poistaminen on selvästi li-

sännyt hallavaurioita, kuten seuraava asetelma osoittaa.

Verhopuustoa	E-S		P-S	
	on	ei	on	ei
Hallavaurioind.	3.4	8.3	2.2	2.2
dd°C	1188	1200	987	994
Koealoja, kpl	12	38	21	19

Verhopuustoryhmässä ”on” tuli olla verhopuita enemmän kuin 50 kpl/ha. Indeksiluku 8.3 osoittaa, etteivät vauriot ole kovinkaan yleisiä ja vakavia, parissa tapauksessa vauriot ovat kuitenkin vielä olleet erittäin näkyviä. Pohjoisessa ei verhopuustolla näytä olleen vaikutusta, mutta kaiken kaikkiaan luvut lievästi tulkittava hallavaurioiden harvinaisuudeksi yleensä pohjoisessa.

Maan eteläpuoliskossa tutkittiin myös hallavaurioiden mahdollisia vaikutuksia puustotunnuksiin. Tulokset nähdään seuraavasta asetelmasta.

Hallavaurioind.	>5	0–5	F
V, m ³ /ha	55.5	75.0	4.201**
Iv, m ³ /ha/v	5.7	7.1	3.521*
Ih, cm/v	31.1	43.3	5.525**
Ir -75, mm/v	2.7	3.1	0.726
Ir -80, mm/v	2.2	2.1	0.072
dd°C	1176	1205	
viljavuus	7.6	8.3	
koealoja, kpl	14	36	

On aivan ilmeistä, että hallavauriot ovat vaikuttaneet sekä kasvulukuihin jopa tilavuuteenkin. Luonnollista on, että nimenomaan pituuskasvu on kärsinyt hallavaurioista. Näyttäisi siltä, että sädekasvuun ei hallavaurioilla ole vaikutusta.

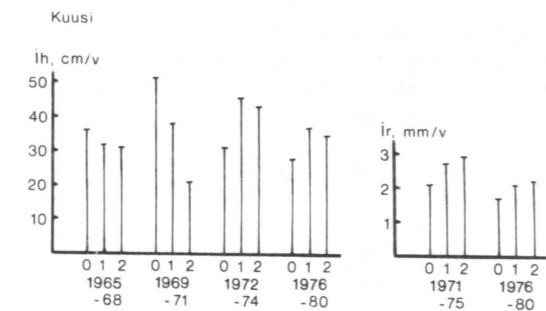
Hallavaurioiden vaikutus pituuskasvuun on vuosina 1969–71 ollut erittäin voimakas ja pahiten hallavaurioita on esiintynyt lannoitettuilla ja erityisen pahasti halla on vaurioittanut ylilannoituksen saaneita taimistoja (vrt. kuva 14. Pituuskasvun ja sädekasvun kehityksestä nähdään, että kokonaisuutena ottaen lannoitetut taimistot ovat toipuneet hallavaurioista nopeasti (1972–74), jos toisaalta ylilannoituksen saaneet ovat vieläkin (1976–80) hallatuhojen vuoksi kasvaneet normaali-lannoituksen saaneita heikommin. Sädekasvussa ei hallavaurioiden lannoitustuloksia ”sotkeva” vaikutus näy mitenkään.

38. Kasvuhäiriöiden esiintyminen

Kasvuhäiriötapausten aste ja yleisyys kiteytettiin indeksiluvuksi siten kuin edellä (s. 292) on esitetty. Kuta suurempi on indeksiluku, sitä vakavampi on esiintynyt kasvuhäiriö.

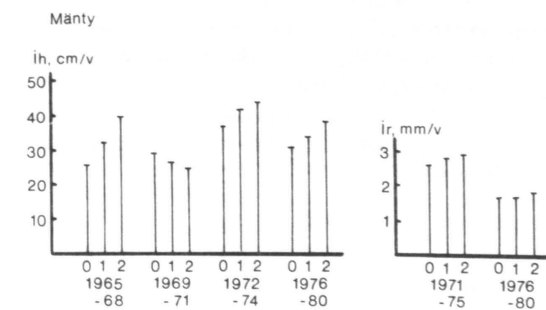
Kuusitaimikoissa kasvuhäiriö oli varsin harvinainen, kaiken kaikkiaan sitä tavattiin vain viidellä koealalla ja niilläkin varsin lievästi. Sen esiintyminen näytti korreloivan hyvin lannoituksen kanssa, kuten seuraava asetelma osoittaa. Myös jatkolannoitus näyttäisi lisäävän kasvuhäiriöiden esiintymistä. Kasvuhäiriötapausten määrä on kuitenkin niin pieni, että tilastollisten luotettavuustunnusten saamiseen se ei riittänyt.

Vanha lann.	0		1		2	
Jatkolann.	Ei	On	Ei	On	Ei	On
Kasvuh.ind.	0	0	0.4	1.2	0.2	2.5



Kuva 14. Pituuskasvun ja sädekasvun kehitys kuusitaimikoissa.

Fig. 14. The development of height and radial increment in spruce stands.



Kuva 15. Pituuskasvun ja sädekasvun kehitys mäntytaimikoissa.

Fig. 15. The development of height and radial increment in pine stands.

Mäntytaimikoissa kasvuhäiriöitä esiintyi huomattavasti yleisemmin kuin kuusitaimistoissa, mutta näissäkin vain kahdellatoista koealalla (yhdeksästäkymmenestä). Vain yhdessä tapauksessa indeksiluvuksi saatiin yli 36, jota voitaneekin pitää vakavana tapauksena, kaikki muut tapaukset olivat lieviä. Myös mäntytaimikoissa lannoituksella on selvä vaikutus kasvuhäiriön esiintymiseen, kuten seuraava asetelma osoittaa.

Vanha lann.	0		1		2	
	Ei	On	Ei	On	Ei	On
Jatkolann.	1.6	1.5	1.6	2.7	6.1	5.9
Kasvuh.ind.						

Asetelman luvuista on pääteltävissä, että vanha lannoitus ja siinä nimenomaan ylilannoitus on aiheuttanut kasvuhäiriöiden yleistyminen. Edelleen voitaneekin todeta, että jatkolannoitus ei näytä aiheuttaneen kasvuhäiriöiden lisääntymistä. Kyseessä olikin PK-lannoitus.

Aineiston perusteella oli mahdollista tarkastella mäntytaimistojen kasvuhäiriöiden esiintymisen mahdollisia suotyypikohtaisia eroja. Tämän tarkastelun tulos käy ilmi seuraavasta asetelmasta.

Suotyypin.	SR	VR	Nevat	Vilj.h.
Kasvuh.ind.	4.2	1.4	1.6	6.0

Sararämeiden ja erityisesti viljelyheittojen suhteellisen korkea kasvuhäiriöindeksi on yhdenmukainen aikaisemmin asiasta esitettyjen tietojen kanssa (Veijalainen 1978). Nevoilla olisi aikaisempien tietojen perusteella odotettu suurempaa indeksilukua. Koealojen lukumäärä on kuitenkin pieni (8 koealaa), joten yleistykseen ei tältä osin ole aihetta.

On todennäköistä, että kasvuhäiriöillä on vaikutusta myös kasvuun. Seuraava asetelma osoittaa, että tällainen vaikutus on selvä vain pituuskasvussa. Toisaalta on muistettava, että kasvuhäiriöitä on pääasiassa lannoitetuilla koealoilla ja lannoitus on toisaalta parantanut kasvua.

Kasvuh.ind.	>2	0-2	F
V, m ³ /ha	55.5	53.8	0.072
Iv, m ³ /ha/v	4.5	4.6	0.211
Ih, cm/v	29.9	37.6	3.827*
Ir-75, mm/v	2.6	3.0	0.975
Ir-80, mm/v	1.7	1.7	0.009
dd°C	992	1070	
koealoja, kpl	15	41	

Kasvuhäiriöiden vaikutus pituus- ja sädekasvuun taimiston koko iän ajalta nähdään kuvassa 15. Mittausjaksona 1969-71 ovat ylilannoituksen saaneet taimistot kärsineet kasvuhäiriöistä (ehkä myös hirvituhoista) niin, että "lannoitusjärjestys" on pituuskasvussa mennyt päälle. Jo seuraavana jaksolla 1972-74 pituuskasvu on sitä parempi, mitä tehokkaampaa lannoitusta on käytetty, sama tilanne on jatkunut vielä viimeisenäkin mittausjaksona. Sädekasvuun kasvuhäiriöt eivät ole vaikuttaneet, tai ainakin sädekasvu on nopeasti toipunut.

39. Hirvituhot

Hirvituhoja esiintyi vain mäntytaimikoissa. Etenkin Etelä-Suomessa mäntytaimikot ovat sivuuttaneet hirvituhoja ajatellen vaarallisimman vaiheen, keskipituus oli v. 1980 eteläpuoliskossa 6.4-7.7 m ja pohjoispuoliskossa 4.2-5.4 m. Jonkin verran hirvituhoja, joskin yleensä lieviä, kuitenkin esiintyi. Hirvituhoindeksin laskenta on esitetty edellä (s. 292). Tässä todettakoon vain, että indeksi luokiteltiin seuraavasti: 0-4 ei hirvituhoja, 5-20 hieman hirvituhoja ja >20 runsaasti hirvituhoja.

Tunnetusti hirvien runsaudessa on suuria eroja maan eri osien välillä. Yleisesti ottaen maan etelä- ja keskiosissa hirvitiheys on moninkertainen pohjoiseen verrattuna. On näin ollen ymmärrettävää, että myös hirvituhojen määrässä ja yleisyydessä on maan eri osien välillä eroja. Näin osoittautui olevan myös nyt tutkituissa mäntytaimikoissa, kuten seuraavan asetelman luvuista nähdään.

	E-S	K-S	P-S
Hirvituhoindeksi	8.2	13.1	2.4

On vielä paikallaan todeta, että pohjoisessa taimistojen keskipituus on sellainen, että hirvituhoon on vielä hyvät edellytykset, etelässä taimien pituus on jo sivuuttanut vaarallisimman vaiheen.

Hirvituhoista keskusteltaessa on usein pohdittu, mikä on koivusekoituksen vaikutus tuhoihin. Tässä tutkimuksessa voitiin todeta, että koivusekoituksen olemassaolo lisää hirvituhoja, kuten nähdään seuraavassa asetelmassa. Todettakoon, että Etelä-Suomessa ai-

neisto on pieni ja Pohjois-Suomessa tuhojen määrä kaiken kaikkiaan pieni.

Koivuja, kpl/ha Birch/ha	0-500		>500
	Hirvituhoindeksi		F
Index of elk damage			
Etelä-Suomi-S-Finland	7.8	9.5	0.121
Keski-Suomi-C-Finland	4.6	19.4	10.318**
Pohjois-Suomi-N-Finland	1.6	3.4	1.016
Koko maa-Whole country	4.5	13.1	6.581*

Keski-Suomen aineistossa tutkittiin vielä, missä määrin koivujen määrä riippuu viljavuudesta ja myös onko viljavien ja vähemmän viljavien kasvupaikkojen hirvituhojen esiintymisessä eroja. Tulokset seuraavassa asetelmassa.

Koivuja, kpl/ha	0-500	>500
Viljavuus	3.3	4.4
Koealoja, kpl	11	19
Viljavuus	<5	>5
Hirvituhoindeksi	5.2	17.1
Koealoja, kpl	22	8

Asetelmien luvut viittaavat siihen, että koivujen määrä koealoilla selvästi riippuu vilja-

vuudesta, ja että viljavuuden ja hirvituhojen välillä on selvää korrelaatiota.

Myös alikasvoksen vaikutusta hirvituhoihin tutkittiin, mutta alikasvos ei näyttänyt tässä tutkimuksessa vaikuttavan hirvituhojen määrään.

Lannoituksen vaikutus hirvituhoihin on nyt tutkimuksen kohteena olevissa mäntytaimikoissa tutkittu aikaisemminkin; 1974 todettiin, että hirvituhoja oli esiintynyt jonkin verran enemmän jatkolannoitetuilla koealoilla. Nyt 1980 sama suunta näyttää jatkuvan, kuten seuraavasta asetelmasta selviää.

Vanha lannoitus	0		1		2	
Old fertil.	Ei	On	Ei	On	Ei	On
Jatkolannoitus						
Repeat. fertil						
Hirvit.indeksi	5.6	7.1	8.7	13.3	4.7	5.9
Index of elk damage						
F	0.048		0.483*		0.042	

Asetelman lukujen valossa näyttää ilmeiseltä, että jatkolannoitus on kaikissa vanhan lannoituksen ryhmissä houkutelut hirviä vielä lannoitusvaikutuksen loppuvaiheessa, 7-10 vuotta lannoituksen jälkeen. Erot eivät kuitenkaan ole tilastollisesti merkitseviä, normaaliannoituksen saanutta ryhmää lukuunottamatta, jossa ero on melkein merkitsevä.

4. TULOSTEN YHDISTELMIÄ JA POHDINTAA

41. Ojitetut suot kasvupaikkoina

Ojitettujen soiden puustotutkimukset ovat kohdistuneet lähes yksinomaan ennen ojitusta syntyneisiin metsiin (esim. Lukkala 1951, Heikurainen 1959 ja Seppälä 1969). Nämä alkuaan suolla kasvaneet ensimmäisen kiertoajan ojitusaluemetsät ovat eri-ikäisiä, useimmat puut kätkevät sisäänsä kituvan suopuun ja näiden vanhojen, usein yli satavuotiaiden puuvanhusten seassa on ojituksen aikaan tai juuri sitä ennen syntyneitä nuoria puita. Yleensä voi sanoa, että tietomme ojitusaluiden puustoista ja puustojen kasvusta silloin, kun on kyse ojituksen jälkeen elpyneistä alkuperäisistä suopuustoista, ovat varsin perusteelliset. Näin ei sitä vastoin voida sanoa ojitusaluiden niistä puustoista, jotka ovat

syntyneet tai perustettu ojitusalueille. Näitä tasaikäisiä toisen sukupolven metsiä tai avoille ojituksen jälkeen perustettuja metsiä on tutkittu vain vähän, ja silloinkin tutkitut puustot ovat olleet varsin nuoria (esim. Heikurainen 1959 s. 169-174). Selitys tähän on luonnollinen, ojitus on kohdistunut pääasiassa metsäisiin soihin, eivätkä toisen puusukupolven metsät ojitusalueilla vielä ole yleisiä.

Ilman eri perusteluja on selvää, että aikanaan toisen puusukupolven metsät tai yleensä tasaikäiset metsät tulevat olemaan enemmistöä ojitusalueillakin. Yhtä selvää on, että ojituksen jälkeisen ensimmäisen puusukupolven luonnonmetsistä kerätty tieto ei riitä hoidettaessa ja kasvatettaessa toisen puusukupolven talousmetsiä ojitusalueilla.

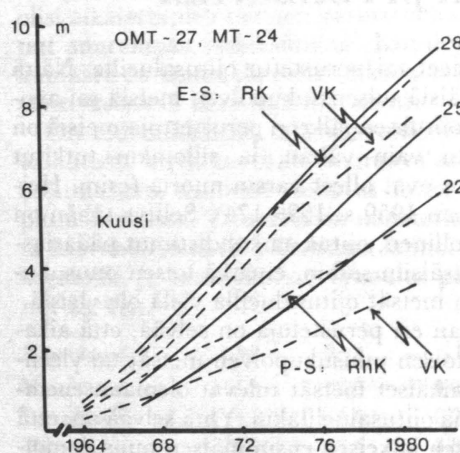
Suometsäkilpailun tutkimustaimikot - niin

heterogeenisiä ja kirjavia kuin ne ovatkin – edustavat näitä tasaikäisiä talousmetsiä. Tässä mielessä ne itse asiassa edustavat tulevien ojitusaluemetsien etujoukkoa ja myös niiden kehityksestä kertyneitä tietoja voidaan pitää ennakkotietoina tulevaisuuden ojitusalueilla kasvavia talousmetsiä ajatellen.

Tutkitut taimikot ovat 25 vuotta vanhoja. Tällöin puuston tilavuudet olivat ehtineet varsin merkittäviin lukuihin, kuten nähdään taulukoista 2 ja 3 (s. 294). Tutkittujen ojitusaluekasvupaikkojen ja eräiden kangasmetsätyyppien samanikäisten puustojen tilavuudet nähdään seuraavassa:

Etelä-Suomi		Ojitettu suo		Kangas	
Kuusi:	RhK	94 m ³ /ha	OMT	55–96 m ³ /ha	
	Vilj.heit.	84 "			
	VK	74 "	MT	38–47 "	
	SR	46 "			
Mänty:	Neva	99 m ³ /ha	MT	86–96 m ³ /ha	
	SR	68 "	VT	60–65 "	
	VR	59 "	CT	25–34 "	
Pohjois-Suomi					
Kuusi:	RhK	21 m ³ /ha			
	VK	27 "			
Mänty:	SR	47 m ³ /ha	EMT	45 m ³ /ha	
	Vilj.heit.	37 "			
	VR	30 "	ErCIT	15 "	

Kangasmetsien tilavuusluvut on poimittu Koiviston (1959) keräämistä taulukoista. Etelä-Suomen kuusikoiden vaihteluväli on



Kuva 16. Kuusi- ja mäntytaimikoiden pituuskehityksen vertailua kangasmetsien pituusboniteettikuvaajiin (Vuokila ja Väliaho 1980).

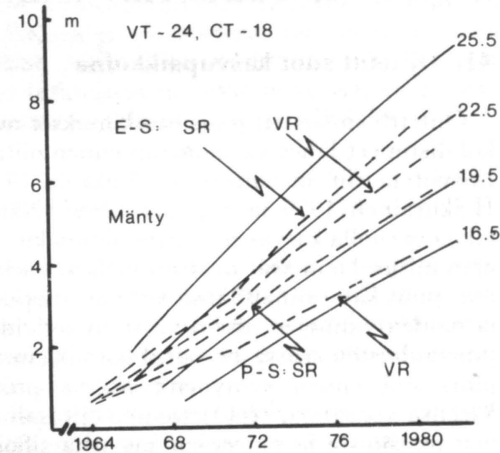
Fig. 16. A comparison of height development of tree stands on peatland site types to the height bonity curves on mineral soils (Vuokila and Väliaho 1980).

täystiheiden luonnonkuusikoiden ja viljelykuusikoiden muodostama, männiköissä toistuvasti harvennettujen ja täystiheiden luonnonmänniköiden muodostama. Pohjois-Suomen luvut ovat Perä-Pohjolan täystiheiden luonnonmänniköiden lukuja.

Vertailu osoittaa, että tämän tutkimuksen ojitusaluetaimikot ovat hyvin kilpailleet kangasmetsien taimistojen kanssa. Kuten edellä on käynyt ilmi, eivät tässä tutkitut ojitusaluetaimistot ole mitenkään erityinen valiotaimikkojen joukko, vaan paremminkin kirjava otos ojitusalueiden taimikoista. Lannoituksilla on tosin tuotosta jonkin verran lisätty, mutta tuskin niin paljon, että vertailu siitä sanottavasti vaikeutuisi.

Erityisen huomion ansaitsevat viljelyheitot ja toisaalta nevat, olkoonkin että niitä koskeva aineisto on pieni ja ehkä muita suotyypiryhmiä enemmän valikoitunut. Tulokset ovat siinä määrin erinomaisia, että niille jo useita vuosia sitten julistettua tosiasiallista ojituskieltoa olisi syytä harkita uudelleen (vrt. Metsähallitus, No Mh 309, 1981).

Puustojen pituuskehitys, joka nähdään kuvasta 16, tukee edellä esitettyjä tilavuuslukuja. Kuvaan on piirretty myös pituusboniteettien mukaiset pituuden kehityskäyrät (Vuokila ja Väliaho 1980). Kuvasta voimme todeta, että ruoho- ja heinäkorven puuston pituuskehitys yltää pituusboniteettiin 28, joka on OMT:n ylärajoilla. Varsinaisen korven kuusitaimikkojen kehitys vastaa suurin piirtein



pituusboniteettia 26, joka on OMT:n alarajoilla.

Kuvasta 16 toteamme edelleen, että sara-rämeiden mäntytaimikoiden tähänastinen pituuskehitys vastaa pituusboniteettia 23 eli on VT:n keskiarvoa vähän alempana, varpurämeiden pituuskehitys näyttää yltävän pituusboniteettiin 22, joka on VT:n alarajoilla, mutta kuitenkin selvästi CT:n yläpuolella.

Etelä-Suomessa pituuskehityksen kuvaajat kilpailevat siis tasaväkisesti viljavuudeltaan vastaavina pidettyjen kangasmaametsiköiden kanssa. Pohjois-Suomessa ojitusalueelta peräisin olevat luvut näyttävät ylivoimaisilta, mutta vertailu on siellä vaikeaa, koska vertailuaineistoa kangasmailta on niukasti, eivätkä nekään luvut, joita on käytössä liene tähän vertailuun sopivia.

Läpimitan kehityksestä on syytä todeta, että Etelä-Suomen aineistossa vain karuimmat suotyypiryhmät ovat jääneet vielä alle 10 cm (d1.3), eli – kuten yleisesti katsotaan – ensimmäisen harvennuksen ajankohta on saavutettu. Myös Pohjois-Suomessa sara-rämeillä ollaan lähellä tätä rajaa. Kuusitaimikoiden kehitys on aluksi verhopuustojen alla hidasta, eivätkä ne vielä pohjoisessa ole näin ollen ehtineet ensiharvennusvaiheeseen.

Kaiken kaikkiaan ojitetut suot näyttävät tämän tutkimuksen mukaan erinomaisilta kasvupaikoilta. Puustojen kehitys on ensimmäisen neljännesvuosisadan aikana ollut kangasmaiden veroista vaihdellen viljavuudesta riippuen OMT-kuusikoista CT-männiköihin.

42. Kasvun alueellisuus

Tässä tutkimuksessa kävi selvästi ilmi, että lämpösomma (dd°C) selitti puuston tilavuus- ja kasvutunnusten alueellista vaihtelua hyvin. Tulos ei tietysti enää ole uusi (Heikurainen ja Seppälä 1965, Heikurainen ja Seppälä 1973, Laine ja Starr 1979). Tämänkin aineiston pohjalta on jo aikaisemmin voitu esittää pituuden ja pituuskasvun riippuvuutta lämpösommasta (Heikurainen 1977) ja eräissä muissa ojitusalueiden taimistojen kehitystä koskevissa selvityksissä lämpösomma on osoittautunut erääksi tärkeimmistä kasvun selittäjistä (Heikurainen ja Laine 1976). Voidaan siis yhteenvedon omaisesti todeta, että lämpösomma on ojitusalueiden puustoissa,

sekä taimistoissa että varttuneissa metsissä, osoittautunut erinomaisesti puuston kasvun selittäjäksi – viljavuuden ohella luonnollisesti.

Myös kangasmetsien kasvua ja tuotosta on Suomessa tarkasteltu lämpösomman tai jonkin muun klimatologisen muuttujan valossa. Tulokset ovat olleet pääpiirteissään samankaltaisia (esim. Koivisto 1970, Alho 1972 ja Kuusela 1977). Yhtenäisen koko maata käsitävän kasvupaikkaluokituksen puuttuminen kangasmailta vaikeuttaa kuitenkin siellä tämäntäpäisiä selvityksiä.

Kuusen ja männyn ero suhteessa lämpösommaan tai johonkin sen kanssa korrelaatioissa olevaan tekijään on myös pohtimisen arvoinen. Tässä työssä osoittautui kaikkien tilavuus- ja kasvutunnusten kohdalla lämpösomman vaikutus kuusitaimistoissa suoravaiheiseksi, mäntytaimistoissa sen sijaan kuvaajat oli syytä piirtää käyriksi, jopa esim. pituuskasvun käyrä varsin jyrkästi kaartuvaksi. Sama tulos on saatu aikaisemmin varttuneiden ojitusaluepuustojen suhtautumisessa lämpösommaan, kuusikoiden regressio on suora, männiköiden käyrä (Laine ja Starr 1979). Karujen rämeiden mäntytaimikoista on saatu samanlainen tulos (Heikurainen ja Laine 1976).

Kuusen ja männyn erilainen suhtautuminen lämpösommaan on mielestäni edellä viitatuissa tutkimuksissa siinä määrin varmasti todettu, että on syytä etsiä selitystä. Kirjoittajan käsityksen mukaan kysymyksessä saattaa olla männyn geneettisten ominaisuuksien vaikutus, ehkä männyn kontinentaalisen ilmastonsuosiminen. Mereisyyden lisääntyminen rinnan lämpösomman kasvun kanssa etelärannikolla vaikuttaa männyn kasvuun haitallisesti. Kuuselle ei mereisyyden lisääntyminen sen sijaan ole haitaksi. Lähellä on myös ajatus, että männyn optimilämpösomma on lähellä maamme maksimia, mutta kuusen optimilämpösomma on selvästi suurempi.

43. Kasvualustan viljavuus

Kasvualustan viljavuus ja laajasti ottaen siihen liittyvä kuivatusteho selittivät taimistojen tilavuus- ja kasvutunnuksia joltisenkin hyvin. Molempien kasvualustatunnusten arviointi jäi työn luonteesta johtuen jossakin

määrin ekstensiiviseksi, joten kovin yksityiskohtaiseen tarkasteluun ei ollut aihetta. Voit n kuitenkin todeta, että alkuperäisen suotyypin vaikutus näkyi edelleen selvänä huolimatta esim. lannoituksista. Esim. sararämeiden ja varpurämeiden ero kaikissa puustotunnuksissa oli selvä sararämeiden hyväksi, samoin ruoho- ja heinäkorprien paremmuus varsinaisiin korpiin verrattuna. Viime mainittu ero tosin hämärtyi pohjoisessa, jossa koivun kilpailu kuusen kanssa nimenomaan viljavilla korpisoilla johtaa kuusen vaikeuksiin (vrt. Heikurainen 1959, s. 27–30).

Edellä (s. 297) kiinnitettiin jo huomiota nevojen ja toisaalta viljelyheittojen yllättävän hyviin tuloksiin. Aineisto on tosin pieni, edellisiä yhteensä 10 jälkimmäisiä 14 koealaa, joten kovin pitkälle meneviin johtopäätöksiin ei varmaan ole aihetta. Luulisin kuitenkin, että nyt saatujen tulosten perusteella on aihetta uudelleen harkita avosoiden ojituskiltoa, kuten jo edellä oli puhe (s. 312). Tämän aineiston antamat tulokset yhdessä muissa tutkimuksissa kertyneiden avosoiden metsitys- ja metsänkasvutulosten kanssa rohkaisevat viljavien ja kohtalaisen viljavien avosoiden ojitamiseen metsänkasvua varten (vrt. Heikurainen 1959).

Ehkä yllättäviä ovat myös viljelyheittojen onnistuneet metsitykset. En kuitenkaan rohkene väittää, että tutkittavaksi sattuneet tapaukset olisivat edustavia. On mahdollista, että suometsäkilpailussa oli mukana runsaasti viljelyheitoille perustettuja taimikoita, jotka eivät joutuneet tämän selvityksen piiriin, koska niiden metsitykset onnistuivat huonosti, osaksi samaa on todettava myös edellä "ylistetyistä" nevojen tuloksista.

Viljavuuden käsitteeseen laajemmassa mielessä kuuluu myös kuivatusaste. Itse asiassa maan viljavuus soilla on vain potentiaalista niin kauan kuin liika vesi eli hapen puute ja yleensä kaasujen vaihdon puutteellisuus rajoittavat puuston kasvua. Kuten tiedetään monista selvityksistä (esim. Paavilainen 1967, Lähde 1969, Heikurainen 1971) optimikuivatukseen päästään käytännön metsäojitustyössä vain harvoin, yleensä kuivatus on enemmän tai vähemmän vajaa. Näin on asia myös nyt käsitellyssä aineistossa. Tällöin on myös ymmärrettävää, että ne verrattain pienet kuivatustehon erot, joita aineistossa oli, näkyivät sekä tilavuus- että kasvuluvuissa. Sivutuotteena selvisi jälleen se tosiasia, että

ojat madaltuvat ajan myötä, nyt saatiin mataloitumisen nopeudeksi runsas senttimetri vuotta kohden.

Lopuksi todettakoon vielä, että metsäojitusboniteetti eli viljavuuden ja lämpösoman tulo, selitti kasvun, erityisesti pituuskasvun vaihtelua koko maassa ja eri suotyypeillä yksikäsitteisesti. Lannoituksen vaikutus näkyi tässä regressiossa selvänä niin kauan kuin lannoitusvaikutus kesti, mutta lakkasi näkyvästä samalla kun lannoitusvaikutus loppui.

44. Metsänhoidolliset näkökohdat

Keskimäärin tutkitut taimistot olivat jonkin verran ylitieheitä, hajonta oli kuitenkin varsin suurta. Tutkimus näyttää viittaavan siihen, että ylitieheys aiheuttaa sekä kuusi- että mäntytaimistoissa puuston tilavuuden ja tilavuuskasvun pienenemistä, tosin ylitieheyden tällaisissa tapauksissa tulee olla erittäin suuri, yli 5000 kpl/ha. Pituuskasvun alenemista näyttäisi tapahtuvan maan eteläpuoliskossa sekä kuusi- että mäntytaimikoissa, jos tiheys on liian suuri. Sen sijaan pohjoisessa ei tällainen ylitieheys vielä vaikuta ainakaan pituuskasvua pienentävästi. Kysymys on ilmeisesti taimiston kehitysvaiheesta, joka on etelässä jo ehtinyt tiheiköissä riukuuntumiseen, pohjoisessa ei ylitieheys vielä 25 vuoden iässä haittaa. Sädekasvuun ylitieheys näyttää vaikuttavan haitallisimmin. Tiheyden kasvaminen 2500:sta esim. 5000:een pienensi vuotuista sädekasvua erittäin tuntuvasti.

Tämän selvityksen varassa on tietysti liian rohkeaa ryhtyä kaavilemaan kasvatustiheyttä koskevia ohjeita. Tuloksista saa kuitenkin vaikutelman, että taimistojen harventamisella ei ole kiire ennen kuin taimistot ovat ehtineet 20–30 vuoden ikään, jolloin niissä alkaa jo olla myös myyntikelpoisia puita. Etelässä ja viljavilla kasvualustoilla 20 vuotta voi olla rajana, pohjoisessa ja karuilla mailla 30 vuotta ehkä enemmänkin. Nämä suositukset, jos ne sellaisina halutaan ymmärtää, johtavat ensiharvennuksen lykkäämiseen ehkä viidellä – kymmenellä vuodella verrattuna nykyisiin kangasmaiden suosituksiin (Metsähallitus, No, Mh. 307–309, 1981).

Koivusekoituksen vaikutus kuusitaimikoissa on selvä joskaan ei kovin voimakas. Kaikki

kuusen kasvutunnukset ovat taimikossa, jossa koivua on vain niukalti (<500 kpl/ha) suurempia kuin sellaisessa kuusikossa, jossa koivua on runsaasti. Näyttäisi siis aiheelliselta pitää koivun osuus kuusitaimikoissa verrattain alhaisena. En silti tässä yhteydessä halua kieltää koivun hyviä biologisia ominaisuuksia. Edellä mainitut 500 kpl/ha merkitsee n. 20 % runkoluvusta, tätä suurempi osuus saattaa jo merkittävästi haitata kuusitaimikon kehitystä.

Koivun esiintyminen mäntytaimikoissa osoittautui erilaiseksi etelässä ja pohjoisessa. Etelä- ja Keski-Suomessakin koivu osoittautui mäntytaimistossa pahaksi kilpailijaksi. Männyn kaikkien tilavuus- ja kasvutunnusten lukuarvot olivat pinempää niillä koealoilla, joissa koivua oli sekapuuna runsaasti (>500 kpl/ha), kuin koealoilla, joissa koivua oli vain vähän tai ei ollenkaan. Erityisesti sädekasvu näytti kärsivän runsaasta koivusekoituksesta. Pohjois-Suomessa sen sijaan runsaskin koivusekoitus sopi männyn kanssa hyvin yhteen. Kaikki männyn tilavuus- ja kasvutunnukset olivat runsaasti koivua kasvavilla koealoilla suurempia kuin puhtailla tai melkein puhtailla mäntykoealoilla. Näyttää aivan ilmeiseltä, että pohjoisessa koivu ei haittaa männyn kehitystä, pikemminkin se näyttäisi stimuloivan sitä.

Männyn ja koivun kilpailuasetelman muuttuminen etelästä pohjoiseen siirryttäessä on tullut esille muussakin yhteydessä, kuten edellä (s. 302) on jo viitattu. Tämän mielenkiintoisen tuloksen syy-yhteydet eivät ole tämän kirjoittajalle vielä täysin selvinneet. Olisin kuitenkin halukas olettamaan, että pohjoisessa riittää valoa männulle koivujen varjostuksessakin, etelässä sen sijaan valoa vaativa mänty kärsii koivun varjostuksesta. Auringonpaistetuntien määrä on kesällä pohjoisessa huomattavasti suurempi kuin etelässä (esim. Alho 1972).

Käytännön metsänhoidossa saattaisi erilainen suhtautuminen koivuun etelässä ja pohjoisessa olla paikallaan. Pohjoisessa olisi aiheellista suosia voimakastakin koivusekoitusta mäntytaimikoissa ja ilmeisesti varttuneissa männiköissäkin, kun taas etelässä – jo Keski-Suomesta alkaen – koivusekoitus on pidettävä varsin pienenä (<20 % puuluvusta). Puhun tietysti jälleen vain ojitusalueista, mutta en näe syytä, miksi ajatusta ei voisi viedä kangasmaillekin.

Kuusitaimistot on kasvatettava yleensä aina verhopuuston alla, näin erityisesti turvemailla. Vuoden 1974 mittauksissa, jolloin kuusitaimikkojen keskipituus eteläpuoliskossa maata oli 5–6 m, valtaosa taimikoista oli vielä verhopuustojen alla, nyt 1980, jolloin keskipituus on n. 8, on valtaosa jo vapautettu verhopuustoista. Pohjoisessa, jossa keskipituus on vasta 3–5 m, on melkoinen osa taimikoista vielä verhopuustojen alla.

Aikaisemmassa inventoinnissa osoittautui, että verhopuustot olivat hidastaneet taimistojen kasvua, mutta toisaalta niiden liian aikainen poistaminen oli lisännyt hallavaurioita. Tässä mittauksessa on havaittavissa sama tulos. Verhopuusto on pienentänyt taimien kasvua, erityisen selvänä tämä näkyy sädekasvuun. Verrattuna aikaisemman jakson sädekasvuun on kurjistuminen nyt jo selvästi nähtävissä. Tämä osoittaa, että on perusteetonta odottaa kuusikon tunkeutumista läpi verhopuuston. Verhopuusto on sopivaan aikaan poistettava. Mikä on sopiva aika, siihen ei tämän tutkimuksen aineisto anna varmaa vastausta. Päättellen siitä, että kuusitaimikoiden kehitys on ollut normaali ja toisaalta siitä, että verhopuustot on pääosin – eteläpuoliskossa – poistettu n. 5 vuotta sitten, saattaisi sopivaksi ajankohdaksi olettaa sitä taimiston vaihetta, jolloin keskipituus on n. 4–6 m. Tiedän, että kangasmailla suositellaan verhopuuston poistamista paljon aikaisemmin, mutta turvemailla mikrokliima onkin toinen.

Ylispuiden vaikutus mäntytaimikoissa on samankaltainen kuin verhopuiden kuusitaimikoissa. Etenkin maan eteläpuoliskossa ylispuiden vaikutus on selvästi haitallinen. Pohjoisessa se ei ainakaan taimiston kehityksen tässä vaiheessa, jolloin pituus on 4–5 m, haitannut taimiston kehitystä. Olisiko jälleen kyse "pitkän päivän" eduista? Olisin taipuvainen tähän viittaavaan selitysyrittäykseen.

Alikasvoksen mahdollisia vaikutuksia etsittäessä todettiin, ettei alikasvoksella, joka pääasiassa oli koivuvesaa, ollut mitään vaikutusta tilavuus- eikä kasvutunnuksiin. Sekä mänty- että kuusitaimikoissa alikasvoksesta ei näyttänyt olevan enempää hyötyä kuin haittaakaan. Moitteettomaan metsänhoitoon katsotaan usein kuuluvan myös alikasvoksen raivaaminen. Tämän tutkimuksen antamien viitteiden perusteella alikasvos voisi jäädä raivaamatta.

45. Tuhot

Kuusitaimikkojen tuhoista vain hallavaurio todettiin yleiseksi ja vakavaksi. Kuten ennestäänkin tiedetään, hallavaurioita esiintyy yleisemmin etelässä kuin pohjoisessa (Multamäki 1942). Myös tämän tutkimuksen mukaan on näin. Pohjoisessa hallavauriot olivat kovin vähäisiä. Tämä tosiasia voitaneen tulkita myös niin, että pohjoisessa verhopuustot eivät ole yhtä välttämättömiä kuin etelässä ja että ne voidaan siellä poistaa aikaisemmin kuin edellä suositeltiin.

Verhopuuston puuttuminen on lisännyt hallavaurioita erityisesti etelässä. Tässä selvityksessä maan eteläpuoliskon taimistot olivat jo suurelta osin vapautettu verhopuustoista ja olivat toisaalta jo ehtineet kasvaa niin pitkiksi, ettei hallan niitä enää pitäisi saavuttaa, mutta siitä huolimatta verhopuustojen liian aikaisen poistamisen vaikutus näkyi selvänä jopa tilavuustunnustenkin kohdalla.

Hallavaurioiden vaikutus näkyy tämän tutkimuksen mukaan pääasiassa pituuskasvun heikkenemisenä, sen sijaan sädekasvuun se ei vaikuta. Toisaalla osoittautui, että kuusen toipuminen hallavaurioista on hyvä, samaan tulokseen on tultu aikaisemmissakin selvityksissä (Multamäki 1942).

Kasvuhäiriötä, jonka varma erottaminen hallavauriosta oli vaikeaa, esiintyi tämän tutkimuksen kuusitaimikoissa varsin harvoin. Lannoitus, etenkin ylilannoitus näyttää kuusitaimikoissakin aiheuttavan kasvuhäiriöitä. Mäntytaimikot olivat huomattavasti yleisemmän kasvuhäiriön vaivaamia. Mitenkään yleisinä ei kasvuhäiriöitä voida pitää, vain noin kymmenellä prosentilla tapauksista näkyi siihen viittaavia merkkejä. Yleensä mäntytaimikoidenkin kasvuhäiriötapaukset olivat lieviä.

Lannoitus lisäsi kasvuhäiriötapausten määrää ja vakavuuden astetta. Erityisesti se näkyi tässä selvityksessä ns. vanhan lannoituksen vaikutuksena. Liian voimakkaasti lannoitetut taimikot kärsivät kasvuhäiriöistä jonkin verran vieläkin, vaikka lannoituksesta on kulunut jo 13–15 vuotta. Jatkolannoitus, joka tehtiin 10 vuotta sitten ja joka oli PK-lannoitus, ei ollut lisännyt kasvuhäiriöitä samentavasti.

Tässäkin tutkimuksessa osoittautui, että viljelyheitot ja sararämeet ovat alttiimpia kasvuhäiriöille kuin varpurämeet. Avosoilla ei, vastoin ennakkokäsityksiä, juurikaan

esiintynyt kasvuhäiriöitä, mutta aineisto ei tältä osin riitä yleistykseen (vrt. Kolari 1979).

Kasvuhäiriöiden vaikutus kasvuun oli nähtävissä vain pituuskasvussa, tilavuustunnuksiin sillä ei ainakaan tässä tutkimuksessa osoittautunut olevan vaikutusta. Sädekasvuun sen vaikutus oli peräti sitä lisäävä. Tämän tutkimuksen taimikoissa kasvuhäiriö osoittautui yleensä tilapäiseksi, sen vauriot näyttävät useimmiten korjautuvan parissa vuodessa.

Hirvituhoja ajatellen tutkitut taimistot ovat jo pahimman vaiheen sivuuttaneet ainakin maan eteläpuoliskossa, jossa hirvituhot yleensä ovat yleisempiä kuin pohjoisessa. Ne tutkimustulokset, joiden mukaan etenkin N- ja P-lisäykset lisäävät myös hirvituhoja, saavat kuitenkin vahvistusta tässä tutkimuksessa (vrt. Laine ja Mannerkoski 1980 ja Turtinen 1982). Tämä on sikäli ehkä erityisen merkittävää, että lannoitus oli PK-lannoitusta ja se tapahtui jo 10 vuotta sitten. Kovin selvä ei tuo vaikutus tosin enää ollut, pari kolme vuotta lannoituksen jälkeen sen "houkutusvaikutus" oli ollut voimakkaampi.

Koivun määrä mäntytaimikoissa näyttää selvästi vaikuttavan hirvituhoihin. Runsaasti koivua sisältävissä taimistoissa hirvituhot ovat selvästi yleisempiä ja vakavampia kuin taimikoissa, joissa koivua on vähän. Tosin koivujen runsaus on jossakin määrin sidoksissa viljavuuteen (vrt. s. 311) ja voisi kuvitella, että primaaritekijä ei olisi koivu, vaan yleensä rehevyys. Se seikka puolestaan, että alikasvoksen määrä ei vaikuttanut hirvituhoihin mitenkään, viittaa siihen, että rehevyys ei olisi primaarinen selittäjä vaan koivujen esiintyminen sellaisenaan.

46. Lannoituskokemuksia

Positiivisesti yllättävää on tämän tutkimuksen lannoitustuloksissa se, että lannoitetujen koealojen kaikki tilavuus- ja kasvutunnukset ovat suurempia kuin lannoittamattomien, vaikka lannoituksesta nyt on kulunut 12–16 vuotta. Tämä tulos näyttäisi puoltavan ojitusaluiden taimistojen ns. jatkolannoitusta eli lannoitusta metsitys-lannoituksen vaikutuksen loputtua.

Erittäin voimakas lannoitus, jolla tässä tarkoitetaan ylisuuria annoksia ja typen mukanaoloa, aiheuttaa kuitenkin kuusitaimikoissa

hallavaurioiden ja mäntytaimikoissa hirvituhojen ja kasvuhäiriöiden lisääntymistä. Nämä haittavaikutukset eivät kuitenkaan vaivaa pitkään elleivät ne ole erityisen vakavia. Muutamassa vuodessa vauriot korjautuvat jopa niin, että aluksi häiriöitä aiheuttanut lannoitus johtaa parempaan kasvuun kuin ns. normaalilannoitus. Sanomallani en suinkaan halua kehottaa holtittomuuteen lannoituksessa.

Pettymykseksi lienee tulkittava lisälannoituksen antamat tulokset. Kymmenen vuotta sitten annettu PK-lannoituksen vaikutus osoittautui varsin lyhytaikaiseksi ja muutenkin kyseenalaiseksi. Yritettäessä löytää selitystä tähän näytti ensinnäkin siltä, että viljavimmilla soilla ei lannoitus tässä vaiheessa anna tulosta ja toiseksi typpiköyhillä soilla

pelkkä PK-lannoitus ei saa aikaan mitään kasvureaktiota. Lisäksi lannoitetut puustot ovat tässä tarkastelussa sellaisessa kehityksensä vaiheessa, jolloin lannoitusvaikutusten analysointi on vaikeaa.

Vanhan lannoituksen vaikutuksesta uuden PK-jatkolannoituksen reaktioihin voitiin kuitenkin päätellä, että ns. normaalilannoituksen tapauksissa jatkolannoitus oli saanut aikaan kasvunlisäyksiä, tosin vain suhteellisen pieniä. Selvimmin positiivinen tulos näkyi kohtalaisen viljavilla soilla. Ylilannoitettujen ryhmässä jatkolannoitus oli mieluummin pahentanut tilannetta, etenkin pituuskasvu oli kärsinyt. Tuhoja koskevien selvitysten mukaan syynä tähän saattaa olla jatkolannoituksen sekä hallatuhoja että hirvituhoja ehkä kasvuhäiriöitäkin lievästi lisäävä vaikutus.

KIRJALLISUUTTA – REFERENCES

- ALHO, P. 1972. Pohjois-Pohjanmaan metsien tuotantobiologiset edellytykset. Summary: Qualifications of the North Ostrobothnian forests from the viewpoint of production biology. Nordia, tiedonantoja 1972 N. 2.
- HEIKKILÄ, H. 1981. Mäntytaimikoiden kasvusta turvemaidella. Vuosina 1964–68 toimeenpannun suomensäkilpailun kilpailuruuduista valittujen kesto-koealojen valossa. Käsikirjoite Helsingin yliopiston Suomensäätieteen laitoksella (Laudaturtyö).
- HEIKURAINEN, L. 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland. Acta For. Fenn. 69(1).
- 1970. Suomensäkilpailun tutkimustuloksia. Kansallis-Osake-Pankin Kuukausikatsaus, 1970, 5.
- 1971. Pohjavesipinta ja sen mittaaminen ojitetuilla soilla. Summary: Ground water table in drained peat soils and its measurement. Acta For. Fenn. 113.
- 1973. Soiden metsänkasvatuskelpoisuuden laskentamenetelmä. Summary: A method for calculation of the suitability of peatlands for forest drainage. Acta For. Fenn. 131.
- 1975. Suomensäkilpailun koealojen tuloksia. Kansallis-Osake-Pankin Kuukausikatsaus, 1975, 4–5.
- 1977. Ojitettujen soiden taimistot Suomensäkilpailun (1964–68) koealojen valossa. Kansallis-Osake-Pankin Taloudellinen katsaus, n:o 2, 1977.
- 1980. Kuivatuksen tila ja puusto 20 vuotta vanhoilla ojitusalueilla. Summary: Drainage condition and tree stand on peatlands drained 20 years ago. Acta For. Fenn. 167.
- & Laine, J. 1976. Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimistojen kehitykseen rämeillä. Summary: Effect of fertilization, drainage and temperature conditions on the development of planted and natural seedlings on pine swamps. Acta For. Fenn. 150.
- & OUNI, J. 1970. Turvemaiden taimistojen pituuskasvusta. Vuosina 1964–68 toimeenpannun suomensäkilpailun tutkimustuloksia. Summary: On the height growth of seedling stands growing on peatland. Silva Fenn. 4: 119–141.
- & SEPPÄLÄ, K. 1965. Regionality in stand increment and its dependence on the temperature factor on drained swamps. Acta For. Fenn. 78.
- & SEPPÄLÄ, K. 1973. Ojitusaluiden puuston kasvun jatkumisesta ja alueellisuudesta. Summary: Regionality and continuity of stand growth in old forest drainage areas. Acta For. Fenn. 132.
- HILTUNEN, J. 1981. Kuusitaimistojen kasvusta turvemaidella. Suomensäkilpailun (1964–68) koealoista valittujen taimistojen jatkokehityksen valossa. Käsikirjoite Helsingin yliopiston Suomensäätieteen laitoksella (Laudaturtyö).
- ILVESSALO, Y. 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. Commun. Inst. For. Fenn. 47(1).
- 1965. Metsänarvioiminen. WSOY, Porvoo-Helsinki.
- KOIVISTO, P. 1959. Kasvu- ja tuototaulukoita. Summary: Growth and yield tables. Commun. Inst. For. Fenn. 51(8).
- 1970. Regionality of forest growth in Finland. Seloste: Metsän kasvun alueellisuus Suomessa. Commun. Inst. For. Fenn. 70(3).
- KOLARI, K. K. 1979. Hivenravinteiden puute metsä-

- puilla ja männyn kasvuhäiriöilmio Suomessa – kirjallisuuskatsaus. Abstract: Micro-nutrient deficiency in forest trees and dieback of Scots pine in Finland – a review. *Folia For.* 389.
- KUUSELA, K. 1977. Suomen metsien kasvu ja puutarvalajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970–76. Summary: Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970–76. *Folia For.* 320.
- LAINEN, J. & MANNERKOSKI, H. 1980. Lannoituksen vaikutus mäntytaimikoiden kasvuun ja hirvituhoihin karuilla ojitetuilla nevoilla. Summary: Effect of fertilization on tree growth and elk damage in young Scots pine stands planted on drained nutrient poor open bogs. *Acta For. Fenn.* 166.
- & STARR, M. R. 1979. An analysis of the post-drainage stand increment in relation to the peatland site type classification in Finland. Proc. of the Int. Symp. Hyttälä, Finland, 1979. Int. Peat Society.
- LOHI, L. 1977. Ojitettujen turvemaiden kuusi- ja mäntytaimistojen kasvusta ja laadusta. Käsikirjoite Helsingin yliopiston Suometsätieteen laitoksella (Laudaturtyö).
- LUKKALA, O. J. 1951. Kokemuksia Jaakkoinen koe- ojitusalueelta. Summary: Experiences from Jaakkoinen experimental drainage area. *Commun. Inst. For. Fenn.* 39(6).
- LÄHDE, E. 1969. Biological activity in some natural and drained peat soils with special references to oxidation-reduction conditions. *Acta For. Fenn.* 94.
- Metsähallitus, No Mh. 307–309, 1981. Ohjekirje metsien käsittelystä.
- MULTAMÄKI, S. E. 1942. Kuusen taimien palettuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. Referat: Das Erfrieren der Fichtenpflanzen in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore. *Acta For. Fenn.* 51.1.
- PAAVILAINEN, E. 1967. Männyn juuriston suhteesta turpeen ilmatilaan. Summary: Relationships between the root system of Scots pine and the air content of peat. *Commun. Inst. For. Fenn.* 63(6).
- RISSANEN, K. 1975. Kuusen ja männyn taimistojen kasvusta turvemaidella. Käsikirjoite Helsingin yliopiston Suometsätieteen laitoksella (Laudaturtyö).
- SEPPÄLÄ, K. 1969. Kuusen ja männyn kasvun kehitys ojitetuilla turvemaidella. Summary: Post-drainage growth rate of Norway spruce and Scots pine on peat. *Acta For. Fenn.* 93.
- TIMONEN, E. 1982. Havaintoja auringon- ja kaivurioiden mitoista ja kunnosta. Käsikirjoite Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksella.
- TURTINEN, E. 1982. Hajalannoituksen vaikutus istutustaimikon kehitykseen ja hirvituhoihin rämeellä. Käsikirjoite Helsingin yliopiston Suometsätieteen laitoksella (Laudaturtyö).
- VEIJALAINEN, H. 1978. Metsäpuiden latvakadon esiintymisestä Suomessa. Summary: Occurrence of the die-back of forest trees in Finland. *Metsäntutkimuslaitos. Suontutkimusosaston tiedonantoja* 1/1978.
- VUOKILA, Y. & VÄLIAHO, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatustavat. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 99(2).

SUMMARY

DEVELOPMENT OF SEEDLING STANDS ON DRAINED PEATLANDS

Introduction and the material

The material comprising this survey consists of 180 sample plots, half of which are spruce (*Picea abies*) and half pine (*Pinus sylvestris*) stands distributed fairly evenly from Finland's southern coast to the Polar Circle (cf. fig. 1, p. 289). The age of trees at the time of the survey was 25 + 2 years. The bulk of stands were naturally established.

The sample plots under study are part of a seedling stand programme arranged by Kansallis-Osake-Pankki and Central Forestry Board Tapio. The aim of this programme was to enable farmers to get the largest height growth of pine and spruce seedlings in the years 1964–68. The author carried out an inspection of the sites in autumn 1968 and at the same time recorded observations and measurements from these areas. Sample plots from that initial survey were selected using the following criteria; location, accessibility and even distribution with location being the most important selecting factor.

These original competition areas, at least 0.25 ha in size, were divided in two equal parts, one of which was fertilized (44 kg P and 83 kg K per hectare) in the spring of 1969 (cf. fig. 2, p. 290).

Sample plots were investigated after establishing in 1968, 1974 and 1980. Measurements concerning the development of seedlings were taken throughout a 25 year period, together with the influence of growing factors, such as climate (accumulated temperature sum, threshold +5°C), fertility (the peatland site type, cf. Heikurainen 1973), drainage intensity acquired (the depth and the distance of ditches), silvicultural factors (the density of the stand, the occurrence of birch, the amount of emergent trees and shelter woods), and growth retarding factors (frost damage, growth disturbances and elk damages).

It was also possible to survey some effects of fertilizing: throughout the experimental programme (1964–68) irregular and uneven fertilizing treatments were performed

by the land owners. Thus it was necessary to employ a broad classification: no fertilizing (0), normal seedling fertilization, usually PK, (1) and heavy fertilizing, about 500 kg/ha NPK-fertilizer (2). In 1969 a repeated fertilizing programme (PK) was performed.

Regionality

In Finland, where the climatological variation from the south to the north ranges from the moderate broad-leaved forest zone to the tundra or, in terms of accumulated temperature sum, from 1350 to 400 dd.°C, the regional temperature conditions are of great importance as growth factor. The accumulated temperature sum, described above, has proved to be the best climatological factor in explaining the variation in tree growth (Heikurainen and Seppälä 1965 and 1973, Koivisto 1970, Laine and Starr 1979).

In this survey, the accumulated temperature sum is shown to be a very reliable factor when explaining the volume of stands (cf. fig. 3), the volume increment (cf. fig. 4) and the height growth (cf. fig. 5 and 6). The dependence of stand factors on the temperature sum is represented by $y = a + bx$ for spruce, and by $y = a + bx + cx^2$ for pine. A similar result from more mature stands was found earlier by Laine and Starr (1979). An explanation for the different reaction of spruce and pine to the temperature sum is probably sought from the different requirements of these two tree species to the maritimity and continentality features of the climate. It is also possible that Scots pine has its optimum temperature conditions close to the highest temperature sum in Finland whilst that of Norway spruce is to the south of the country.

The influence of fertility

The volume and height increment of different site types is seen in table 4 (p. 296). Among the spruce sample plots, a clear difference between fertile and mesotrophic spruce mire types in South Finland is visible. In North Finland, the poor silvicultural condition of seedling stands on fertile spruce mire types is the reason why the volume and the height increment of that site type shows a smaller value than on the mesotrophic spruce mire types. Differences between mesotrophic and oligotrophic pine mires are clear in sample plots for both regional groups.

The number of sample plots for the other site type groups are too few to draw any definite conclusions, but it may be worth mentioning that the stand figures for old agricultural fields and open mires are surprisingly high.

The concept of site quality (bo) was used as a factor describing the fertility of the site. The formula $bo = v_1 \times a_1$ is derived, where v_1 = fertility index, describing the edaphic fertility of the soil and a_1 = regionality index, describing the climatological growing conditions (cf. Heikurainen 1973). The clear dependence of many stand characteristics on the site quality figure was calculated in this survey.

Figure 7 (p. 298) shows the height growth as a function of site quality, as calculated from the material recorded in 1974 and 1980, and both classified according to fertilized (L) and nonfertilized (E) groups (according to the fertilizing treatment of 1969). The study reveals that the site quality concept explains well the growth of the stand. Furthermore, the 1974 material shows that fertilized and nonfertilized plots clearly differ from each other. The height growth of spruce on fertilized sample plots is approximately 4 cm higher compared to those which are nonfertilized, corresponding results on pine sample plots shows that an increase due to fertilizing is fulfilled only in areas with a high bonity value; on poor sites there is no apparent response of fertilizing. Similar functions were achieved when treating the 1980 material, although the effect of fertilizing was no longer visible 8–11 years after the application.

When considering the influence of soil fertility, and especially the concept of site quality on the growth of seedlings and young tree stands on drained peat soils, we can conclude that it is of the highest importance. Of course, such a result has been reported earlier (cf. for inst. Heikurainen 1959, Laine and Starr 1979).

The influence of drainage intensity

The intensity of drainage was estimated using an index calculated on the basis of ditch depth, condition and the distance from the ditch to the centre of the sample plots (see the formula on p. 298). The index figures were classified into three groups: excellent (I), good (II) and moderate (III). In general, the drainage intensity of the sample plots was good, the possible inclusion of group weak (IV) was unnecessary. From table 5 (p. 299) it is to be seen that all stand characteristics in group I+II are higher than in the group III. Due to the large variation in the material, the differences did not attain the level of significance, except for the differences in former diameter growth.

Measures were taken to record the changes in the drainage intensity between the investigation periods (1974 and 1980). The results are presented in the figure 8 (p. 299). The decreasing depth in ditches was 5 cm for spruce site types and 8 cm for pine.

The influence of silvicultural related factors

According to the correlation matrix, the high degree of density in seedling stands had a decreasing effect on the diameter growth, especially to the later diameter growth. The effect was similar for both tree species (cf. fig. 10, p. 301). This distinct decrease was in fact not recorded until for comparatively high density figures (>3000/ha). In addition, it was seen that the volume and volume increment were suffering from very high densities (>5000/ha) (cf. fig. 9, p. 300).

Birch (*Betula pubescens*) occurs in different proportions in both spruce and pine stands. In spruce stands the increasing percentage of birch decreased the volume and volume increment of stands (cf. fig. 11). The height and radial increment were also smaller on stands where birch was more abundant than in stands of a small percentage of birch or on pure spruce stands (cf. the figures on p. 302).

In pine stands the presence of birch had a different influence in South and in North Finland. Table 6 (p. 302) illustrates that in the sample plots in the southern part of Finland where birch is common (>500 birches/ha) the increment figures are higher than in those plots where the birch proportion of the stand is low. In North Finland, however, the reverse seemed to be true. Figure 12 (p. 303) shows that South Finland, and particularly Central Finland, have lower increment figures the higher the birch percentage whilst in North Finland such pine stands exhibit a higher volume and increment figures.

The result that birch favours pine growth on drained peatlands in northern conditions but seriously restricts it in the south has previously been discussed (cf. Heikurainen 1959). In an attempt to explain this the author refers to the fact that the light conditions during the growing seasons are different in south and north, and that pine which is very light demanding, has sufficient light irrespective of the shelter from birch in northern regions, but suffers from the contrary in the south.

The detrimental effect of emergent trees to pine seedling stands is not only evident in the correlation matrix, but is distinctly shown in Table 7 (p. 304) especially in South Finland. Seedling stands in northern Finland are still fairly small and do not suffer to the same extent as in the south. It is postulated once again that the differing light conditions have an influencing role in this.

The influence of shelterwoods on spruce seedling stands appears to have two conflicting objectives. Firstly, it is necessary to grow young spruce saplings under the shelter formed mainly by birch as the spruce saplings are very sensitive to frost damages in the beginning of growing seasons. On the other hand, such shelterwoods have the effect of suppressing the young seedlings. The figures

presented on the page 304 prove that the existence of shelterwoods over the spruce seedling stand means a decrease in the volume and increment of pine stands, with the radial increment being particularly affected. In sites where the shelterwoods have been removed (no shelterwoods) all growth characteristics are higher (cf. also the figure 13, p. 305).

Both young spruce stands and pine stands on drained peatlands have on many occasions a more or less dense undergrowth, comprising largely of birch, and especially birch shoots, which have flourished after cutting of birch trees. According to results, there was no negative influence of this undergrowth either in spruce or in pine stands.

The influence of fertilizing

The old fertilizing, performed 1965–67, was very uneven. It was an uncontrolled treatment in quality and quantity, and applied by the farmers themselves. These treatments were questioned afterwards and classified as follows: no fertilizing (0), normal afforestation fertilizing (1) and surface fertilizing with NPK (2). 13–15 years after the treatment the influence of fertilizing is reflected in the volume and increment figures, again radial increment being the most pronounced (cf. the table 8 and figure 14 and 15 p. 306, 309). However, the variation was large owing to the uneven nature and distribution of the fertilizing, therefore it is not possible to draw further conclusion other than the fairly long response time (over 15 years).

The repeated fertilizing with PK in the spring of 1969 did not produce a greater response, although the response in the 1974 material was fairly noticeable (Lohi 1977). A slight increase in the increment figures was visible on moderate fertile site types in South Finland, especially on old fertilized sites 0, which incidentally was the first fertilizer application.

Growth retarding factors

In this survey only the abiotic damages viz. frost damages, growth disturbances and elk damages were investigated. Distinct and larger damages caused by insects or fungi were not recorded.

Frost damages were fairly common in spruce stands in South and Central Finland (cf. figures on p. 308). The absence of a shelterwood stand increased frost damages resulting in decreased volume and increment figures, height growth in particular is susceptible to frost damages (cf. figures on p. 309). Quite serious frost damages occurred between 1969–71 and also to some extent prior to this period as is described in figure 14 (p. 309). During

this period, it is evident that the height growth is not only less on fertilized sites compared to unfertilized sample plots but is also negatively correlated with the intensity of fertilizer application. An equally important observation is thus after this period the height growth recovered fairly soon, and that the radial growth did not reveal any detrimental effects (cf. fig. 14, p. 309).

Growth disturbances are recorded to some extent in spruce stands but to a much lesser extent than in pine stands. There was a clear correlation between the frequency of growth disturbances and the level of fertilizing. An index describing the frequency of growth disturbances was much higher for the old fertilizing group 2 than for group 1 and 0. Thus, overfertilizing appears to have favoured the occurrence of growth disturbances. The dependence of growth disturbances on the peatland site types was also clear. On original open mires growth disturbances were much more common than on forest covered peatlands.

The influence of growth disturbances on height growth was distinct (cf. figures on p. 310). The most serious damages occurring between 1968–71, and just after the heaviest fertilizer application. The damages experienced on fertilized sample plots were such that the height growth ceased at that time but again the recovering seemed to be surprisingly fast (cf. fig. 15, p. 309).

Elk damages occurred only in pine stands in South and Central Finland. In northern Finland the elk population is very thin. The presence of birch increased the frequency of damages (see figures on p. 311). However, the

percentage of birch also positively correlates with the fertility of the site, thereby making it difficult to ascertain whether the reason for increasing elk damage is the high percentage of birch or the high fertility of the site. Fertilization had a distinct increasing effect on damages, as investigated earlier according to the material collected in 1974 (Lohi 1977). This influence still remains in this inventory (cf. figures on p. 311).

Comparison with the seedling stands of mineral soils

Development and production of spruce and pine stands on different site types has been long established in Finland (for example Ilvessalo 1956, 1965, Koivisto 1959, Kuusela 1977, Vuokila and Väliaho 1980). In this survey, 25 year old seedling stands growing on drained peat soils were compared with the known production and development figures. Their volumes were compared with production figures for different forest types of corresponding age in South and North Finland (see figures on p. 312), and the development of height growth of spruce and pine seedling stands were compared with the height development of different height bonity class (the basic of 100 years) (see the figure 16, p. 312).

Comparisons indicated that the most fertile peatland site types are quite comparable with the most fertile mineral soil site types, and that it is possible to show for each peatland site type group the comparable mineral soil site type or height bonity class.

LIITE 1. Käytettyjen tunnusten luettelo APPENDIX 1. Abbreviations and English texts of some characteristics

- V, m³/ha (koko puusto) – volume of the entire stand, m³/ha
- V, m³/ha (pääpuul.) – volume of the main tree species, m³/ha
- Iv, m³/ha/v (koko p.) – volume increment of the entire stand, m³/ha · a
- Iv, m³/ha/v (pääpuul.) – volume increment of the main tree species, m³/ha · a
- d 1.3, cm – diameter at breast height, cm
- h, cm – height, cm
- Ir-75 – former radial increment
- Ir-80 – latter radial increment
- Ih, 1976–80, cm/v – height increment, 1976–80, cm/a
- Runkol. (koko p.) kpl/ha – number of stems (the entire stand) per ha
- Runkol. (pääpuul.) kpl/ha – number of stems (the main tree species) per ha
- Koaloja, kpl – number of sample plots
- Lämpösumma, dd°C – accumulated temperature sum (the threshold +5°C)
- Viljavuus – Fertility
- Kuivatusindeksi – Drainage index
- Hallatuhoindeksi – Index of frost damage
- Kasvuhäiriöindeksi – Index of growth disturbances
- Hirvituhoindeksi – Index of elk damage