

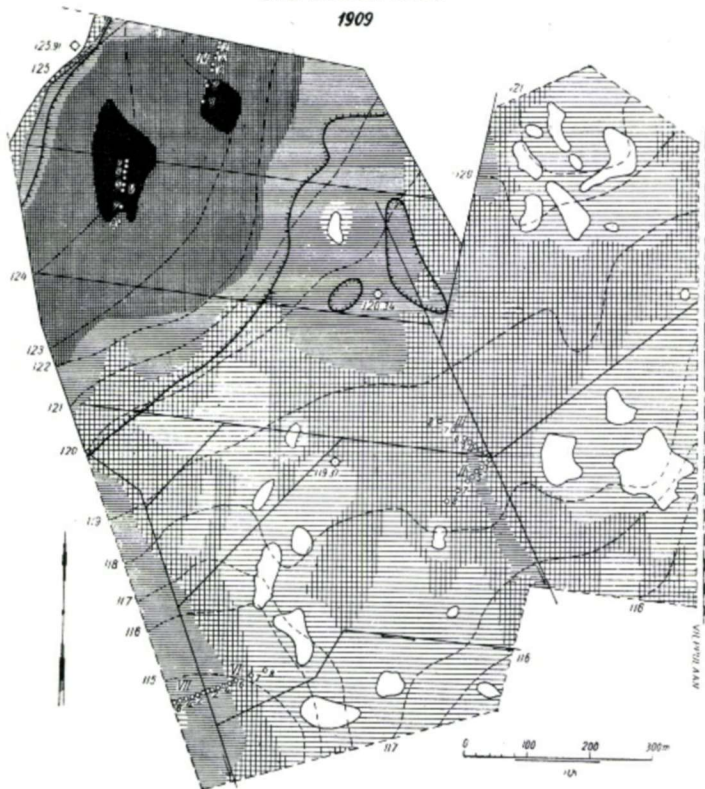
# METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 156

SUONTUTKIMUSOSASTO

ISBN 951-40-0952-5



## JAAKKOINSUO 1909



	SUON SYVYYS < 0,5 m	26,61 HA	28,4 %		KANGAS
	" " 0,5 - 1,0 "	32,85 "	35,2 "		KORKEUSKÄYRÄ M mpy
	" " 1,0 - 2,0 "	17,85 "	19,2 "		SUON ALA 5000 m SITTEN 20 % NYKKYISESTÄ
	" " 2,0 - 3,0 "	14,23 "	15,2 "		V.1909 KAIVETTUA OJIA
	" " 3,0+ "	1,85 "	2,0 "		SARJAN II PAINUMISPAALU no 8
	<b>YHTEENSÄ</b>	<b>93,39 HA</b>	<b>100,0 %</b>		

JAAKKOINSUON KOEJITUSALUE 75 VUOTTA

JAAKKOINSUO EXPERIMENTAL DRAINAGE AREA 75 YEARS

VANTAA 1984

Kansikuva: Lukkala (1951)

Kuva 2. Jaakkoin suon syvyys- ja kaltevuussuhteet. Suon ala 5000 vuotta sitten (26 % nykyisestä), v. 1909 kaivetut ojat sekä turvekerroksen painumista varten samana vuonna asetettujen painumispaalujen paikat näkyvät myös kartasta.

*Fig. 2. Depth of peat layer and gradient at Jaakkoin. Area of swamps 5000 years ago (26 % of the present). Ditches dug and poles placed in 1909 are also shown on the map.*

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 156

Suontutkimusosasto ISBN 951-40-0952-5

JAAKKOINSUON KOEJITUSALUE 75 VUOTTA

JAAKKOINSUO EXPERIMENTAL DRAINAGE AREA 75 YEARS

## SISÄLLYS

	Sivu
1. JOHDANTO .....	3
2. SUOTYYPIT JA OJITUKSEN VAIKUTUS	
PINTAKASVILLISUUTEEN .....	7
21. Luonnontilainen Jaakkoinsuo .....	7
22. Kasvillisuuden kehitys .....	9
221. Seurannan menetelmät .....	9
222. Karttakuvan muuttuminen .....	10
223. Kestokoealojen seurantaa .....	13
224. Päätelmiä .....	19
3. OJITUKSEN VAIKUTUS PUUSTON TUOTOKSEEN .....	22
4. HAKKUUKERTYMÄT .....	29
5. LASKELMIA OJITUKSEN YKSITYISTALOUEDELLISESTA KANNATTAVUUDESTA .....	31
51. Tutkimuskoealojen tuotos- ja poistumatiedot .....	31
52. Kustannukset ja tuotosten hinnoitteluperusteet .....	34
53. Tulokset .....	36
6. METSÄNHOIDON KOKEMUKSIA .....	40
61. Uudistaminen .....	40
62. Kasvatus .....	44
7. HIEKOITUS-, KALKITUS- JA LANNOITUSKOKEET ..	47
8. SUOMETSÄEKOLOGISET TUTKIMUKSET .....	52
81. Vesi-, ravinne- ja lämpötalouden järjestely .....	52
82. Valunnan säännöstely .....	55
83. Ravinteiden kierto .....	59
9. MUU TUTKIMUS- JA KOETOIMINTA .....	61
KIRJALLISUUS .....	62
SUMMARY .....	65

Eero Paavilainen

## 1. JOHDANTO

Järjestelmällinen metsäojitustoiminta valtion mailla käynnistyi vuonna 1908, jolloin Suomen senaatti oikeutti metsähallituksen palkkaamaan kaksi suonkuivausmetsänhoitajaa. Tutustuttuaan ensin Ruotsin metsäojituksiin nämä saivat tehtäväkseen etsiä koealueen, jolla tutkittaisiin ojituksen vaikutusta metsän kasvuun sekä tällä toimenpiteellä saavutettavan hyödyn ja kustannusten välisiä suhteita. Sopiva alue - Jaakkoinso - löytyikin Oriveden hoitoalueen Vuohijoen valtionpuistosta läheltä Vilppulan rautatieasemaa. Tällä veraten suppealla alueella oli useita erilaisia suotyyppejä karuimmista rämeistä aina runsasravinteisiin lehto- ja letto-soihin saakka.

Pienten kangasmaatilkkujen lisäksi Jaakkoinsoon koeojitusalueessa oli turvemaita alunperin n. 190 hehtaaria. Alueesta siirrettiin sittemmin maita itsenäistyville metsätorpille sekä asutukseen, minkä vuoksi alueen nykyinen kokonaispinta-ala on enää n. 100 hehtaaria. Vuodesta 1923 lähtien Jaakkoinso on kuulunut Metsäntutkimuslaitoksen hallintaan.

Jaakkoinsoon ensimmäinen ojitussuunnitelma tehtiin kesällä 1908 silloisen suonkuivausmetsänhoitaja Antti Tantun johdolla. Tämä suunnitelma, joka laadittiin eri muotoisten ja syvyisten ojien sekä eri sarkaleveyksien vaikutuksen tutkimista varten, toteutettiin seuraavana kesänä. Näin metsätieteellinen tutkimus- ja koetoiminta sai alkunsa Jaakkoinsoolla vuonna 1909.

Seuraavien neljän vuosikymmenen aikana perustettiin Jaakkoinsoolle pääasiassa kokeita, joiden tarkoituksena oli selvittää, minkälaisiin puuston tuotoksiin päästään luontaiselta ravinnepitoisuudeltaan erilaisilla suotyypeillä ja teholtaan erilaisella ojituksella sekä erilaisten metsänhoidollisten toimenpiteiden ansiosta. Näistä kokeista saadut tiedot ovat olleet korvaamattoman arvokkaita kehitettäessä soiden metsätaloudellista hyväksikäyttöä koskevaa luokitusta sekä annettaessa

suosituksia käytännön metsäoijitustoimintaa varten. Tutkimus- ja koetoimintaa johti suurimman osan tästä ajasta professori O.J. Lukkala, joka toimi Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston päällikkönä vuosina 1928-1958.

Kasvu- ja tuotoskoealojen ohella perustettiin myös kasvu- alustan ravinnetalouden parantamisen merkitystä selvittäviä kokeita. Ensimmäiset mineraalimaan lisäyksen vaikutusta selvittävät kokeet perustettiin Jaakkoin-suolle v. 1926, kalkituskokeet v. 1929, lannoituskokeet puuntuhkalla v. 1937 sekä typpi-, fosfori- ja kalilannoituskokeet v. 1946. Laajoille lannoituskokeille ei kuitenkaan enää riittänyt tilaa. Jotakin lannoituskokeita perustettiin Jaakkoin-suon lähistöllä sijaitsevalle Kaakkosuolle.

Vuodesta 1956 lähtien on Jaakkoin-suolle perustettu metsäekologisia kokeita, joissa tutkitaan kasvualustan vesi- ja ravinnetalouden ja lämpötilan sekä ilman lämpötilan merkitystä männyn, kuusen ja koivun kasvutapahtumien eri vaiheissa. Metsäoijitustoiminnan kannalta ovat erityisen tärkeitä yhä edelleen jatkuvat kokeet, joissa pohjavesi on pidetty keinollisesti jo runsaan kahden vuosikymmen ajan eri etäisyyksillä maanpinnasta. Koealoilla on tehty tutkimuksia paitsi puuston kasvusta mm. turpeen ravinteisuudesta ja biologisesta aktiiviteetista sekä puiden juuristosuhteista. Ekologisen tutkimustoiminnan käynnistäjä sekä Jaakkoin-suon koetoiminnan kehittäjä ja monipuolistaja oli suontutkimusosaston päällikkönä vuosina 1958-1979 toiminut professori Olavi Huikari.

Viime vuosina tutkimustoimintaa on edelleen laajennettu. Uusia tutkimusaiheita ovat mm. ravinteiden kierto ojitusalueen rämemännikössä, vesitalouden säännöstelyn vaikutus männyn ja kuusen kasvuun sekä puuston kasvun ja eräiden ympäristötekijöiden välisen riippuvuuden selvittäminen automaattista tietojenkeruulaitteistoa hyväksi käyttäen. Myös ilman epäpuhtauksista johtuva maan happamoituminen on tulossa tutkimuksien kohteeksi.

Ensimmäisestä ojituksesta kuluneiden 75 vuoden aikana Jaakkoinso on muuttunut vähäpuustoisesta ja paikoin täysin puuttomastakin suosta korkeatuottoiseksi metsäojitusalueeksi. Vastaava suotuisa kehitys on mahdollista myös laajoilla käytännön ojitusalueilla, mikäli Jaakkoinsoolta saadut tutkimustulokset ja kokemukset otetaan huomioon käytännön työssä. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosasto toivoo, että tämä julkaisu lisää omalta osaltaan kiinnostusta Jaakkoinso koeojitusalueeseen ja antaisi virikkeen kokeista saatuihin tuloksien tutustumiseen ja niiden soveltamiseen.

Jaakkoinso koeojitusalueen kenttätöiden valvojina ovat kauimmin toimineet suontutkimusosaston metsäteknikot Aarne Rantalampi ja Toivo Väliuori sekä kenttämestari Eero Pelkonen ja Vilppulan kokeilualueen metsäteknikot Herman Anttila ja Kalevi Louho.

Tämän julkaisun toimittamiseen ovat osallistuneet prof. Eero Paavilainen (kappaleet 1. ja 83.), FL Antti Reinikainen (2.), MML Kimmo Paarlahti (3., 4. ja 62.), mt. Heikki Takamaa (3. ja 4.), MMT Seppo Kaunisto (61.), FK Klaus Silfverberg (7. ja 81.) ja MMT Juhani Päivänen (82.) suontutkimusosastolta sekä MMK Jukka Aarnio (5.) liiketaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalta. Julkaisun on toimittanut Kimmo Paarlahti, konekirjoitustyön on tehnyt Liisa Poutanen ja piirrookset Anja Ripatti.



Kuva 1. Jaakkoinen koejitusalue vuonna 1978.  
Fig. 1. Jaakkoinen experimental drainage area in 1978.



Antti Reinikainen

## 2. SUOTYYPIT JA OJITUKSEN VAIKUTUS PINTAKASVILLISUUTEEN

### 21. Luonnontilainen Jaakkoinsuo

Metsäojituksen varhaisten kokeilujen kannalta oli tärkeätä, että koepaikalla oli tarjolla runsaasti kyllin suurikuvioista suotyyppivaihtelua mahdollisimman suppealla alueella (ks. Lukkala 1936). Sijoittuessaan pinnanmuotojen ja vesitalouden suhteen sopivasti ja saadessaan kasvaa tiettyyn laajuuteen eksentrisen keidassuo eli Järvi-Suomen keidas saattoi täyttää näitä ehtoja. Sellainen, eikä edes kovin iso, oli Vilppulan Jaakkoinsuo ennen vuotta 1909.

Eksentrisiä keidassoita syntyy lievästi mereisessä ja suhteellisen lämminkesäisessä osassa boreaalista havumetsävyöhykettä. Suurilmastotunnuksin ilmaistuna tämän suoyhdistymätyyppin rajat Fennoskandiassa ovat suunnilleen seuraavat: vuoden keskilämpö 2 - 6 °C, lämpimin kuukausi 15 - 18 °C, kylmin kuukausi -4 - -12 °C, vuotuinen sadanta 500 - 1000 mm. Vilppulan seudun ilmastotiedot (ks. Jaakkoinsuon retkeilyopas) sopivat näihin rajoihin ja asettuvat vaihtelun puolivälin tienoille. Eksentrisiä keitaita tavataan kapeana vyöhykkeenä 60. pohjoisen leveysasteen molemmin puolin konsentristen keitaiden ("kohosoiden") ja aapasoiden alueiden välissä Skandinaviasta kauas Siperiaan. Topografialla on suuri merkitys tämän suoyhdistymän muotoutumiselle. Täydellinen eksentrisen keidas syntyy loivasti kaltevalle pinnalle, ja suo muuttuu jatkuvasti kaltevammaksi, koska paksuturpeinen, ombrotrofiseksi (= sadeveden ravinteiden varassa toimivaksi) kasvava osa kehittyy suoyhdistymän yläreunaan. Eksentrisen keitaan rakenteeseen aiheuttavat epäsäännöllisyyksiä erilaiset suon valuma-alueella esiintyvät hydrologiset reunavaihtukset, esim. lähteisyys.

Vilppulan Jaakkoinsuo on ollut aika tyyppillinen eksentrisen keidassuo. Se on metsämaan soistumisen tuloksena syntynyt (esim. Lukkala 1936) luode - kaakko -suunnassa

kalteva suo. Korkeusero luoteisnurkan Kettukankaan kupeeseen syntyneen paksaturpeisimman (turvetta  $\geq 3$  m) ombrotrofisen osan ja eteläreunan ohutturpeisen ( $< 0,5$  m) korpivyöhykkeen välillä on ollut n. 9 m, eli n. 1200 m:n matkalla keskikaltevuus on ollut 0,75 %. Jaakkoin suo on siten hiukan jyrkempi kuin ko. suoyhdistymä keskimäärin (n. 0,5 %, Ruuhijärvi 1983). Suo viettää varsin tasaisesti. Luoteisosan rahkaturvekakku on suon vanhin osa. Tämä paksaturpeinen (2 - 3 m) neljännes nykyisen suon pinta-alasta oli soistunutta jo 5000 vuotta sitten (Lukkala 1936). Ilmeisesti ombrotrofian alku, ts. suonpinnan kasvaminen irti pohjamaan ja valuma-alueen ravinnelähteistä, on tapahtunut hyvin varhain pääteltynä siitä, että ombrotrofisia suotyypppejä esiintyi v. 1909 paikoilla, joilla turpeen paksuus oli vielä alle 1 m.

Eri suotyypppejä edustavien kasvillisuuskuvioiden järjestys luonnontilaisella Jaakkoin suolla oli tällaiselle suoyhdistymälle tyypillinen. Kaikkiaan löydettiin vuoden 1911 kartoituksessa yksitoista Cajanderin määritelmien mukaista suotyyppiä (KgK, VK, RhK, NK, KR, IR, ITR, VNR, RhNR, LR ja SN). Nykykäsityksen mukaan tyypppejä olisi ollut muutama enemmän: varsinaisiin korpiin ja nevakorpiin sisältyi tyyppivaihtelua, vähäpuisimmat sararämeet ja ruohoiset sararämeet olivat hyvin nevaisia ja ombrotrofisiin rämeisiin, IR ja ITR kuului ilmeisesti kasvisosiologisia alatyyppejä. Kartoitus paljastaa kuitenkin selkeästi kasvillisuuden vaihtelun pääpiirteet.

Ombrotrofiset rämetyyppit peittivät noin puolet nykyisen koeojitusalueen pinta-alasta. Rämeet olivat kuivia varpu- ja mätäskasvillisuusvaltaisia. Varsinaista rahkoittumista tavattiin silti vain nimeksi. RaTR-tyyppi kuitenkin liitettiin kasviyhdyksuntien listaan jälkitarkastuksessa. Märkiä kuljupintoja, jotka ovat yleisiä suurten eksentristen keitaiden karuimmilla rämeillä, ei ole tavattu Jaakkoin suolla lainkaan.

Toinen puoli koeojitusalueesta, itä - eteläreuna, oli minerotrofisten suotyyppien kattamaa. Paikoin, selvimmin NW - SE -akselilla oli nähtävissä suoyhdistymälle luonteenomainen kaltevuudensuuntainen tyyppisarja IR - ITR - NR - NK - VK. Enimmäkseen korpijuotit kuitenkin halkoivat epäsäännöllisesti paksummalla turpeella kasvavia rämeitä. Alueen länsilounaisnurkkaan oli harjun alta purkautuvien pohjavesien vaikutuksesta syntynyt pienialainen lähdeletto, jolle oli kartoituksessa annettu tyyppinimeksi LR. Nevaksi oli luokiteltu n. 3 % pinta-alasta. Suon märimmät osat lienevät sijainneet koealojen 7 ja 8a-b ja 15a-b tienoilla.

Jaakkoin-suon alkuperäisestä kasvistosta ei ole säilynyt suoria muistiinpanoja. Tyyppivaihtelun väljyys ravinteisuuden ja kosteuden suhteen kielii monipuolisesta kasvistosta. Seudun eksentristen keitaiden (esim. Juupajoen Lakkasuo, Mannerkoski 1979) peruslajistosta ovat puuttuneet vain märkien avosoiden lajit. Tyyppijakauman perusteella arvioituna Jaakkoin-suolla kasvoi pintakasvillisuudessa n. 50 putkilokasvia, aitosammalia oli n. 15 lajia ja rahkasammalia n. 15 lajia.

## 22. Kasvillisuuden kehitys

### 221. Seurannan menetelmät

Kasvillisuuden kehityksen seuranta Jaakkoin-suolla on ollut systemaattista siihen aikaan, kun perustietoja ojitettujen soiden metsätaloudellista luokittelua varten tarvittiin. Vuosina 1928-49 kestokoealat inventoitiin neljästi tai viidesti. Sarasto (1957, 1961) hyödynsi tulokset julkaisuissaan. Tämän jälkeen koealoja on kuvattu uudelleen vasta vuonna 1982. Muutamissa erillistutkimuksissa on kuitenkin julkaistu kasvillisuushavaintoja 1950-, 1960- ja 1970-luvuilta (Paavilainen 1966, Huikari & Paarlahti 1967, Kosonen 1976). Suotyyppien tasolla kasvillisuuden muutosta on kuvattu kartoituksissa vuosina 1911, 1934, 1948 ja 1964.

Kasvipeitteen kuvauksessa pysyvillä koealoilla on käytetty Norrlinin 10-asteikkoa, joka perustuu lajin versojen välisiin etäisyyksiin, so. yksilötiheyteen. Ainakin viiden eri arvioitsijan, joskin ammattitaitoisen, käyttämänä menetelmä pienten runsausmuutosten ollessa kyseessä ei ole riittävä. Lajistomuutoksia ja runsaussuhteiden suuruusluokkia pystytään sitä vastoin seuraamaan. Tämän keskeisen tehtävän helpottamiseksi ja epävarmojen numeeristen erojen poistamiseksi on runsausasteikkoa käsillä olevassa tarkastelussa muutettu alkuperäistä karkeammaksi siirtymällä 3-asteikkoon. Se on muodostettu Norrlinin asteikosta seuraavasti:  $\leq 1 = 1$ ,  $2-4 = 2$  ja  $5-10 = 3$  (taulukot 2-5, s. 14-17). Tällä tavoin arvon 3 saavat lajit ovat poikkeuksetta yhdyskunnalle leimaa antavia vallitsevia lajeja, arvon 2 saavat yleiset, useimmiten vähäisen peittävyuden (1-10 %) lajit, ja arvoon 1 jäävät vähävaltaiset, yksittäiset ja laikuttaiset lajit, joiden ekologinen merkitys eri syistä voikin olla vain niiden esiintymisessä tai puuttumisessa.

## 222. Karttakuvan muuttuminen

Koeojitusalueen tyyppikuvioden kasvillisuuden muuttumista sarjassa luonnontilainen suo - ojikko - muuttuma - turvekangas voidaan seurata varsin tarkasti. Vertailu ja rinnastusvaikeuksia tosin syntyy vaihtelevan terminologian ja kuivatusasteiden epäselvien erotteluperusteiden takia. Termit korpikangas ja rämekangas (ks. Lukkala 1951) on tässä tarkastelussa tulkittu muuttumiksi. Vuosien 1934 ja 1948 kartoituksissa todetut muuttumiset toiseksi, säännöllisesti kuivemmaksi suotyypiksi on tulkittu tyyppistä riippuen oji-koiksi tai muuttumiksi. On tässä yhteydessä huomautettava, että Jaakkoin-suon ojitusteho on kehittynyt tarkastelujakson aikana, siten että vuodesta 1911 (73 m/ha) vuoteen 1948 (148 m/ha) ojatiheys oli kaksinkertaistunut, ja vuonna 1978 ojaa oli 175 m/ha.

Kuivumissukcession yleinen edistyminen käy ilmi taulukosta 1 (s. 12). Ensimmäiset 25 ojituksenjälkeistä vuotta olivat heikon ojitustehon aikaa. Mikään varsinaisista suotyypeistä ei saavuttanut turvekankaan astetta. Lukkala (1951) kuvaa vuoden 1934 tilannetta: "Soiden ala on saanut edelliseen (1911) karttaan verraten tuntuvasti vaalemman »väriytyksen», so. entisten korprien tilalle on tullut laajahkoille aloille etenkin ojien läheisyyteen korpikankaita ja joittenkin rämeitten kohdalle rämekankaita. Entinen neva-ala on muuttunut metsäiseksi, osin korpikankaaksi, osin rämekankaaksi, vaillinaisemmin kuivuneet kohdat nevakorviksi. Mainitunlaisilla korpikankailla ja rämekankailla rahkasammal- ja muu suokasvillisuus on ojituksen vaikutuksesta kituliasta ja kuolevaa, osaksi jo kuollutkin, mutta alkuperäinen suotyyppi antaa kuitenkin vielä alalle leimansa. Turvekankaaksi, siis likimain metsätyyppin asteelle, aluskasvillisuus on muuttunut vain kahdella vähäisellä suon osalla. Toisaalta on myös todettava, että laajoilla aloilla suokasvillisuus on pysynyt vielä siksi elinvoimaisena ja runsaana, että tyyppi on merkitty edelleen suotyyppiksi, tavallisesti kuitenkin joksikin ojituksen aikaista kuivemaksi. Ojitus, mikä vähitellen oli kohonnut 130 ojametriin suohehtaaria kohden, ei siis ole ollut niin tehokasta, että ainakaan siihen mennessä olisi kauttaaltaan päästy edes korpi- tai rämekankaisiin, turvemaan varsinaisista metsätyypeistä puhumattakaan." - Kuten huomataan puustoisten soiden muuttumia on kutsuttu korpi- ja rämekankaiksi. Nevojen on katsottu muuttuneen nevakorviksi, vaikka nämä kuivumat tuskin ovat kasvillisuudeltaan vastanneet luonnontilaista nevakorpea.

Seuraavien 24 vuoden aikana (1948 saakka) ojitusteho ei samentavasti muuttunut (130 → 148 m/ha). Vajaa viidennes ojitusalueesta oli jakson lopussa saavuttanut turvekankaan asteen. Nämä alueet olivat pääasiassa entisiä runsaspuustoisia korpikuvioita, mutta myös alkuperäisiä nevakorpia ja eräitä rämekuvioiden reunaosia (RhNR, LR, ITR) voitiin

Taulukko 1. Luonnontilaisten soiden ja eri kuivatusvaiheiden osuudet (%) Jaakkoinsoon koeojitusalueen pinta-alasta kartoituksissa 1911-1964.

Table 1. The percentages of virgin mires and different stages of post-drainage succession in the Jaakkoinsoon experimental area in 1911-1964.

	1911	1934	1948	1964
Turvekankaat Peatland forests 1)	-	0,7	18,1	59,4
Muuttumat Transitional mires 2)				
korpi spruce	0,6	20,7	13,1	16,5
räme pine	-	9,9	28,8	24,1
Luonnontil./Ojikat Virgin mires/Recently drained m.				
korpi spruce	33,4	22,3	13,0	-
räme pine	62,9	46,4	27,0	-
Nevat Open bogs and fens	3,1	-	-	-
	100 %	100	100	100

1) Forest vegetation types (heathy forests) of drained peatlands

2) Succession stages with 25-75 % of original mire vegetation

jo varustaa tk-merkinnöillä. Luonnontilaisia rämetyyppettä (KR, IR, TR, ITR) vastaaviksi oli kuitenkin vielä merkittävä lähes neljännes ojitusalueesta. Lukkala (1951) saattoi yleispiirteensä todeta, että nopeimmin olivat muuttuneet ohutturpeiset ja rehevät tyytit, kun taas ombrotrofiset rämeet muuttuivat hyvin hitaasti (ks. myös kuva 2, s. 20).

Vuonna 1947 suoritettiin kestokoealoilla ensi kertaa suotyyppien muuttumistulosten hyvyysluokittelu turvekangas-tyyppien avulla (ks. Lukkala 1951, taulukko 4). Ruohoisista korvista ja nevarämeistä oli kehittynyt mustikaturvekankaita (Mtkg). Varsinaisen nevarämeen kehitys näytti johtaneen puolukkaturvekankaaksi (Vtkg). RhK-, RhNK- ja RhNR-näytealoista oli joitakin ruohoturvekankaan tuntomerkit täyttäviä. Valmista varputurvekangasta (Vatkg) ei vielä tavattu, sillä IR - ITR -koealat oli kaikki luokiteltu joko muuttumia tai ojikoita vastaaviksi. Yleisesti Jaakkoin suon ojitusalueen koealat näyttävät pysyneen luonnontilaisen suotyyppinsä hyvyysluokassa varsin hyvin.

Vuodesta 1948 viimeisimpään kasvillisuuskartoitukseen 1964 (55 vuotta ojitusvaikutusta) ojamäärä Jaakkoin suolla kasvoi vain vähän. Kasvillisuuden sukkessio jatkui niin, ettei enää löydetty luonnontilaisia tyyppettä vastaavia yhdyskuntia. Suuri ombrotrofisen osakin oli jo enimmäkseen turvekangasta, kuitenkin varsin suoleimaista varputurvekangasta (Vatkg). Nykyinen tilanne tuskin poikkeaa paljonkaan tästä 20 vuotta sitten tehdystä kartoituksesta, sillä muuttumavaihetta tavataan yhä samoilla kuvioilla.

### 223. Kestokoealojen seuranta

Jaakkoin suon kasviyhdyskuntien sukkessiota tarkastellaan seuraavassa muutaman, ekologiaaltaan erilaisen kestokoealoesimerkin avulla (taulukot 2-5, s. 14-17). IR (koeala 4) edustaa ombrotrofisia rämeitä, VNR (koealat 7a ja b) oligotrofista sekatyyppiä, RhNR (koealat 5a ja b) mesotrofista sekatyyppiä

Taulukko 2. Esimerkki kasvillisuuden suknessiosta Jaakkoin-suon ombrotrofisella rämeellä (IR, koeala 4).

Table 2. An example on the post-drainage succession on an ombrotrophic site type.

IR, Koeala 4 - Sample plot 4					
Low-shrub pine-bog	Vuotta ojituksesta - Years since drainage				
	19	25	30	39	65
<u>Varvut - Low shrubs</u>					
Empetrum spp.	3	2	3	3	3
Betula nana					1
Ledum palustre	3	3	3	3	3
Andromeda polifolia	2	2	3	3	1
Vaccinium uliginosum	2	2	3	3	2
V. oxycoccus & microcarpum	2	2	3	3	1
V. vitis-idaea	3	3	3	3	3
V. myrtillus	2	2	3	3	3
<u>Ruohot - Herbs</u>					
Rubus chamaemorus	2	1	2	2	1
<u>Sarat, heinät yms. - Graminoids</u>					
Eriophorum vaginatum	3	3	3	3	3
<u>Sammalet - Mosses</u>					
Pohlia nutans			1	1	1
Polytrichum strictum	2	2	2	2	1
Dicranum polysetum			1	1	
D. undulatum			1	1	2
Pleurozium schreberi			3	3	3
Hylocomium splendens			1	1	1
Ptilium crista-castrensis			1	1	
Aulacomnium palustre	2	2	1	1	1
Sphagnum nemoreum	2	2	2	2	2
S. russowii			1	1	1
S. magellanicum	2	2	1	1	2
S. fuscum	2	2	1	1	1
S. angustifolium	2	2	1	1	2
<u>Jäkälät - Lichens</u>					
Cladonia arbuscula	1	2	1	1	1
C. rangiferina	1	2	1	1	1
C. spp			1	1	1
Cetraria islandica			1	1	
Lajimäärä - Number of species	16	17	25	25	24



Taulukko 3. Esimerkki kasvillisuuden sukessiosta Jaakkoin-suon minerotrofisen keskustan oligotrofisella suotyypillä (VNR, koealat 7a ja b).

Table 3. An example on the post-drainage succession on a minerotrophic and oligotrophic site type in the mire centrum.

VNR, koealat 7a ja 7b Sedge pine-swamp, sample plots 7a and 7b Varvut - Low shrubs	Vuotta ojituksesta - Years since drainage			Vuotta ojituksesta - Years since drainage 19 25 30 39 73
	19	25	30	
<u>Empetrum spp.</u>	1	2	2	1
<u>Ledum palustre</u>	2	2	3	1
<u>Andromeda polifolia</u>	1	2	2	2
<u>Vaccinium uliginosum</u>	1	1	2	1
<u>V. oxycoccos</u>	2	2	3	1
<u>V. vitis-idaea</u>	3	3	3	1
<u>V. myrtillus</u>	2	2	3	1
<u>Lycopodium selago</u>	1			1
<u>Ruohot - Herbs</u>				
<u>Equisetum pratense</u>	1			1
<u>E. palustre</u>		1	1	1
<u>E. silvaticum</u>		1	1	1
<u>E. fluviatile</u>	1	1	1	2
<u>Athyrium filix-femina</u>				1
<u>Gymnocarpium dryopteris</u>		2	2	2
<u>Dryopteris carthusiana</u>		2	2	2
<u>Rubus chamaemorus</u>	2	2	2	2
<u>R. idaeus</u>				1
<u>Epilobium palustre</u>		1		1
<u>Trientalis europaea</u>				2
<u>Menyanthes trifoliata</u>	2	2	2	2
<u>Melampyrum pratense</u>	1	2	2	2
<u>Dactylorhiza maculata</u>	1	1	1	1
<u>Goodyera repens</u>				1
<u>Sarat, heinäät yms. - Graminoids</u>				
<u>Luzula pilosa</u>				1
<u>Eriophorum vaginatum</u>	2	2	3	2
<u>E. angustifolium</u>	2	2	2	1
<u>Carex chordorrhiza</u>	2	2	1	1
<u>C. canescens</u>	2	2	2	1
<u>C. echinata</u>	2	2	2	1
<u>C. nigra</u>	2	2	2	2
<u>Jäkälät - Lichens</u>				
<u>Cladonia arbuscula</u>				1
<u>C. rangiferina</u>	1	1	1	1
<u>C. spp</u>				1
<u>Feltigera aptosa</u>				1
<u>Lajien määrä -</u>				
<u>Number of species</u>	36	34	41	37

Taulukko 4. Esimerkki kasvillisuuden sukkessiosta Jaakkoin suon minero-trofisen keskustan mesotrofisella suotyypillä (RhNR, koealat 5a ja b).

Table 4. An example on the post-drainage succession on an minerotrophic and mesotrophic site type in the mire centrum.

RhNR, koealat 5a ja 5b	Vuotta ojituksesta - Years since drainage	Vuotta ojituksesta - Years since drainage
Herb-rich sedge pine-swamp, sample plots 5a and 5b	19 25 30 39 73	19 25 30 39 73
Varvut - Low shrubs		
<u>Empetrum</u> spp.	1 1	
Ledum palustre	1 1	
Andromeda polifolia	1 1 1	C. lasiocarpa 1
V. oxycoccus	2 2 1	C. rostrata 1 1
V. vitis-idaea	3 2 3 3 2	Deschampsia caespitosa 1 1 2 1 1
V. myrtillus	2 2 2 2 3	Calamagrostis phragmitoides 1 2 1 1 1
Lycopodium annotinum	2	Agrostis canina 1
L. selago	1 1 1 1	
<u>Ruohot - Herbs</u>		<u>Sammalet - Mosses</u>
Equisetum palustre	2 2 1 1	Ptilidium ciliare 1 1
Gymnocarpium dryopteris	2 1 2 2	Hepaticae 1
Dryopteris carthusiana	2 2 2 2 1	Mnium cinctoides 1
Rubus chamaemorus	1 1 2 1 2	Pohlia nutans 1
R. idaeus	1 1 1	Brachythecium sp. 2 2 1 1 1
Potentilla palustris	2 1 1 1	Polytrichum strictum 2 2 2 2 2
Epilobium angustifolium	1 1 1 1	P. gracile 1 1 1
Pyrola spp.	1 1 1 1	Dicranum scoparium 1 1 1 1 2
Orthilia secunda	2 2 2 2 1	D. polysetum 1 2 1 1 2
Trientalis europaea	1	Pleurozium schreberi 2 2 2 2 3
Rumex acetosella	1	Hylacomium splendens 2 3 2 2 3
Menyanthes trifoliata	1 1 1	Rhytidiadelphus triquetrus 2 1 1
Melampyrum pratense	1 1 1	Aulacomnium palustre 1 1 1 1
M. sylvaticum	2	S. russowii 2 2
Cirsium palustre	1 1 1	S. magellanicum 2 2 1 1 1
Dactylorhiza maculata	1 1 1 1	S. angustifolium 2 2 1 2 2
Listera cordata	1 1 1 1	S. centrale 2 1
		S. squarrosum 1 1
		S. girgensohnii 2 2 1 1 1
		S. wulfianum 1 1
<u>Sarat, heinät yms. - Graminoids</u>		
Eriophorum vaginatum	1 2 2 2 1	<u>Jäkälät - Lichens</u>
E. angustifolium	1 2 1 1	C. spp 1 2
Carex chordorrhiza	2 2	Peltigera aptosa 1 2
C. canescens	1 1 2 1 1	
C. disperma	1	
C. echinata	1	
C. nigra	1 1 1	Lajien määrä -
C. magellanica	1 1 2 1	Number of species
C. vaginata	2 1 1	39 39 47 38 23

Taulukko 5. Esimerkki kasvillisuuden sukessiosta Jaakkoinson ohut-turpeisella reunavaikutteisella mesotrofisella suotyypillä (RhK, koeala 2).

Table 5. An example on the post-drainage succession on a mesotrophic site type with a shallow peat layer and mire-margin effect.

RhK, Koeala 2 Herb-rich hardwood- spruce swamp	Vuotta ojituksesta Years since drainage				Vuotta ojituksesta - Years since drainage
	19	25	30	39 73	
<u>Varvut - Low shrubs</u>					
V. vitis-idaea	3	3	3	2	2 2 1
V. myrtillus	2	1	1	2	1
Linnaea borealis	1	1	1		2
Lycopodium annotinum	2	2	3	3	1
<u>Ruohot - Herbs</u>					
Equisetum silvaticum					
E. palustre	2	2	2	2	
Athyrium filix-femina	1	1	1		
Thelypteris phegopteris	2	2	2	2	
Gymnocarpium dryopteris	2	2	2	1	
Dryopteris carthusiana				1	
Rubus chamaemorus		2	2	2	
R. arcticus	1	1	2	2	
Potentilla palustris	2	1	2		
Epilobium angustifolium				1	
Pyrola spp.	2	2	2	2	
Orthilia secunda	3	2	1	2	
Trientalis europaea		2	2	1	
Stellaria longifolia		2			
Galium palustre	2	1	1		
Melampyrum pratense		2	2		
Cirsium palustre	2				
C. helenioides		1	2	2	
Maianthemum bifolium			2	1	
<u>Sarat, heinäät yms. - Graminoids</u>					
Eriophorum vaginatum	1	2	2	2	
Carex canescens			2	1	
<u>C. nigra</u>					2
<u>C. rostrata</u>					1
<u>C. globularis</u>					2
<u>Deschampsia caesp.</u>					1
<u>Avenella flexuosa</u>					1
<u>Calamagrostis phragmitoides</u>					3 2 2 2 1
<u>Agrostis sp.</u>					2 2 1 1
<u>Poa pratensis</u>					2 1
<u>Sammalet - Mosses</u>					
<u>Polytrichum strictum</u>					1 1
<u>P. commune</u>					3 2 1 1 1
<u>Dicranum scoparium</u>					1 1 2 2 2
<u>D. polysetum</u>					1 2 1 1 2
<u>Pleurozium schreberi</u>					3 2 2 2 1
<u>Hylacomium splendens</u>					2 3 2 2 1
<u>Aulacomnium palustre</u>					2 1 2
<u>Sphagnum russowii</u>					2
<u>S. angustifolium</u>					1 1 2
<u>S. riparium</u>					1 2
<u>S. centrale</u>					2 2
<u>S. squarrosum</u>					1 1
<u>S. girgensohnii</u>					2 2 1 1 1
<u>S. wulfianum</u>					1 1
<u>S. angstroemii</u>					1
<u>Jäkälät - Lichens</u>					
<u>Peltigera aptosa</u>					1 1 1
<u>Laajien määrät - Number of species</u>					30 27 38 32 20

ja RhK (koeala 2) reunavaikutteista, mesotrofista korpea. Valitut koealat sijaitsevat varsin lähellä 1909 kaivettuja ojia ja ovat viimeistään vuodesta 1915 olleet suhteellisen tehokkaan kuivatuksen alaisena.

Isovarpuinen räme (taulukko 2, s. 14) on sekä pintakasvillisuudeltaan, että puustoltaan edelleen, kun 75 vuotta on kulunut ojituksesta, varsin luonnontilaisen näköinen. Alkuperäinen rämelajisto on etenkin kenttäkerroksessa säilynyt hyvin. Varvut, hilla ja tupasvilla ovat säilyttäneet asemansa eikä niiden sekaan ole juuri tulokkaita sopinut. Suurempi muutos on kohdannut pohjakerrosta, jolla karun rämeen rahkasammalet ovat miltei väistyneet kangas- metsäsammalten tieltä. Suurin hyppäys tässäkin kehityksessä on tapahtunut vasta 25-30 vuoden kuluttua ojituksesta. Nykyinen tyyppi, Vatkg erottuu IR:stä parhaiten seinäsammalen ja kankaan kynsisammalen vallitsevuudesta pohjakerroksessa. Lajimäärä on 75 vuoden kuluessa kasvanut, mikä on tulosta sekä alkuperäislajiston kestävydestä (kaikki 1928 tavatut lajit ovat yhä paikalla) että sammaltulokkaiden sitkeydestä. Tällainen rämemäinen turvekangas kattaa nykyisin lähes koko suon alunperin ombrotrofista osaa.

Varsinainen nevaräme ja ruohoinen nevaräme (taulukot 3 ja 4, s. 15 ja 16) ovat alunperin olleet varsin monilajisia yhdyskuntia. Vuonna 1928, jolloin osa nevalajistosta oli jo ilmeisesti hävinnyt, todettiin 37 ja 39 lajia. 75-vuotinen muutos on nopeampi ja perusteellisempi kuin IR:llä. Mättäillä metsävarvut puolukka ja mustikka vakiinnuttavat valta-asemansa. Väliköiden (nevapintojen) ruoholajistosta suuri osa katoaa. Mesotrofisia suolajeja korvaavat lopulta vaatimattomat (MT-) metsäruohot, metsäimarre, metsänalvejuuri, metsätähti ja oravanmarja. Sarakasvit katoavat 40 vuoden jälkeen lähes tyystin. Pohjakerroksen muutos on ensi vaiheessa rahkasammalten korvautumista kosteus- ja ravinnevaatimuksiltaan vähäisemmillä rämelajeilla ja toisessa

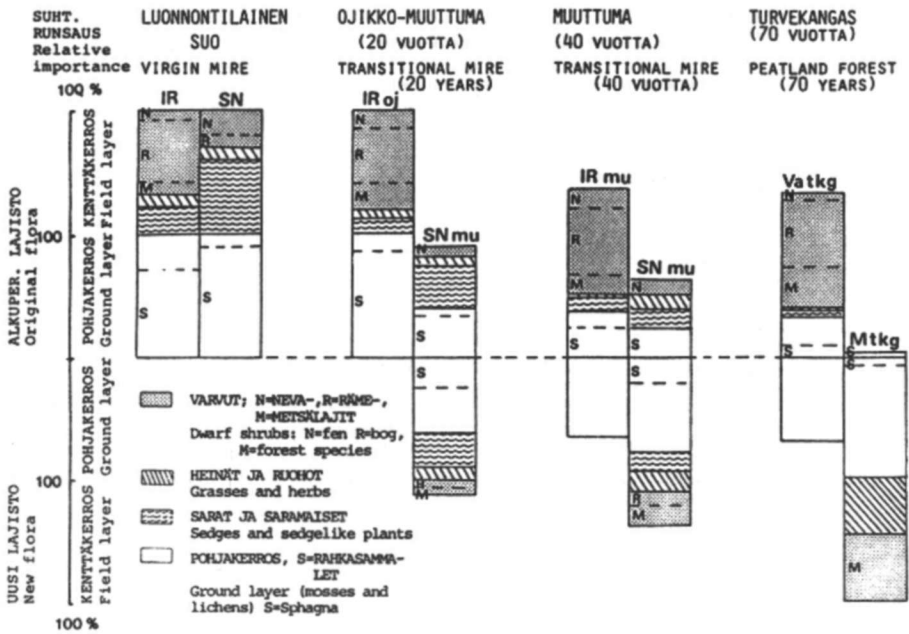
vaiheessa rahkasammalten vähittäistä häviämistä kilpailussa kangasmetsäsammalille. Toisin kuin karulla rämeellä lajimäärä putoaa n. 40 vuoden ojitusvaikutuksen jälkeen. Molemmat näytealat - tuskin alkutilaltaankaan kovin erilaisia - on nykyisin luokiteltava mustikkaturvekankaiksi.

Ruohokorven näytealalla (taulukko 5, s. 17) kehitys on ollut samantapaista kuin nevarämeillä. Alunperin toistakymmentä lajia käsittäneestä ruoholajistosta on jäljellä tuskin mitään. Turvekankaalla kasvavat ruohot ovat MT-lajistoa. Sarat ja rahkasammalet ovat lähes kadonneet. Lajimäärä on selvästi alentunut. Metsäsammallajistokaan ei oikeuta Mtkg:ta parempaan tyyppinimeen.

#### 224. Päätelmiä

Yhteenvetona Jaakkoin suon 75-vuotisesta kasvillisuussukessiosta voidaan todeta sen kuvastavan kuivatuksen aiheuttamaa ekologista muutosta (kuva 2, s. 20). Kuivatus on suosinut ombrotrofista ja etäällä pohjavesipinnasta viihtyvää (mätäs-) lajistoa ja johtanut mesotrofiaa, eutrofiaa, pohjaveden läheisyyttä, lähteisyyttä, lehtoisuutta ja tulvaisuutta sekä reunavaikutusta ilmentävien lajien häviämiseen (ks. Eurola & Kaakinen 1978). Kuivatusta sietävät suokasvir ryhmät ovat ainoina kyenneet säilyttämään asemiaan kilpailussa metsälajiston kanssa. Ne antavat oman leimansa ojitusalueen turvemaan metsätyypeille, turvekankaille. Vuonna 1982 tavattiin 18 alkuperäisen suotyyppivaihtelun koko asteikkoa edustavan kestokoealan inventoinnissa 33 putkilokasvi-, 12 aitosammal- ja 5 rahkasammallajia. Tämä lajisto, joka kokonaismäärältään on n. 60 % suon alkuperäisestä ko. kasviryhmien floorasta, sisältää tuskin yhtään suolle uutta tulokasta. Nykyinen kasvisto edustaa jotakuinkin puoliksi metsä- ja suolajistoa. Kasvillisuudessa metsälajit ovat kuitenkin vallitsevina. Suolajiston osuus on sitä suurempi kuta karummasta alkupe-

räisestä-tyyppistä on kyse. Metsiköiden puuston kehitys, käsittely ja tila aiheuttavat tietenkin huomattavaa vaihtelua nykyiseen turvekangaskasvillisuuteen. On nähtävissä kasvillisuuden muutoksen jaksottuminen kahteen osaan. Kuivumissuksessio on päättynyt tai päättymässä. Turvekankaat ovat siirtyneet vallitsevasti metsäsukcession piiriin ja lähestyvät puuston varttuessa kypsyysvaihetta, turvemaan kangasmetsän kliimaksia.



Kuva 2. Kasvillisuuden ojituksen jälkeisen sukcession yleispiirteet ombrotrofisella (IR, koeala 4) ja minerotrofisella (SN, koeala 8a) suotyypillä. Luonnontilainen vaihe Eurolan (1962) mukaan.

Fig. 2. The general features of post-drainage succession on an ombrotrophic (IR, koeala 4) and minerotrophic site (SN, koeala 8a). The virgin stage according to Eurola (1962).

Jaakkoinsuon muuttuminen suokompleksina ja ekosysteeminä toimii tänä päivänä ennakkonäyttönä siitä, mihin kehitys on johtamassa 20-40 vuoden aikana suurilla pinta-aloilla Etelä-Suomessa. Alkuaan yli kymmenestä, ekologiaaltaan ja kasvillisuudeltaan erilaisesta suotyypistä muodostunutta yhdistymää, suota, korvaa nyt turvemaan metsäalue, jonka 3-4 turvekangastyyppeä sisältävät paljon vähemmän vaihtelua kuin alkuperäinen eksentrisen keidas. Kasvillisuuden yhdenkaltaistuminen ojituksen jälkeisessä sukkessiossa on osoitus vesitalouden suuresta merkityksestä suokompleksin ja suotyyppien erilaisuuden ylläpitäjänä.

Kimmo Paarlahti ja Heikki Takamaa

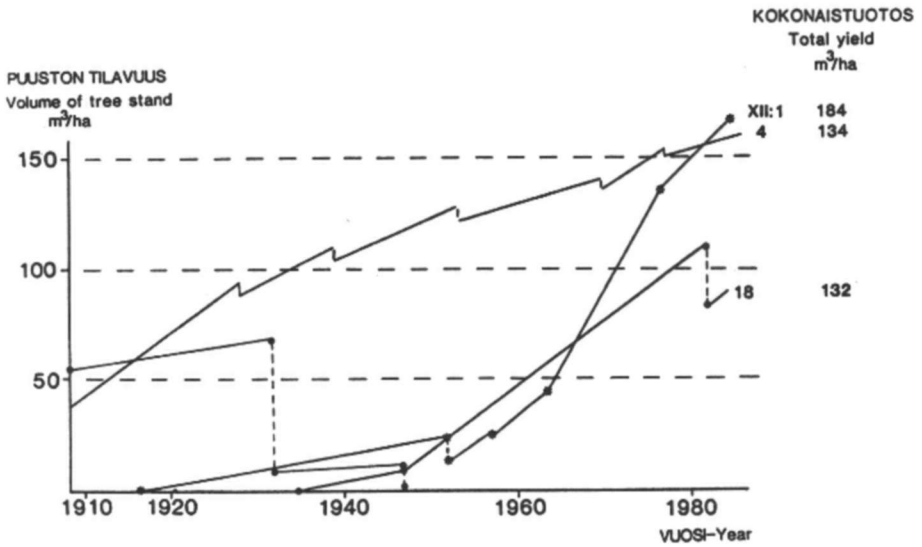
### 3. OJITUKSEN VAIKUTUS PUUSTON TUOTOKSEEN

Ensimmäiset puuston kehityksen seurantakoealat perustettiin Jaakkoin-suolle v.1915 (Multämäki 1923). Vuoden 1928 jälkeen, jolloin suontutkimusosasto aloitti toimintansa, ryhdyttiin tuotoskoealoja perustamaan entistä laajemmassa mitassa tavoitteena mm. suotyypin, sarkaleveyden, puulajisuhteiden ja myös metsänhoidollisen käsittelyn merkityksen selvittäminen. Osa näistä koealoista on sittemmin jouduttu käyttämään muun tutkimustoiminnan tarpeisiin ja toisaalta on eri tavoin käsitellyille aloille perustettu uusia seurantakoealoja.

Seuraavassa tarkastellaan esimerkin luontoisesti puuston kehitystä 13:lla sellaisella koealalla, joilla sitä voidaan seurata ojituksesta nykyhetkeen.

Jaakkoin-suon karuhkolla rämeosalla oli ojitus-hetkellä vanhaa rämemännikköä ( $30-50 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), joka oli melko elpymiskyvytöntä. Tämän vuoksi suoritettiin uudistushakkuuta valtaosalla tätä aluetta, osin siemenpuu-, osin avohakkuina. Viimemainituilla aloilla tehtiin myös hajakylvöjä, mikä lienee kuitenkin ollut tarpeetonta, koska taimiaines ja reunametsän siemennys olisi pienillä aukoilla riittänyt. Kuvasta 3 (s. 23) nähdään kolmen erilaisen puuston käsittelyn antama tulos vanhaa (n. 110 v.) rämemännikköä kasvaneella karulla rämeellä (IR, turvetta 1,5-2,5 m, nyt varputurvekangas). Koealalla 4 on kasvatettu vanhaa rämemännikköä, koealalla 18 on tehty siemenpuuhakkuu v.1932 ja koealalla XII:1 avohakkuu heti ojituksen jälkeen ja männyn hajakylvö v.1916. Selvästi parhaan tuloksen on antanut viimemainittu (tuotos  $184 \text{ m}^3/\text{ha}$ , keskikasvu  $2,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{a}$ ), joskin tulokseen vaikuttaa voimakkaasti myös erittäin kapea sarka, 20 m; molemmilla muilla sarkaleveys on epämääräinen, n. 50-70 m. Koealoilla 4 ja 18 tuotokset ( $134$  ja  $132 \text{ m}^3/\text{ha}$  ja keskikasvut (molem-



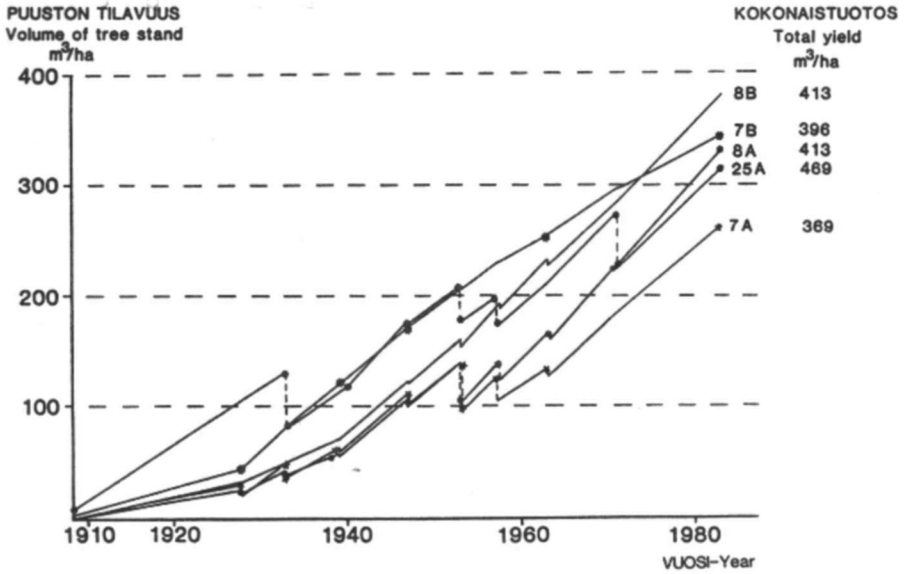


Kuva 3. Puuston tilavuuden kehitys ja kokonaistuotos eri tavoin käsitellyillä (Koeala 4 = vanhan puuston kasvatus, 18 = siemenpuuhakkuu, XII:1 = avohakkuu ja hajakylvö) isovarpuisen rämeen koealoilla.

Fig. 3. Development of the volume of tree stand and the total yield with different stand treatments (sample plot 4 = growing original pine stand, 18 = seed tree method, XII:1 clear cutting and sowing) on *Ledum* pine bog.

milla  $1,8 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{a}$ ) ovat samansuuruiset, mutta koealan 4 puusto on kasvunsa jokseenkin lopettanut "elävä puuvarasto", koealalla 18 sensijaan on melko kasvuista ja hyvälaatuinen nuori männikkö.

Jaakkoin suon itäosa, jolla sijaitsevat kuvan 4 (s. 24) koealat (7A ja 7B sekä 8A ja 8B) oli ojitettaessa ohutturpeista (0,3-0,4 m) sararämettä (VSR, nyt mustikkaturvekangas), puustoa  $3-5 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Ojituksen jälkeen alalle syntyi koivu-mänty sekapuusto, jota koealoilla 7A ja 8A on käsitelty säännöllisin harvennushakkuuin, koealojen 7B ja 8B puustot ovat käsittelemättöminä luonnontilassa. Koe-

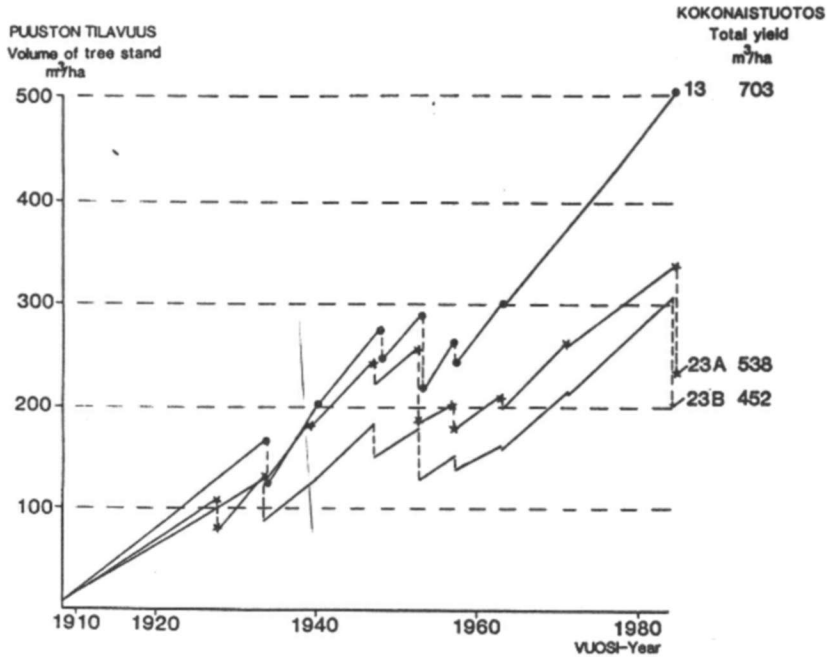


Kuva 4. Puuston tilavuuden kehitys ja kokonaistuotos harvennushakkuin käsitellyillä (koealat 7A, 8A, 25A) ja käsittelemättömillä (7B, 8B) varsinaisen sara-rämeen (7A, 8A, 7B, 8B) ja mustikkakorven (25A) koealoilla.

Fig. 4. Development of the volume of tree stand and the total yield on thinned (sample plots 7A, 8A, 25A) and unthinned (7B, 8B) sample plots on tall-sedge pine swamp (7A, 8A, 7B, 8B) and *V.myrtillus* spruce swamp (25A).

alojen 7B, 8A ja 8B tuotokset (396-413 m<sup>3</sup>/ha) ja keskipuut (5,3-5,5 m<sup>3</sup>/ha/a) ovat hyvin samansuuruiset puuston käsitte-lystä riippumatta; koealan 7A tulos (tuotos 369 m<sup>3</sup>/ha, keskipuut 4,9 m<sup>3</sup>/ha/a) on näitä heikompi johtuen ehkä siitä, että sen puusto on ollut selvästi koivuvaltainen, muilla mäntyvaltainen. Hakkuilla käsittelemättömille koe-aloille on aikaa myöten syntynyt melko runsas kuusisekoi-tus. Puuston tekninen laatu ja terveydentila ovat näillä selvästi heikommat kuin harvennuksin käsitellyillä koealoil-la. Näille on lisäksi syntynyt luontaisesti jokseenkin riit-tävä, nyt jo melko varttunut kuusialikasvos, joka voi muodostaa seuraavan puusukupolven. Koeala 25A on alku-peräiseltä suotyypiltään mustikkakorpi (MK, turvetta 0,9 m,

nyt mustikkaturvekangas). Alalla oli ojitettaessa puus-  
toa, pääasiassa kuusta,  $10 \text{ m}^3/\text{ha}$  ja puusto kehittyi sel-  
västi kuusivaltaiseksi. Sekä tuotos ( $469 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) että keski-  
kasvu ( $6,3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{a}$ ) ovat selvästi paremmat kuin edelli-  
sillä koealoilla, johtuen todennäköisesti kuusivaltai-  
suudesta ja ehkä hieman paremmasta boniteetista ja myös  
tehokkaammasta ojituksesta.

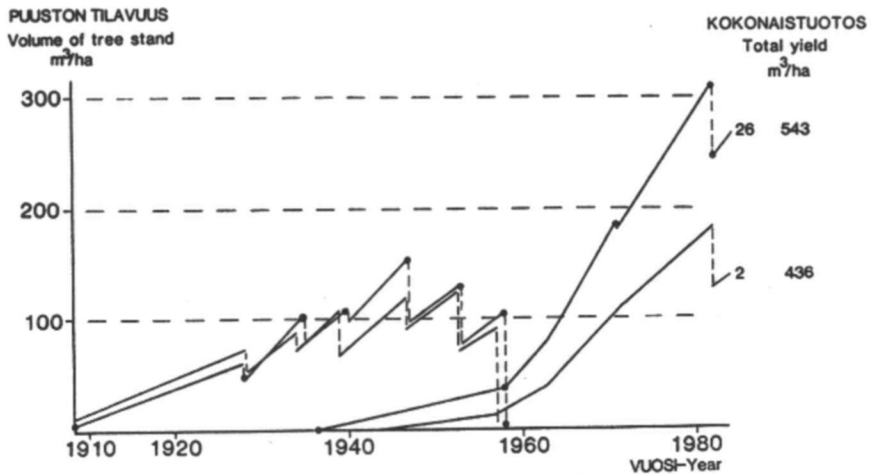


Kuva 5. Puuston tilavuuden kehitys ja kokonaistuotos lehto-  
korven (Koeala 13) ja lettorämeen (23A, 23B) koe-  
aloilla.

Fig. 5. Development of the volume of tree stand and the  
total yield on sample plots of eutrophic paludified  
spruce forest (13) and eutrophic pine swamp (23A,  
23B).

Alkuperäiseltä suotyypiltään parhaita kasvupaikkoja  
edustavat kuvan 5 koealat 13, joka on ollut lehto-  
korpi (LhK, turvetta 0,2 m, nyt ruohoturvekangas)

ja 23A ja 23B, jotka ovat olleet lettorämettä (LR, turvetta 0,8-1,0 m, nyt ruohoturvekangas). Näistä parhaan tuloksen (tuotos 703 m<sup>3</sup>/ha, keskipikasvu 9,4 m<sup>3</sup>/ha/a) on antanut koealan 13 jokseenkin puhdas kuusikko, jota ojitettaessa oli 7 m<sup>3</sup>/ha. Koealojen 23A ja 23B tulos on selvästi heikompi (tuotokset 538 ja 452 m<sup>3</sup>/ha ja keskipikasvut 7,2 ja 6,0 m<sup>3</sup>/ha/a). Näiden välinen ero johtunee lähinnä puulajikoostumuksesta; 23A:n puusto on ollut selvästi mäntyvaltainen koivu-mänty sekapuusto, 23B:n koivuvaltainen mänty-koivu sekapuusto.

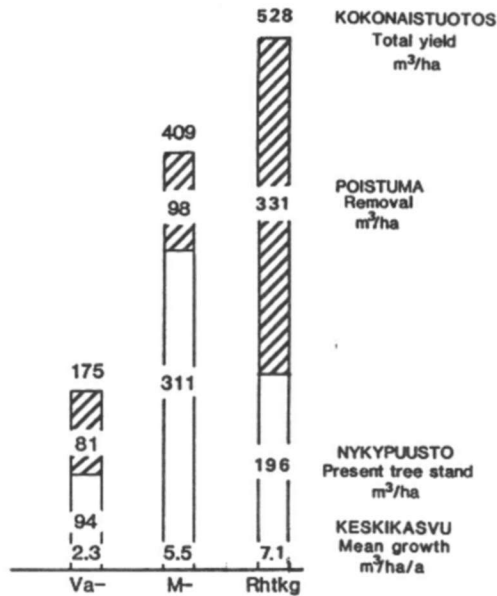


Kuva 6. Puuston tilavuuden kehitys ja kokonaistuotos koealoilla 26 ja 2, joilla ojituksen jälkeen syntyneen hieskoivikon alle syntynyt kuusialikasvos muodostaa toisen puusukupolven.

Fig. 6. Development of the volume of tree stand and the total yield on sample plots 26 and 2, where the spruce stand, generated under *B. pubescens* stand after thinnings, is forming the second tree generation.

Joillekin alueille Jaakkoin-suolla syntyi ojituksen jälkeen jokseenkin puhdas hieskoivikko, näitä edustavat kuvan 6 koeala 26, alkuperäiseltä suotyypiltään ruohoinen sarakorpi (RhSK, turvetta 0,4 m, nyt ruohoturvekangas)

ja koeala 2, alkuperäiseltä suotyypiltään likimain edellisen kaltainen, ehkä hieman karumpi (turvetta 0,5 m, nyt mustikkaturvekangas). Näillä aloilla hieskoivikkoa on käsitelty toistuvien harvennuksin ja saatu n. 50 vuodessa järeä koivikko, jonka tekninen kelpoisuus oli kohtalainen. Harvennetun koivikon alle syntyi luontaisesti kuusialikasvos, joka vapauttamisen jälkeen muodostaa nyt täys-tiheän ja kasvuisan toisen puusukupolven. Kasvupaikkojen välinen ero näkyy selvästi sekä tuotoksessa (543 ja 436 m<sup>3</sup>/ha) että keskikasvussa (7,2 ja 5,8 m<sup>3</sup>/ha/a).



Kuva 7. Puuston kokonaistuotos, poistuma, nykypuusto ja keskikasvu kasvupaikkaluokittain näitä edustavien koealojen keskiarvona (Va- = varpu-, M- = mustikka-, Rhtkg = ruohoturvekangas).

Fig. 7. Total yield, removal, present tree stand and mean growth as mean of sample plots representing different site type classes (Va- = Ledum-, M- = V.myrtillus-, Rhtkg = herb-rich old peatland forest).

Yhteenvedona puuston kehityksestä erilaisilla kasvupaikoilla Jaakkoin-suolla on kuvassa 7 esitetty kokonaistuotos, poistuma ja nykypuusto sekä ojituksen jäl-

keinen keskimääräinen kasvu kasvupaikkaluokittain kasvukoalojen tulosten keskiarvona. Kasvupaikan laadun merkitys käy varsin selvästi ilmi; parhaan (Rh-) antama tuotos on n. 3-kertainen heikoimpaan (Va-) verrattuna, ja hakkuupoistuma, joka vielä sisältää huomattavasti suuremman osuuden järeää puuta, on n. 4-kertainen. Nykypuuston määrä vaihtelee sen mukaan, missä kehitysvaiheessa puusotot ovat; rehevimmillä kasvupaikoilla (Rh-) uudistushakkuuvaiheessa, mustikkaturvekankailla vielä yleensä kasvatuksen loppuvaiheessa ja karuilla (Va-), enimmäkseen uudistetuilla aloilla, vasta kasvatusharvennusten vaiheessa.

Kimmo Paarlahti ja Heikki Takamaa

#### 4. HAKKUUKERTYMÄT

Jaakkoin suon nykyisen alueen hakkuukertymä on saatu selvitettyksi eri asiakirjalähteistä melko tarkkaan. Suon alkuperäisestä vähäpuustoisuudesta johtuen ensimmäisen 20 vuoden ajan hakkuut ovat olleet rämeosan avo- ja siemenpuuhakkuuta sekä vanhojen korpikuusikoiden kunnostus- ja pienialaisia uudistushakkuuta lukuunottamatta lähinnä taimikoiden ja nuorten puustojen perkausharvennuksia, joiden kertymää ei ole kirjattu, vaan oli tyydyttävä melko epävarmaan arvioon. Vuosien 1928-47 kertymä on laskettu kuvioittain niillä olevien koealojen hakkuutietojen perusteella, joten tähän sisältyy tietty epävarmuus, vaikka koko metsikkökuvion puuston käsittely on ollut jokseenkin sama kuin sillä olevan koealan tai koealojen. Vuodesta 1948 lähtien on Jaakkoin suon hakkuumäärät kirjattu erikseen, joten tältä osin määrät perustuvat kirjanpitoon. Näin on saatu lasketuksi seuraavat hakkuukertymän määrät:

vv. 1909 - 27	n.	300 m <sup>3</sup>
" 1928 - 47		3 430 "
" 1948 - 64		1 620 "
" 1965 - 72		50 "
v. 1973		470 "
vv. 1982 - 84		4 650 "
<hr/>		
vv. 1909 - 84	yht.	10 420 m <sup>3</sup>
keskimäärin 107 m <sup>3</sup> /ha		

Puuston rakenteesta johtuen ovat hakkuut olleet tähän saakka valtaosaltaan kasvatushakkuuta, mikä on vaikuttanut kokonaiskertymään. Vasta viimeisessä hakkuussa (vv. 1982-84), jolloin koko suo käytiin hakkuilla läpi, tehtiin joillakin kuvioilla ensimmäiset varsinaiset päätehakkuut, joiden yhteydessä perustettiin uudistamiskokeita käyttäen sekä siemenpuu- että suojuspuuhakkuuta ja avo-

hakkuualoilla erilaisia viljelymenetelmiä. Joillakin aloilla poistettiin luontaisesti syntyneen kuusen nuorennoksen päältä ylispuusto joko kokonaan tai osittain. Suurimmaksi osaksi olivat hakkuut varsinkin rämeosalla edelleenkin kasvatushakkuita.

Koska Jaakkoinsuo on koealue, jolla puustoja on tutkimusten takia käsiteltävä eri tavoin ja käsittelyt ovat tämänkin takia olleet suhteellisen lieviä - onhan eräitä metsiköitä säilytetty kokonaan hakkaamattominakin - on luonnollista, että kokonaishakkuukertymä on jäänyt suhteellisen alhaiseksi verrattuna siihen, että puustoja olisi käsitelty pyrkien koko alalla mahdollisimman tehokkaaseen puun tuotantoon. Toisaalta kuitenkin ojitusalueen hoitotoimenpiteet sekä ojastojen kunnossapidon että metsänhoidon osalta on tehty ajallaan ja ehkä huolellisemmin kuin käytännössä yleensä, mikä puolestaan on nopeuttanut puustojen kehitystä ja näin vaikuttanut kertymää lisäävästi.



Jukka Aarnio

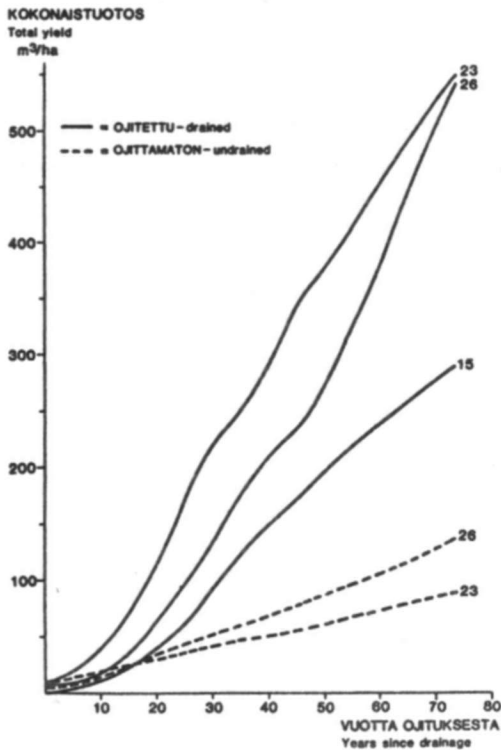
## 5. LASKELMIA OJITUKSEN YKSITYISTALOUELLISESTA KANNATTAVUUDESTA

### 51. Tutkimuskoealojen tuotos- ja poistumatiedot

Tässä esityksessä selvitetään ojitusinvestoinnin erillis-kannattavuutta yksityisen metsänomistajan näkökulmasta. Nykyarvojen perusteella tehdään katetarkastelu, jonka tulok-sena saadaan ojitusinvestoinnin erilliskatteiden nykyarvot ennen ja jälkeen verojen. Lisäksi tulokset esitetään molem-mille kasvatusvaihtoehdoille (ojitettu ja ojittamaton) käyttäen kannattavuustunnuksina nykyarvoa ja sisäistä korko-kantaa (ks. esim. Honko: Investointien suunnittelu ja tark-kailu).

Edullisuuslaskelmien aineistona ovat koealat 15a, 23a ja 26 (myöhemmin 15a = 15 ja 23a = 23). Koealat olivat suotyypiltään ojitettaessa seuraavat: koeala 15 suursaraneva, 23 lettoräme ja 26 nevakorpi. Ojitusajankohdan suurin alkupuusto  $10 \text{ m}^3/\text{ha}$  oli koealalla 23. Nevakoealalla vastaava kuutiomäärä oli luon-nollisesti 0 ja koealalla 26 se oli  $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Koealat 23 ja 26 edustavat ojitettuina puuntuotoskyvyltään reheviä kasvu-paikkoja (lehtoturvekangas). Nevakoeala vastaa boniteetil-taan puolukkaturvekangasta.

Koealojen ojituksenjälkeinen kokonaistuotos on esitetty ku-vassa 8 (s. 32), josta ilmenee myös koealojen 23 ja 26 ojittamat-toman eli 0-vaihtoehdon arvioitu kokonaistuotos. Koealojen 23 ja 26 ojituksenjälkeinen kokonaistuotos on ollut tähän mennessä noin  $550 \text{ m}^3/\text{ha}$  eli keskimäärin  $7,4 \text{ m}^3/\text{ha/a}$ . Selvimpänä erona näiden koealojen välillä on se, että koe-alalla 26 vuotuinen tilavuuskasvu on ollut mittausajanjakson loppupuolella suurempi kuin sen alkupuolella. Syynä tähän on ollut koivuverhokuuston kasvatus ojituksenjälkeisinä 40-50 vuotena. Nevakoealalla kokonaistuotos on ollut ojituksen jäl-keen vajaa  $300 \text{ m}^3/\text{ha}$  eli  $4 \text{ m}^3/\text{ha/a}$ .

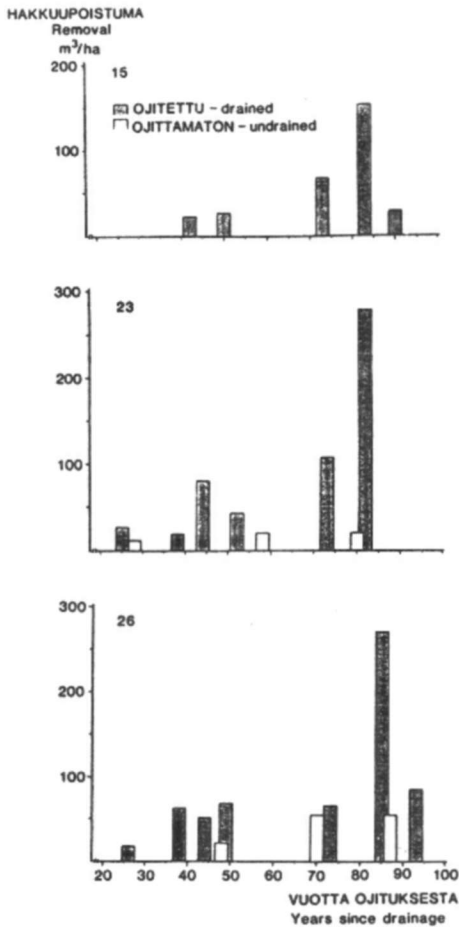


Kuva 8. Koelaitteiset kokonaistuotuskäyrät ojitetuilla ja ojittamattomilla kasvatusvaihtoehdoilla.

Fig. 8. Total yield curves for drained and undrained alternatives.

Tutkimuskoealoille ei ollut käytettävissä niitä vastaavia ns. nollaruutuja. Tämän vuoksi ojittamattoman kasvatusvaihtoehdon tuotosluvut oli arvioitava aikaisempien tutkimustulosten avulla. Lähtökohdiana tuotos- ja poistumasarjoille olivat Heikuraisen (1971) sekä Heikuraisen ja Seppälän (1973) tutkimustulokset, joiden lisäksi käytettiin apuna valtakunnan metsien 6. ja 7. inventoinnin tuloksia ojittamattomien soiden puustotunnusten osalta. Ojittamattomana koelalan 26 kokonaiskasvu olisi ollut mittauseriodin aikana vajaa 150 m<sup>3</sup>/ha ja koelalan 23 vajaa 100 m<sup>3</sup>/ha. Koelala 15 olisi ilman ojitusta edelleen avosuo eli sen kokonaistuotos = 0 m<sup>3</sup>/ha.

Koealojen poistumatietoja ei käytetty laskelmissa täsmälleen toteutettujen hakkuiden mukaisina, vaan pienet (alle  $15 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) ja vain muutaman vuoden välein suoritettut hakkuukertymät yhdistettiin. Tätä menettelyä puoltavat nykyiset korjuutaloudelliset näkökohdat. Tällöin otettiin myös huomioon viivästettyjen tai aikaistettujen hakkuiden vaikutukset kokonaiskasvulukuihin. Laskelmien perustana olevat ensimmäisen kierroksen poistumatiedot on esitetty kuvassa 9. Mittausperiodin (73 vuotta) jälkeen arvioidut kasvu- ja poistumatiedot perustuvat kutakin koealaa vastaavan kangasmaan metsätyyppin tuotoslukuihin (Koivisto 1959). Kuvassa 9 on esitetty myös



Kuva 9. Koealoittainen hakkuupoistuma ojitusajankohdan jälkeen (ojitetun kasvatusvaihtoehdon 1. puusukupolvi).

Fig. 9. Removal after drainage (drained alternative, tree generation 1.).

koealojen 23 ja 26 ojittamattomien kasvatusvaihtoehtojen hakkuupoistumat. Ojittamattomilla soilla edellytetään noudatettavan kasvatusmetodia, jossa tietyin välein poistetaan kasvua vastaava kuutiomäärä eli tällöin poistetaan suurimaksi osaksi järeintä ja kasvunsa menettänyttä puustoa. Tällöin puustopääomaa kasvatetaan aluksi siten, että se vastaa kyseisen suotyypin keskimääräistä kuutiomäärää. Tämän jälkeen poistetaan tietyin välein (lettorämekoeala 22 ja nevakorpikoeala 17 vuotta) kasvua vastaava kuutiomäärä.

Ojitusalueen ensimmäisen puusukupolven uudistuskypsyys määritettiin Tapion suositusten mukaan sitä vastaavan kangasmaan metsätyypin keskiläpimitan avulla. Uusi taimiaines saadaan turvemaiilla syntymään helposti luontaisen uudistamisen avulla. Tämän vuoksi oletettiin rämeillä käytettävän siemenpuuhakkuita ja korvissa suojuspuuhakkuita. Ojitettujen alueiden seuraavien puusukupolvien kasvut arvioitiin ikuisuuteen asti käytettävissä olleen mittausperiodin tuotoslukujen sekä Koiviston (1959) toimittaman toistuvien harvennuksien käsittelyjen metsikköiden kasvu- ja tuottotaulukoiden avulla. Poistumarjoja laadittaessa oletettiin käytettävän 3-4 harvennusta kiertoajassa. Ojittamattoman kasvatusvaihtoehdon hakkuukertymät muodostuivat puolestaan ikuisuuteen asti "harsinnanluontoisista" harvennushakkuista.

## 52. Kustannukset ja tuotosten hinnoitteluperusteet

Laskelmien perustana ovat ojituksen perus- ja jälkikustannukset on määritetty vuoden 1982 rahassa. Uudisojituksen yksikkökustannukset olivat tällöin 1,89 mk/m ja ojanperkauksen yksikkökustannukset 1,75 mk/m. Nämä luvut vastaavat Tampereen metsänparannuspiirin Pirkka-Hämeen piirimetsälautakunnan alueen keskimääräistä kustannustasoa. Taimikonhoidon

hehtaarikustannukset vaihtelivat 320 ja 510 markan välillä sisältäen toimenpiteistä aiheutuneet välilliset kustannukset (sosiaalikulut, raivaussahakorvaus jne.). Päätehakkuun yhteydessä tehtävän raivauksen kustannukset olivat 280 mk/ha.

Yksityistaloudellisen tarkastelukulman vuoksi otettiin laskelmissa huomioon myös verot ja metsänhoitomaksu. Käytetty verokuutiometrin nettoarvo (Hämeen läänin keskiarvo) oli 82,20 mk vuonna 1982. Vastaavasti metsäveroluvut perustuivat Vilppulan kunnassa käytettyihin arvoihin. Metsänhoitomaksun sadannes oli 3,7, joka oli Pirkka-Hämeen piirimetsälautakunnan keskiarvo.

Puutavaralajeittaiset hakkuukertymät hinnoitettiin Pirkka-Hämeen piirimetsälautakunnan yksityismetsien kantohinnoilla. Puutavaralajien trendihintojen määrittämiseksi kerättiin kantohinta-aineisto hakkuuvuosilta 1955/56-1982/83 (lehtitukki ja -kuitu hakkuuvuodesta 1968/69 alkaen). Nämä vuotuiset nimellisarvot muunnettiin hakkuuvuoden 1982/83 rahan arvoon tukkuhintaindeksin kokonaisindeksillä. Mänty- ja kuusitukkipuun hintojen (tilastoitu hakkuuvuodesta 1978/79 lähtien) suhde havutukkipuun hintaan saatiin hakkuuvuodelle 1982/83 lasketun muuntokertoimen avulla. Laskelmissa käytetyt trendisuorien antamat yksikköhinnat ilmenevät seuraavasta asetelmasta:

Puutavaralaji	mk/m <sup>3</sup>
Kuusitukkipuu	184,80
Mäntytukkipuu	209,80
Lehtitukkipuu	159,30
Kuusikuitupuu	90,10
Mäntykuitupuu	93,70
Lehtikuitupuu	72,40

Esitettyjä keskimääräisiä trendihintoja korjattiin lisäksi hakkuuvuoden 1982/83 hintasuositussopimuksen mukaisilla leimikon tiheyden ja runkojen keskijäreiden korjaustekijöillä kulloisenkin hakkuukertymän mukaisesti.

Tässä esityksessä oletettiin uudisojitus sekä perkausharvennukset rahoitettavan kokonaan metsänparannuslainoilla. Tällöin on aluksi 2 vapaavuotta, jonka jälkeen maksetaan 24 vuotena vuotuismaksut. Tämän vuoksi maksuerät on deflatoitu hankkeen toteuttamisvuoteen viimeisten kahdenkymmenen vuoden keskimääräisellä inflaatiosadanneksella, joka on ollut 7.

Laskelmat perustuvat metsänomistajaan, jonka kokonaistulo-veroprosentti on 30. Mikäli metsänomistaja suorittaa ojituksen, myönnetään hänelle verovapaus seuraavaksi 15 vuodeksi ko. alueelle. Ojittamattomassa kasvatusvaihtoehdossa maksetaan veroa 30 % veroluokan mukaisesta puhtaasta tuotosta. Korvet kuuluvat III ja rämeet IV veroluokkaan. Ojitusalueilla tapahtuva veroluokan tarkistus ilmenee veroluokan sekä samalla myös metsänhoitomaksun kohoamisena. Tässä esityksessä veroluokan tarkistus oletettiin tehtävän 10 vuotta verovapauden päättymisen jälkeen. Tästä lähtien verotus ja metsänhoitomaksu vastaavat ojitusalueen todellista puuntuotokykyä.

### 53. Tulokset

Ojitusinvestoinnin erilliskannattavuuden selvittämiseksi käytetään katetarkastelua, jossa tulojen ja menojen nykyarvojen erotukset lasketaan ojitusajankohdasta ikuisuuteen asti. Laskelmissa käytetään seuraavaa kaaviota:

- |       |   |
|-------|---|
| (1)   | + Kantorahatulot (ojitettu)   |
| (2)   | - Ojitetun alueen puunkasvatuksen menot (uudisojitus, perkausharvennus, raivaus, täydennysojitus) |
| <hr/> |   |
| (3)   | Puun tuotannon kate   |
| (4)   | - Kantorahatulot (ojittamaton)  |
| <hr/> |   |
| (5)   | Ojitushankkeen erilliskate ennen veroja   |
| (6)   | + Verovapauden "tulo"erä eli verovapaudesta johtuva verojen väheneminen                           |
| (7)   | - Verojen ja metsänhoitomaksun lisäykset (veroluokan tarkistuksen jälkeen)                        |
| <hr/> |   |
| (8)   | Ojitushankkeen erilliskate verojen jälkeen  |

Ojitetun kasvatusvaihtoehdon kantorahatulojen nykyarvot ovat katetarkastelun lähtökohtana. Vähentämällä näistä puunkasvatuksen menot ja ojittamattomana kasvatusvaihtoehdon kantorahatulot sekä lisäksi ottamalla huomioon verotus muutoksineen (verovapaus ja veroluokan tarkistus) saadaan ojitus Hankkeen erilliskate verojen jälkeen.

Tässä esityksessä rajoitutaan tarkastelemaan pelkästään puun tuotannon katetta sekä ojitus Hankkeen erilliskatetta ennen ja jälkeen veroja. Taulukossa 6 on esitetty koealojen katteiden nykyarvot 2, 5 ja 8 B:n laskentakorkokannoilla.

Taulukko 6. Koealojen katelaskelmat (mk/ha).

Koealan numero	Osatekijän numero	Laskentakorkokanta, %		
		2	5	8
15	(3)	12 782	1 090	81
	(5)	12 782	1 090	81
	(8)	9 569	449	-123
23	(3)	28 045	4 113	934
	(5)	25 820	3 666	786
	(8)	22 897	3 379	901
26	(3)	23 844	3 114	671
	(5)	18 446	2 601	589
	(8)	15 859	2 593	941

Koealoilla 23 ja 26 puun tuotannon katteiden nykyarvot ovat huomattavasti suuremmat kuin nevakoealalla (15). Puun tuotannon kate sekä ojitus Hankkeen erilliskate ennen veroja ovat nevakoealalla luonnollisesti yhtä suuria. Koealalla 23 erilliskatteen nykyarvo ennen veroja on kaimalla tarkastettavilla laskentakorkokannoilla suurempi kuin koealalla 26.

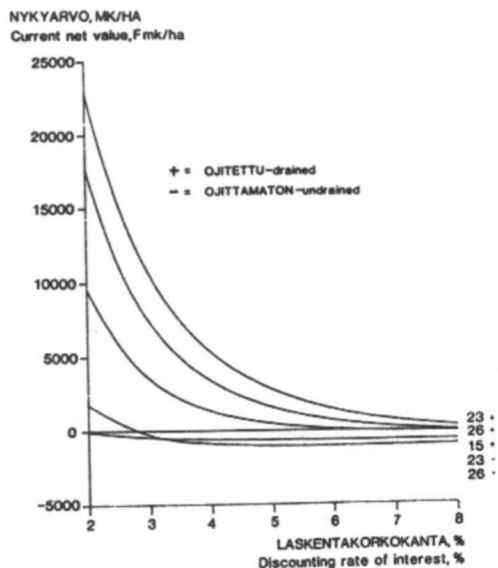
Ottamalla huomioon laskelmissa lisäksi ojitusalueisiin liittyvä verotuskäytäntö saadaan katetarkastelun lopputulokseksi erilliskatteiden nykyarvot verojen jälkeen. Nevakoealalla erilliskatteen nykyarvo on negatiivinen käytettäessä 8 %:n laskentakorkokantaa. Koealojen 23 ja 26 vastaavat nykyarvot ovat tällöin vielä yli 900 markkaa. Koealan 23 erilliskatteen nykyarvo verojen jälkeen on 8 %:n laskentakorkokannalla pienempi kuin koealan vastaava arvo, vaikka 2 ja 5 %:n korkokannoilla tilanne on päinvastoin. Tämä johtuu nimenomaan koealan 26 suuremmasta verovapauden "tulo"erästä, jonka merkitys lisääntyy laskentakorkokannan noustessa. Tähän liittyen voidaan havaita myös se, että käytettäessä suuria laskentakorkokantoja (tässä 8 %) erilliskatteen nykyarvo verojen jälkeen on suurempi kuin vastaava arvo ennen veroja koealoilla 23 ja 26.

Ojitusinvestoinnille ei ole voitu määrittää sisäistä erilliskorkoa, koska verovapauden vuotuiset "tulo"erät muodostuvat yleensä suuremmiksi kuin metsänparannuslainojen vuotuismaksut. Tämän vuoksi nykyarvojen tarkastelu on tehty kateperiaatteella. Mikäli metsänomistaja kuitenkin toteuttaa hankkeen omin varoin eli koko ojitusmeno maksetaan uudisojituksen toteuttamisvuotena, niin tällöin on mahdollista laskea ojitusinvestoinnille sisäinen korkokanta. Tällaisella rahoitusmenettelyllä saadaan seuraavat tulokset:

Koealan numero	Sisäinen korkokanta, %
15	5,2
23	12,4
26	14,2

Ojitusinvestoinnin erilliskannattavuuden määrittämiseksi oli selvitettävä sekä ojitetun että ojittamattoman kasvatusvaihtoehdon tulo-menosarjat ikuisuuteen asti. Tämän vuoksi kuvassa 10 (s. 39) on esitetty molempien kasvatusvaihtoehtojen nykyarvot laskentakorkokannoilla 2-8. Tällöin edullisuusvertailuissa alkuinvestointimenona on käytetty alkupuuston hakkuuarvoa ojitushetkellä.





Kuva 10. Laskentakorkokannan vaikutus koealojen kasvatusvaihtoehtojen nykyarvoihin.

Fig. 10. Effects of discounting interest rate on the current value of the different production alternatives.

Laskelmat on tehty verojen jälkeen -periaatteella. Ojitetuilla koealoilla suurin nykyarvo 2 %:n laskentakorkokannalla saadaan koealalla 23. Vastaavasti pienin arvo on nevakoealalla, jossa se on noin 9500 mk. 8 %:n laskentakorkokantaa käytettäessä ovat nevakoealalla (15) nykyarvot jo negatiivisia, kun muilla koealoilla saadaan vielä positiivisia arvoja. Ojittamattomissa kasvatusvaihtoehdoissa ovat nykyarvot negatiivisia jo 3 %:n laskentakorkokantaa käytettäessä.

Mitattaessa kasvatusvaihtoehtojen edullisuutta sisäisen korkokannan kriteerillä voidaan havaita karuimmalla suolla sen olevan noin 6,5 %. Rehevimmissä ojitetuissa kasvatusvaihtoehdoissa (koealat 23 ja 26) sisäisen koron vaihteluväli on 8-10 %. Ojittamattoman suon kasvatuksella saatava sisäinen korko jää alle 3 %:n kummassakin vaihtoehdossa. Sekä nykyarvojen että sisäisten korkokantojen perusteella voidaan todeta, että ojitushankkeen toteuttaminen olisi ollut edullisempi vaihtoehto yksityiselle metsänomistajalle kuin suo-  
puuston kasvattaminen ojittamattomana laskelmien perustana olevilla tutkimuskoealoilla.

## 6. METSÄNHOIDON KOKEUKSIA

Seppo Kaunisto

### 61. Uudistaminen

Lukkalan (1951) mukaan Jaakkoinso oli ojituksia aloitettaessa v. 1909 "... enemmiltä osiltaan hyvin heikkometsäinen. Vain alueen luoteisosan sekä itä- ja eteläosan korpimailla paikoin puisevaakin kuusivaltaista metsää. Kuitenkaan metsityksiä ei tarvittu, sillä Jaakkoinsoon ainoa, sen luoteisosassa oleva neva oli siksi vähäinen, että se metsittyi reunametsän siementämänä ennen pitkää luontaisesti". Varsinaisia vertailevia metsänuudistamiskokeita ei Jaakkoinsoolla ennen 1970-lukua ole tehty. Kuitenkin joitakin harvapuustoisia alueita (kokeet VIII ja XII) uudistettiin jo niinkin varhain kuin v. 1916 ja koealueen ikääntyessä puusto on yhä laajemmilla alueilla varttunut uudistuskypsäksi. Ennen vuotta 1951 uudistamistoimenpiteitä suoritettiin viidellätoista yksittäisellä koealalla tai koealasarjalla.

Soistuneilla kankailla ja ohutturpeisissa kangaskorvissa kokeiltiin uudistamista lohkoharsinnalla, männyn ja kuusen hajakylvöllä sekä kuusen ruutukylvöllä. Kaikissa tapauksissa alkuunlähtö oli varsin heikkoa ja taimikot jäivät harvoiksi. Myöhemmästä kehityksestä ei ole tietoa, koska alueet jouduttiin luovuttamaan lisämaina yksityisille.

Rämepuustojen uudistamisessa käytettiin joko männyn siemenpuuhakkuuta tai hajakylvöä. Kummallakin tavalla tulokset olivat yleensä tyydyttäviä. Kun kylvöalueille on lisäksi tullut täydennystä reunametsän siemennyksestä, on tuloksena ollut täystiheitä puustoja.

Korpien uudistamisessa käytettiin suojuspuuhakkuun luonteista lohkoharsintaa sekä kuusen hajakylvöä. Vuonna 1983 suoritettussa inventoinnissa tutkittiin kolme uudistumisvaiheessa olevaa ja kymmenen toista puusukupolvea edustavaa mustikkaruohoturvekankaan koealaa.

Taimettumisvaiheessa olevilla koealoilla oli kuusentaimia 22 000 - 168 000 kpl/ha. Toista puusukupolvea olevissa metsiköissä kuusen keskiläpimitta ( $D_{1.3}$ ) oli 4 - 11 cm ja puiden lukumäärä 1140 - 3200 kpl/ha. Ko. tutkimuksen mukaan Jaakkoin-suolla ovat luontaiseen uudistamiseen tähtäävät hakkuut onnistuneet keskimääräistä paremmin.

Neljännesvuosisadan tauon jälkeen jatkettiin metsän uudistamisen kokeellista tutkimusta Jaakkoin-suolla v.1974 ns. H-kulttuurien muodossa. H-kulttuurikokeissa tähdättiin mahdollisimman tehokkaaseen metsän kasvatukseen ja uudistusalueen suunnitteluun sekä myös taimikonhoitotoimenpiteiden rationalisointiin. Runkopuun lisäksi kannot ja lieot poistettiin alueelta. Ojat kaivettiin 10 m:n välein ja ojamaat levitettiin saroille. Istutus tehtiin riviviljelynä ojan lähelle siten, että saran keskelle jäi kulku-ura.

Jaakkoin-suolle perustettiin kolme H-kulttuurialuetta.

Niiden turvesyvyudet ja suotyypit on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Turvesyvyudet ja suotyypit H-kulttuurikokeilla.

Table 7. Peat depths and peatland site types in the H-culture experiments.

Lohko Block	Turpeen syvyys, dm Peat depth, dm				Suotyyppi - Peatland type <sup>1)</sup>	
	min.	max.	$\bar{x}$	S	Alkuperäinen Original	Viljelyhetkellä At planting time
1	0.0	8.0	4.1	1.6	VK	Mtkg
2	0.0	9.0	6.3	1.3	ITR	Ptkg - Mtkg
3	1.0	5.0	2.3	0.9	NK - VK	Mtkg

- 1) VK = ordinary spruce swamp  
 ITR = dwarf shrub-cotton grass pine swamp  
 NK = sedge spruce swamp  
 Mtkg = heathy *Myrtillus* peatland  
 Ptkg = heathy *Vitis-idaea* peatland

Alueilla suoritettiin männyn istutus keväällä v.1974. Taimet (1M+1A) saivat istutuksen yhteydessä suo-PK-lannosta (0-10-13) laikku- tai rivilannoituksena 1000 kg/ha vastaavan määrän. Lisäksi saran toiselle puoliskolle annettiin hivenseoslannoitetta (B 1,1 %, Cu 12,8 %, Mn 5,5 %, Zn 5,5 %, Fe 9,6 % karbonaattina, Fe 0,2 % kelaattina, Mo 1,4 %, Na 0,7 %) 1 m:n levyiselle kais-  
talle 15 g/m<sup>2</sup>.

Kokeet inventoitiin keväällä 1984. Männyn taimista mitattiin pituus ja viiden viimeisen vuoden pituuskasvu sekä arvioitiin erilaiset vauriot ja niiden voimakkuus. Lisäksi laskettiin sarkojen keskelle 5 m:n välein sijoitetuilla 0,5 m<sup>2</sup>:n suuruisilla ympyräkoealoilla luonnontaimien lukumäärä ja mitattiin kunkin puulajin suurimman taimen pituus. Tutkittujen istutuskoh-  
tien lukumäärät ja osuudet koko taimimäärästä sekä tutkit-  
tujen ympyräkoealojen lukumäärä eri lohkoissa olivat seu-  
raavat:

Lohko	Taimia kpl	Otos %	Ympyräkoealoja kpl
1	348	16,7	40
2	320	19,2	30
3	300	20,8	30
$\Sigma$	= 1004	$\bar{x}=18,9$	100

Istutustaimien alkukehitys on ollut erittäin nopeata ja ylittänyt selvästi Etelä-Suomen VT- ja MT-männynntaimikoiden pituuskehityksen ensimmäisen kymmenen vuoden aikana (taulukko 8, s. 43). Hivenlannoitus ei vaikuttanut taimien kasvuun eikä elossaoloprosenttiin. Elossaoloprosentti vaihteli jonkin verran eri lohkoissa (taulukko 8, s. 43). Esim. Leikolan ym. (1977) mukaan Lounais-Suomen VT- ja MT-männynntaimikoissa keskipituus oli 10 v:n kuluttua viljelystä n. 1,8 ja 2,0 m vastaavasti sekä Kinnusen ja Nerg'in (1982) mukaan Länsi-Suomen VT- ja MT-männynntaimikoissa 11 v. istutuksen jälkeen n. 2,3 m.

Alueella esiintyi verrattain runsaasti kasvuhäiriöitä ja puiden tyvilenkoutta (taulukko 8). Tyvilenkoutta on saattanut lisätä männylle liian rehevä kasvupaikka. Hivenlannoituksella ei ollut vaikutusta kasvuhäiriöiden ja tyvilenkouden esiintymiseen.

Taulukko 8. Istutustaimien (1M+1A) elossaoloprosentti, pituus sekä vauriot 10 kasvukauden kuluttua istutuksesta.  
Table 8. Survival (%), height (m) and damage frequency transplants 10 years after planting.

Mitattu suure Measured quantity	Lohko - Block			$\bar{x}$
	1	2	3	
Elossa - Survival, %	83,7	57,3	85,9	75,6
Pituus - Height, m	3,4	3,2	3,6	3,4
Kasvuhäiriöt - Growth disturbances, %	36,9	76,3	29,9	47,7
Tyvilenkous - Basal sweep, %	55,2	54,5	54,5	54,7

Koealueilta on luonnontaimet raivattu useaan kertaan. Siitä huolimatta niitä oli vuoden 1984 inventoinnissa vielä erittäin runsaasti (taulukko 9, s. 44).

Vuonna 1983 perustettiin Jaakkoin-suolle kolme luontaisen uudistumisen koetta, joista yksi ruoho-mustikka-, yksi mustikka-puolukka- ja yksi puolukkaturvekankaalle. Kahdella ensin mainitulla tutkitaan kuusen luontaista uudistamista käyttäen toisaalta suojuspuuhakkuuta ja toisaalta reunametsän siemenystä pienillä avohakkuualoilla. Mustikka-puolukkaturvekankaalla kokeillaan lisäksi maan muokkauksen vaikutusta uudistumiseen. Puolukkaturvekankaalla vertaillaan männyn luontaista uudistamista keväällä 1984 toteutetun männyn kylvön ja istutuksen kanssa sekä maan kevyttä muokkausta näiden yhteydessä. Näistä kokeista ei kuitenkaan vielä tuloksia ole käytettävissä.

Taulukko 9. Luonnontaimien lukumäärä ja valtataimien keskipituus puulajeittain eri lohkoilla.  
 Table 9. Number of wildings and mean dominant height of the different blocks.

Puulaji Tree species	Lohko - Block				Lohko - Block			
	1	2	3	$\bar{x}$	1	2	3	$\bar{x}$
	Taimia, kpl/m <sup>2</sup> Seedlings, pcs/m <sup>2</sup>				Valtataimien keskipit., cm Mean dominant height, cm			
Mänty - Pine	2,9	2,9	3,0	2,9	173	214	216	201
Kuusi - Spruce	4,9	4,8	3,7	4,5	63	60	49	57
Ra ko - B.verr.	0,5	0,0	0,0	0,2	38	-	-	38
Hi ko - B.pub.	6,3	7,2	7,1	6,9	182	166	149	165

Kimmo Paarlahti

## 62. Kasvatus

Jaakkoin suon koeojitusalueen yhtenä päätarkoituksena oli saada kokemuksia ojitusaluiden puustojen metsänhoidollisesta käsittelystä ja tämän vaikutuksesta ojituksen jälkeiseen puuntuotokseen. Varsinaisia, erilaisia käsittelyjä vertailevia kokeita ei alueelle perustettu, mutta suoritettujen toimenpiteiden ja puustojen kehityksen tarkka seuranta ja tulosten vertailu on mahdollistanut arvokkaiden kokemusten ja tietojen saamisen ja hyväksikäytön, kuten esim. Lukkalan julkaisut (mm. 1936, 1951) osoittavat.

Yleispiirteistä tarkastelua varten voidaan Jaakkoin suon puustot jakaa lähtökohtansa ja kehityksensä perusteella seuraavanlaisiin ryhmiin, jotka ovat myös yleisimmin ojitusalueilla esiintyviä:

- ojitettaessa olleet männiköt
- "-                    "-     kuusikot
- ojituksen jälkeen syntyneet koivu-mänty sekametsiköt
- "     "     "-     hieskoivikot

Vanhan ja melko elpymiskyvyttömän rämemännikön kasvattamiseksi uudistamisvaihtoehtojen edullisuuden vertailuun ei käytettävissä oleva aineisto riitä, mutta saatu tulos (ks. s. 22) viittaa selvästi siihen, että uudistaminen ojituksen yhteydessä tai pian sen jälkeen on antanut paremman tuloksen kuin vanhan (110 v.) puuston kasvattaminen. Tulos osoittaa myös selvästi ojitustehon suorastaan ratkaisevan merkityksen.

Jaakkoin suon korpikuusikoita on Lukkalan (1951) mukaan käsitelty pian ojituksen jälkeen melko voimakkaasti sekä kunnostus- että uudistamiseen tähtäävillä hakkuilla. Seurauksena on ollut varsin tuottoisien kuusivaltaisten metsiköiden syntyminen, kuten esimerkkikoealojen 25A (s.24) ja 13 (s.25) hyvät tulokset osoittavat.

Ojitushetkellä hyvin vähäpuustoisella (3-5 m<sup>3</sup>/ha) ohutturpeiselle sararämeosalle syntyi ojituksen jälkeen hyvin kasvuisa koivu-mänty sekapuusto, jota on käsitelty harvennuksin männyn hyväksi (ks. s. 23). Viimeisten harvennusten jälkeen on järeän ylispuuston alle syntynyt luontaisesti voimakas kuusialikasvos, joka kuitenkin on ylispuuston tiheydestä johtuen jäämässä hieman liian aukkoiseksi uudistamista ajatellen. Tämän vuoksi olisi syytä tehdä luontaiseen uudistamiseen tähdättäessä viimeiset harvennukset melko voimakkaina.

Ojitettaessa vähäistä hieskoivikkoa kasvaneille ruohoisille sarakorpikuvioille on ojituksen jälkeen syntynyt hieskoivikko ja tämän alle harvennusten jälkeen luontaisesti kehityskelpoinen kuusialikasvos (ks. s. 26). Saatu tulos osoittaa, että riittävän viljavalla kasvupaikalla on täysin mahdollista kasvattaa hieskoivikko riittävin harvennuksin tukkipuuasteelle ja samalla kuusi uudistuu luontaisesti.

Puulajeista kuusi on antanut parhaan tuotoksen (ks. s. 24 ja s. 25), mutta toisaalta kuusikot ovat myös parhailla kasvupaikoilla. Vahva koivusekoitus näyttäisi 75 vuoden kasvatusajalla jossain määrin alentaneen kokonaistuotosta (ks. s. 24 ja 25). Hieskoivikon heikompaa kokonaistuotosta havupuuvaltaisiin verrattuna osoittaa myös koealojen 26 ja 2 (kuva 6, s. 26) hieskoivikon kehityksen vertailu likimain vastaavanlaisten kasvupaikkojen havupuuvaltaisten puustojen kehitykseen (kuvat 4 ja 5, s. 24 ja 25). Hieskoivu on toisaalta riittävän viljavalla kasvupaikalla (vähintään mustikka-taso) varttunut sekä sekapuuna että puhtaana metsikkönä varsin nopeasti tukkipuun mittoihin.



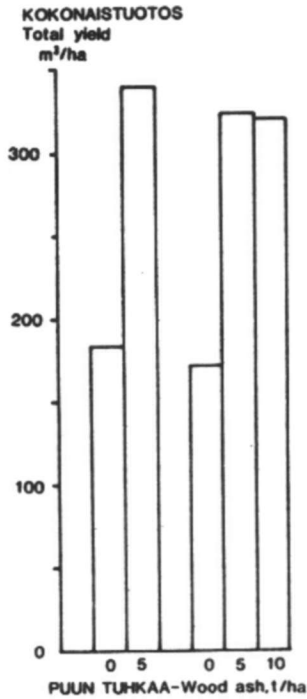
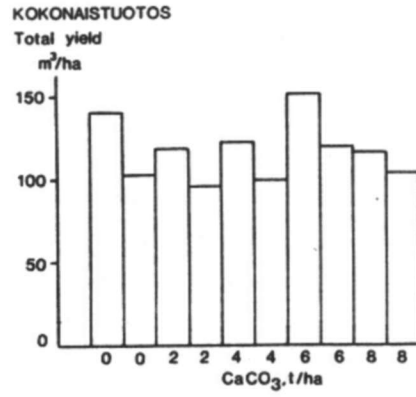
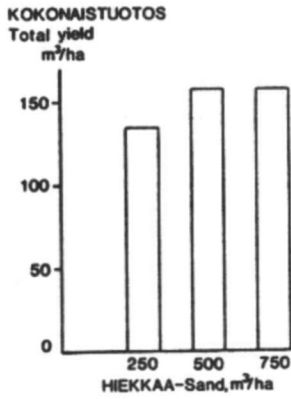
Klaus Silfverberg

## 7. HIEKOITUS-, KALKITUS- JA LANNOITUSKOKEET

Vilppulan Jaakkoinsuolla sijaitsevat eräät Suomen vanhimmista turvemaiden maanparannus- ja lannoituskokeista. Näihin voidaan lukea hiekoitus-, kalkitus-, puuntuhka- ja väkilannoituskokeet. Tässä käsiteltävät kokeet on perustettu vv. 1926-1952 isovarpuiselle tupasvillarämeelle. Ajatuksena oli 1920- ja 1930- luvulla huonosti metsittyneiden ojitusalojen metsittäminen maanparannustoimenpiteiden, mm. hiekoituksen ja kalkituksen avulla. Hieman myöhemmin kokeiltiin myös tuhkalannoitusta ja sittemmin myös väkilannoitteita. Pitkästä aikaperspektiivistä johtuen saatuja kokemuksia voidaan tänä päivänä pitää sekä arvokkaina että luotettavina. Tilastollisen päätelyn kannalta kokeet ovat lähinnä demonstraatioluonteisia eivätkä varsinaisia koesarjoja.

Lukkala (1951) on julkaissut edellämainittujen kokeiden siihenastisia tuloksia. Sen jälkeen kuluneet 30 vuotta eivät ole antaneet aihetta suurempiin muutoksiin, vaan Lukkalan esittämät tulokset pätevät pääpiirteittäin edelleenkin. Tässä esitetty yhteenveto perustuukin myöhempien mittausten ohella paljolti Lukkalan julkaisuihin.

Hiekotuskokeet perustettiin vuonna 1926 läheiseltä VT-kankaalta tuodulla hiekalla. Lukkala (1951) mainitsee hiekkapeitteen, joka vaihteli 2,5 - 7,5 cm, peittäneen rahkasammalikon 10-15 vuodeksi. Eräät kulttuurisia suosivat heinälajit olivat tulleet niiden tilalle. Varvusto sitä vastoin ei kärsinyt suuremmin. Hiekoitusta seuraavana keväänä koealalle kylvettiin männyn siementä. Koeruudut mitattiin v. 1977, jolloin kokeen perustamisesta oli kulunut 50 vuotta. Kokonaistuotos oli suurin ruuduilla joilla hiekkaa annettiin 5 tai 7,5 cm:n paksuinen kerros (kuva 11, s. 48). Enää ei hiekasta ole havaittavissa jälkeäkään, se on vuosien kuluessa vähitellen hautautunut syntyneeseen humukseen. Vuonna 1940 tehtyjen turveanalyysien mukaan hiekoituksen ei todettu vaikuttaneen turpeen ravinteisuuteen.



Kuva 11. Kokonaistuotos hiekoitus-, kalkitus- ja tuhkalannoituskokeilla.

Fig. 11. Total yield on sanding, liming and wood ash experiments.

Jaakkoinsuon kokeiden tulokset osoittavat, että metsäojitusalueiden hiekoittaminen ei tule kysymykseen käytännön metsänparannustoimenpiteenä. Tähän ovat syynä sekä vähäinen kasvunlisäys että tarvittavat kovin suuret hiekkamäärät (1000 - 1500 t/ha).

Jaakkoinsuon ensimmäiset kalkituskokeet tehtiin v. 1929. Kymmenelle ruudulle levitettiin kahtena toistona kalkkikivijauhetta 0 - 8 t/ha. Kalkituksen vaikutus kasvillisuuteen oli paljon selvempi kuin hiekoituksen ja se kohdistui voimakkaimmin pohja- ja kenttäkerrokseen. Kalkitus vähensi myös turpeen pintakerroksen happamuutta ainakin 20 vuodeksi. Voimakkaimmin kalkitulla ruudulla pH:n nousu oli yli 2 yksikköä. Rahkasammalet hävisivät lähes tyystin yli 20 vuodeksi ja niiden tilalle tuli kalkkia suosivia sammalia ja heiniä. Mitä suurempi määrä kalkkikivijauhetta oli annettu sitä selvempiä olivat muutokset kasvillisuudessa ja maassa.

V. 1983 suoritetun mittauksen tulokset (kuva 11, s.48) osoittavat, ettei maanpinnalle annettu kalkitus ole vaikuttanut puuston kasvuun. Neljältä muulta v. 1929 ja 1935 perustetulta kokeelta saadut havainnot ovat hyvin samansuuntaisia. Rahkasammalet taantuivat runsaimmin kalkkia saaneissa ruuduissa, mutta puustossa ei havaittu muutoksia suuntaan tai toiseen.

Suometsien kasvun parantajana maan pinnalle annettu kalkitus on osittautunut melko tehottomaksi. Ilmansaasteiden esiintuoma maaperän mahdollinen happamoituminen saattaa kuitenkin aiheuttaa kalkitustarpeen uudelleenarviointia.

Puuntuhkaa käyttämällä on saatu parhaat kasvun lisäykset (kuva 11, s. 48). Turpeessa ja kasvillisuuden pohjakerroksessa reaktio on ollut samantapainen kuin kalkituksella, sisältäähän puun tuhka jopa yli 30 % kalsiumia. Käytännön kannalta merkittävin ero on ollut puuston reaktiossa. 46 vuodessa viiden tonnin tuhkamäärällä on saavutettu noin 150 m<sup>3</sup>:n kasvunlisäys lannoittamattomaan verrattuna. Tuhkalannoituksen vaikutus perustuu osaksi samoihin tekijöihin kuin muunkin turvemaiden metsänlannoituksen; tehokas ojitus ja elpymiskykyinen

puusto sekä riittävät typpiavarat turpeessa. Tuhkan fosfori, kalium ja hivenaineet sekä sen "kalkitus"- eli happamuutta vähentävä vaikutus ovat avainasemassa. Tuhkalannoituksen seurauksena myös maaperän mikrobitoiminta vilkastuu erittäin merkittävästi (Karsisto 1979). Käytännölle annettu suositus, 5 t/ha, perustuu osittain juuri Jaakkoin suon kokemuksiin, missä 5 ja 10 tonnin tuhkamäärillä on saatu hyvin samansuuruiset kasvunlisäykset.

Taulukko 10. Turpeen ominaisuudet 0-20 cm:n pintakerroksessa (Merisaari 1981).

Table 10. Characteristics of surface peat (0-20 cm) according to Merisaari (1981).

Tuhkaa Wood ash	pH	N	P	K	Ca
		tot	helppoliu- koinen easily soluble	vaihtuva exchange- able	vaihtuva exchange- able
t/ha		kg/ha			
-	3,9	3603	26	66	500
5	4,9	3708	98	96	3400
-	4,1	2763	24	66	650
5	3,9	3680	34	84	2350
10	5,5	4161	100	96	4600

Vuotuinen kasvunlisäys koko 46 vuoden lannoitusjaksolle laskettuna on ollut noin 3,0 m<sup>3</sup>/ha. Lisäys on siten selvästi suurempi kuin lyhytvaikutteisemmalla PK-lannoituksella saadut keskimääräiset vuotuiset lisäykset (Paavilainen 1979).

Jaakkoinsuolle, lähinnä sen karulle rämeosalle, on perustettu muutamia lannoituskokeita vuodesta 1946 lähtien. Varsinkin vanhemmat kokeet ovat yksittäisiä, pienialaisia kokeita tai koeruutuja ilman toistoja. Kun annetut ravinnemäärät olivat nykytiedon mukaan erityisesti typen ja fosforin osalta kovin alhaisia (esim. N 15-62 kg/ha, P 16-30 kg/ha ja K 66-99 kg/ha), ei lannoitus ole voinutkaan antaa hyvin ravinneköyhällä kasvu-  
paikalla merkittävää puuston kasvunlisäystä. Myöhemminkään perustetut vähäiset kokeet, joissa on käytetty riittäviä annostuksia, eivät ole varsinaisia kokeita vaan demonstraatio-  
näytealoja.

## 8. SUOMETSÄEKOLOGISET TUTKIMUKSET

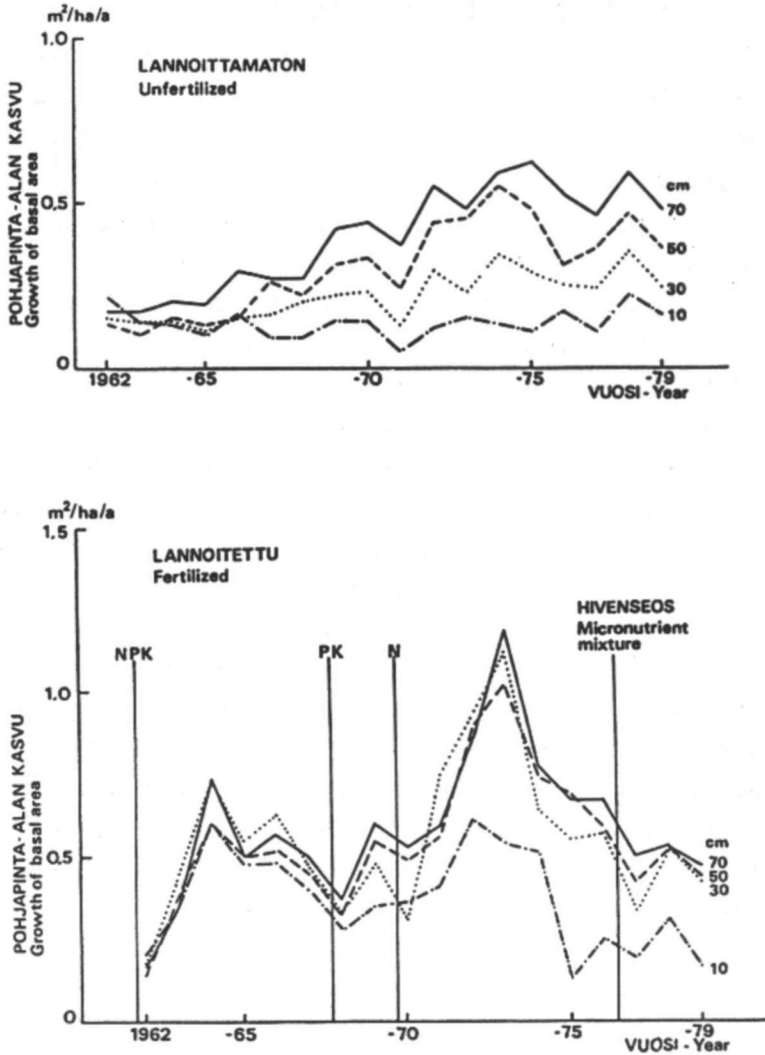
Klaus Silfverberg

## 81. Vesi- ravinne- ja lämpötalouden järjestely

Kun metsänparannustoiminnan, lähinnä ojituksen ja lannoituksen tehostuminen ja laajeneminen oli odotettavissa 1960-luvulta alkaen, perusti suontutkimusosasto vv. 1961-62 ns. ekologisia kokeita Kivalon ja Vilppulan kokeilualueisiin kummassakin yhden sekä korvelle että rämeelle. Kokeiden tarkoituksena oli ennen muuta kuivatustehon ja lannoituksen sekä näiden vuorovaikutuksen selvittäminen. Tämän lisäksitutkittiin keinollisin järjestelyin myös maan ja ilman lämpötilan merkitystä puiden kasvatapahtuman kannalta (vrt. Huihari ja Paarlahti 1967).

Kussakin sarjassa oli neljä kuivatukseltaan erilaista koealaa (40 x 15 m), joita ympäröivissä ojissa vedenpinta säännösteltiin patojen avulla pysyvästi 10, 30, 50 ja 70 cm maanpinnan alapuolelle. Tällä pyrittiin selvittämään erilaisen kuivatustehon merkitystä puiden kasvuun. Pohjaveden todellinen syvyys koealoilla on vaihdellut säännöstelytasoon verrattuna melkoisesti sateiden ja haihdunnan suhteen määräämänä. Keskimäärin pohjavesi on ollut alimmillaan heinä - elokuussa ja ylimmillään huhti - toukokuussa. Puuston rinnankorkeuspohjapinta-alan kehitystä seurattiin kasvupantojen avulla. Kasvun vaihtelun selittäjinä ovat olleet pohjaveden syvyyden vaihtelun lisäksi maan ja ilman lämpösuhteet sekä toistuvat lannoitukset. Seuraavassa esitetään esimerkin luontoisesti eräitä Jaakkoin suon räme koekentän päätuloksia.

Kuvan 12 (s. 53) tulokset osoittavat, että puuston pohjapinta-alan kasvu on ollut sitä parempi mitä syvemmälle vesi on ollut säännöstelty. Tämä johtuu ennen muuta siitä, että maan biologinen aktiviteetti ja tämän seurauksena ravinteiden mobilisaatio lisääntyvät sitä paksummassa kerroksessa mitä syvemmällä pohjavesi on. Juuristotilan lisääntymisellä näyt-



Kuva 12. Puuston pohjapinta-alan vuotuinen kasvu pohjaveden eri säännöstelysyvyyksillä (10...70 cm) lannoittamattomilla ja lannoitetuilla koealoilla.

Fig. 12. Annual basal area growth of tree stand on sample plots with different ground water regulation depths (10...70 cm) and without and with fertilization.

täisi olevan vähäisempi merkitys, mitä osoittavat kuvan 12 (s.53) tulokset lannoitetuilta koealoilta. Näillä on ravinteiden mobilisaation lisääntyminen peittyneet lannoituksina annetun ravinnelisäyksen (v. 1961 N 100, P 50 ja K 83 kg/ha; v. 1968 P 44 ja K 83 kg/ha; v. 1970 N 100 kg/ha; 1976 B 2.2, Cu 23.6, Mn 11.0 ja Zn 11.0 kg/ha) vaikutukseen 30, 50 ja 70 cm säännöstelyruuduilla, joilla pohjapinta-alan kasvu on ollut jokseenkin samansuuruinen. Parhaimman kasvun ollessa suurimmalla säännöstelysyvyydellä biologisesti optimaalista kuivatussyvyyttä on vaikea arvioida. Vain 10 cm pohjaveden syvyys näyttää olevan selvästi liian vähäinen puiden kasvun kannalta, silloinkin kun maan ravinteisuudesta huolehditaan keinollisin lisäyksin. Tämä näkyy erityisesti tutkimusjakson loppupuolella, jolloin pitkään korkealla ollut pohjavesi on ilmeisesti yhä enemmän haitannut maan luontaisten ravinnevarojen mobilisoitumista ja juuriston toimintaa. Kuivatuksen vaikutusta juuriston ominaisuuksiin on tutkinut Paavilainen (1966) väitöskirjassaan. Lannoituksen aiheuttamista kasvureaktioista voidaan edelleen päätellä, että kyseisellä koealueella (alkuaan isovarpuinen tupasvillaräme) on puutetta ensisijaisesti typestä ja että typpilannoitusten vaikutus on kulminoitunut varsin pian - noin 3 vuoden kuluttua - ja sen vaikutusaika on jäänyt melko lyhyeksi.

Pohjaveden aikajaksoittaisen syvyyden vaihtelun ja kasvun välisen riippuvuuden tarkastelu osoitti, että kaikilla säännöstelyillä oli vuotuinen kasvu sitä parempi mitä syvemmällä pohjavesi oli ollut loppukesästä, alkukesän suhteen ei vastaavaa havaittu. Samanlaiseen tulokseen on päädytty valunnasäännöstelykokeilla (Pelkonen 1975, Päivänen 1984, vrt. myös kappale 82, s. 55). Riippuvuus johtuu pääasiassa siitä, että maan lämpötila on loppukesällä korkeimmillaan ja tämän vuoksi mikrobien hajotustoiminta vilkkaimmillaan, jos happiolosuhteet ovat suotuisat.

Ilmastotekijöistä selitti saman vuoden lämpösumma ( $> +5^{\circ}\text{C}$ ) vuotuista pohjapinta-alan kasvua selvästi parhaiten. Yhteys



kasvuun oli heikointa 10 cm:n säännöstelysyvyydellä, jossa juuristokerroksen anaerobisuus rajoittaa kasvun mahdollisuuksia.

Maan lämpötilan säännöstelykokeet osoittivat kasvun alkamisajankohdan määräytyvän ilman lämpötilakehityksen mukaan, maan lämpötilakehityksellä ei ollut tässä merkitystä (vrt. Huikari ja Paarlahti 1967). Tehokas ojitus saattaa kuitenkin heikentää turpeen lämpöoloja. Kasvukauden keskilämpötila oli runsaan asteen alempi 70 cm:n ruuduilla kuin 10 cm:n. Tämä saattaa vaikuttaa hajotustoiminnan vilkkauteen. Useina peräkkäisinä vuosina toistettu roudan sulamisen viivästyttäminen olkipeite-eristeellä aiheutti mikrobitoiminnan ja täten ravinteiden mobilisaation heikkenemistä ja tästä johtuen puuston kasvun vähenemistä. Kokeen loputtua on maan pinnalle ja kasvillisuuden päälle jäänyt olkipeite parantanut puiden kasvua johtuen osittain lannoitusvaikutuksesta, joka tosin on vähäinen, ja ennen muuta pintakasvillisuuden ravinteiden oton eliminoitumisesta.

Juhani Päivänen

## 82. Valunnan säännöstely

Ekologisilla koekentillä vedenpinta on säännöstelty ojissa pysyvästi eri etäisyyksille maanpinnasta. Valunnansäännöstelykokeiden tavoitteena on taasen selvittää turvemaiden ojitusalueilla kasvukauden eri ajankohtina lähellä maanpinnan tasoa olevan pohjavesipinnan ja puuston kasvun välistä riippuvuutta olosuhteissa, joissa kuivatus on tehokas muun osan vuodesta. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston toimesta on eri puolille Suomea perustettu useita tällaisia kokeita. Kaksi näistä sijaitsee Jaakkoinsojalla.

Koe 69 on perustettu vuonna 1969 isovarpuisen rämeen muuttumalle ja se käsittää 16 koeruutua. Kullakin säännöstelyllä on toisto. Keväällä 1972 perustetussa kokeessa 72 on myös

koejäseniä, joilla pohjavesi on lähellä maanpintaa talven aikana. Koeruutuja on varputurvekankaan männikössä 9 ja mustikkakorven muuttuman kuusikossa 3. Tässä kokeessa säännöstelykäsittelyillä ei ole toistoja.

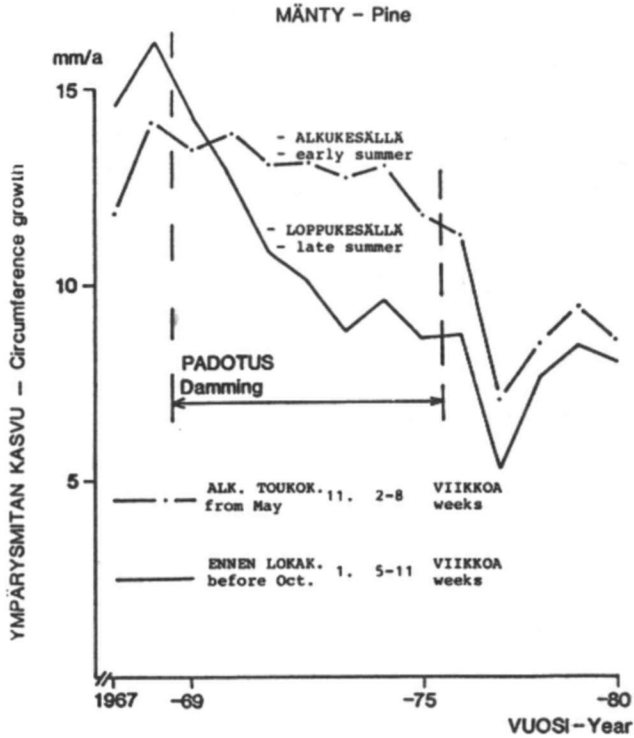
Veden korkeus koeruutuja ympäröivissä ojissa on säännöstelty vettä johtamalla ja patoamalla. Säännöstelyn aikana pohjavesipinta on pyritty pitämään noin 20 cm:n etäisyydellä maanpinnasta. Säännöstelyt on teknisistä syistä jouduttu suorittamaan siten, että veden johtamissuunnassa alempana olevilla koeruuduilla vesipinta on pidetty korkealla (säännöstelykäsittely) aina vähemmän aikaa kuin ylempänä olevilla ruuduilla. Kokeen 69 säännöstelykäsittelyt on lopetettu vuonna 1975, koetta 72 jatketaan edelleen.

Kasvupantamittauksiin perustuvat tulokset valunnansäännöstelyjen vaikutuksesta ojitusalueen rämemäntyjen ympärysmitan kasvureaktioihin on julkaistu kokeesta 69 ja esituloksia kokeen 72 osalta (Pelkonen 1975). Tässä yhteydessä esitetään yhdistelmäkuva, johon on koottu kokeen 69 perusteella männyn ympärysmitan keskikasvut erikseen alkukesän ja erikseen loppukesän padotuskäsittelyissä (kuva 13, s. 57). Alkukesän padotuskäsittelyissä mäntyjen ympärysmitan kasvu on ollut parempi kuin loppukesän padotuskäsittelyissä.

Kokeen 72 rämemännikkökoeruutujen (9 kpl) osalta puustojen reaktioita on tarkasteltu myös tilavuuskasvumittauksin (ks. Päivänen 1984). Koska käsittelyiltä puuttuivat toistot, ryhmiteltiin koeruudet laskennassa seuraavasti (kuva 14, s. 58):

- A = vertailu ( 2 ruutua ),
- B = alkukesän padotus (2),
- C = syksy- ja kevätpadotus (3) ja
- D = myöhäiskesän padotus (2).

Vapaalaskuisilla vertailuruuduilla ja alkukesän padotusruduilla tilavuuskasvun suunta on nouseva ja myöhäis-



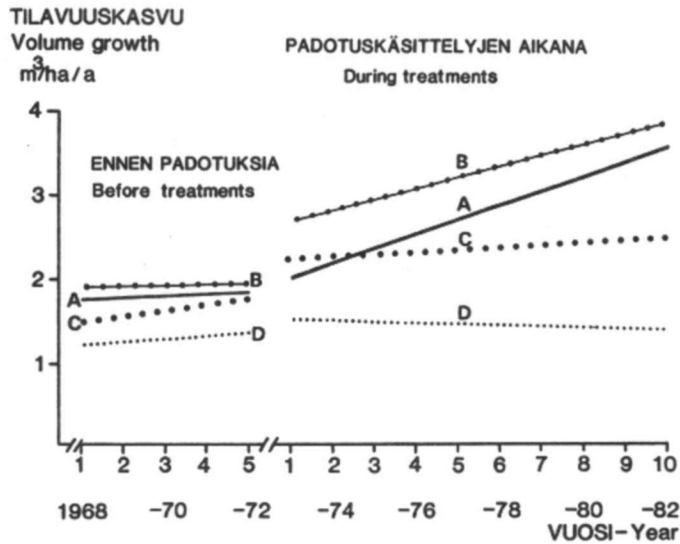
Kuva 13. Männyn ympärysmitan ( $C_{1,3}$ ) keskikasvu alkukesän ja loppukesän padotuskäsittelyillä kokeessa 69.

Fig. 13. The average circumference growth of pine on the early summer and late summer damming treatments. Experiment 69.

kesän padotusruuduilla lievästi laskeva tutkimuksen toimenpidekaudella. Suorien kulmakertoimet eivät kuitenkaan poikenneet tilastollisesti merkittävästi toisistaan (ennen ja jälkeen padotuskäsittelyiden aloittamisen).

Aineistosta on laskettu myös kasvukauden eri ajankohtina mitatun pohjavesipinnan etäisyyden ja puuston vuotuisen tilavuuskasvun välinen korrelaatio ko. 9:lle koeruudulle. Puuston kasvutunnuksena käytettiin tarkasteluissa usean vuoden mittausjakson (5 ja 10 vuotta) vuotuisen tilavuuskasvun keskiarvoa. Tarkastelu osoitti, että pohjavesipinnan etäisyyden vaikutus metsäojitusalueen puuston kasvuun oli selvintä heinä-elokuun vaihteesta eteenpäin.

## MÄNNIKKÖ - Pine stand



Kuva 14. Vuotuisen tilavuuskasvun ja säännöstelystä kulu-  
neen ajan välinen riippuvuus ennen ja jälkeen  
padotuskäsittelyjen aloittamisen padotuskäsit-  
telyryhmittäin (A = vertailu, B = alkukesän pa-  
dotus, C = syksy- ja kevätpadotus ja D = myö-  
häiskesän padotus).

Fig. 14. The regression between the annual volume growth  
and the number of successive years before and  
after the starting of the experiment by damming  
treatment groups (A = control, B = early summer,  
C = fall and spring, and D = late summer).

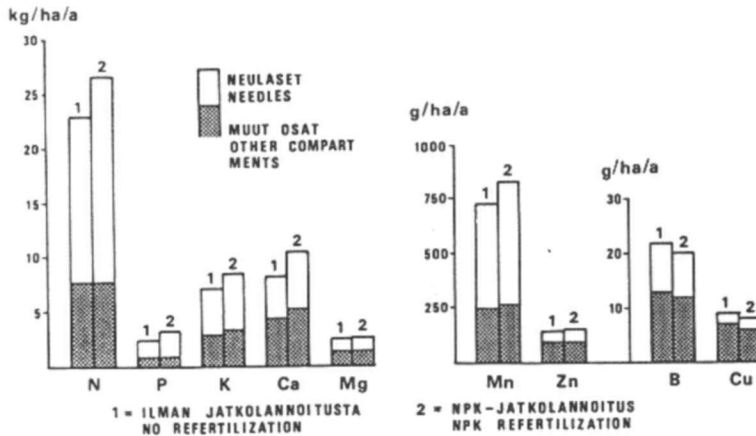
On ilmeistä, että metsäojitusalueella on huolehdittava  
riittävän kuivatussyvyyden saavuttamisesta erityisesti  
loppukesästä, joilloin turvemäen lämpötilan kohotessa  
myös mikrobitoiminta on voimakkaimmillaan.

Eero Paavilainen

### 83. Ravinteiden kierto

Jaakkoinisuolla aloitettiin v. 1974 tutkimus lannoituksen vaikutuksesta kasvibiomassaan ja ravinteiden kiertoon ojitetulla isovarpuisella rämeellä. Peruslannoituksesta (PK, NPK) oli kulunut ensimmäiseen puuston biomassan määrittämiseen (huhti-toukokuussa 1978) mennessä kolmetoista ja jatkolannoituksesta (NPK) neljä kasvukautta. Toinen biomassamäärittäminen tapahtui neljä vuotta myöhemmin keuhällä 1982.

Tutkimuksen ensimmäisen vaiheen tulokset on julkaistu (Paavilainen 1980). Todettiin mm., että varsin suuri osa metsikön vuotuisen tuotoksen kuluneista ravinteista oli sitoutunut neulasiin (kuva 15) sekä kenttäkerroksen kasvillisuuteen. Kariikkeissa palautuvat ravinteet korvaavat vain suhteellisen pienen osan vuotuisen tuotoksen kuluvista ravinteista. Tästä syystä sekä mm. lannoituksessa annettujen ravinteiden pidätyessä voimakkaasti turpeeseen voidaan odottaa NPK-lannoituksen vaikutusajan jäävän verraten lyhyeksi.



Kuva 15. Puuston maanpäällisen osan vuotuisen tuotoksen kuluneiden ravinteiden määrä.

Fig. 15. Amount of various nutrients bound to the apparent annual production of above-ground biomass of the tree crop.

Tulosten mukaan NPK-lannoitusta voidaan käyttää isovarpuisella rämeellä ilman, että on odotettavissa kasvibiomassan tuotoksen tai ravinteiden kierron kannalta haitallisia vaikutuksia. Jatkolannoituksessa näyttää NPK:n vaikutus olevan jokseenkin riippumaton siitä, onko ensimmäisessä lannoituksessa käytetty PK- vai NPK-lannoitusta.

Jatkotutkimuksissa selvitetään mm. kaliumin, boorin ja kuparin lisäyksen tarvetta, koska näitä ravinteita pidättyi puiden neulasiin suhteellisesti vähemmän kuin muita tutkittuja ravinteita.

Jaakkoin suon automaattista tietojenkeruulaitteistoa tullaan käyttämään ainetasetutkimuksissa, joiden päätavoitteena on selvittää, voidaanko ojitetun suon pohjavedestä otettuja näytteitä käyttää seurattaessa ilman epäpuhtauksien vaikutuksia ravinteiden kiertoon.

## 9. MUU TUTKIMUS- JA KOETOIMINTA

Ojituksen yhteydessä, v.1909, on Jaakkoin-suolle asetettu 6 linjaa ns. painumispaaluja, joista voidaan seurata suon pinnan painumista ojituksen jälkeen. V.1931 on suolle tehty 22 ja v.1937 2 kappaletta rei'itetyllä lautaputkella varustettuja kaivoja pohjaveden korkeuden havaitsemiseksi. Näiden antamia tuloksia on julkaissut mm. Lukkala (1936, 1951). Sarjat on myöhemmin hoidettu mittauskelpoisina, vaikka jatkuvia mittauksia ei viime aikoina ole tehty.

Vv. 1949-52 tehtiin Jaakkoin-suolle koemielessä ja myös ojituksen täydentämiseksi n. 3,5 km salaojia, jotka ovat toimineet ainakin tähän saakka varsin hyvin.

Viime vuosina on tehty mm. suon pinnan kulutuskestävyyttä, hillasatoa sekä sienilajistoa ja -satoa selvittäviä havain-toja. Myös erilaisia riistapeltoja on perustettu metsänviljelyaloille. Edelleen on kokeiltu pää- ja hivenravinteiden, vitamiinien, sokereiden ja hormonien injektioimista puihin. Eri tutkimusten yhteydessä on tehty runsaasti neulas- ja maa-analyysejä, maabiologisia selvityksiä jne.

## KIRJALLISUUS

- Eurola, S. 1962. Über die regionale Einteilung der Süd-finnischen Moore. Ann. Bot. Soc. 'Vanamo' 33(2):1-243.
- & Kaakinen, E. 1978. Suotyypipiopas. Porvoo - Helsinki - Juva. 87 s.
- Heikurainen, L. 1971. Virgin peatland forests in Finland. Acta Agr. Fenn. 123:11-26.
- & Seppälä, K. 1973. Ojitusalueiden puuston kasvun jatkumisesta ja alueellisuudesta. Summary: Regionality and continuity of stand growth in old forest drainage areas. Acta For. Fenn. 132:1-36.
- Huikari, O. & Paarlahti, K. 1967. Results of field experiments on the ecology of pine spruce and birch. Commun. Inst. For. Fenn. 64(1):1-35.
- Karsisto, M. 1979. Maanparannustoimenpiteiden vaikutuksesta orgaanista ainetta hajottavien mikrobien aktiivisuuteen suometsissä. Osa II. Tuhkalannoituksen vaikutus. Summary: Effect of forest improvement measures on activity of organic matter decomposing micro-organisms in forested peatland. Part II. Effect of ash fertilization. Suo 30(3-4):81-91.
- Kinnunen, K. & Nerg, J. 1982. Männyn kylvö- ja luonnon-taimikoiden tila Länsi-Suomen yksityismetsissä. Summary: State of sown and naturally regenerated young Scots pine stands in the private forests of western Finland. Folia For. 535: 1-16.
- Koivisto, P. 1959. Kasvu- ja tuottotaulukoita. Summary: Growth and yield tables. Commun. Inst. For. Fenn. 51(8): 1-49.
- Kosonen, R. 1976. Ojituksen ja lannoituksen vaikutus isovarpuisen rämeen kasvibiomassaan, perustuotantoon ja kasvillisuuteen Jaakkoin-suon ojitusalueella Vilp-pulassa (PH). Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimus-osaston tiedonantoja 3:1-57.



- Leikola, M., Metsämuuronen, M., Räsänen, P.K. & Taimisto, E. 1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967-1975. Summary: The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967-1975. *Folia For.* 312: 1-27.
- Lukkala, O.J. 1936. Neljännesvuosisadan kokemuksia Jaakkoin-suon koeojitusalueelta. *Metsätietoa* II.1.
- 1951. Kokemuksia Jaakkoin-suon koeojitus-alueelta. Summary: Experiences from Jaakkoin-suon experimental drainage area. *Commun. Inst. For. Fenn.* 39(6):1-53.
- Mannerkoski, H. 1979. Suojuoksu. Suotyyppinäytealojen retkeilyreitit. Helsingin yliopisto, suometsätieteen laitos. Moniste.
- Merisaari, H. 1981. Tuhkalannoituksen vaikutuksen kesto eräillä vanhoilla kokeilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 13. (69 s.).
- Multamäki, S.E. 1923. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden metsänkasvusta. Referat: Untersuchungen über das Waldwachstum entwässerter Torfböden. *Acta For. Fenn.* 27:1-121.
- Paavilainen, E. 1966. Maan vesitalouden järjestelyn vaikutuksesta rämemännikön juurisuhteisiin. Summary: On the effect of drainage on root systems of Scots pine on peat soils. *Commun. Inst. For. Fenn.* 61.1. (110 s.).
- 1979. *Metsänlannoitusopas*. Helsinki. Kirjayhtymä. 112 s.
- 1980. Effect of fertilization on plant biomass and nutrient cycle on a drained dwarf shrub pine swamp. *Seloste: Lannoituksen vaikutus kasvibiomassaan ja ravinteiden kiertoon ojitetulla isovarpuisella rämeellä.* *Commun. Inst. For. Fenn.* 98.5. (71 s.).
- Pelkonen, E. 1975. Vuoden eri aikoina korkealla olevan pohjaveden vaikutus männyn kasvuun. Summary: Effects on Scots pine growth of ground water adjusted to the ground surface for year. *Suo* 26(2): 25-32.

- Päivänen, J. 1984. The effect of runoff regulation on tree growth on a forest drainage area. Proc, 7th Int. Peat Congr. 3:476-488.
- Ruuhijärvi, R. 1983. The Finnish mire types and their regional distribution. In: Gore, A.J.P. (ed.): Mires: swamp, bog, fen and moor. B. Regional studies:47-67. Amsterdam.
- Sarasto, J. 1957. Metsän kasvattamiseksi ojitettujen soiden aluskasvillisuuden rakenteesta ja kehityksestä Suomen Eteläpuoliskossa. Referat: Über Struktur und Entwicklung der Bodenvegetation für Walderziehung entwässerten Mooren in der südlichen Hälfte Finnlands. Acta For. Fenn. 65(7):1-108.
- 1961. Über die Klassifizierung der für Walderziehung entwässerten Moore. Ibid. 74(5):1-57.

## SUMMARY

When the Finnish National Board of Forestry first started the systematic ditching of peatlands for forestry purposes, it established the Jaakkoinsuo area in 1909 in order to clarify the principles of forest drainage. The ordinary aim of the experiments which were set up was to determine how large a yield of wood can be achieved on sites with different nutrient contents and further, how various drainage efficiencies and stand treatments affect the yield. The first ditching work was carried out in the area in 1909. Since then the drainage intensity has subsequently been increased in conjunction with a number of projects. In 1923, the experimental area was placed under the jurisdiction of the Finnish Forest Research Institute.

The first experiments for determining tree growth after drainage were established as early as 1909. A number of experiments have since been set up: experiments involving the addition of mineral soil in 1926, liming experiments in 1929, and wood ash fertilization experiments in 1937. Experiments with fertilizers widely used in practical forestry were started in 1949. Ditch spacing experiments, as well as ecological experimental fields, are also to be found in the area.

The virgin state of the Jaakkoinsuo experimental area was determined in 1911 on the basis of vegetation and peat depth mapping. Ten of the different mire types included in Cajander's classification system were distinguished at the time. The sites were spatially distributed in the mire in a way that is typical of excentric raised bogs of the boreal zone. The pattern of the sites was primarily determined by topography and hydrology.

Drainage, which was carried out for the first time in 1909, started a secondary succession which involved the conversion of the vegetation into a form characteristic of drained

peatland forest types within a period of 30-75 years. The rate and extent of the change was dependent on the original site hydrology and fertility. The moister and the more fertile the site, the greater the difference between the original virgin site vegetation and that at present on the site (Fig. 2, p.20).

As most of the Jaakkoinsuo area had a very sparse tree cover at the time when drainage was carried out, only on the area with old Scots pine (*Pinus sylvestris*) stand regeneration cuttings were made. Old pine stands that do not recover easily after drainage are not worth retaining, and regeneration is a better alternative (cf. Fig. 3, p. 23). The existing tree cover (cf. Figs. 4 and 5, p. 24 and 25) and that which developed naturally on the sites after ditching were allowed to develop into a tree stand. Stands of birch (*Betula pubescens*) developed on some parts of the area. These stands were thinned severely in order to allow a young stand of Norway spruce (*Picea abies*) to develop. When the spruce stand had become established the shelter trees were removed (cf. Fig. 6, p. 26).

Natural regeneration has been employed very successfully at Jaakkoinsuo; the seed tree method in the case of pine, and the shelterwood method in the case of spruce. A number of sowing trials have also been carried out with pine and spruce.

The results obtained from the yield plots (Fig. 7, p. 27) show that the stand growth is clearly dependent on the quality of the site. When the tree stand has been grown from the original tree cover, the best result is obtained on the herb-rich site type (total yield in 75 years 703 m<sup>3</sup>/ha, mean annual growth 9,4 m<sup>3</sup>/ha) and the poorest on the low-shrub pine swamps (132 m<sup>3</sup>/ha, and 1,8 m<sup>3</sup>/ha) (cf. Figs. 5 and 3, p. 25 and 23).

The total removal over a period of 75 years has also been calculated (cf. Table, p. 29) and upto the present time it is  $107 \text{ m}^3/\text{ha}$ . This is a rather low result and is due to the fact that the final cutting stage has only just been reached. A larger yield will have accumulated when the final cuttings are included. Experimental activity has allowed only light or even no cuttings in certain parts of the area. This means that it has not been possible to achieve as a high a yield as possible.

Profitability calculations made on some of the experimental plots (cf. Figs. 8 and 10, p. 32 and 39) show that drainage is a rather viable measure when the calculations are based on the current value or on the internal interest method. Examination of the drainage investment gave a similar result.

The early soil amelioration experiments with sand, lime and wood ash have shown that only the application of wood ash gives a remarkable growth increase in pine stands on drained low-shrub pine bog (Fig. 11, p. 48).

The results of water table regulation and fertilization experiments (cf. Fig. 12, p. 53) show that the growth of the tree stand is the better, the deeper is the ground water table on unfertilized sample plots. Repeated fertilizations has levelled off these differences. However, on fertilized sample plots a water table depth of only 10 cm has been too close to the surface from the point of view of tree growth.

The aim of the runoff regulation studies described in this publication was to determine the effect of artificially regulating the ground water level at different times of the year on the growth of Scots pine on peat soil in an old

forest drainage area. In experiments in which damming was carried out at different times of the year, the average circumferential growth was found to be better with damming in early summer than in late summer (Fig. 13, p. 57). Spring damming (ground water table about 20 cm) had no detrimental effect on the volume growth of pine (Fig. 14 p. 58). The distance to the ground water table did not become important until early August. At that time of the growing season the soil is warm and presumably the micro-organisms use the limited amounts of oxygen if the soil is flooded.

The results of an experiment on nutrient cycling in a Scots pine stand show that a rather large proportion of the nutrients utilized in the annual production of a forest ecosystem are bound in the needles of the tree stand (cf. Fig. 15, p. 59) and in the ground vegetation. Only a small proportion of the nutrients are returned to the soil in the litter. For this reason, and also because the nutrients given in fertilization are tightly bound in the peat, the duration of the effect of NPK fertilization can in certain cases remain rather short.



