

Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1991

Jukka Valtanen,
Irene Murtovaara ja Merja Moilanen (toim.)



Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 419

Kansikuva: Turvetuotantoalueiden vesienkäsittelyyn kehitetään uusia menetelmiä.
Kuvassa Haapaveden Haaponevalla toiminnassa oleva kuivatusvesien
haihdutus/imeytyskenttä.
Kuva: Samuli Kemppainen.

Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1991

**Jukka Valtanen,
Irene Murtovaara ja Merja Moilanen (toim.)**

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 419

Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema 1992

Valtanen, J., Murtovaara, I. & Moilanen, M. (toim.). 1992. Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1991. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 419. 95 s. ISBN 951-40-1227-5, ISSN 0358-4283.

Kirjoittajan yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, 91500 Muhos (puh. 981-5331404).

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema. Hyväksynyt painettavaksi tiedonantoja sarjassa: Jukka Valtanen.

Jakaja: Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, 91500 Muhos (puh. 981-5331404).

Oulu 1992
Mattilan Kirjapaino

SISÄLLYS

	Sivu
Kauko Parviainen Pohjois-Suomen puuntuotanto ja metsäteollisuus	7
Juhani Hakkarainen Turvetuotannon vaikutus Pohjois-Suomen elinkeinoelämään	10
Juhani Rinta-Kartano Paikallispankit ja metsäraha	18
Timo Pukkala Männyn siemensadon ennustaminen	24
Pentti Niemistö Ylispuumäntyjen kasvu ja vaikutus taimikkoon	34
Matti Oikarinen Mitä uudistamistutkimuksesta saadaan irti	44
Mikko Moilanen Suopuustojen ravinnetila Pohjois-Suomen vanhoilla ojitusalueilla	58
Eero Kubin Tutkimustuloksia korkeiden alueiden metsänuudistamisen ekologiselta koekentältä Kuusamosta	66
Jukka Valtanen Vaarametsien uudistaminen	86

LUKIJALLE

Muhoksen tutkimusaseman 19. metsäntutkimuspäivä pidettiin Taivalkosken metsäoppilaitoksen tiloissa 20.11.1991. Vaikka metsätalouden toiminta on edellisiin vuosiin verrattuna ollut selvästi hiljaisempaa, oli mukaan tullut taas runsaasti yli sata metsäalan ammattilaista. Metsäväki näyttää ottaneen asian omakseen. Tietoa pidetään arvossa; sitä tarvitaan arkityössä.

Vuosi 1991 on ollut metsätaloudelle epätavallinen. Ostajan ja myyjän hintasopimusta ei enää ole, sellun vienti on alentunut jyrkästi, teollisuustuotteiden vientihinnat ja kantohinnat ovat alentuneet, metsureita ja toimihenkilöitä on lomautettu, metsäkoneyrittäjät ovat ahtaalla, tehtailla on seisokkeja jne. Kuitenkin metsät taas tänäkin vuonna kasvoivat enemmän kuin ennen, noin 80 milj. m³.

Marraskuun 15. päivänä toteutettu 12,3 %:n devalvaatio on herättänyt toiveita viennin elpymisestä. Metsäteollisuus toivoo sen lisäksi Euroopan yhdentymiskeskustelun johtavan Suomen kannalta myönteiseen ratkaisuun, jonka arvioidaan merkitsevän metsätaloussektorin ja sen mukana kansantalouden pysyvää vahvistumista. Nousun otaksutaan alkavan vuoden 1992 lopulla.

Tutkimuspäivän ajankohta ei siis ollut metsäalaa ajatellen yhtä valoisa kuin on ollut edellisinä 18 kertana. Kuitenkaan lama-ajatuksia ei päivän aikana tuotu esille. Nousut ja laskut tulevat ja menevät, mutta metsässä näköalat ovat pitemmät. Meillä on vastuu kauas eteenpäin. Niinpä nyt esilläpidetyt aiheet sisälsivät ajattoman metsänhoitotiedon lisäksi arvioita Pohjois-Suomen talouselämään välittömästi liittyvistä toiminnoista ja niiden pitkäaikaisvaikutuksista.

Metsäntutkimuspäivä on tullut Koillismaalle neljän vuoden välein. Koillismaa tavallaan ansaitsee oman tutkimuspäivänsä, sillä siellä luonnonolot poikkeavat muun Oulun läänin luonnonoloista itse asiassa melko jyrkästi. Kun muu lääni kuuluu keskiboreaaliin havumetsävyöhykkeeseen, jossa metsänhoito on tuttua ja turvallista ja jossa säännöt ja ohjeet "pitävät paikkansa", on Koillismaa pohjoisborealisella vyöhykkeellä eri valtakunta. Se jää 950 dd:n lämpösummalinjan kylmemmälle puolelle, mänty

lämpimän atlanttisen kauden tulokkaana on siellä lähes luvattomalla alueella ja monet metsän vitsaukset ovat siellä ankarammat kuin mainitun linjan eteläpuolella. Metsän puut ja monet muut kasvit tavallaan hakevat siellä jatkuvasti oman levinneisyytensä ääriä, aina etenemään pyrkien mutta usein joutuen perääntymään. Tundra ja tunturi ovat osa Koillismaata. Pohjoisnavalle on matkaa kaksikymmentäneljä astetta. Metsänhoitomiehillä on kovat haasteet.

Vaikeudet pyritään voittamaan tiedosta kasvavan viisauden avulla. Tietoa olimme tällä kerralla saaneet jakamaan tutkimusaseman omien voimien lisäksi kolme teollisuuden ja elinkeinoelämän edustajaa sekä yhden yliopistomiehen. Heille annamme lämpimän kiitoksen. Tähän tutkimuspäiväjulkaisuun on koottu kaikki päivän aikana pidetyt esitelmät viimeisteltyinä lukijain tutkittaviksi, arvioitaviksi ja käyttöön sovellettaviksi.

Taivalkosken metsäoppilaitokselle osoitamme erityisen kiitoksen sekä mahdollisuudesta toistuvasti pitää tutkimuspäivä oppilaitoksen tiloissa että vuosittain saamastamme tuesta kenttätutkimustöiden sujuvaan toteuttamiseen.

Jukka Valtanen

POHJOIS-SUOMEN PUUNTUOTANTO JA METSÄTEOLLISUUS

Kauko Parviainen

Metsätaloudessa Pohjois-Suomi käsittää neljän pohjoisen metsälautakunnan alueet. Tämän alueen metsien rakenteelle on tunnusomaista hakkuukertymän kuitupuuvaltaisuus eli mänty-, koivu- ja kuusikuitupuun yhteinen osuus on yli 70 % hakkuukertymästä. Täten tukkien osuudeksi hakkuusuunnitteesta jää vajaa kolmannes ja siitäkin suuri osa menee kuiduksi, koska tällä hetkellä Pohjois-Suomen suur- ja piensahojen yhteenlaskettu tukkien käyttö on vain vajaa 20 % kuitupuun käytöstä (taulukko 1). Kun lisäksi otetaan huomioon, että sahalta noin 1/3 sahatusta tukkitilavuudesta palaa hakkeen muodossa kuiduksi, niin voidaan todeta pohjoissuomalaisten metsien puusta jalostettavan lähes 90 % kemialliseksi tai mekaaniseksi massaksi. Pohjois-Suomen metsätalouden määrällinen perusta rakentuukin erittäin voimakkaasti kuiduttavan teollisuuden ja sen jatkojalosteiden varaan.

Sahatukkien osalta on tultu tilanteeseen, jossa pelkkä perinteinen tukin ulkoisten mittojen täyttäminen ei edellytä kannattavaa sahaustoimintaa, vaan yhä keskeisemmäksi muodostuu tukin laatu. Mäntytukkirunkojen kuivaoksaisten välitukit ovat arvoltaan "kuitupuuta" mutta sen sijaan oksattomat tyviosat ja tuoreoksaisten latvatukit muodostavat tulevaisuuden sahauspotentiaalin. Tämä pitää ottaa huomioon tulevaisuuden apteerausohjeita ja myös tukin todellisia hakkuukertymiä arvioitaessa. Tästä syystä sahoilla tehtävä laatuhinnoittelu on rationaalisenä ja kaikille osapuolille oikeudenmukaisena mittastapana tultava kuvaan mukaan myös Suomessa Ruotsin tapaan.

Mekaanisen jalostuksen eräs mahdollisuus on ns. pikkutukkien sahaus, jolloin hyvälaatuisista järeimmistä kuitupuista nopeilla sahauslinjoilla erotetaan sahatavaraosuutta. Pikkutukkien sahauksen kannattavuutta arvioidessa usein unohdetaan, että pikkutukkeina lajitellaan kuitupuun joukosta pois kuitusaannoltaan sen parasta osaa. Tämä huonontaa jäljelle jäävän kuitupuusuman arvoa ja tulevaisuudessa tämä on otettava pikkutukkiensa sahausta rasittavana kustannustekijänä huomioon. Näin "lajitellun" kuitupuun hinta on oltava alhaisempi.

Taulukko 1. Pohjois-Suomen ainespuusuunnitteet sekä keskimääräiset sellun ja hiokkeen osuudet tuotteen painosta, %.

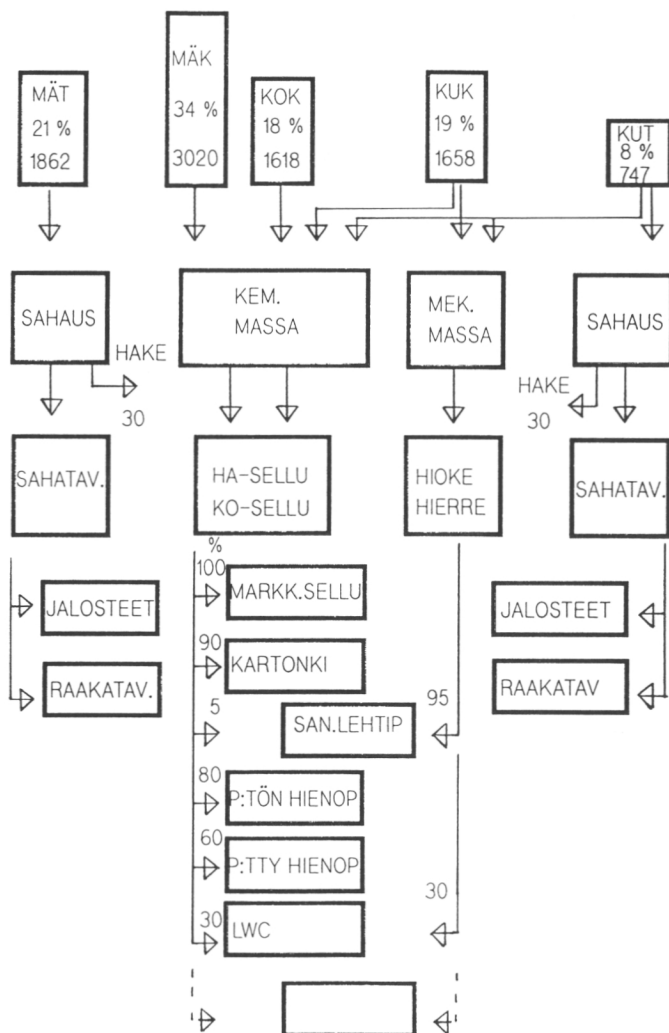
Metsälautakunta	Mät	Kut	Mäk	Kuk	Kok	Yht.
Lappi	293	86	501	227	295	1402
Koillis-Suomi	195	105	334	227	139	1000
Pohjois-Pohjanmaa	371	129	751	342	658	2251
Kainuu	382	189	500	255	185	1511
Yksit. metsät	1241	509	2086	1051	1277	6164
Yhteensä, %	20	8	34	17	21	100
Kuitupuun osuus yhteensä, %						72
Mhs Peräpohjola	355	85	497	298	184	1419
Mhs Pohj.	266	153	437	309	157	1322
Metsähallitus	621	238	934	607	341	2741
Yhteensä, %	23	9	34	22	12	100
Kuitupuun osuus yhteensä, %						69
Pohjois-Suomi yht.	1862	747	3020	1658	1618	8905
Yhteensä, %	21	8	34	19	18	100
Kuitupuun osuus yhteensä, %						71

Keskim. sellun ja hiokkeen osuudet tuotteen painosta

	Sellu	Hioke	Muut	Yht.
Kartonki	90			100
Sanomalehtipaperi	5	95		100
Päällystämätön hienopaperi	75		25	100
Päällystetty hienopaperi	60	40	100	
LWC	30	30	40	100

Kuten todettu, Pohjolan kasvuolosuhteissa suurin osa hakkuukertymästä korjataan kuitupuuna. Siksi jatkossakin on keskityttävä entistä voimakkaammin tämän puupääoman kannattavaan hankintaan ja jalostukseen. Metsäteollisuuden kehityksessä ei ole näköpiirissä mitään uusia mullistavia prosesseja, jotka olennaisesti muuttaisivat jalosta, vaan kemiallinen massa (sellu) ja mekaaninen massa (hioke ja hierre) säilyttävät asemansa perusprosesseina. Kannattava peruskuidun tuotanto ja sen kilpailukykyinen tehdashinta on myös kaiken jatkojalostuksen lähtökohta. Pitkälle jalostetuissa paperituotteissa sellu ja hioke ovat keskeisinä komponentteina aina mukana joskin kannattavuutta voidaan parantaa lisäämällä tieto-taitoa, pääomaa ja halvempia ainesosia lopputuotteeseen (kuva 1).

Raaka-aineen käytöltään kaikkiruokainen selluteollisuus ja sen menestyminen on jatkosakin Pohjois-Suomen metsätalouden ydinkysymys. Selluprosessit ja niiden yksikkökustannukset ovat kaikkialla maailmassa lähes samanlaisia, mutta raaka-aineen laadussa ja tehdashinnassa on suuria eroja. Pohjois-Suomessa kuitupuu on yleensä pieniläpimittaista ja kuiva-ainesisällöltään Etelä-Suomea kevyempää, mistä johtuu, että pohjoissuomalaisen tehtaiden puunkulutusluvut massatonna kohti ovat noin 10 % Etelä-Suomea suuremmat. Harvennushakkuiden kasvava osuus huonontaa osaltaan saantolukuja. Samoilla kannattavuusedellytyksillä toimittaessa Pohjois-Suomesta hankitun kuitupuun on siten oltava tehdashinnaltaan vastaavasti halvempaa. Tämä lisää kannattavan metsätalouden ja puunjalostuksen paineita Pohjois-Suomessa.



Kuva 1. Pohjois-Suomen metsien rakenne ja puunjalostus.

TURVETUOTANNON VAIKUTUS POHJOIS-SUOMEN ELINKEINOELÄMÄÄN

Juhani Hakkarainen

Turvevarat

Suomen suoala on kaikkiaan noin 10 milj. hehtaaria. Tästä on metsäojitettu noin 59 %, maatalouden käytössä noin 7 % ja voimalaitosaltaina noin 1 %. Soidensuojeluun on varattu noin 7 % eli noin 0,73 miljoonaa hehtaaria. Suojelualueiden lisäksi luonnon-tilaisia soita on noin 25 %.

Turveteollisuus on hankkinut suota käyttöönsä noin 0,11 milj. hehtaaria eli 1 %, josta turvetuotantoon valmisteltu ala on noin 50 000 hehtaaria. Nykyisellä tekniikalla tältä alueelta voidaan tuottaa turvetta yli 20 milj. m³ vuodessa. Vuositasolla turpeen käytön arvioidaan lähivuosina saavuttavan noin 15 milj. m³ rajan.

Oulun läänissä soita on metsätalouskäytössä noin 57 % ja maatalouskäytössä noin 1,5 %. Vastaavasti Lapin läänissä metsätalouskäytössä soita on noin 21 % ja maatalouskäytössä alle 1 %. Suojelusoiden osuus Oulun läänissä on noin 6 % ja Lapissa noin 13 %. Muiden luonnon-tilaisten soiden osuus Oulun läänissä on noin 34 % ja Lapissa noin 63 %.

Geologian tutkimuskeskuksen arvioiden mukaan *polttoturvetuotantoon soveltuva netto-ala koko Suomessa on noin 500 000 ha, jonka turvemäärää vastaava energiasisältö 50 % kosteudessa on 4.67 mrd MWh*. Laskelmien lähtökohtana ovat yli 50 ha ja yli 2 m syvyiset suot ja niiden arvioidut turvevarat. Alasta on vähennetty suojelusuoja ja Lapin läänin pohjoisimpien kuntien suot. Lisäksi turvevaroista on vähennetty suon pohjan 50 cm paksu, yleensä runsastuhkainen, teknisesti vaikeasti hyödynnettävä kerros.

Suomen huomattavimmat polttoturvereservit sijaitsevat Oulun ja Lapin lääneissä, Vaasan läänin pohjoisosissa ja Pohjois-Karjalassa. Pohjois-Suomessa yli 50 hehtaarin ja yli 2 m syvyisiä alueita on noin 653 000 hehtaaria. *Geologian tutkimuskeskuksen arvion mukaan tästä noin 324 000 ha soveltuu polttoturvetuotantoon. Alan turve-*

määrää vastaava energiasäilitö 50 % kosteudessa on 2,7 mrd MWh. Pohjois-Suomesa turvetuotantoon varattu pinta-ala on nykyisin noin 68 000 ha, josta tuotantoon kunnostettuja alueita on noin 27 800 ha.

Turvetuotanto ja ympäristö

Turvetuotannon ympäristövaikutuksia seurataan ja kontrolloidaan jatkuvasti sekä tuottajien että viranomaisten toimesta. Suunnitelmien hyväksymisvaiheessa vesi- ja ympäristöpiiri esittää muutos- ja parannusehdotuksia turvetuotannon vesiensuojeluratkaisuihin. Tällöin sovitaan myös mm. veden laadun seurannasta.

Turvetuotantoalueiden vesiensuojeluratkaisujen suunnittelussa ja toteutuksessa noudatetaan Vesi- ja ympäristöhallituksen turvetuotantoalueita koskevaa valvontaohjetta sekä Valtioneuvoston periaatepäätöstä vesiensuojelun tavoiteohjelmaksi vuoteen 1995. Ohjelman mukaan kaikilla turvetuotantoalueilla tulee olla vuoteen 1995 mennessä toteutettuna tai suunniteltuna vesiviranomaisten hyväksymät vesiensuojeluratkaisut.

Turvetuotannon vesistövaikutusten aiheuttajina ovat ojituksen ja tuotannon aikana suosta irtoava maa-aines ja humuspitoinen vesi. Turvetuotannon vaikutukset vesistöön ovat hyvin samantyyppisiä kuin muillakin maankäyttömuodoilla (mm. metsänojitus ja pellonraivaus).

Turvetuotannon ympäristönsuojelun tärkein tehtävä on estää negatiiviset ympäristövaikutukset vesistöihin tuotantoalueiden ojituksen ja itse tuotannon aikana. Tämä voidaan toteuttaa hyvällä suunnittelulla ja oikeilla työtavoilla. Suokohtaisesti on valittava tehokkain vesiensuojelumenetelmä, joka ottaa huomioon ympäristöolosuhteet ja on kustannustasoltaan sellainen, että kannattava turvetuotanto on mahdollinen. Turvetuotannon vesistöhaittoja on 80-luvulla onnistuttu vähentämään. Edelleen uusia vesiensuojeluratkaisuja tutkitaan ja vanhoja kehitetään. Tavoitteena on vähentää tuotantoalueiden aiheuttama vesistökuormitus luonnontilaisen suon tasolle. Toisaalta tutkitaan kuivatusvesien käyttöä kastelussa.

Turvetuotannosta poistuvat alueet voidaan hyödyntää edelleen taloudellisessa toiminnassa ja moninaiskäytössä. Tuotantoalueen sijainnista, kuivatusolosuhteista sekä pohja-

maan laadusta riippuen tuotannosta poistuvia alueita voidaan käyttää mm. metsä- ja maataloudessa, uudelleen soistamisessa, vesistöaltaina tai rakennusalueina.

Turpeen tuotanto-organisaatio

Turveteollisuuden välitön työllistämisaikutus koko Suomessa on nykyisin noin 2 300 henkilötyövuotta. Turveyhtiöiden oman henkilökunnan määrä on kautta vuoden varsin vakaa, noin 300 toimihenkilöä. Varsinaisena tuotantokautena työntekijöiden määrässä on kuitenkin kasvua. Vapo Oy Pohjois-Suomen tulosyksikön alueella on tuotantoa 35 kunnassa. Alueella on 75 vakituista työntekijää ja toimihenkilöä sekä noin 400 urakoitsijaa. Siten lähes 1 000 pohjois-suomalaiselle Vapon turve on tärkeä tulonlähde. Kun lisäksi otetaan huomioon muut tuottajat ja isäntälinjan tuotanto, on turvetuotannossa Pohjois-Suomessa mukana yli 1 500 henkilöä.

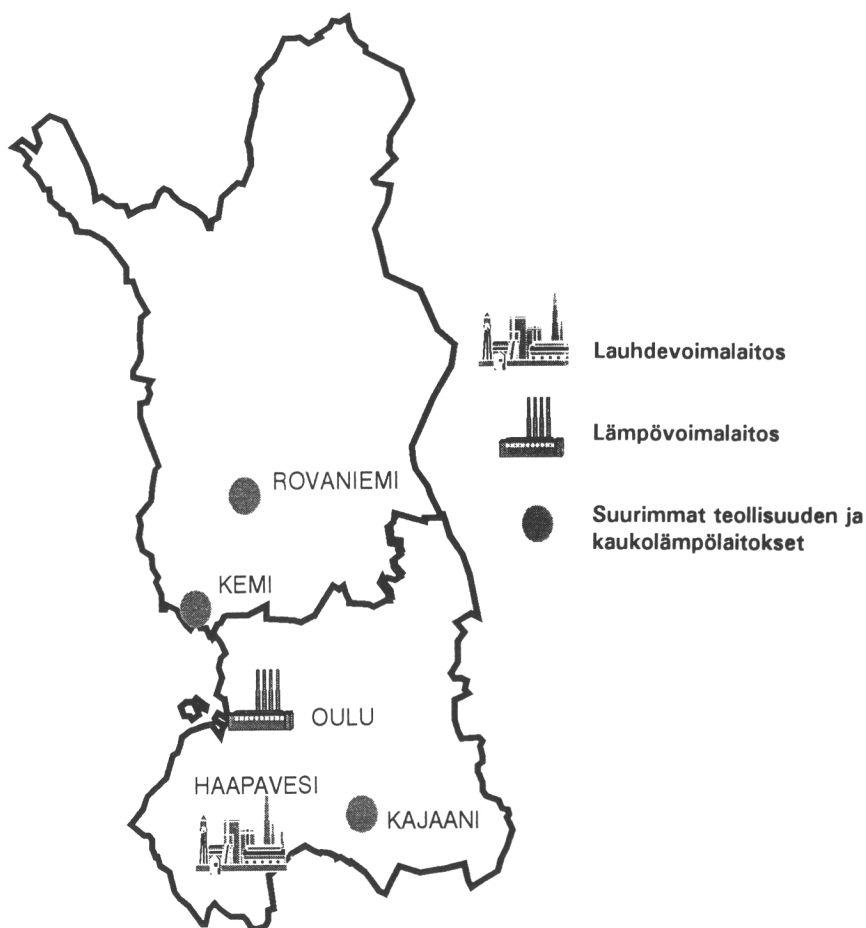
Turpeen tuotanto hoidetaan nykyisin kokonaan urakoinnilla. Monilla maataloilla turveurakoinnista onkin kehittynyt merkittävä liitännäiselinkeino.

Työvaiheurakoitsija tekee jonkin tai jotkin tuotantovaiheet itsenäisesti osana kokonais- tuotantoa. Yhtenäiset työjaksot kestävät muutamasta tunnista viikkoihin. *Kokonaisurakoitsija* vastaa itsenäisesti suon tuotannosta varastoamaan tai asiakkaalle saakka. Hänellä voi olla *aliurakoitsijoita* työvaiheurakoitsijoina. Kokonaisurakointi vaatii monipuolista ammattitaitoa ja usein useampia traktoreita sekä mahdollisesti myös työ- koneita. Urakointi tarjoaa työvaiheista riippuen työtä 300-1 000 tuntia vuodessa ja lisäksi keskimäärin kahdelle henkilölle ja pyörätraktorille.

Tilan sijainnista riippuen ja jos tilalla on turvetuotantoon soveltuvaa suota saatavissa, voidaan harkita oman tuotannon käynnistämistä. Turpeen markkinointi voidaan hoitaa turvetuottajien kanssa tehtävällä markkinointisopimuksella.

Turpeen käyttötilanne Suomessa

Turve on kotimainen tuontia korvaava biopolttoaine. 1980-luvulla turpeen käyttö energiantuotantoon on kasvanut tasaisesti. Vuoden 1990 aikana turpeella tuotetun energian kulutus oli 1,2 Mtoe eli 4,1 % kokonaiskulutuksen ollessa 30,3 Mtoe. 1990 kolmen ensimmäisen kuukauden aikana polttoturpeen osuus oli 386 000 toe ja vastaavalla aikavälillä tänä vuonna turpeella tuotetun energian osuus oli 518 000 toe.



Kuva 1. Pohjois-Suomen suurimmat turpeenkäyttäjät.

Heikosti maatuneen turpeen käyttö ympäristönsuojeluun, viherrakentamiseen ja kasvu-alustakäyttöön on kasvamassa. Vapo Oy on tuonut markkinoille Lietu-menetelmän, jonka avulla voidaan tehokkaasti vähentää maatalouden lietalannan aiheuttamia päästöjä vesistöihin.

Viime vuosina tutkimus on voimistunut myös turpeen kemiallisen jalostuksen alalla. Yksi kemiallisen jalostuksen muoto on Kemira Oy:n Oulun tehtailla kehitelty turve-ammoniakin tuotanto. Turpeella on myös muita kehittämisen arvoisia mahdollisuuksia kemiallisen jalostuksen alalla.

Polttoturpeen nykyinen käyttö Pohjois-Suomessa

Pohjois-Suomen polttoturpeen kokonaiskäyttö on nykyisin noin 6 600 GWh/vuosi, myyntiarvoltaan 250 Mmk. Lisääntyvässä määrin toimitetaan polttoturvetta myös Pohjois-Ruotsiin. Pohjois-Suomen energiantuotannossa turve korvaa pääasiassa kivihiilellä tuotettua energiaa mutta myös Pohjois-Suomessa käytettävää runsasrikkistä öljyä.

Pohjois-Suomen huomattavimmat turpeen käyttäjät ovat IVO Haapavesi, Kainuun Voima, Toppila Oulu, Kemira Oy Oulun tehtaat, Metsä-Botnia Oy ja Veitsiluoto Oy Kemissä ja Rovaniemen energialaitos. Edellä mainittujen laitosten tuottama energiamäärä on n. 5 900 GWh/vuodessa.

Turvetuotannon vaikutus elinkeinoelämään - Esimerkinä Haapaveden voimalaitos

Valtioneuvoston periaatepäätöksessä 13.11.1986 esitettiin maamme ensimmäisen turvelauhdevoimalan rakentamista Haapavedelle. Voimalaitoksen rakentaminen alkoi huhtikuussa 1987 ja se valmistui 29.12.1989. Voimalaitoksen teho on 150 MW ja se käyttää polttoaineenaan 2-3 milj m³ jyrshinturvetta vuodessa. Voimalan käyttöön on varattu suota noin 10 000 hehtaaria. Voimalaitos työllistää suoranaisesti ja turvetuotannon kautta lähes 500 lähialueen henkilöä.

Turpeen energiakäytön tulo- ja työllisyysvaikutukset aiheutuvat turvesoiden kunnostuksesta ja turveurakoinnista, kuormauksesta, kuljetuksesta sekä voimalan käytöstä. Turvevoimaa voidaan jo välittömien vaikutusten vuoksi pitää suurhankkeena aluetaloudellisista näkökulmista.

Pohjois-Suomen tutkimuslaitoksen (1988) tekemän tutkimuksen mukaan voimalaitoksen rakennusvaiheen (1987-89) kokonaistyövoimamäärä laitospaikalla arvioitiin noin 650 henkilötyövuodeksi, josta rakennustyön osuus oli 210 htv, asennustyön osuus 320 htv sekä valvonnan ja huollon osuus 120 htv. Työvoiman maksimivahvuus oli 550 henkilöä vuoden 1989 helmikuussa.

Lauhdevoimalan välitön työllisyysvaikutus muodostuu käyttö-, kunnossapito- ja konttorihenkilökunnasta, jonka määrä Haapavedellä on noin 60 htv. Lisäksi voimalaan hankitaan käytön aikana erilaisia tukipalveluja, kuten ruokala-, siivous- ja vartiointipalveluja, joiden työllistävä vaikutus on noin 20 htv.

Laitoksen käyttövaiheen aikana voimalan polttoaineen hankinta muodostaa merkittävän alueellisen tulo- ja työllisyysvaikutuksen. Kokonaisuudessaan turpeen tuotanto ja kuljetus merkitsee noin 200-300 htv työpanosta vuodessa. Valtaosa turvetuotannon työllistävyvyydestä ajoittuu kesäkaudelle mutta osa urakoitsijoista työllistyy loppuosan vuodesta turvesoiden kunnostuksessa. Turvekuljetuksen työpaikat ovat ympärivuotisia.

Pohjois-Suomen tutkimuslaitoksen tekemän selvityksen mukaan Haapaveden voimalan käyttöiän aikana (25 vuotta) käyttövaiheen tulo- ja työllisyysvaikutukset Haapaveden kuntaan ovat noin 6 500 henkilötyövuotta vastaava työllisyyden lisäys ja 615 Mmk tulonlisäys. Hankkeen vaikutuksesta kuntaan arvioidaan ohjautuvan noin 110 Mmk verotuloja 25 vuoden aikana.

Kerrannaisvaikutukset, kuten kone- ja laiterakennus, hankinnat sekä erilaiset palvelut työllistävät lähes saman verran kuin mikä on voimalan välitön työllistävyys. Haapavedelle perustettiin hankkeen alkuvaiheessa yhteensä 30 uutta yritystä, jotka toimivat pääasiassa palveluiden piirissä. Lisäksi Haapaveden taajamassa toteutettiin kaksi liikerakennushanketta ja myös kunnan omaa rakennustuotantosuunnitelmaa korjattiin kaksinkertaiseksi seuraavien vuosien ajalle.

Tarkasteltaessa jonkin yksittäisen toimialan vaikutuksia on muistettava, että vaikutusten arviointi on ongelmallista, koska ei tiedetä, mikä kehitys olisi ollut ilman kyseistä toimialaa. Alueella toteutunut yleinen yritystoiminnan virkistyminen ja kunnallisten palvelujen kehittäminen ovat toisaalta seurausta jo olemassa olevien suunnitelmien toteutumisesta mutta voimalahankkeen voidaan olettaa toimineen eräänä suunnitelmien toteuttamisen laukaisijana.

Turpeen kilpailukyky

Hiilen hintakehitykseen vaikuttavat hiilen \$-pohjainen hinta ja sen maailmanmarkkinavaihtelu. Kivihiilen hintakehitys heijastelee raakaöljyn maailmanmarkkinahinnan kehitystä. Lisäksi kivihiilen hintaan vaikuttaa \$:n ja Suomen markan vaihtokurssivaihtelut.

Turpeen kilpailukykyä on viime vuosina lisätty parantamalla tuottavuutta mm. lisäämällä turpeen hehtaarituoosta ja tuotosta vetokonetta kohden sekä nopeuttamalla pääoman kiertoa. Kehitystyöllä turpeen nimellishinta on pystytty pitämään samana lähes vuosikymmenen. Kehitystyötä jatketaan, jotta turpeen reaalihintaa pysyy vakaana myös lähivuosina.

Polttoaineille määrättyjen verojen ja maksujen suuruudet vahvistaa vuosittain valtioneuvosto. Vuoden 1990 alussa polttoaineveroa muutettiin siten, että myös ympäristösyöt vaikuttavat veron perusteisiin. Käyttöön otettiin lisävero, joka perustuu polttoaineiden hiilipitoisuuteen.

Vuoden 1991 alussa kivihiilellä kaikki verot ja maksut ovat yhteensä 9,0 mk/MWh, josta hiilidioksidiveron suuruus oli noin 2,4 mk/MWh. Jyrsinpolttoturpeeseen kohdistuva hiilidioksidivero oli vuoden 1991 alussa 2,1 mk/MWh. Palaturpeella kyseistä veroa ei ole. Välittömät ja välilliset verot muodostavat huomattavan osan turvetuotannon ja turvetoimitusten kustannuksista, arviolta noin 30 %.

Maaliskuussa 1991 valtioneuvoston päätöksellä annettiin kattiloiden ja kaasuturbiinien typenoksidien päästöohjeet. Kivihiilellä ja kotimaisella polttoaineella polttoaineteholtaan 50 - 300 MW:n laitoksilla typenoksidien päästöt saavat olla enintään 150 mg NO₂/MJ sekä kivihiilellä polttoaineteholtaan yli 150 MW ja kotimaisella polttoaineella yli 300 MW laitoksilla 50 mg NO₂/MJ. Vastaisuudessa osalla jo toiminnassa olevilla laitoksilla päästöarvoja voidaan tiukentaa. Ilmeisesti myös laitosten rikkidioksidipäästöjä tullaan rajoittamaan tulevaisuudessa.

Turpeen tulevaisuus

Tällä hetkellä uusia turvetta käyttäviä laitoksia ei ole rakenteilla. Vuosikymmenen loppupuolella voidaan odottaa turvetuotannon kasvua Pohjois-Suomessa, koska selvityksiä tehdään useista hankkeista.

Tasapainoisesti turvevaroja hyödyntäen turpeen osuus Suomen kokonaisenergiankulutuksesta voisi nousta 6 - 7 %:iin edellyttäen, että turvetuotannon aiheuttama vesistökuormitus saadaan pienennettyä luonnontilaiselta suolta tulevan kuormituksen tasolle ja että polttotekniikoita pystytään uudistamaan siten, että laitosten käyttösuhde paranee ja päästöt pienenevät.

Kansantalouden kannalta on tärkeää, että turpeen asema energianhuollossa turvataan. Turve on kotimainen tuontia korvaava hitaasti uudistuva biopolttoaine. Tuontiin pohjautuva energiahuolto on varmuusmielessä haavoittuva ja poikkeustilanteissa kohtuuttoman kallis.

Varsinkin Pohjois-Suomessa turpeella tuotetun energiaosuuden kasvattaminen on mahdollista huomattavien turvevarojen ansiosta. Pudasjärvelle suunnitellun turvelauhevoimalan lisäksi Pohjois-Suomeen on mahdollista perustaa 1-2 vastaavan kokoluokan turvelaitosta nykyisten laitosten turvehuollon siitä kärsimättä. Jos kotimaisen energian kulutus nykyisestään kasvaa, Pohjois-Suomen turveteollisuus antaa maataloille laajenevan liitännäiselinkeinovaihtoehdon.

Maaseudulla turpeen tuotanto on merkittävä lisäansionlähde. Paitsi työtilaisuuksia, turveteollisuus tarjoaa lisäkäyttöä myös maatalojen vetokalustolle. Myös turpeen toimitukset, jalostus ja käyttö sekä turvekoneiden ja laitteiden valmistus ja ylläpito luovat pysyviä työpaikkoja. Kunnissa, joissa teollisia työpaikkoja on vähän, turvetuotannolla on suhteellisesti suurempi merkitys työllistäjänä ja elinkeinoelämän vilkastuttajana. Lisäksi turvetuotannon työpaikat sijoittuvat pääosin vaikeille työttömyysalueille Keski-, Itä- ja Pohjois-Suomessa.

Turpeen kilpailukyvyyn turvaamiseen on pyrittävä alan sisäisellä kehitystyöllä. Tavoite vaatii myös pitkäjänteisiä päätöksiä määritettäessä elinkeinon reunaehdot valtiovallan ja muiden julkista valtaa hallussa pitävien taholta.

PAIKALLISPANKIT JA METSÄRAHA

Juhani Rinta-Kartano

Käsitteet

Paikallispankeiksi ymmärretään maakunnallisesti, kunnallisesti tai kylittäin itsenäisiä Osuus- tai Säästöpankkeja. Hallintavaltaa käyttää pankin jäsenet tai tallettajat valitsemalla edustajiaan pankin hallinto-organisaatioihin.

Käsitteenä metsäraha rajataan käsittämään yksityismetsien puun myynnistä saatavaan kantoraahaan (kantorahatulo) sekä metsänomistajan omassa metsässä tekemään hankintatyöstä saatuun tuloon (hankintatulo).

Metsänomistaja pankin asiakasryhmänä

Yksityismetsät koostuvat valtaosin pienmetsälöistä. Kaikkiaan yli 5 hehtaarin metsälöitä on arviolta 300 000. Puolet niistä on pinta-alaltaan alle 20 hehtaaria ja metsälöiden keskikoko jää alle 30 hehtaarin.

Metsänomistajia on kaikkiaan 600 000 - 700 000. Pääosa tiloista on puolisoitten yhteisessä omistuksessa ja noin viidennes perikunnilla ja yhtymillä.

Yhteiskunnan rakennemuutoksen yksityismetsätalouteen liittyvänä keskeisimpänä piirteenä on metsämaan siirtyminen maanviljelijöiltä muihin väestöryhmiin kuuluvien omistukseen. Metsänomistajista on näitä ns. metsätilanomistajia yli puolet, ja he omistavat vajaa puolet yksityismetsien pinta-alasta. Kaikista metsänomistajista jo kolmannes asuu kaupungeissa.

Asiakasryhmänä metsänomistajat ovat hyvin heterogeeninen ryhmä. Tästä johtuen metsänomistajat segmentoidaan homogeenisimmiksi ryhmiksi kuten maanviljelijät, metsätilanomistajat, perikunnat ja yhtymät.

Metsärahan määrä

Valtakunnallisesti metsärahaa liikkuu vuositasolla 7-8 miljardia mk. Määrä on pieni verrattuna esimerkiksi palkkarahavirtaan, jonka määrä 1990 oli yli 200 miljardia. Metsärahan määrä pysyi koko 80-luvun melko vakaana.

Tällä vuosikymmenellä on odotettavissa vuosittaisten heilahtelujen rajua kasvua, jos perinteisiä puukauppasopimuksia myyjien ja ostajien kanssa ei kyetä aikaansaamaan.

Metsärahojen sijoittaminen

Metsärahojen sijoittaminen ei poikkea muiden varojen sijoittamisesta. Metsänomistajalla on valittavissaan kolmenlaisia vaihtoehtoja; pankin tarjoamat talletustilit, julkisesti noteeratut arvopaperit ja reaaliomaisuus. Sijoitusvaihtoehdon valinnassa vaikuttavat yleensä turvallisuus, inflaatio suoja (reaalituotto) ja verotus sekä sijoituksen rahaksi muunnettavuus, hoitohelpous ja vakuuskelpoisuus.

Sijoittaminen pankkitalletuksiin on ollut viimeaikoina suosittua. Metsänomistajalla on ollut valittavissa sekä verollisia että verottomia vaihtoehtoja. Talletusten antama reaalityttö on poikkeuksellisen suuri, sillä inflaatio on pienentynyt koko vuoden, talletuskorkojen silti pysyessä korkealla tasolla.

Metsänomistajilla on valittavanaan suuri määrä markkinoille laskettuja joukkovelkakirjalainoja. Joukkovelkakirjoilla on myös toimivat jälkimarkkinat, jolloin ne voidaan muuttaa rahaksi kesken laina-ajan. Joukkovelkakirjasijoitus on turvallinen ja se antaa korkean tuoton myös pitemmälle ajalle.

Pörssiosakkeisiin sijoittaminen ei tänään innosta, koska riskittömät vaihtoehdot antavat kunnollista reaalityttöä. Kuitenkin juuri nyt sijoitettaessa pörssiosakkeisiin, sijoituksesta tulee todennäköisesti hyvätuottoinen pitemmällä aikavälillä.

Kiinteistö sijoittamisessa eletään ostajan markkinoilla. Sekä asuin- että liikekiinteistöjä on reilusti tarjolla. Metsämaata on kaupan lisääntyvästi, vaikka maahankintalaki rajoittaaakin vapaata kaupantekoa.

Pankkien markkinaosuudet

Vuosittain tehdään noin 130 000 metsäkauppaa. Metsäkaupan perusteella puunmyyjä saa puunmyyntituloja yleensä 3-4 erässä useamman vuoden aikana. Pankkien markkinaosuuksia metsärahasta seurataan otantatutkimuksilla. Tutkimusten mukaan paikallispankit hallitsevat metsärahamarkkinoita selkeästi.

Taulukko 1. Pankkien markkinaosuudet % viimekertaisesta metsärahatilityksestä.

	v. 1990	v. 1988	v. 1983
Osuuspankki	54	55	47
Säästöpankki	24	27	29
KOP	12	9	13
SYP	8	7	9
PSP	2	1	1

(Lähde: Pellervo-Seuran Markkinatutkimuslaitos. Kyselytutkimus 1990/OKO/Maa- ja metsäosasto).

Metsärahan käyttö

Tutkimusten mukaan metsänomistajien saamasta metsärahasta 2/3 menee kulutukseen ja 1/3 talletetaan tai sijoitetaan parempituottoisiin kohteisiin. Tästä 1/3:sta noin 20 % sijoitetaan arvopapereihin ja loput 80 % erilaisille tileille pankkeihin.

PSM:n laajan metsätutkimuksen mukaan pankin käyttelytileille tuleva metsäraha säilyy tilillä keskimäärin 180 päivää ja verottomilla määräaikaistileillä 360 päivää. Kulutukseen menevä metsäraha oletetaan pysyvän käyttelytileillä keskimäärin 30 päivää ennen käyttöä.

Metsärahan merkitys pankeille

Metsäraha on pankeille lähes puhdasta ottolainausta, sillä metsätalouden luototus hoidetaan yleensä kokonaan valtion metsänparannusvaroilla. Pankeille metsärahan edullisuus perustuu suurelta osin juuri sen ottolainausylijäämään.

Edellä kerrotun PSM:n tutkimuksen mukaan 7 miljardin metsärahavirrasta 2/3 käväisee pankkien käyttelytilillä ennen käyttöä. Tämän rahavirran vuosivaikutus pankeille on noin 350 miljoonaa, jonka summan pankit voivat välittää eteenpäin rahan tarvitsijoille.

Loppu 1/3 jakautuu edellä mainitun tutkimuksen mukaisesti 80 % talletuksille ja 20 % arvopapereihin. Keskimäärin talletusten kautta vuositasolla pankeilla on käytettävissään noin 1,5 miljardia lainankysynnän tyydyttämiseksi.

Taulukko 2. Oulun Osuuspankin lainojen jakaantuminen käyttötarkoituksen mukaan 1990.

Asuntoluotot	48,5 %
Luotot yrityksille	18,0 %
Kulutusluotot	12,8 %
Opintoluotot	5,0 %
Muut	15,7 %

Jos uudet asuntolainat ovat keskimäärin 300 000 mk, ja ne myönnettäisiin keskimäärin 10 vuodeksi, voitaisiin metsärahan 1,85 miljardin vuosivaikutuksella rahoittaa pankkien kautta noin 1 200 asunnontarvitsijan tarpeet vuosittain.

Paikallispankeihin talletettu metsäraha välittyy tyydyttämään pankin toimialueen lainatarpeita. Täten Taivalkoskella talletettu markka palvelee paikkakunnan liikeelämää, esim. asuntorakentamista tai maataloutta.

Pankkien metsäpalvelut

Metsänomistajien palvelutuotteiden kehittäminen pohjautuu asiakaskunnan tarveanalyysiin. Esimerkkinä PSM:n metsäkyselyn tulos kun kysyttiin kuuden eri pankkipalvelun tärkeyttä metsänomistajan kannalta.

Taulukko 3. Metsänomistajien pankkipalvelujen tärkeys. PSM:n metsätutkimus 1990.

Pitää erittäin tärkeänä tai jonkin verran tärkeänä

Metsän uudistamiseen liittyvä vakuus	63 %
Eriytyinen asiakaslehti metsänomistajille	62 %
Metsäasioihin perehtynyt ihminen oman pankin konttorissa	53 %
Eriyisluotto metsäinvestointeja varten	49 %
Eriyistili metsärahoille	40 %
Metsärahojen sijoitusneuvonta	40 %

Metsän uudistamiseen liittyvä vakuus sekä erikoislehti metsänomistajille ovat metsänomistajien tärkeimpinä pitämät metsälliset pankkipalvelut. Enemmistö toivoo myös metsäasioihin erikoistunutta toimihenkilöä oman pankkinsa konttoriin.

Tämän tyyppisten selvitysten pohjalta pankit ovat kehittäneet usein hyvin samankaltaisia palvelutuotteita, kuten vakuustalletus tai vakuuskortti (esim. Vihreän Kullan Kortti), erilaiset yhteyspalvelut metsänomistajan ja metsänhoitoyhdistyksen välille, erilaiset neuvontapalvelut ja metsänomistamisen kannattavuuden seurantaan helpottavat atk-sovellukset (esim. Metsä-TV ja Omakorjuuohjelmat).

Tulevaisuus

Metsänomistajat ovat pankeille keskimääräistä parempia asiakkaita. Hyvä asiakasryhmä ovat metsätilanomistajat, koska heille metsäraha on yleensä normaalien palkka- ja eläketulojen ohella merkittävä lisätulo. Tulevaisuuden metsämarkkinoiden painopiste tulee olemaan kasvava metsätilanomistajien asiakasryhmä.

Oleellista metsänomistamisessa on omistamisen kannattavuus. Etenkin silloin kun metsä koetaan taloudellisena sijoituksena. Pankkien metsäpalvelut ovatkin painottumassa tuotteisiin, joilla metsänomistaja voi seurata omistamisen taloudellista kannattavuutta (Osuuspankeilla Metsä-TV ja vertailulaskelmaohjelmat). Oleellisin osa metsänomistajille tarjottavista pankkipalveluista tulee kuitenkin jatkossakin olemaan erilaisten sijoitusvaihtoehtojen tarjonta metsärahoille.

Rahamarkkinoiden vapauduttua korkosäätelystä, metsäraha ei poikkea pankkien kannalta muista rahavirroista. Metsäraha on usein saajalleen lisätuloa, joten sen viipyminen pitempään pankin tileillä on omiaan lisäämään pankkien kiinnostusta metsästä saatuja tuloja kohtaan.

MÄNNYN SIEMENSADON ENNUSTAMINEN

Timo Pukkala

Johdanto

Metsiä uudistetaan luontaisesti tai viljellen. Luontainen uudistaminen on vanhastaan ollut päämenetelmä, mutta viljely tuli vallitsevaksi 1960- ja 1970-luvuilla. Syynä oli toisaalta luontaisen uudistamisen epävarmuus ja toisaalta viljelymenetelmien kehittyminen.

Nykyisin luontaisen uudistamisen suosio on jälleen lisääntymässä. Syitä ilmiöön ovat mm. viljelykustannusten voimakas nousu, yleinen avohakkuita vastustava mielipide ja viljelyssä koetut takaiskut, jotka ovat liittyneet puun tekniseen laatuun ja tuhoihin.

Suurin este luontaisen uudistamisen yleistymiselle on epävarmuus uudistumistuloksesta ja usein koetut epäonnistumiset. Epäonnistumisen riskiä voidaan pienentää kehittämällä toisaalta uudistamismenetelmiä ja toisaalta keinoja, joilla epäonnistumisriskiä voidaan arvioida.

Uudistumistulokseen vaikuttavat tekijät

Luontainen uudistuminen on monimutkainen ilmiö, johon kuuluu mm. puiden kukkiminen, siementen kehittyminen puussa, siementen leviäminen ympäristöön, siementuhot, itäminen ja taimien alkukehitys (taulukko 1). Keskeisiä tekijöitä Pohjois-Suomessa ovat puiden kukkiminen ja siementen kypsyminen. Etelä-Suomessa kriittisiä tekijöitä ovat siementen itäminen ja taimien alkukehitys.

Osaan tekijöistä voidaan vaikuttaa metsänhoidolla. Esim. maanpinnan käsittely parantaa siementen itävyyttä ja elossaoloa, ja siemenpuuston tiheydellä vaikutetaan jonkin verran siemensatoon sekä taimien itävyyteen, kasvuun ja elossaoloon.

Taulukko 1. Uudistumiseen vaikuttavat tekijät männyllä ja kuusella.

UUDISTUMISEN VAIHEET
n = kukkimisvuosi

Tapahtuma	Ajoittuminen	
	<i>Kuusi</i>	<i>Mänty</i>
1 Kukkasilmujen kehittyminen	n-1	n-1
2 Kukkiminen ja pölytytys	n	n
3 Hedelmöitys	n	n+1
4 Siementen kypsyminen	n	n+1
5 Siementen leviäminen	n+1	n+2
6 Siementen saalistus	n+1	n+2
7 Siementen itäminen	n+1	n+2
8 Taimien elossaolo ja kasvu	n+1+	n+2+

Osaan uudistumistekijöistä taas ei voida vaikuttaa. Esimerkiksi siementen kypsyminen riippuu yksinomaan säätekijöistä, ja siemensadon runsaus ja siementen itävyyskin pääosin. Sellaisetkin tekijät, joita ei voida kontrolloida metsänhoidon keinoin, voidaan kuitenkin ottaa huomioon ajoittamalla uudistaminen suotuisiin vuosiin.

Jos luontaisen uudistumisen vaiheita ajatellaan aikajärjestyksessä, ensimmäinen merkittävä osatapahtuma on siemensato. Siemensadon ennustaminen auttaisi ajoittamaan uudistamishakkuut ja maanpinnan käsittelyt ajankohtaan, jolloin puissa on valmistumassa runsas siemensato. Ajoitus on tärkeää lähinnä sen vuoksi, että maan taimettumiskunto heikkenee nopeasti muokkauksen jälkeen.

On kuitenkin korostettava, että moni tekijä voi katkaista uudistumisen, vaikka kukkiminen ja siemensato olisivatkin runsaat (taulukko 1). Pohjois-Suomessa siemen ei ehkä ennätä kypsyä riittävästi, ja Etelä-Suomessa on alkukesällä usein niin kuivaa, että siemenet eivät idä tai kuolevat jo sirkkataimiasteella. Siemensato saattaa tuhoutua jo puissa sienitautien ja hyönteistuhojen seurauksena. Lisäksi siemeniä syövät eläimet saalistavat 20 - 95 % maahan varisseista siemenistä.

Uudistuminen riippuu monen eri ajankohdan säästä. Koska tulevaan säähän ei voida vaikuttaa, liittyy uudistumiseen aina riski. Metsänhoitaja ei sen vuoksi voi milloinkaan sanoa varmasti, milloin luontainen uudistuminen onnistuu tai epäonnistuu. Hän voi ainoastaan arvioida riskiä eri tilanteissa, ja välttää kohteita ja menetelmiä, joissa epäonnistumisen vaara on suuri. Siemensatoa ennustamalla ainoastaan tarkennetaan ennustetta uudistumistuloksesta, mutta epäonnistumisen vaara säilyy, tosin pienempänä, hyvänkin sadon sattuessa.

Siemensadon ennustaminen

Puut kukkivat runsaasti aurinkoisen, kuivan ja lämpimän kesän jälkeen (taulukko 2). Seuraavan vuoden kukintaa ja siitä kehittyvää siemensatoa voidaan ennustaa varsin luotettavasti kesäkuukausien keskilämpötilojen avulla (taulukko 3). Lapissa siemensato

Taulukko 2. Siemensadon määrän korrelaatio kukkimista edeltävän kasvukauden sää-tunnusten kanssa neljässä männikössä (Leikola ym. 1982).

Säätunnus	<i>Männikön sijaintipaikkakunta</i>			
	Utsjoki	Sodankylä	Siilinjärvi	Tuusula
Lämpösumma	0,53	0,72	0,45	0,59
Sademäärä	-0,42	-0,22	-0,24	-0,24
Pilvisyys	-0,55	-0,52	-0,50	-0,37

Taulukko 3. Männyn siemensadon korrelaatio kahden kukkimista edeltävän vuoden kesäkuukausien keskilämpötilojen kanssa (Pukkala 1987a).

Kuukausi	Lappi	Muu Suomi
	<i>Kukkimista edeltävä vuosi</i>	
Toukokuu	0,27	0,45
Kesäkuu	0,36	-0,10
Heinäkuu	0,48	0,35
Elokuu	0,43	0,48
	<i>Kaksi vuotta ennen kukintaa</i>	
Toukokuu	-0,13	-0,15
Kesäkuu	0,00	-0,01
Heinäkuu	-0,08	-0,39
Elokuu	0,28	-0,28

korreloi positiivisesti kukkimista edeltävän vuoden kaikkien kesäkuukausien keskilämpötilojen kanssa, ja muualla Suomessa muiden paitsi kesäkuun keskilämpötilan kanssa. Mielenkiintoista on, että jos ennen lämmintä kesää on ollut viileä kasvukausi, puiden kukinta on erityisen runsasta, varsinkin kuusella. Tällainen riippuvuus pienentää todennäköisyyttä saada kaksi peräkkäistä runsasta satoa. Etenkin kuusen selviytymiselle ja resurssien käytölle on edullista, ettei peräkkäin satu useaa hyvää siemenvuotta. Kuusen hyvät siemensadot ovat todella runsaita, minkä vuoksi kukkimiseen ja siemenuotantoon kuluu erittäin paljon resursseja; hyvänä siemenvuonna kuusen tilavuuskasvu on 20 % tavallista pienempi (Pukkala 1987b). Lisäksi toisen peräkkäisen siemenvuoden sato joka tapauksessa melko varmasti menisi hukkaan, koska siemenuholaiset runsastuisivat ensimmäisenä hyvänä vuotena syöden toisena vuotena suihinsa lähes kaikki siemenet.

Korrelaatiota kukkimista edeltävien vuosien kesäkuukausien keskilämpötilojen kanssa on käytetty hyväksi siemensadon ennustemallien laadinnassa (Leikola ym. 1982, Pukkala 1987a). Männylle on laadittu mm. seuraavat mallit:

Lappi

$$\text{Sato} = -216,5 + 0,03133 \text{ Lämpö}^2 \quad (1)$$

$$\text{missä} \quad \text{Lämpö} = (3E_1 + 4H_1 + 3K_1 + T_1 + E_2)/12$$

Muu Suomi

$$\text{Sato} = -329,7 + 1,766 T_1K_1 + 4,829 H_1E_1 - 2,282 H_2E_2 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{missä} \quad T_1K_1 &= 100(T_1/K_1) \\ H_1E_1 &= (2E_1 + H_1)/3 \\ H_2E_2 &= (E_2 + 3H_2)/4 \end{aligned}$$

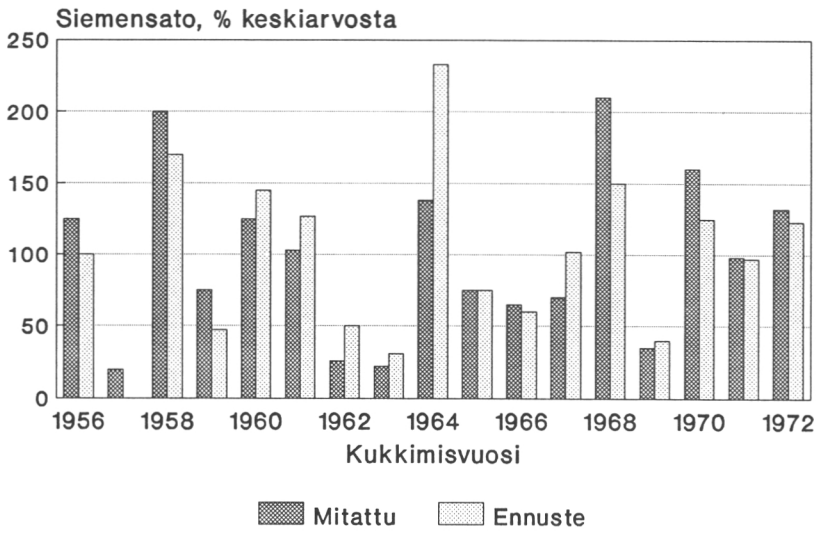
Yhtälöissä kirjaimet T, K, H ja E ovat kesäkuukausien keskilämpötiloja (T = toukokuu jne.) ja alaindeksit ilmaisevat, onko kysymyksessä kasvukausi 1 vai 2 vuotta ennen kukintaa. Lämpötilat on ilmaistu suhteellisina arvoina (prosenttia ko. kuukauden pitkän ajan lämpötilakeskiarvosta). Yhtälöt ennustavat suhteellista siemensatoa (% pitkän ajan keskiarvosta ko. metsikössä).

Männyn siemensadon ennustemallit ovat kohtuullisen luotettavia kaikkialla Suomessa (kuva 1), tosin Lapin yhtälöt perustuvat pienehköön aineistoon (52 tarkasti mitattua siemensatona). Kuusen vastaavat yhtälöt ovat luotettavia Etelä- ja Keski-Suomessa, mutta Lapin ja Pohjois-Suomen yhtälöt vaativat vielä tarkennusta (kuva 2). Kaikille yhtälöille kuitenkin pätee, että niiden ennustaessa heikkoa siemensatona, todennäköisyys saada keskimääräistä runsaampi siemensato on erittäin pieni. Näin ollen yhtälöiden avulla voidaan melko luotettavasti osoittaa vuodet, jolloin luontainen uudistuminen ei onnistu siemenen niukkuuden vuoksi. Mallin ennustaessa erittäin runsasta satoa saadaan yleensä vähintään keskinkertainen sato.

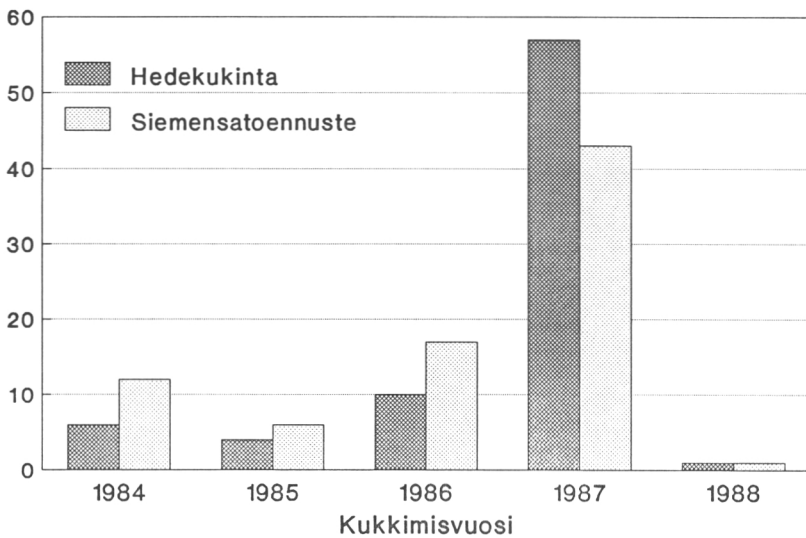
Esitetyn kaltaisilla säätunnuksiin perustuvilla regressioyhtälöillä ennuste saadaan kuusella 1,5 ja männyllä 2,5 vuotta ennen siemenen varisemista. Näin varhainen ennuste antaa runsaasti aikaa uudistamistoimien suunnittelulle. Ennustetta voidaan tarkentaa siemenen tuleentumisvuonna (taulukko 1); jos silloin on lämmintä, on seuraavana keväänä variseva siemen kypsää ja itämiskykyistä.

Siemensatona voidaan ennustaa myös silmuja analysoimalla, sekä kukkimisrunsautta ja käpysatona tarkkailemalla. Silmusta voidaan jo syksyllä nähdä, kehittykö siitä seuraavana kesänä kukka vai verso. Silmuanalyysistä ennuste saadaan yhtä aikaisin kuin säätunnuksiin perustuvilla siemensatomalleilla.

Kukka- ja käpysatoarvioihin perustuvat ennusteet ovat vähintään yhtä luotettavia kuin säätunnusten avulla saadut, jos kukinta- ja käpyarviot tehdään huolellisesti (Leikola ym. 1982). Ongelmana on arvioinnin ja ennustamisen työläys. Edellä esitettyjen regressiomallien selittäjät, ts. säätunnukset, ovat joka syksy saatavissa Ilmatieteen laitoksen sääasemilta. Säätunnuksiin perustuvat regressiomallit on kirjoitettu helppokäyttöisen tietokoneohjelman muotoon, jolla ennuste saadaan muutamassa minuutissa.



Kuva 1. Mitatut ja yhtälöllä 2 lasketut siemensatot kerimäkeläisessä männikössä v. 1956 - 1972.



Kuva 2. Korpilahdella sijaitsevan kuusen siemenviljelmän (n:o 170) mitattu hedekukinta ja kukkimista edeltävien kasvukausien lämpötiloista ennustettu siemensato. Hedekukinnan ja siemensatoennusteen yksiköt ovat erilaiset, mutta ne on skaalattu samaan vaihteluväliin tunnusten yhteisvaihtelun havainnollistamiseksi (Ruotsalainen & Nikkanen 1988).

Uudistumismallit

Luontaisen uudistamisen tuloksellisuuden parantamiseksi on osattava arvioida (1) missä kohteissa tai millä menetelmillä uudistaminen onnistuu tai ei onnistu, ja (2) minä vuosina uudistuminen onnistuu tai ei onnistu. Lopputuloksesta ei voida olla varmoja missään kohteessa eikä minään vuonna, ainoastaan onnistumistodennäköisyys ja epäonnistumisriski voidaan arvioida.

Luontaisen uudistumisen onnistumista eri tilanteissa voidaan arvioida malleilla, jotka ottavat huomioon mm. kasvupaikan, maanpinnankäsittelyn, metsikön sijainnin ja emopuuston tiheyden vaikutuksen uudistumistulokseen. Tällaisella mallilla tulisi voida arvioida nimenomaan todennäköisyyttä, ei keskimääräistulosta (taulukko 4). Jos uudistamistilanteelle on tyypillistä, että yhdessä tapauksessa kymmenestä saadaan hehtaarille syntyymään 20 000 tainta, mutta lopuissa yhdeksässä tapauksessa taimia ei saada lainkaan, keskimääräinen tulos (2 000 tainta/ha) saattaa olla hyvinkin harhaanjohtava.

Taulukko 4. Stokastisella uudistumismallilla laskettuja arvioita siitä, kuinka männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä onnistuu kuivahkolla kankaalla lämpösumma-alueella 900 d.d. Siemenpuiden keskipituus on 20 m ja niiden pohjapinta-ala 5 m²/ha. Alue on siemenpuuasennossa 6 vuotta ja mahdollinen maanpinnan käsittely tehdään siemenpuuhakkuuta seuraavana vuonna.

Todennäköisyys saada vähintään
1. sarakkeen taimimäärä

Taimia/ha *Lautasaurattu* *Ei mp-käsittelyä*

1000	0,90	0,20
2000	0,85	0,10
3000	0,80	0,06
4000	0,75	0,05
5000	0,70	0,04
6000	0,65	0,03
7000	0,60	0,02
8000	0,55	0,02
9000	0,50	0,02
10000	0,45	0,02

Onnistumistodennäköisyyttä voidaan arvioida ns. stokastisilla uudistumismalleilla, jotka tuottavat erilaisia lopputuloksia samassa suhteessa kuin niitä esiintyy luonnossa. Tällaiset mallit jäljittelevät mm. vuosien välistä vaihtelua siemensadon määrässä, siementen tuleentumisessa, siementuhoissa, siementen kypsymisessä ja itämisessä. Kukin osatekijä voidaan osittain ennustaa kasvupaikan, maantieteellisen sijainnin, emopuuston tiheyden ja käsittelyjen avulla. Loppuosaa vaihteluista jäljitellään satunnaisluvuilla, jotka kuvaavat niiden tekijöiden vaikutusta, joita ei voida ennustaa (lähinnä tuleva sää). Tällainen malli on periaatteessa jo olemassa (Pukkala 1987c, Pukkala & Kolström 1991), mutta sen tarkentaminen vaatii vielä runsaasti empiiristä tietoa uudistumisen eri vaiheista ja tekijöistä.

Kehittämistarpeet

Toista ryhmää uudistumismalleja käytetään ennustamaan siemensadon määrää ja laatua tietynä vuonna. Siemensadon ennustemallitkin ovat jo olemassa. Samoin tiedetään, mistä siemensadon laatu riippuu. Siemensadon ennustemallit vaativat kuitenkin vielä tarkentamista, etenkin Pohjois-Suomessa. Ensimmäinen askel mallien parantamiseksi olisi kerätä yhteen kaikki Suomessa mitattu siemensatotieto ja laskea ennustemallien kertoimet uudelleen aiempaa laajemmalla aineistolla. Mallien parantamiseksi on syytä jatkaa tarkkoja ja systemaattisia siemensadon mittauksia eri puolilla Suomea.

Malleja siis on olemassa, muuta niitä ei juuri käytetä. Tutkimuksen tuottamien mallien hyväksikäyttöä voitaisiin parantaa organisoimalla ennustepalvelu. Esimerkiksi Metsän-tutkimuslaitoksen tutkimusasemat tai metsälautakunnat voisivat julkaista vuosittain siemensatoennusteen ja mahdollisesti tarkempiakin ohjeita siitä, minä vuosina uudistamistoimenpiteitä olisi syytä tehdä tai välttää. Kunnianhimoisempi tavoite olisi seuraavan kaltainen ennustejärjestelmä, joka suotuisien vuosien lisäksi antaa tietoa eri kohteisiin ja menetelmiin liittyvistä riskeistä.

1. vaihe: yleisennuste

Annetaan systemaattista tietoa siitä, millä todennäköisyydellä luontainen uudistaminen onnistuu

- eri puolajeilla
- eri kasvupaikoilla
- eri lämpösumma-alueilla
- eri maankäsittelymenetelmillä
- erilaisilla siemenpuuston tiheyksillä ja tilajärjestyksillä

Nämä ennusteet saadaan malleilla, joissa uudistumisen eri vaiheita jäljitellään satunnaisluvuilla, joiden jakaumat ennustetaan kasvupaikan, emopuuston, alueen lämpösumman ja maankäsittelymenetelmän avulla. Esimerkiksi siemensadon jakauma (määrä ja vuosien välinen vaihtelu) voidaan ennustaa puolajin, valtapituuden ja maantieteellisen sijainnin avulla, ja tuleentumisen jakauma alueen lämpösumman ja sen hajonnan avulla.

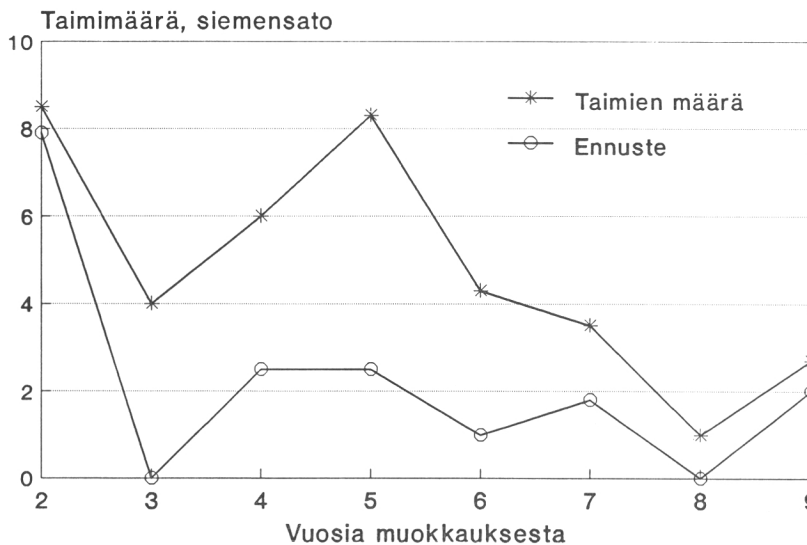
2. vaihe: tarkennettu ennuste

Joka syksy tarkennetaan arvioita yhden vuoden uudistumistuloksesta korvaamalla jakaumasta poimittu satunnaisesti vaihteleva siemensato säätunnusten avulla ennustetulla siemensadolla. Esim. syksyllä 1991 voidaan tarkentaa arviota kuusen uudistumistuloksesta kesällä 1993 ja arviota männyn uudistumistuloksesta kesällä 1994.

3. vaihe: kahdesti tarkennettu ennuste

Yhden vuoden ennustetta tarkennetaan edelleen joka syksy ennustamalla siementen tuleentuminen kuluneen kesän lämpösumman avulla. Vaiheessa 1 satunnaisesti vaihdellut lämpösumma korvataan mitatulla lämpösummalla, jolloin ennuste tarkentuu. Tämän jälkeen on korvattu kaksi satunnaisesti vaihdellutta uudistumistekijää (siemensato ja tuleentuminen) tarkemmilla arvioilla. Loppukesällä 1991 voidaan tarkentaa arviota siitä, kuinka uudistuminen onnistuu seuraavana kesänä. Maanpinnan käsittelyyn jää tällöin vielä aikaa koko syksy, jos ennuste näyttää runsasta ja hyvin tuleentunutta siemensatoa. Vuoden 1991 syksyllä annettua 2. vaiheen ennustetta voidaan kuusen osalta tarkentaa vuoden 1992 syksyllä ja männyn osalta vuoden 1993 syksyllä.

Tämäntapaisilla ennusteilla ei vielä voida taata luontaisen uudistamisen onnistumista, mutta keskimääräinen tulos paranee olennaisesti. Ennustemallien ja niiden systemaattisen käytön avulla heikot kohteet ja vuodet voidaan tunnistaa aiempaa paremmin ja välttää luontaista uudistamista näissä tapauksissa (kuva 3).



Kuva 3. Eri vuosina muokattujen männyn luontaisen uudistamisen alojen taimitiheyden yhteisvaihtelu lämpötilan avulla ennustetun kypsän siemenen määrän kanssa Kuusamossa (Peiponen 1991). Uudistusalat on inventoitu kesällä 1990, jolloin vanhemmissa muokkausikäluokissa kuolleisuus on pienentänyt taimitiheyttä. Vaikka tietynä vuonna muokatulle alalle syntyy taimia useampana kuin yhtenä vuonna, ennusteen ja mitatun taimimäärän yhteisvaihtelu on selvä. Jos 3 vuotta sitten tehtyjä muokkauksia olisi heikon ennusteen takia lykätty vuodella, keskimääräinen uudistumistulos olisi parantunut olennaisesti.

Kirjallisuus

- Leikola, M., Raulo, J. & Pukkala, T. 1982. Männyn ja kuusen siemensadon vaihteluiden ennustaminen. *Folia Forestalia* 537. 43 s.
- Peiponen, P. 1991. Äestyksen ja siemenpuuston vaikutus männyn luontaiseen uudistamiseen Kuusamossa. *Metsänhoitotieteen syventävien opintojen tutkielma*. Joensuun yliopisto. 49 s.
- Pukkala, T. 1987a. Kuusen ja männyn siemensadon ennustemalli. *Silva Fennica* 21(2): 135-144.
- 1987b. Siementuotannon vaikutus kuusen ja männyn vuotuiseseen kasvuun. *Silva Fennica* 21(2): 145-158.
 - 1987c. Simulation model for natural regeneration of *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula pendula* and *Betula pubescens*. Tiivistelmä: Männyn, kuusen ja koivun luontaisen uudistamisen simulointimalli. *Silva Fennica* 21(1): 37-53.
 - & Kolström, T. 1991. A stochastic spatial regeneration model for Scots pine. *Scand. J. For. Res.* (painossa).
- Ruotsalainen, S. & Nikkanen, T. 1988. Variation in flowering of north Finnish clones in a Norway spruce seed orchard in Central Finland. *Käsikirjoitus*.

YLISPUUMÄNTYJEN KASVU JA VAIKUTUS TAIMIKKOON

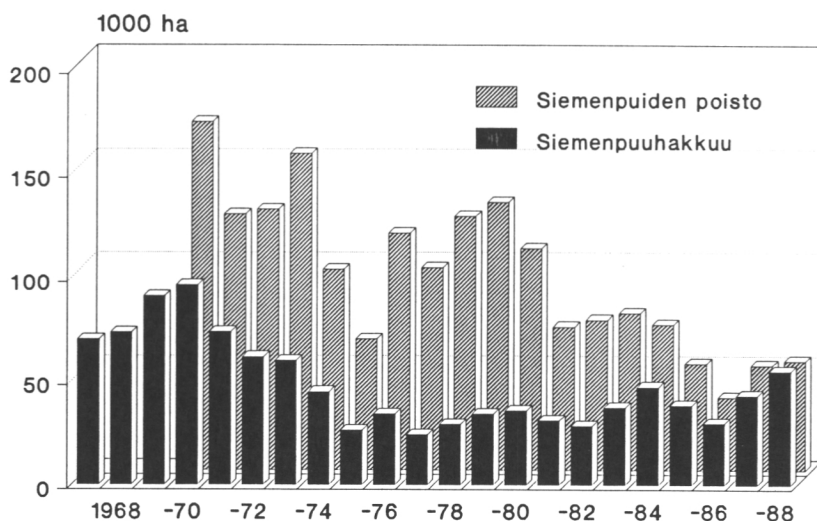
Pentti Niemistö

1. Johdanto

Yksi puuntuotostutkimuksen tärkeimmistä haasteista tällä hetkellä on tuottaa erilaisten metsien kasvua ja kehitystä kuvaavia malleja. Uutta tietoa tarvitaan metsänkasvatuksen ääritilanteista, esimerkiksi hyvin harvojen ja toisaalta hyvin tiheiden metsien kehityksestä. Samoin kiinnostavat taimikot ja toisaalta iältään hyvin vanhat metsiköt. Äärivaihtoehtoista saatavien tulosten pohjalta pitkän aikavälin simuloinnissa ja optimoinnissa käytettävien mallien luotettavuus paranee.

Siemenpuustot muodostavat yhden metsänkasvatuksen ääripään sekä iän että tiheyden suhteen. Metsätilastollisen vuosikirjan mukaan siemen- ja suojuspuuhakkuita tehtiin koko maassa 1960- ja -70-lukujen vaihteessa 80 000 ha vuodessa. Tämän jälkeen määrä supistui nopeasti kolmannekseen ja nousi taas 1980-luvun lopulla 50 000 hehtaarin vuositasolle (kuva 1). Lukuunottamatta viime vuosia on siemen- ja suojuspuita poistettu jatkuvasti yli kaksinkertaiselta pinta-alalta verrattuna uusien siemen- ja suojuspuualueiden syntymiseen. Osa on tietyllä viiveellä tulleita vanhoja siemenpuualoja, mutta ilmeisesti mukaan on tilastoitu muitakin ylispuiden poiston luonteisia hakkuita.

Metsäntutkimuslaitoksessa käynnistettiin 1980-luvun puolivälissä tutkimus, jonka tavoitteena oli selvittää ylispuumäntyjen kasvureaktioita voimakkaasti kasvuoloja muuttavan siemenpuuhakuun jälkeen. Metsikön sisäinen ilmasto muuttuu valon ja tuulen vaikutuksesta kokonaan toisenlaiseksi ja hakkuutähteistä alkaa vapautua ravinteita. Samanaikaisesti loppuu muiden puiden taholta tuleva kilpailu lähes kokonaan.



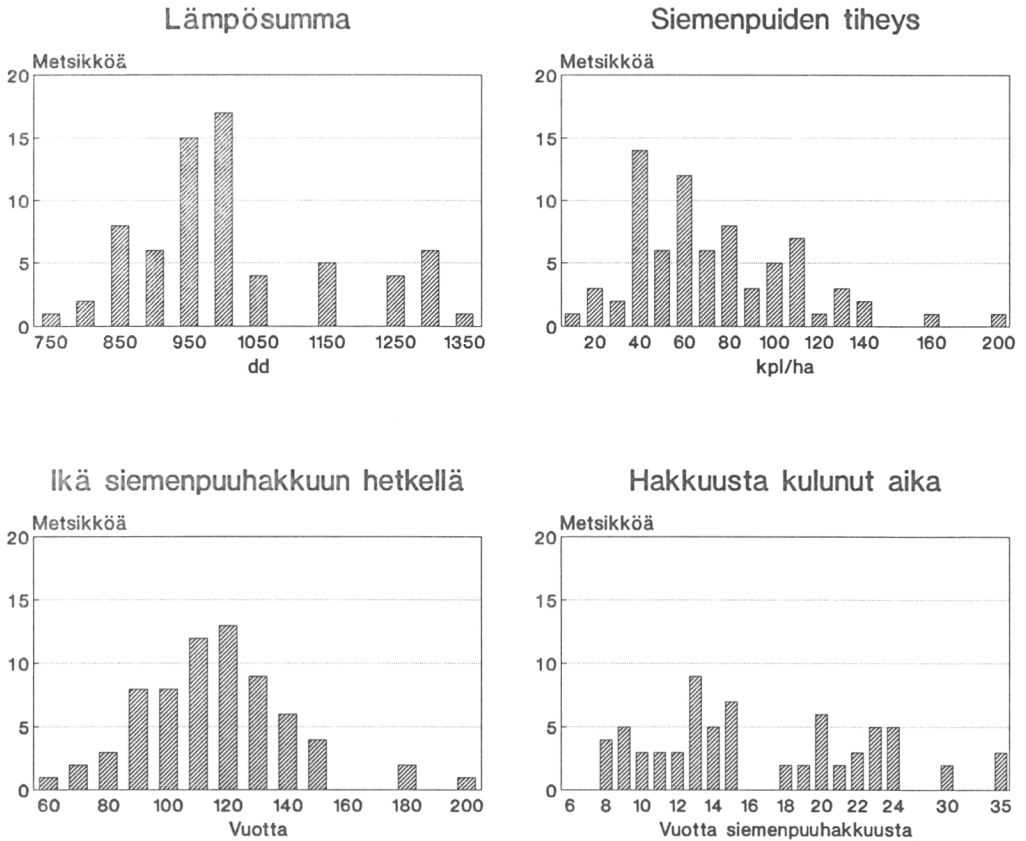
Kuva 1. Siemenpuuhakkuiden ja siemenpuuiden poiston määrä koko maassa 1967-88.

Määrällisen kasvun lisäksi kiinnitettiin erityistä huomiota runkomuodon ja puusta saatavien tukkien kehitykseen, koska siemenpuiden oletetaan tuottavan korkealaatuista oksatonta tукkia. Lisäksi tutkittiin normaalia pitempään ylispuina kasvatettujen mäntyjen vaikutuksia taimikon kehitykseen ja rakenteeseen.

2. Aineisto

Eri metsänomistajaryhmille lähetettyjen kyselyjen perusteella etsittiin vähintään hehtaarin suuruisia siemenpuualoja, joissa hakkuusta oli kulunut ainakin kahdeksan kasvukautta. Metsikköön perustettiin useimmiten kaksi tai kolme 10 tervettä siemenpuuta sisältävää ympyräkoelaa. Puut kartoitettiin sekä mitattiin ja kairattiin 0,5, 1,3, 3,0 ja 6,0 metrin korkeuksilta. Sädekasvut korjattiin Tiihosen 1983 ja 1986 julkaisemien kasvuindeksien avulla. Lisäksi mitattiin siemenpuiden pituus sekä latvuksen korkeus ja läpimitta.

Kehityskelpoisista taimista laskettiin ikä ja mitattiin pituus 5,0 m²:n ympyräkoelaloilta. Taimikoealojen keskipisteet olivat siemenpuista päälmansuuntiin lähtevillä suorilla kahden, viiden, kymmenen (jne. 5 m välein) metrin etäisyydellä. Koealojen rajaaminen lopetettiin siinä vaiheessa, kun tultiin lähemmäksi jotakin toista siemenpuuta. Joka toisen siemenpuun kohdalla koealoja otettiin sekä pohjoisen että etelän suuntaan ja joka toisella itään ja länteen. Useimmiten havaintoja saatiin kymmeneen metriin saakka, joskus 15 metriin ja vain harvoin sitä etäämmältä.



Kuva 2. Tutkimusmetsiköiden jakaumat lämpösunnan, tiheyden, iän ja hakkuusta kuluneen ajan mukaisesti.

Koko maasta mitattiin 69 metsikköä (1576 ylispuuta), pääosa kuitenkin Oulun läänin alueelta. Lämpösunnan vaihteluväli oli 750 - 1 350 dd-yksikköä (kuva 2a). Ikä siemenpuuhakuussa oli keskimäärin 115 vaihdellen 60 ja 200 vuoden välillä (kuva 2b).

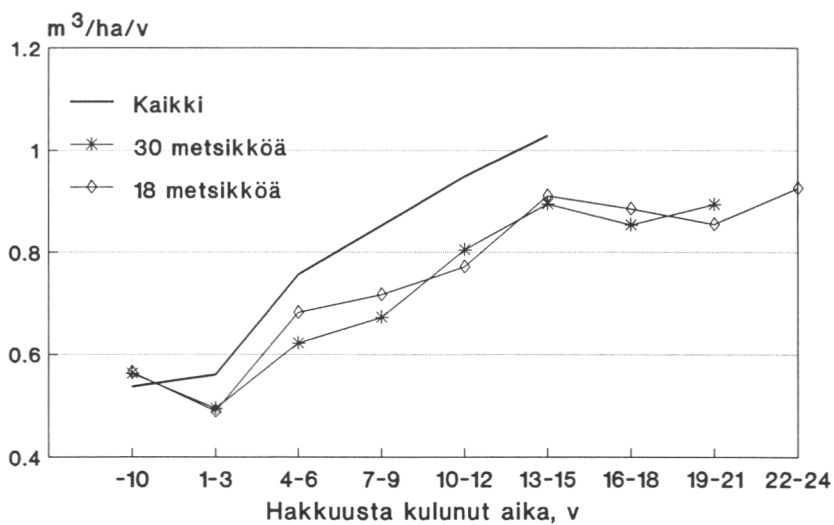
Siemenpuiden tiheys vaihteli välillä 10-200 kpl/ha ja oli keskimäärin 75 kpl/ha (kuva 2c). Siemenpuuhakuun ajankohdan piti olla täsmälleen tunnettu ja siitä mittaukseen kulunut aika oli aineistossa keskimäärin 17 vuotta (vaihteluväli 8-35 v, kuva 2d).

3. Ylispuumäntyjen kasvu

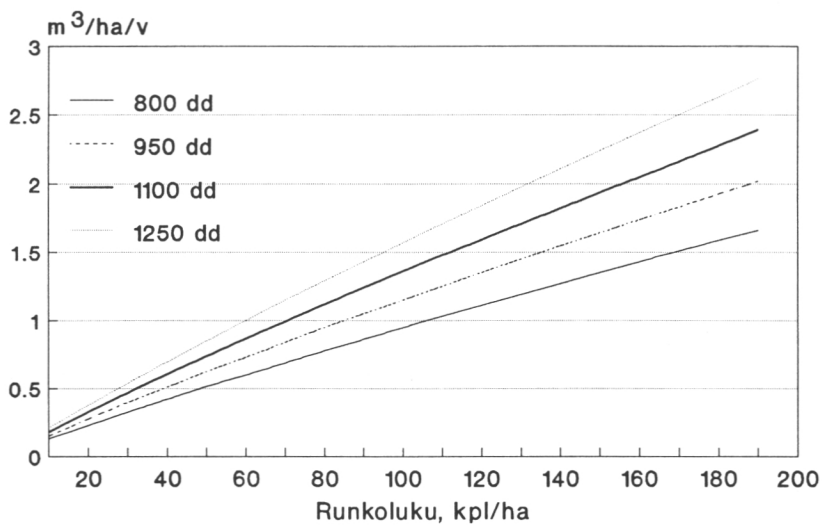
Siemenpuuhakkuussa jätetyt puut olivat kasvaneet 10-vuotisjaksolla ennen hakkuuta keskimäärin $0,54 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ (kuva 3a). Ensimmäisellä 3-vuotisjaksolla hakkuun jälkeen ei keskimääräinen tilavuuskasvu lisääntynyt. Toisella 3-vuotisjaksolla kasvu lisääntyi $0,76$ kuutiometriin vuodessa ja 15 vuoden kuluttua siemenpuuhakkuusta kasvu oli lähes kaksinkertainen verrattuna samojen puiden kasvuun ennen hakkuuta. Puuston harvuudesta johtuen hehtaarikasvu jäi kuitenkin vaatimattomaksi. Koiviston (1959) mukaan kasvu 120-vuotiaissa CT-männiköissä on normaalisti $2,9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ ja EVT-männiköissä $2,4 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$.

Koska hakkuun ja mittauksen välinen aika vaihtelee, on kuvaan 3a laskettu 30 ja 18 metsikön osa-aineistoilla kasvut 21 ja 24 vuoden päähän siemenpuuhakkuusta. Näissä osa-aineistoissa puukohtainen kasvu laskee vähän ensimmäisellä 3-vuotiskaudella ja kohoaa sitten 15 vuoteen saakka. Sen jälkeen kasvu pysyy saavutetulla tasolla. Kahden-toista vuoden kuluttua hakkuusta kuudesosa tästä osa-aineistosta ei ollut vielä saavuttanut hakkuuta edeltänyttä kasvuaan, mutta vastaavasti ylin kuudennes on enemmän kuin kaksinkertaistanut kasvunsa.

Eniten siemenpuumetsikön kasvuun vaikutti luonnollisesti siemenpuiden määrä. Toinen tärkeä tekijä oli maantieteellinen sijainti, jota kuvattiin lämpösummalla. Kuvassa 3b on esitetty kasvun riippuvuus siemenpuiden lukumäärästä ja lämpösummasta. Siemenpuumännikön kasvu lisääntyy lähes suoraviivaisesti 200 puun tiheyteen saakka. Tämän tutkimusaineiston rajoissa tihentyminen alentaa yksittäisen puun kasvua vain hyvin lievästi. Lämpösumman aleneminen 100 yksiköllä alentaa kasvua noin 10 %-yksiköllä.



Kuva 3a. Siemenpuustojen keskimääräinen kasvu ennen ja jälkeen siemenpuuhakkuun.

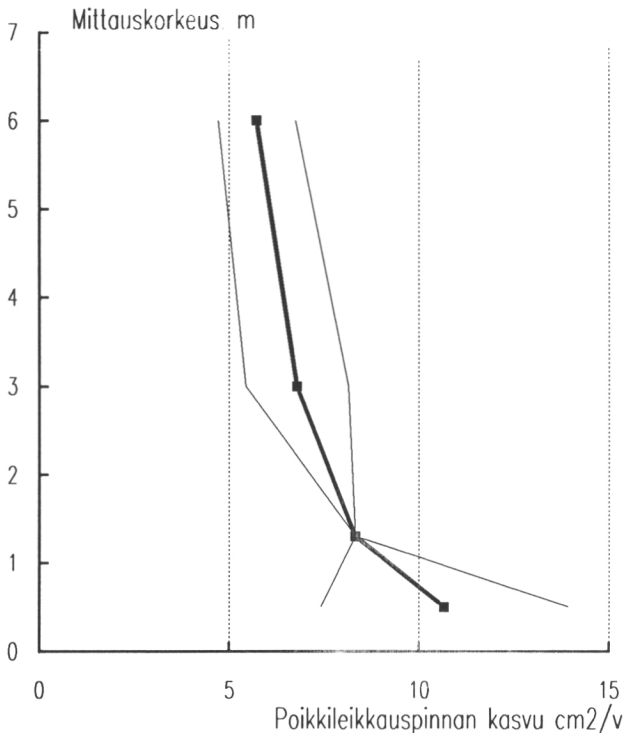


Kuva 3b. Lämpösunnan vaikutus siemenpuuston kasvuun (6-10 vuotta siemenpuuhakkuun jälkeen).

4. Runkomuodon ja tukkitilavuuden muutos

Hakkuuhetkellä siemenpuiden kapeneminen oli keskimäärin 5,0 cm, 10 vuotta myöhemmin 5,4 ja mittaushetkellä 5,6 cm. Rinnankorkeudella poikkileikkauspinnan kasvu 10-vuotisjaksolla hakkuun jälkeen oli koko aineistossa keskimäärin 8,3 cm² vuodessa (kuva 4). Kolmen metrin korkeudella vastaava kasvu oli 6,8 ja kuuden metrin korkeudella 5,7 cm²/v. Puolen metrin korkeudella poikkileikkauspinnan lisäys oli lähes kaksinkertainen 6 metrin korkeuteen verrattuna.

Kuvassa on esitetty myös rinnankorkeudelta mitattuun kasvuun suhteutettujen kasvujen standardipoikkeamat muilla mittauskorkeuksilla. Tulos osoittaa, ettei siemenpuun runkomuoto juuri koskaan parane.



Kuva 4. Rungon poikkileikkauspinnan keskikasvu rungon eri korkeuksilla ja standardipoikkeama suhteutettuna rinnankorkeudella tapahtuneeseen kasvuun.

Taulukossa 1 on esitetty siemenpuista saatavien tukkien tunnuslukuja. Runkojen tukki-tilavuus oli hakkuuhetkellä keskimäärin 0,48 m³, kymmenen vuotta myöhemmin 0,58 m³ ja mittaushetkellä 0,70 m³. Tyvitukin keskitilavuus oli hakkuuhetkellä 0,26 m³ ja 10 vuotta myöhemmin 0,30 m³. Tyvitukit muodostivat keskimäärin yli puolet runkojen tukki-tilavuudesta, 2-tukit kolmanneksen ja 3-tukit vain 10 %.

Taulukko 1. Siemenpuista saatavien tyvitukkien ja muiden tukkilajien keskikoko ja osuudet tukkien kokonaismäärästä siemenpuuhakuussa, 10 vuotta sen jälkeen sekä mittaushetkellä (keskimäärin 17 vuotta hakkuusta).

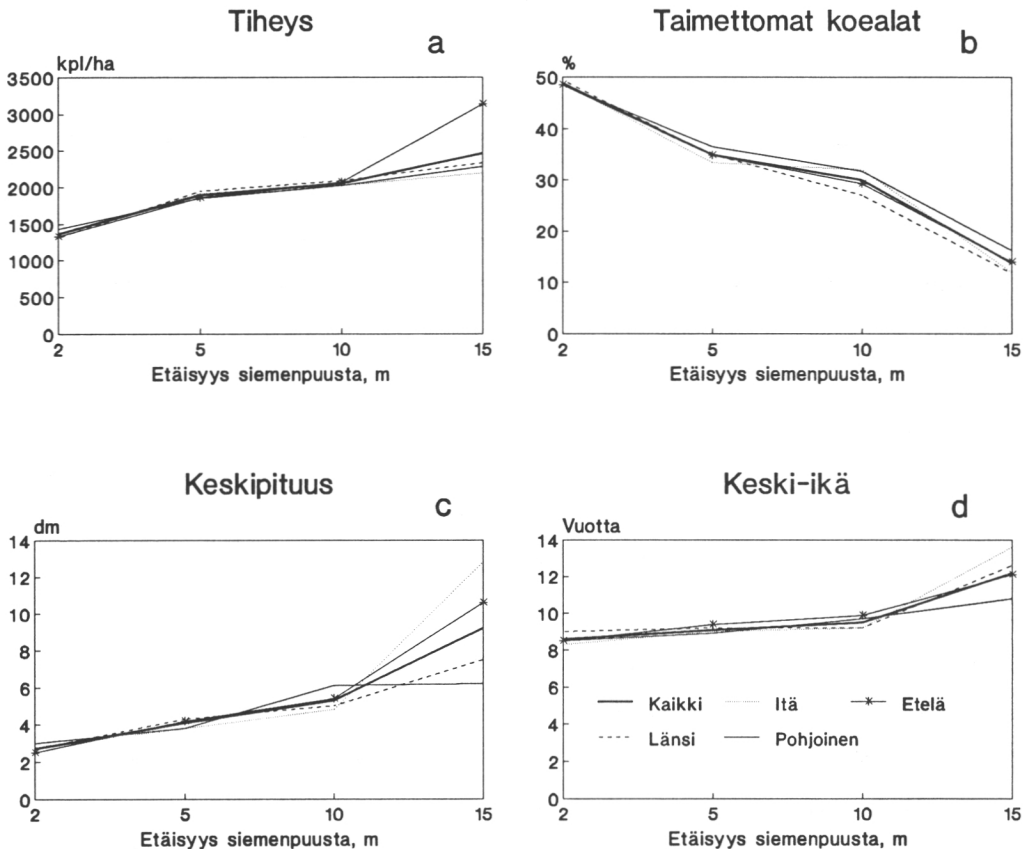
	Tyvitukit	2-tukit	3-tukit	4-tukit	Tukkia/ runko
<i>Hakkuuhetkellä</i>					
Keskitilavuus	0,263	0,175	0,160		0,475
Latvaläpimitta	22,1	18,7	17,4		
Latvalieriö, m ³	0,192	0,129	0,109		0,355
Osuus tukkien lukumäärästä, %	45,5	37,6	14,1	2,8	100
Osuus tukkien tilavuudesta, %	56,3	31,0	10,6	2,1	100
<i>10 vuotta hakkuun jälkeen</i>					
Keskitilavuus	0,303	0,195	0,177		0,578
Latvaläpimitta	23,8	19,7	18,2		
Latvalieriö, m ³	0,222	0,143	0,122		0,408
Osuus tukkien lukumäärästä, %	42,0	37,9	16,0	4,1	100
Osuus tukkien tilavuudesta, %	53,8	31,2	12,0	3,0	100
<i>Mittaushetkellä</i>					
Keskitilavuus	0,346	0,218	0,186		0,702
Latvaläpimitta	25,7	20,8	18,3		
Latvalieriö, m ³	0,259	0,160	0,124		0,495
Osuus tukkien lukumäärästä, %	39,8	38,1	17,8	4,3	100
Osuus tukkien tilavuudesta, %	52,6	31,7	12,6	3,1	100

Siemenpuiden runkomuodon heikentyminen alentaa sahatavaran saantoa ja tukin todellista arvoa suhteessa sen tilavuuteen. Rungon tukki-tilavuus lisääntyi keskimäärin 10 dm³ vuodessa 10 vuoden jaksolla hakkuun jälkeen. Kuitenkin vain 51 % tästä lisäyksestä tapahtui tukkien latvaläpimitan perusteella lasketuissa lieriöissä, loppu joutuu pintapuun mukana hakkeeksi. Tukkien järeytyminen kompensoi jonkin verran tätä menetystä, mutta toisaalta "hukkaan" menevä kasvu on voimakkainta arvokkaassa tyvitukissa.

5. Taimikon rakenne

Taimikon tiheys, keskipituus ja keski-ikä tutkittiin eri etäisyyksillä ja ilmansuunnissa siemenpuista. Taimikossa ei havaittu ilmansuunnasta johtuvia eroja (kuva 5). Kahden metrin etäisyydellä siemenpuusta taimimäärä oli keskimäärin 1 360 kpl/ha ja tyhjien koealojen (5m²) osuus 49 %. Viiden metrin etäisyydellä taimia oli keskimäärin 1 890 kpl/ha ja tyhjien koealojen osuus 35 % (vrt. Pukkala & Kolström 1992). Erot jatkuivat samansuuntaisina 15 metriin saakka, jossa taimia oli keskimäärin 2 460 kpl/ha. Tämän etäämpää ei saatu muista siemenpuista riippumattomia havaintoja.

Etäisyyden siemenpuusta kasvaessa 2:sta 15 metriin lisääntyi taimien keskipituus 27:stä 88 cm:iin (kuva 5c). Kokoeroista huolimatta taimet olivat mittausten mukaan samanikäisiä (kuva 5d).



Kuva 5. Siemenpuualojen keskimääräinen taimitiheys, taimettomien koealojen osuus sekä taimien keskipituus ja keski-ikä ilmansuunnittain eri etäisyyksillä lähimmästä siemenpuusta.

6. Yhteenveto

Siemenpuun kasvu ei lisääntynyt vielä kolmen ensimmäisen vuoden aikana siemenpuuhakkuusta. Tämän jälkeen tilavuuskasvu lisääntyi melko tasaisesti yli 10 vuoden ajan. Kun hakkuusta oli kulunut yli 15 vuotta, ei kasvu enää lisääntynyt, mutta jatkui keskimäärin lähes kaksinkertaisena verrattuna puun omaan kasvuun ennen siemenpuuhakkuuta. Aivan kokonaan kasvun lisäys ei kuitenkaan johdu siemenpuuhakkuusta, koska normaalitiheydessäkin tämän ikäisten männiköiden yksittäisten puiden tilavuuskasvu on vielä lievässä nousussa, vaikka metsikön kasvu onkin jo laskusuunnassa (Koivisto 1959). Tulos osoitti, että iältään keskimäärin 115-vuotiaat männyt reagoivat voimakkaasti vapautuviin kasvutekijöihin.

Yksittäisen siemenpuun kasvu aleni vain erittäin lievästi siemenpuumäärän lisääntyessä tiheyteen 200 kpl/ha. Siemenpuiden määrän lisäksi kasvuun vaikuttivat lämpösomma ja siemenpuuhakkuusta kulunut aika.

Taimikon kehitykseen ylispuiksi jätetyillä siemenpuilla oli selvästi epäedullinen vaikutus. Suurin syy oli ylispuiden juuristokilpailu, joka hidasti taimien pituuskehitystä ja aiheutti niiden tuhoutumista. Syynä taimikon sisäiseen vaihteluun ei ollut siemenpuiden varjostus, koska taimikon rakenne oli riippumaton siemenpuusta katsotusta ilmansuunnasta.

Tutkimusaineiston perusteella oli mahdollista tarkastella taimikon sisäistä rakennetta ja sen riippuvuutta siemenpuista, mutta luontaisen uudistumisen onnistumista ei tämän aineiston perusteella voi arvioida. Tutkimuskohteet olivat vanhoilla siemenpuualoilla, joille ylispuut on useimmiten jätetty juuri hitaan uudistumisen takia.

Harvaa mäntysiemenpuustoa ei ole tarkoituksenmukaista jättää kasvamaan pidempään, kuin luontainen uudistuminen vaatii. Taimikko kärsii ja normaaleilla siemenpuumäärillä siemenpuuston kasvu jää pieneksi (esim. 60 kpl/ha \rightarrow 0,7-1,0 m³/ha/v). Siemenpuiden kasvulla on kuitenkin oma merkityksensä tehtäessä taloudellista vertailua luontaisen ja keinollisen metsänuudistamisen välillä. Laskelmissa ei saa myöskään unohtaa myrskytuhoriskia.

Ajatus huippulaatuisen puun tuottamisesta ylispuumänniköissä ei saa tukea tästä tutkimuksesta. Puolet kasvusta menee tässä suhteessa hukkaan, koska runkomuoto heikkenee voimakkaan hakkuun jälkeen. Varsinkin arvokkaan tyvitukin kapenevuus lisääntyy.

Kirjallisuus

- Koivisto, P. 1959. Kasvu- ja tuottotaulukoita. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 51. 49 s.
- Pukkala, T. & Kolström, T. 1992. A stochastic spatial regeneration model for *Pinus sylvestris*. *Scand. J. For. Res.* 7.
- Tiihonen, P. 1983. Männyn ja kuusen kasvun vaihtelu Suomen eteläisemmässä osassa valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineiston perusteella. *Folia Forestalia* 545. 8 p.
- 1986. Kasvun vaihtelu Suomen pohjoispuoliskossa valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineiston perusteella. *Folia Forestalia* 658. 9 p.

MITÄ UUDISTAMISTUTKIMUKSESTA SAADAAN IRTI

Matti Oikarinen

1. Johdanto

Metsän uudistaminen on kestävän metsätalouden kaikkein keskeisin vaihe. Siinä tehdyt ratkaisut vaikuttavat koko kiertoajan metsän puuntuotannon määrään ja laatuun sekä metsämaisemaan monimutkaisista ekologisista vaikutuksista puhumattakaan. Uudistaminen vaatii suuren työpanoksen ja maksaa, mutta onnistuessaan merkitsee myös suurta tuottoa tulevaisuudessa.

Metsän uudistaminen on kautta aikojen ollut metsäntutkimuksen keskeisen kiinnostuksen kohteena. Siinä metsäntutkimus on myös vaikeimman haasteensa edessä. Se johtuu ongelman luonteesta. Elävää luontoa tunnetaan ja ymmärretään vielä heikosti ja sen tutkiminen on hyvin vaikeaa. Kun tarkastelee uudistamistutkimusta ja uudistamisen ongelmista käytyä keskustelua, ei voi välttyä syvällä kaiken taustalla vaikuttavan epätietoisuuden ja hämmennyksen vaikutelmalta. Tutkimustulokset ovat ristiriitaisia, kokemukset ja mielipiteet menevät ristiin niin, että yhteistä linjaakaan ei tunnu löytyvän. Tämä näkyy tietenkin alan kehittämistoiminnassa ja käytännön kentällä.

Tässä esityksessä tarkastellaan uudistamistutkimuksen ongelmia näkökulmista, jotka voivat auttaa ymmärtämään usein ristiriitaisia tutkimustuloksia sekä erilaisia mielipiteitä ja käsityksiä. Näin pyritään luomaan edellytyksiä entistä paremmalle yhteisymmärrykselle ja uusille tutkimuksille sekä antamaan käytännön miehille valmiuksia löytää entistä toimivampia ratkaisuja uudistamisen visaiseen ongelmaan. Esimerkit on poimittu Suomussalmen männynviljelyinventoinnista, minkä vuoksi tarkastelun painopiste on Kainuussa tai sen lähialueella, vaikka ongelmat ovat tietenkin yleisvaltakunnallisia.

2. Uudistamistutkimuksen kaksi lähestymistapaa

Metsien uudistamista on tutkittu kahta lähestymistapaa käyttäen: taimikon inventoinneilla ja uudistamiskokeilla.

Taimikon inventointi kohdistuu tietyn alueen taimikoihin, joista poimitaan edustava näyte l. otos. Inventoinnilla pyritään ensisijaisesti selvittämään uudistamisen alueellinen kokonaistilanne ja siihen vaikuttaneet tekijät, joista uudistamismenetelmä ja siihen liittyvät toimenpiteet, kuten maanpinnan valmistaminen ja taimikon hoito ovat keskeisimpiä ihmisen päätösvallan alaisia asioita. Tämän lisäksi pyritään mahdollisuuksien mukaan selvittämään kasvupaikan, ilmaston ja erilaisten tuhojen vaikutusta uudistamistulokseen.

Inventointien tulosten yleistettävyyden on yleensä hyvä. Sen heikkous on käytännön kentältä poimittu tutkimusaineisto, josta voi puuttua monia mielenkiintoisia vaihtoehtoja. Hyvin edustettuina olevat vaihtoehdotkaan eivät tavallisesti ole selkeitä, vaan monet ilmasto-, kasvupaikka- yms. tekijät aiheuttavat vaikeasti selitettävää vaihtelua. Lisäksi otanta voi johtaa virheisiin, joita ei helposti huomata. Näistä syistä inventoinneissa on yleensä vaikea saada tilastollisesti merkitseviä eroja eri vaihtoehtojen välille. Kuitenkin huolella tehty inventointi antaa todenmukaisen kuvan käytännön metsänuudistamisen monitahoisista ongelmista.

Uudistamiskoe puolestaan perustetaan mahdollisimman homogeeniseen metsikköön, jossa ilmastosta, maaperästä ja biotillisista tekijöistä johtuvat erot ovat minimaalisen pienet eivätkä siten häiritse menetelmävertailuja. Vierekkäisillä ruuduilla käytetään vaihtoehtoisia maanpinnan valmistus-, uudistamis-, ja taimikonhoitomenetelmiä tarkoituksena selvittää eri vaihtoehtojen vaikutukset lopputulokseen.

Tällainen tutkimusote on inventointia huomattavasti tehokkaampi menetelmävertailuissa, joissa saadaan herkästi merkitseviä eroja. Tulosten yleistettävyyden on kuitenkin heikko, sillä käytännön olosuhteet vaihtelevat aivan toisessa mittakaavassa kuin tällaisilla puhtaaksi viljellyillä kokeilla. Lisäksi ilmaston, maaperän ja biotillisten tekijöiden vaikutus jää hämäräksi, vaikka kokeita perustettaisiin erilaisiin olosuhteisiin.

3. Tilastollisen analyysin merkityksestä

Vakuuttavana ja objektiivisena näyttönä jonkin tekijän vaikutuksesta on pidettävä tilastollista merkitsevyyttä. Suuretkaan keskiarvojen väliset erot eivät riitä objektiiviseksi näytöksi, jos vertailtavien ryhmien sisäiset hajonnat ovat niin suuret, että tilastollista merkitsevyyttä ei saavuteta. Tällöin juodutaan toteamaan, että keskiarvojen ero johtui sattumasta, otoksen poimintaan tai mittauksiin liittyvistä puutteista tai tutkimusaineistoon sisältyvistä tuntemattomista vaikuttavista tekijöistä.

Uudistamiskokeiden luonteen vuoksi niissä saadaan helposti merkitseviä eroja, mutta tavallisesti jää huomiotta se, että ne pystyvät selittämään vain pienen osan kokonaisvaihtelusta, ja että se on vasta ensimmäinen vaihe prosessissa, joka seuloo jyvät akanoista. Niiden jälkeen tarvitaan laajahkoa käytännön koetoimintaa ja niiden vertailevaa inventointia. Vasta tässä yhteydessä saavutettu merkitsevä tilastollinen paremmuus, joka on paljon vaikeampi saavuttaa kuin uudistamiskokeissa, osoittaa uuden menetelmän olevan kypsän käytäntöön vietäväksi.

4. Esimerkkejä viljelytulokseen vaikuttavien tekijöiden analyysistä Suomussalmen männynviljelyinventoinnissa

Usein kuulee sanottavan, että tutkimusaineiston tilastollinen puoli on hallinnassa, kun sillä ajetaan sopiva tilasto-ohjelma testeineen. Asia ei kuitenkaan ole aivan näin yksinkertainen. Se käynee ilmi seuraavista Suomussalmen männynviljelyinventoinnista poimituista esimerkeistä.

Inventoinnin tarkoituksena oli selvittää, mikä vaikutus viljelymenetelmällä ja maanpinnan käsittelyllä oli ollut 60- ja 70-luvun viljelyiden onnistumiseen. Tarkoitusta varten poimittiin edustava näyte vastaavien vuosikymmenien viljelyistä, jota ryhdyttiin analysoimaan.

Menetelmien välisten erojen tutkimisessa käytettiin varianssianalyysiä, jonka käytön edellytykset selvitettiin tarkastelemalla jakaumien normaalisuutta ja variansseja sekä vertaamalla varianssianalyysin antamia tuloksia ns. ei-parametristen menetelmien

antamiin tuloksiin, jotka eivät edellytä jakaumien normaalisuutta tai varianssien yhtäsuuruutta. Varianssianalyysiä syvennettiin monivertailutestillä. Lopuksi tehtiin yhteenveto eri menetelmien yhteisvaikutuksesta viljelytulokseen askeltavaa regressio-analyysiä käyttäen.

4.1. Istutuksen ja kylvön vertailu

Ensivaiheessa tutkittiin varianssianalyysillä kylvön ja istutuksen välisiä eroja. Kylvön keskimääräinen taimimäärä oli 1 016 ja istutuksen 914 tainta/ha. Viljelymenetelmien välinen ero ei kuitenkaan ollut merkitsevä.

Taimikoista oli määritetty myös viljelytapa. Istutuksessa oli käytetty vain paljasjuuritaimia, mutta kylvössä esiintyi vakoruutu-, haja-, hanki- ja viirukylvöä. Varianssianalyysin mukaan viljelytavalla oli merkitsevä vaikutus kehityskelpoisten viljelytaimien määriin. Varianssianalyysi kertoo ainoastaan sen, että jotkut ryhmät poikkeavat toisistaan, mutta ei tarkemmin, mitkä ryhmät. Siihen tarvitaan monivertailutestiä.

Tarkastelun kohteena oli lähinnä neljä testiä nm. t-testi, Tukey'n testi, Student-Newman-Keuls'in ja Bonferronin testi. Näistä todettiin Bonferronin testi tähän aineistoon ja tarkoitukseen sopivimmaksi. Sitä käytettiin myös jatkossa ryhmien välisten erojen testaamiseen. Asetelmassa 1 on esitetty Bonferronin testin tulokset viljelytavan suhteen.

Asetelma 1.

Ryhmitys	Viljelytapa	Kpl/ha	N
a	Viirukylvö	1356	1
a	Vakoruutukylvö	1163	42
a	Paljasjuuritaimi	914	63
a	Hankikylvö	410	5
a	Hajakylvö	359	5

Selitykset:

- Sama kirjain ryhmitysarakkeella kahden ryhmän kohdalla merkitsee sitä, ettei niiden välillä ole tilastollisesti merkitsevää eroa
- Kpl/ha = kehityskelpoisten viljelytaimien määrä/ha
- N = inventoitujen taimikoiden lukumäärä/ryhmä.

Kävi ilmi, että tarkempi ryhmien testaaminen ei löytänytkään merkitseviä eroja, vaikka varianssianalyysi oli sellaista osoittanut (asetelma 1). Vaikka eri viljelytapojen keskiarvojen erot ovat suuret, ryhmien sisäiset hajonnat ovat niin isot, että tilastollisesti merkitseviä eroja ei löydykään. Ilmiö on tunnettu tilastotieteen käsikirjoista (esim. Ranta ym. 1989). Asetelmasta selviää lisäksi se, että hanki- ja hajakylvöt ovat keskimäärin onnistuneet heikosti. Suurin osa niistä oli tehty käsittelemättömään maahan. Hankikylvöistä yksi oli tehty kulotusalalle ja hajakylvöistä yksi äestettyyn maahan. Nämä olivat myös ryhmissään parhaiten onnistuneita. Viirukylvö oli tehty kylvöraudalla.

Aineistoa lähemmin tarkasteltaessa kävi ilmi, että istutukset olivat korkeamman lämpösummam alueella kuin kylvöt. Niinpä oli asiallista selvittää vaikuttaisiko lämpösummakorjaus viljelymenetelmien välisiin eroihin. Kovarianssianalyysi antaa tähän mahdollisuuden (esim. Vasama & Vartia 1980, Ranta ym. 1989). Asetelmassa 2 esitetään vertailun tulokset.

Asetelma 2.

Viljelymenetelmä	Taimikoita kpl	Korjaamaton keskiarvo kpl/ha	Lämpösummakorjattu keskiarvo kpl/ha
Istutus	64	914	840
Kylvö	54	1016	1105

Lämpösummakorjaus osoitti, että istutukset ovat selvästi keskimääräistä edullisemmissä lämpöoloissa kuin kylvöt. Lisäksi lämpösummakorjaus vaikutti tuloksiin, sillä kovarianssianalyysin mukaan kylvö on istutusta merkitsevästi parempi, vaikka edellä korjaamattoman aineiston varianssianalyysi ei merkitseviä eroja löytänytkään. Kun kylvöstä vielä poistettiin menetelmänä selvästi epäonnistuneet hanki- ja hajakylvöt, tuli kylvö istutusta merkitsevästi paremmaksi ilman lämpösummakorjaustakin.

4.2. Maanpinnan käsittely

Kun aineisto jaettiin koneellisesti muokattuihin ja muokkaamattomiin, muokatut olivat tilastollisesti merkitsevästi paremmin onnistuneita.

Varianssianalyysi osoitti niinkään muokkaustapojen välillä olevan eroja. Bonferronin monivertailutestillä tutkittiin tarkemmin, mitkä muokkausmenetelmät erosivat toisistaan (asetelma 3).

Asetelma 3.

Ryhmitys	Muokkaustapa	Kpl/ha	N
a	Laikutus	1584	15
b a	Piennarauraus	1339	10
b a	Palleauraus	1206	13
b c	Äestys	1047	28
c d	Kulotus	745	17
d	Käsitlemätön	531	35

(Selitykset asetelmassa 1).

Bonferronin testi osoitti, että laikutus ei eroa merkitsevästi aurauksista, mutta äestys, kulotus ja käsitlemätön ovat merkitsevästi heikompia (a). Vastaavasti auraukset eivät eroa äestyksestä, mutta kylläkin kulotuksesta ja käsitlemättömästä (b). Äestys ei eroa kulotuksesta eikä aurauksista, mutta kylläkin käsitlemättömästä ja laikutuksesta. Kulotus ei eroa äestyksestä ja käsitlemättömästä, mutta laikutus ja auraukset ovat merkitsevästi parempia. Ryhmitystä osoittavat kirjaimet menevät kuitenkin limittäin, mikä tekee muokkaustapojen väliset erot epäselviksi. Kun lähdetään heikoimmin onnistuneesta käsitlemättömästä kulotuksen kautta koneellisiin menetelmiin, selkeää rajaa ei voida vetää esim. koneellisesti muokattujen ja muiden välille, vaan erot ovat liukuvia.

Viljelytulos keskiarvojen tasolla paranee siirryttäessä käsittelemättömästä kulotuksen kautta koneellisiin muokkaustapoihin. Parhaan menetelmän eli laikutuksen tulokseen on kuitenkin suhtauduttava varauksellisesti kahdesta eri syystä. Ensiksi laikutusta on suoritettu kantokoukulla ja Sinkkilän laikkurilla ja ehkä muillakin välineillä. Uudistamisasiakirjoissa laikutus on ilmaistu niin epämääräisesti, että laitetta ei ole voitu jälkikäteen tarkasti määritellä. Lisäksi laikutus painottuu vahvasti Alavuokin kylälle, missä viljelyt ovat onnistuneet kaikista kylistä parhaiten. Tästä syystä laikutuksen paremmuutta muihin koneellisiin menetelmiin verrattuna on pidettävä kyseenalaisena.

Koska istutuksen ja kylvön tuloksissa oli lämpösummakorjauksen jälkeen merkitsevä ero, oli johdonmukaista tarkastella niitä myös erikseen. Suoritettu varianssianalyysi osoitti, että sekä istutus- että kylvötulokseen maanpinnan käsittely vaikutti merkittävästi.

Istutuksen osalta muokkausmenetelmien vertailussa monivertailutesti antoi asetelma 4 osoittaman tuloksen.

Asetelma 4.

Ryhmitys	Muokkaustapa	Kpl/ha	N
a	Palleauraus	2090	2
a	Laikutus	1770	9
b	Äestys	905	14
b	Piennarauraus	903	5
b	Käsittelemätön	637	26
b	Kulotus	582	8

(Selitykset asetelmassa 1).

Istutustaimikot jakaantuvat selkeästi kahteen ryhmään. Palleauraus ja laikutus ovat äestystä, piennaraurasta, käsittelemätöntä ja kulotusta merkitsevästi parempia. Keskiarvojen tasolla kulotus ja käsittelemätön ovat omilla lukemillaan, piennarauraus ja äestys ovat keskimäinen aisapari ja laikutus ja palleauraus ovat sitten omassa huippulukemissaan.

Kylvössä monivertailutesti antoi asetelman 5.

Asetelma 5.

Ryhmitys	Muokkaustapa	Kpl/ha	N
a	Piennarauraus	1776	5
b a	Laikutus	1305	6
b a	Äestys	1189	14
b c a	Palleauraus	1045	11
b c	Kulotus	890	9
c	Käsittämätön	226	9

(Selitykset asetelmassa 1).

Piennarauraus ei eroa laikutuksesta, äestyksestä ja palleaurauksesta, mutta kylläkin kulotuksesta ja käsittämättömästä. Laikutus ja äestys eroavat merkittävästi vain käsittämättömästä, mutta palleauraus ei enää siitäkään. Ryhmitystä osoittavat kirjaimet menevät tässäkin asetelmassa limittäin, joten selkeästi toisistaan eroavia ryhmiä on vaikea nimetä.

Lämpösummakorjaus ei muuttanut edellisiä asetelmia. Viljelymenetelmän sisällä maanmuokkaukset olivat siten jakaantuneet tasaisesti eri lämpösummavyöhykkeille.

Muokkaustapojen analysointia vaikeuttaa huomattavasti se, että kulotusta esiintyy vain 60-luvun viljelyissä ja samoin käsittämätön vaihtoehto kahta poikkeusta lukuunottamatta. Aikaisemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että taimikoiden vanhetessa ne myös harvenevat (esim. Valtanen 1974, 1977, 1986, Valtanen & Engberg 1986). Tämän tutkimuksen aineisto ei ole siten paras mahdollinen kulotuksen ja käsittämättömän vertailuun koneellisten menetelmien kanssa. Toinen vaikeus piilee siinä, että muokkausmenetelmät ovat valikoituneet kasvupaikan mukaan. Aurauksista 78 % on tuoreilla ja lehtomaisilla kankailla, äestykset, kulotukset ja käsittämättömät ovat tasapuolisesti tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla ja laikutusten painopiste on kuivahkoilla kankailla. Tämä haitta pyrittiin eliminoimaan tarkastelemalla tuoreen ja kuivahkon kankaan muokkauksia omina ryhminään.

Sekä tuoreella kankaalla että kuivahkolla kankaalla varianssianalyysi osoitti muokkauksella olevan tilastollisesti merkitsevän vaikutuksen viljelyn onnistumiseen. Kuivahkolla kankaalla Bonferronin monivertailutesti ei löytänyt merkitseviä eroja eri muokkaustapojen välillä. Tuoreella kankaalla kulotus ja käsittelemätön olivat merkitsevästi koneellisia muokkausmenetelmiä heikompia. Molemmassa kasvupaikkaluokissa saatiin sen sijaan selkeät erot muokattujen hyväksi, jos aineisto jaettiin vain kahteen muokattujen ja muokkaamattomien ryhmään.

Mielenkiintoinen havainto on myös se, että verrattaessa tuoreen ja kuivahkon kankaan viljelytulosta keskiarvojen tasolla, voimakkaat maanpinnan käsittelyt eli auraukset ovat onnistuneet keskimäärin paremmin tuoreilla kuin kuivahkoilla kankailla. Vastaavasti kaikki muut menetelmät 0-käsittelyä myöten ovat onnistuneet kuivahkoilla kankailla tuoreita paremmin. Kuitenkaan erot eivät olleet millään maanpinnan käsittelytavalla merkitseviä ja laikutus oli kummallakin kasvupaikkatyypillä johtanut parhaaseen viljelytulokseen.

Silmiin pistävää on se, että vaikka aineistosta pyrittiin kaikin keinoin eliminoimaan analyysiä häiritsevät virhelähteet, selkeitä tilastollisesti merkitseviä eroja oli vaikea osoittaa koneellisten maanmuokkausmenetelmien välille. Muokattujen ja muokkaamattomien tasolla näyttö oli selvä, vaikka sekin hämärtyi tarkempaa alajakoa käytettäessä.

Vaikka jatkossa katsottiin tarkoituksenmukaiseksi aineiston jako muokattuihin ja muokkaamattomiin, on muistettava, että se ei ole tilastollisesti kovin selkeä. Ongelmaan palataan vielä askeltavan regressioanalyysin yhteydessä.

Seuraavaksi testattiin istutuksen ja kylvön välisiä eroja lämpösummakorjatuille istutus- ja kylvötaimimäärille muokkaustavoittain, mistä yhteenvedo asetelmassa 6.

Asetelma 6.

Muokkaus	Istutetut		Kylvetyt		Eron merk. (t-testi)
	Kpl/ha	N	Kpl/ha	N	
Palleauraus	1778	2	1101	11	-
Piennarauraus	810	5	1868	5	*
Äestys	882	14	1212	14	-
Laikutus	1696	9	1416	6	-
Kulotus	597	8	876	9	-
Käsitlemätön	582	26	386	9	-

Kovarianssikorjaus muutti keskiarvoja siten, että kylvöjen keskiarvot nousivat ja istutuksen laskivat paitsi kulotuksen kohdalla, missä muutos oli hyvin pieni ja toisin päin. Piennaraurauksessa kylvön merkittävä paremmuus vahvistui hiukan.

Käsitlemättömään maahan tehdyt kylvöt ovat onnistuneet istutukseen verrattuna heikosti. Yhdeksästä kylvötaimikosta kuusi on haja- tai hankikylvöjä koskemattomaan maahan. Ne eivät ole siten vertailukelpoisia muokkaamattomaan maahan tehtyihin istutuksiin, joissa on aina tehty kuokkatyönä jonkinlainen laikku. Kulotuksen kohdalla tilanne on toisin päin ts. kylvö on onnistunut istutusta paremmin. Kulotetuista kylvöaloista (9 kpl) kolme on niin ikään haja- tai hankikylvöjä, jotka ovat onnistuneet keskimäärin huomattavasti huonommin kuin loput kuokanjalkeen ruutukylvetyt. Tämä viittaa siihen suuntaan, että kulotus yksin on puutteellinen käsittelymenetelmä, jonka jälkeisellä kuokkalaikutuksella on pystytty parantamaan kylvön onnistumista. Palleaurauksessa istutus näyttää erittäin korkeaa onnistumista. Tosin havaintoja on vain kaksi ja ne sijaitsevat suotuisissa olosuhteissa kunnan eteläosassa. Toisessa Ylivuokissa mitatussa taimikossa on ollut keskimäärin 2 360 tainta/ha, mikä vahvistaa sen, että viljelytiheys on ollut 70-luvun tavoitettiheyttä, 2 000 t/ha, suurempi. Vain piennaraurauksella kylvö on ollut istutusta tilastollisesti merkittävästi parempi, vaikka keskiarvojen tasolla erot ryhmien välillä ovat huomattavat puoleen ja toiseen. Laikutus on johtanut tasaisen hyvään tulokseen molemmilla viljelymenetelmillä.

Tämän jälkeen istutus- ja kylvötaimikot erikseen jaettiin muokattuihin ja muokkaamattomiin, joita verrattiin toisiinsa kovarianssianalyysillä kovarianttina lämpösumma. Kummassakaan ryhmässä istutuksen ja kylvön välillä ei ollut tilastollisesti merkittävä eroa, mutta keskiarvojen tasolla kylvö oli molemmissa tapauksissa parempi ja muokattujen ryhmässä ero oli huomattavasti suurempi kuin muokkaamattomissa.

Oleellista on se, että istutuksen ja kylvön väliset erot olivat merkitseviä vain piennarauratussa maassa. Kun edellä kylvö saatiin viljelymenetelmänä lämpösummakorjauksen jälkeen tilastollisesti merkitsevästi istutusta paremmaksi, niin ratkaiseva vaikutus oli koneellisesti muokatuilla alueilla. Kylvön ja koneellisen maanpinnan käsittelyn voidaan katsoa tämän tutkimuksen tulosten mukaan sopivan Suomussalmen olosuhteissa hyvin yhteen.

4.3. Yhteenveto

Aineiston tähänastinen käsittely on ollut pääasiassa varianssianalyysiin perustuvaa, missä aineistoa on ryhmitelty eri tekijöiden suhteen ja yritetty löytää ryhmien välisiä eroja ja niiden johdonmukaisia syitä. Askeltavalla regressioanalyysillä on mahdollisuus suorittaa eräänlainen yhteenveto viljelyn onnistumiseen vaikuttavista tekijöistä ja niiden tärkeysjärjestyksestä. Askeltava regressioanalyysi suoritettiin kahdessa vaiheessa siten, että ensiksi mukana olivat kaikki taimikot ja toisessa vaiheessa muokatut ja muokkaamattomat taimikot erikseen. Tulokseksi saatiin seuraavat viljelytaimien lukumäärää hehtaarilla selittävät mallit.

- Kaikki taimikot (T) = $-6353,7 + 7,7(Ls) - 511,0(Mu) + 50,6(Mä)$
- Muokatut (T) = $-6539,9 + 8,7(Ls)$
- Muokkaamattomat (T) = $2244,8 + 93,3(Mä) - 7,4(K)$ missä

T = viljelytaimien lukumäärä hehtaarilla

Ls = lämpösumma, dd

Mu = muokkausmenetelmä (palleauraus = 1, piennarauraus = 2, äestys = 3, laikutus = 4, kulotus = 6 ja käsittelemätön = 7)

Mä = männyn osuus edellisen puuston tilavuudesta

K = korkeus merenpinnasta metreinä.

Mallien vastaavat selitysasteet ovat 45,0, 13,8 ja 56,6 %.

Residuaalien ja mallien hyvyttä kuvaavien tunnuslukujen tarkastelu osoitti, että mallit kuvaavat aineistoa hyvin ja ilman vääristymiä, mutta hajonta on suuri. Niiden alhainen selitysaste viittaa vahvasti siihen, että viljelyn tulokseen ratkaisevasti vaikuttavista tekijöistä ainoastaan pieni osa tunnetaan. Mallien kyky ennustaa viljelytulosta missä tahansa yksittäisessä tapauksessa on siten heikko.

Kun aineisto jaetaan koneellisen muokkauksen mukaan kahteen ryhmään, putoaa selityksaste kaikkien taimikoiden 46,2 %:sta muokattujen 13,8 %:iin. Koneellinen muokkaus osoittautuu tässä ratkaisevaksi tekijäksi, minkä eliminoimisen jälkeen malliin jää vain lämpösumma hyvin alhaisella selitysvoimalla. Muokkaamattomien kohdalla selityksaste kohoaa 56,6 %:iin ja lämpösumma korvautuu korkeudella ja edellisen puuston männyn osuus tulee voimakkaimmaksi selittäväksi tekijäksi.

Tulokset viittaavat siihen suuntaan, että koneellinen maanpinnan käsittely tavasta riippumatta on niin voimakas toimenpide, että se peittää alleen männyn osuuden vaikutuksen, mikä muokkaamattomalla maalla on vahva selittäjä. Männyn osuus kuvaa ilmeisen hyvin kasvupaikan ilmastollisia, maaperällisiä ja biologisia oloja, jotka ovat määränneet sen puulajisuhteet edellisessä luontaisesti syntyneessä metsässä, jossa ihmisen vaikutus on ulottunut vain hakkuisiin, mutta ei uudistumisvaiheen puulajivalintoihin. Kuitenkin on ilmeistä, että muokkauksen vaikutukset tulevat tässä aineistossa kärjistettyinä esille sen vuoksi, että muokkaamattomat taimikot painottuvat vahvasti 60-luvulle ja ovat siten 10 vuotta vanhempia kuin muokattu vertailuryhmä.

Kun eri ryhmille (koko aineisto, muokatut, muokkaamattomat) laskettiin viljelytaimien elossaolomäärien keskihajonnat, todettiin hajonnan pysyvän entisellään siirryttäessä koko aineistosta muokattuihin ja pienenevän muokkaamattomiin mentäessä 27 %. Aineiston ryhmittelyllä pyritään ryhmien sisäisen keskihajonnan pienentämiseen, missä muokattujen kohdalla ei ole onnistuttu. Maanmuokkauksen perusteella tehty ryhmittely ei ole kovinkaan hyvä ja koneellisen muokkauksen arvo viljelyn onnistumista selittävänä tekijänä heikkenee. Samaan viittasivat maanmuokkaus-kappaleen varianssi analyysit ja monivertailutestit. Maanmuokkauksen ongelmallisuus selittävänä tekijänä johtunee aineiston rakenteesta: muokkaamattomat keskittyvät 60-luvulle ja niistä osa on lähes täysin epäonnistuneita hajakylvöjä koskemattomaan maahan. Jo kuokkalaikutus on parantanut onnistumista siinä määrin, että yksiselitteisiä tilastollisia eroja heikoimpiin koneellisiin menetelmiin on vaikea osoittaa.

Lopputuloksena voidaan todeta, että vaikka maanpinnan koneellinen käsittely parantaa keskimääräistä viljelyn onnistumista, se ei ole pystynyt pienentämään viljelytuloksen keskihajontaa, vaan onnistuminen vaihtelee entisessä laajuudessaan tekijöiden vaikutuksesta, joita ei ole osattu ottaa mittaauksissa huomioon ja jotka ovat enemmän tai vähemmän arvailujen varassa.

Näistä esimerkeistä havaitaan, että tilastollinen analyysi on hyvin monitahoinen ja vaikea ongelma. Tulokset voivat ratkaisevasti muuttua sen mukaan, mille tasolle analyysi pysähtyy. Aineisto antaa uutta tietoa aina, kun sitä tarkastellaan uudesta näkökulmasta. Se on loppuun käsitelty vasta, kun kaikki mahdolliset näkökulmat on käyty läpi. Tässä vaiheessa aineiston antama yleiskuva tutkittavasta ongelmasta on myös paras ja luotettavin mahdollinen.

5. Johtopäätökset

Metsän uudistamista koskevan tutkimustiedon ristiriitaisuutta voidaan pienentää jakamalla tutkimukset uudistamiskokeisiin ja taimikon inventointeihin sekä ottamalla niiden menetelmistä johtuvat rajoitukset huomioon. Seuraavaksi tulee selvittää, millaisiin tilastollisiin analyysihin tulokset perustuvat. Menetelmävertailuissa tilastollinen merkittävyys on tärkeä kynnys ja keskiarvojen erot, olivatpa ne näennäisesti kuinka suuret tahansa, eivät oikeuta pitkälle meneviin johtopäätöksiin.

On varmaa, että tämä prosessi selvittää huomattavan osan tutkimustulosten ristiriitaisuudesta. Se auttaa ymmärtämään myös yleistä keskustelua ja kehittämistoimintaa. Lisäksi sen perusteella voidaan esittää tutkimus- ja kehittämisstrategia, joka toisi sisäistä ryhtiä alan toimintaan.

Itse asiassa uudistamiskokeella kehitellään ja kokeillaan vaihtoehtoisia menetelmiä vakioituissa olosuhteissa. Niillä tulisi antaa kaikkien kukkien kukkia, mielikuvituksen lentää ja järjestää talkoita parhaiden ideoiden löytämiseksi. Tilastollisesti merkittävästi parhaat menetelmät tulisi sen jälkeen siirtää käytäntöön rajoitetuille alueille, joissa niitä käytettäisiin harkitusti vanhojen menetelmien rinnalla ja inventoinneilla selvitetäisiin, onko eron merkittävyys säilynyt sielläkin. Myönteisessä tapauksessa menetelmät olisivat kypsiä siirrettäväksi käytäntöön. Tämä ketju pyörisi niin kauan, kuin hyviä ideoita riittäisi tai käytännön uudistaminen onnistuisi niin hyvin, että toiminta voitaisiin yhteisellä päätöksellä katsoa tarpeettomaksi.

Näin menetellen uuden idean vieminen käytäntöön kestäisi useita vuosia. Samalla säästyisi suuret määrät hukkaan menevää työtä ja rahaa, kun keskeneräisiä menetelmiä ei tarvitsisi testata käytännössä tarpeettoman suurilla pinta-aloilla. Metsän uudistamisen tulokset paranisivat jatkuvaan tahtiin, metsäntutkimus saisi hyvästä johdonmukaisesta työstä arvostusta osakseen, yleinen keskustelu aiheesta tulisi asialinjalle, ja mikä tärkeintä, metsätalous ja kansantalous kukoistaisivat mielekkään työn ja kalliiksi käyvien virheiden välttämisen seurauksena.

6. Kirjallisuus

- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989. Biometria. Tilastotiedettä ekologeille. Yliopisto-paino. Helsinki. 569 s.
- Valtanen, J. 1974. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 9. 8 s.
- 1977. Tutkimustuloksia suurten avoalojen metsittymisestä Pohjois-Suomessa. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 16. 8 s.
 - 1986. Ennakkotuloksia avoalan suuruutta koskevasta tutkimuksesta. Käsikirjoitus Muhoksen tutkimusasemalla.
 - & Engberg, M. 1986. Vuosina 1970-72 perustetun aurasalueiden metsänviljelykokeen tulokset Kainuussa ja Pohjanmaalla. Summary: The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970-72. Folia Forestalia 686. 42 p.
- Vasama, P.M. & Vartija, Y. 1980. Johdatus tilastotieteeseen, osa 2. Helsinki. 2. painos. 725 s.

SUOPUUSTOJEN RAVINNETILA POHJOIS-SUOMEN VANHOILLA OJITUSALUEILLA

Mikko Moilanen

Taustaa

Oulun ja Lapin läänin soita on ojitettu metsänkasvatusta varten lähes 2,5 milj. hehtaaria. Laajamittaisen kuivatustyön ja siihen usein liittyneen lannoituksen ansiosta suometsien puuston kasvu on voimakkaasti lisääntynyt (Paavilainen ja Tiihonen 1988). Kun Pohjois-Suomen suometsät tuottivat 1950-luvulla puuta noin 3,4 milj. m³ vuodessa, on puuston kasvu tänä päivänä jo yli 5 milj. m³/v (Penttilä 1991). Puulajeista hieskoivu ja mänty ovat reagoineet kuivatukseen kuusta paremmin (Penttilä 1990).

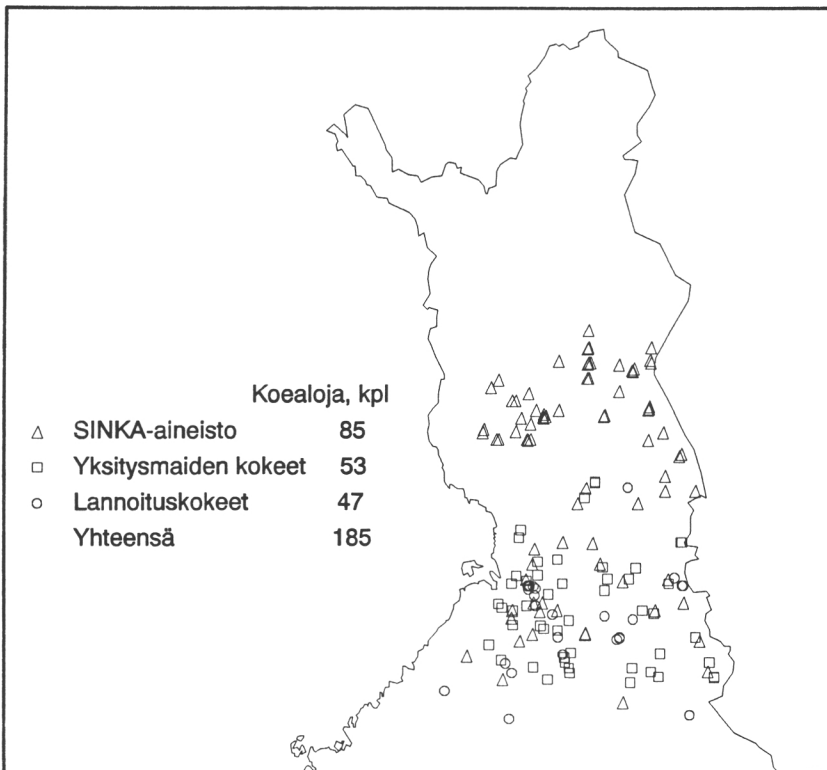
Kunnostusojituksen ja puuston harvennuksen tarve on lisääntymässä vanhemmilla ojitusalueilla. Ojastojen kuivatusteho on 1980-luvun aikana selvästi heikentynyt (Moilanen & Piironen 1991). Osa suopuustoista kaipaa epäilemättä myös lannoitusta, sillä puuston varttuessa siihen sitoutuu merkittävä osa turpeen ravinnevaroista. Viime aikoina on kannettu huolta etenkin turpeen kaliumin riittävydestä (Kaunisto & Finer 1988, Kaunisto & Paavilainen 1988). On esitetty, että paksuturpeisilla rämeillä ja entisillä nevoilla kaliumvarat uhkaavat loppua viimeistään toisen puusukupolven aikana (Kaunisto & Paavilainen 1988). Tutkimustulokset tältä osin ovat kuitenkin ristiriitaisia (Laiho & Laine 1990).

Ojitusalueiden hoitotyöt eivät käytännössä etene toivotulla vauhdilla. Resurssipulan ja ojituskriteerien tiukentumisen vuoksi osa kohteista jätetään ylläpitokelvottomina kunnostamatta. 1980-luvun kuluessa lannoitustoimintakin on laantunut selvästi ja on tällä hetkellä lähes pysähdyksissä. Käytännön metsätalous kaipaa kohdevalintaan nykyistä täsmällisempää tutkimustietoa sekä kunnostusojituksen että lannoituksen osalta.

Tutkimushanke ravinnetilaan vaikuttavista tekijöistä

Tutkimushanke vanhojen ojitusalueiden ravinnetilan selvittämiseksi käynnistyi alkuvuodesta 1991. Hankkeessa pyritään selvittämään suomänniköiden ravinnetilan vaihtelua korkeusasemaltaan, ilmasto- ja kuivatusoloiltaan, viljavuudeltaan ja puustoltaan erilaisilla soilla Oulun läänissä ja Lapin läänin eteläosissa. Samoin selvitetään metsänhoitotoimien (harvennushakkuu ja lannoitus) vaikutusta puiden ravinnetalouteen.

Aineisto koostuu tutkimusalueen eri puolilta vuosina 1991-92 kerätyistä turvenäytteistä ja männyn neulasnäytteistä. Tutkimusmetsiköitä on kaikkiaan yli 200 kpl (kuva 1). Näytteistä osa on kerätty Metsäntutkimuslaitoksen nk. SINKA-kokeilta (Penttilä & Honkanen 1986), osa on peräisin metsähallituksen maille 1970-luvulla tehdyiltä lannoituskokeilta ja osa on saatu Oulun läänin yksityismaiden ojitusalueilta. Kohteet ovat 1960- ja -70-luvuilla ojitettuja paksuturpeisia ruoho-piensasaraton rämeitä tai entisiä nevoja. Tutkimuskohteita valittaessa pyrittiin siihen, että ne jakaantuvat tutkimusalueen eri osiin tasaisesti ojitusiän, puuston kokoluokan, kasvupaikkatyypin ja turpeen paksuuden suhteen.

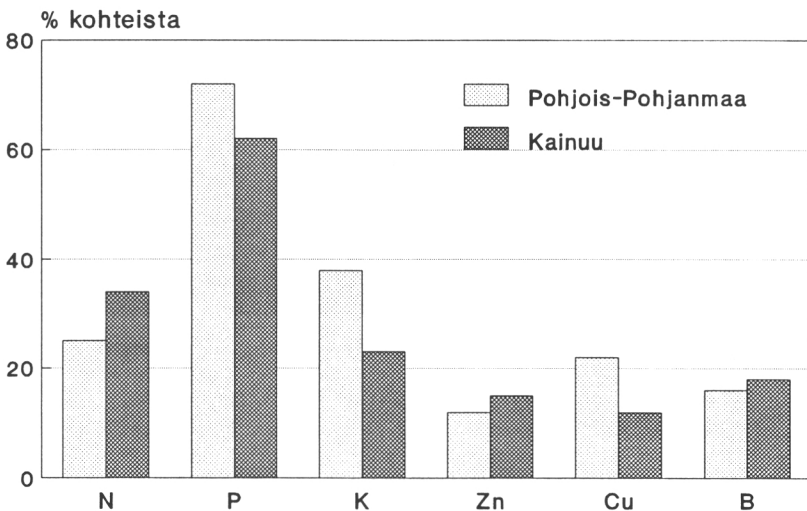


Kuva 1. Tutkimusmetsiköiden lukumäärä ja sijainti.

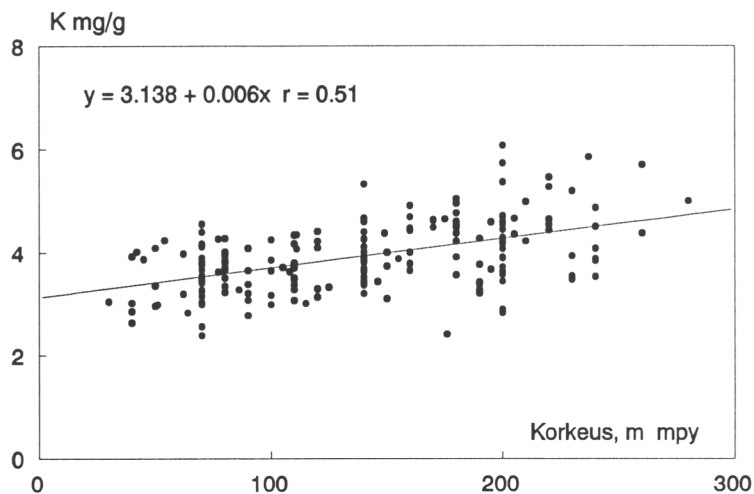
Neulasten ja kasvualustan ravinnemääritysten ohella eräissä kohteissa mitataan turpeen hajoamisaktiiviteettia, kokonais- ja vesiliukoisen hiilen määrää sekä typen vapautumista turpeesta. Puusto- ja kasvupaikkatunnukset määritetään kohteiden maastotarkastuksen yhteydessä. Ravinnetilan alueittainen kartoitus saadaan päätökseen vuoden 1992 aikana. Turpeen hajoamiseen vaikuttavien tekijöiden selvitys jatkuu vuoteen 1995 saakka.

Alustavia tuloksia ja päätelmiä

Tutkimusalueen suometsiköiden ravinnetilaa arvioitiin alustavasti neulasnäytteistä tehtyjen ravinnemääritysten perusteella. Valtaosalla tutkituista kohteista puusto kärsi neulasanalyysin mukaan voimakkaasta fosforin puutteesta (kuva 2, liite 1). Lähes 3/4 metsikoistä neulasten fosforipitoisuus jäi alle arvon 1,4 mg/g, mitä pidetään voimakkaan puutteen raja-arvona (Paarlahti et. al. 1971, Jukka 1988). Typen ja kaliumin vajuus oli selvästi vähäisempää, eikä kaliumin pelättyä ehtymistä ojituksen ikääntymisen myötä havaittu. Keskimäärin joka kolmannessa metsikössä neulasten typpipitoisuus jäi alle puuterajan 1,2 %:n ja kaliumipitoisuus alle 3,5 mg/g:n. Hivenravinteiden puute oli vähäisempää. Kuitenkin kupari- ja sinkkipitoisuudet jäivät Pohjois-Pohjanmaan alavilla soilla epäilyttävän alhaisiksi etenkin varttuneissa puustoissa.



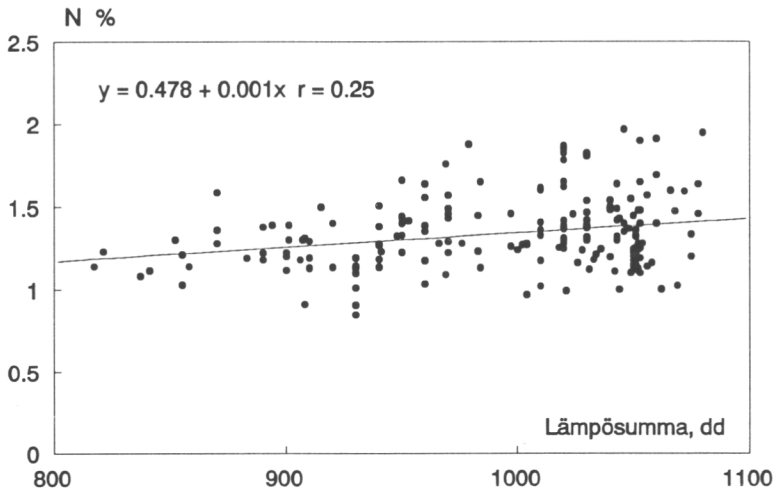
Kuva 2. Männyn ravinnepuutosten yleisyys vuonna 1991 Oulun läänin ojitetuilla soilla.



Kuva 3. Suomännikköiden neulasten kaliumpitoisuus Oulun läänissä suhteessa kohteen korkeusasemaan.

Neulasten kaliumpitoisuus kohosi siirryttäessä Pohjois-Pohjanmaan rannikkoseudulta Kainuun ja Koillismaan vaaroille (kuva 3). Yli 150 m:n korkeudella merenpinnasta sijaitsevilla soilla kaliumin puute oli selvästi vähäisempää kuin alempana ja keskimäärin vain lievää (neulasten kaliumpitoisuus = 4,0 mg/g). Kasvupaikkatyyppi tai puuston koko eivät korreloineet neulasten kaliumpitoisuuden kanssa. Typen puute oli sitä yleisempi, mitä korkeammalla ja ankarammissa ilmasto-oloissa tutkimuskohde sijaitsi (kuva 4). Vuotuisen lämpösummakertymän jäädessä alle 900 dd-yksikön puusto kärsi typen puutteesta lähes riippumatta suon viljavuudesta. Tosin vaihtelu oli huomattavan suurta. Lämpötekijän merkitys turpeen typen mineralisaatiossa on tullut esiin aiemminkin (Anttinen 1951, Möller 1971). Tulos on yhdenmukainen myös Lapin jatkolannoituskokeilta saatujen tulosten kanssa (Penttilä 1984). Penttilän (1984) mukaan tyypeä tarvittiin fosforin ja kaliumin ohella viljavillakin rämeillä lannoitusreaktion aikaansaamiseen.

Syynä kaliumpitoisuuden selvään alueittaiseen vaihteluun Oulun läänissä on pidettävä maaperällisiä ja topografisia eroja, jotka nähtävästi heijastuvat metsien ravinnetilaan paksuturpeisillakin soilla. Kainuussa ja Koillismaalla soiden suuremmasta kaltevuudesta johtuen ravinteiden kulkeutuminen kivennäismailta suolle nk. reunavaikutuksen muodossa voi olla suurempaa kuin tasaisemalla Pohjanmaalla. Jonkinlainen rajalinja

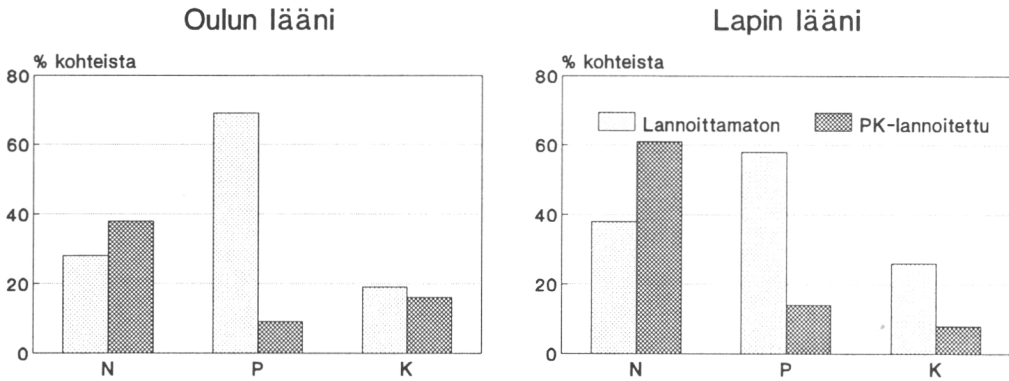


Kuva 4. Männyn neulasten typpipitoisuuden ja lämpösumman suhde Oulun läänissä

tässä suhteessa kulki Vaalan ja Utajärven itäosien kautta Pudasjärven länsiosaan. Myös ns. ILVES-projektin yhteydessä (Jukka 1988) kerätystä neulasnäyteaineistosta lasketut tulokset tukevat päätelmää Kainuun alueen paremmasta kaliumtilanteesta Pohjois-Pohjanmaahan verrattuna (Veijalainen, suullinen tieto).

Metsänparannus- ja -hoitotoimet vaikuttivat suopuuston ravinnetalouteen. Lannoitettujen metsiköiden ravinnetila poikkesi selvästi lannoittamattomien metsiköiden ravinnetilasta (kuva 5). PK-lannoituksen vaikutus näkyi puustossa yli 20 vuoden ajan. Suopuuston ravinnetila näytti typen ja kaliumin osalta kohentuvan myös kunnostusojituksen ja sen yhteydessä tehdyn puuston harvennushakkuun jälkeisenä 3-4 vuoden aikana (kuva 6).

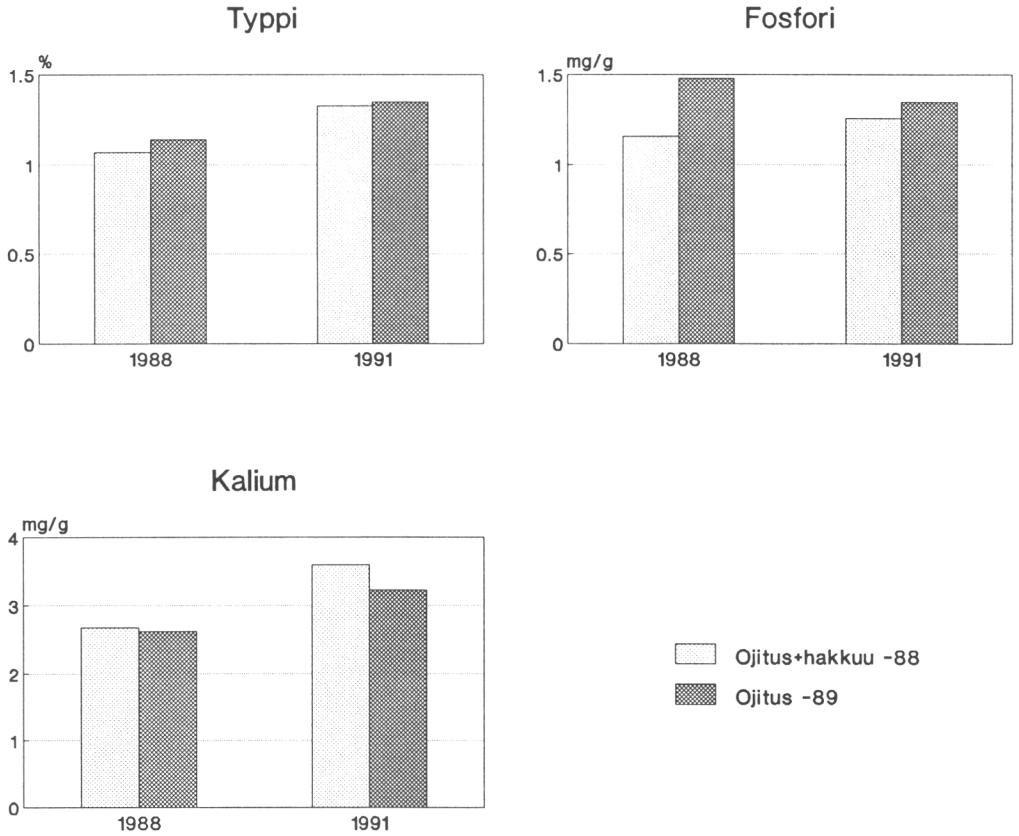
Pintaturpeesta (5-10 cm syvyys) tehdyllä silmävaraisella maatuneisuusmäärityksellä (von Postin luokitus) haluttiin selvittää, missä määrin puuston typpitaloutta voidaan arvioida ilman varsinaisia ravinneanalyysejä. Maatuneisuus korreloi positiivisesti neulasten typpipitoisuuden kanssa (kuva 7). Maatuneisuusarvo 4 näytti muodostavan rajan, jota alemmilla arvoilla typen puute yleistyi nopeasti. Ainakin suuntaa-antavasti voidaan kasvualustan typen määrää ja siten myös puiden lannoitustarvetta arvioida turpeen maatumisasteen avulla (katso myös Kaunisto 1982, 1987). Neulasten booripitoisuus ja turpeen maatuneisuus korreloivat negatiivisesti keskenään.



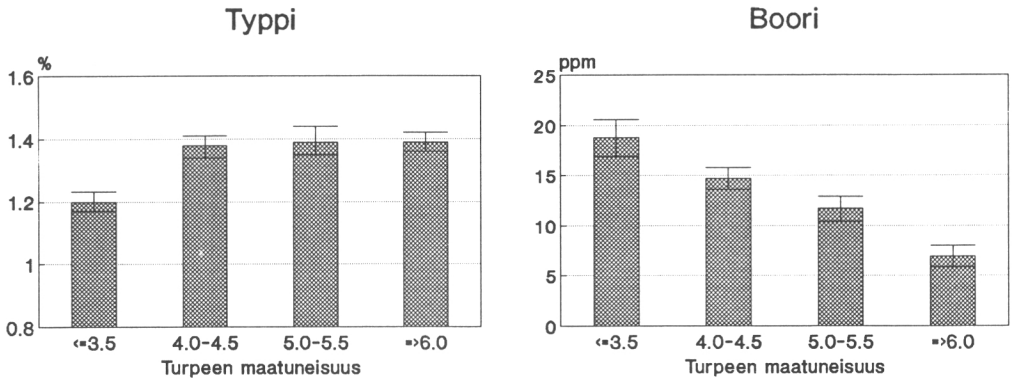
Kuva 5. Pääravinnepuutosten yleisyys ojitetuilla ja lannoitetuilla rämeillä. Lannoituksesta noin 20 vuotta.

Alustavien tulosten perusteella valtaosa tutkimusmetsiköistä poti fosforin puutetta ja melkoinen osa myös kaliumin ja typen puutetta. Lannoituksen merkitys puuston kasvun lisäämisessä ja ravinnesuhteiden korjaamisessa on suurin runsastyyppisillä kasvupaikoilla. PK-lannoitus vaikutti tässä tutkimuksessa 15-25 vuotta neulasten ravinnepitoisuuksiin ja puuston kasvuun (katso myös Penttilä & Moilanen 1987, Moilanen 1991). Kaikkia selvityksessä olleita kohteita ei voida kuitenkaan katsoa lannoituskelpoisiksi. Kaikki typen puutteesta kärsivät ja melkoinen osa vähäpuustoisista runsastyyppisistäkin kohteista lienee lannoitukseen soveltumattomia, ainakin mikäli ajatellaan toiminnan taloudellista kannattavuutta.

Osalla vanhoista nevalaisista ojitusalueista on syytä pidättäytyä kokonaan kunnostusojituksista ja lannoituksista, mikäli metsikkö on ojituksesta huolimatta jäänyt vajaapuustoiseksi ja sen reagointi kuivatukseen on heikko. Tällaisia metsiköitä löytyi tämänkin selvityksen tutkimuskohteilta. Toisaalta ne kohteet, joilla metsänkasvatusta edelleen päätetään jatkaa, olisi kunnostettava ajallaan, sillä tehokas kuivatus parantaa kasvualustan orgaanisten yhdisteiden hajoamista ja näin myös puiden tyypitaloutta.



Kuva 6. Männynneulasten ravinnepitoisuuksien muuttuminen kunnostusojituksen ja puustonharvennuksen jälkeen.



Kuva 7. Männynneulasten typpi- ja booripitoisuuden ja pintaturpeen (5-10 cm) maatuneisuuden suhde.

Kirjallisuus

- Anttinen, O. 1951. Typpilannoituksen vaikutuksesta Pohjois-Suomen mutaviljelyksillä. Maatal. koetoim. 5: 60-69.
- Jukka, L. (toim.). 1988. Metsänterveysopas. Metsätuhot ja niiden torjunta. Samerka Oy, Helsinki. 168 s.
- Kaunisto, S. 1982. Development of pine plantations on drained bogs as affected by some peat properties, fertilization, soil preparation and liming. Seloste: Männyn istutustaimien kehityksen riippuvuus eräistä turpeen ominaisuuksista sekä lannoituksesta, muokkauksesta ja kalkituksesta ojitetuilla avosoilla. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 109. 56 p.
- Kaunisto, S. 1987. Effect of refertilization on the development and foliar nutrient contents of young Scots pine stands on drained mires of different nitrogen status. Seloste: Jatkolannoituksen vaikutus mäntytaimikoiden kehitykseen ja neulasten ravinnepitoisuuksiin typpitaloudeltaan erilaisilla ojitetuilla soilla. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 140. 58 p.
- & Finer, L. 1988. Ravinnevarat ja ravinteiden kierto. Teoksessa: E. Ahti (toim.): Soiden käyttö metsänkasvatukseen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 56-67.
 - & Paavilainen, E. 1988. Nutrient stores in old drainage areas and growth of stands. Seloste: Turpeen ravinnevarat vanhoilla ojitusalueilla ja puuston kasvu. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 145. 39 p.
- Laiho, R. and Laine, J. 1990. Post-drainage nutrient stores in peat. Teoksessa: B. Hånell (ed.): Biomass production and element fluxes in forested peatland ecosystems. Seminar in Umeå, Sweden, September 3-7, 1990: 81-91.
- Moilanen, M. 1991. Lannoituksen vaikutus männyn ravinnetilaan Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ojitetuilla rämeillä. Käsikirjoitus. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema.
- Möller, G. 1971. Tillväxtökning genom gödsling. Analys av äldre gödslingsförsök. Föreningen Skogsträdsförädling Institutet för Skogsförbättring. Årsbok 1971: 50-86.
- Paarlahti, K., Reinikainen, A. and Veijalainen, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden ravitsemustilan määrittämisessä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 74(5): 1-58.
- Paavilainen, E. & Tiihonen, P. 1988. Suomen suometsät vuosina 1951-1984. Summary: Peatland forests in Finland in 1951-1984. Folia Forestalia 714: 1-29.
- Penttilä, T. 1984. Jatkolannoitus Lapin viljavilla rämeillä. Summary: Refertilization on mesotrophic pine swamps in northern Finland. Suo 35:106-110.
- & Moilanen, M. 1987. Fosforilannoitteet suometsien lannoituksessa Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 136-148.

TUTKIMUSTULOKSIA KORKEIDEN ALUEIDEN METSÄNUUDISTAMISEN EKOLOGISELTA KOEKENTÄLTÄ KUUSAMOSTA

Eero Kubin

1. Johdanto

Korkeilla mailla tarkoitetaan Saariselän eteläpuolella 280-330 ja pohjoispuolella 250-300 m yläpuolella olevia alueita (Metsähallitus...1985). Pohjanmaan piirikunnassa sekä Pohjois-Pohjanmaan metsälautakunnan alueen yksityismetsissä korkeiden maiden alarajaksi on sovittu 280 m korkeus, kun sen sijaan Kainuussa männylle vaikeasti uudistettavien alueiden alaraja on 250 m (Valtanen 1988). Lapin ja Koillis-Suomen metsälautakuntien alueilla korkeilla mailla olevan metsätalousmaan pinta-ala on 1 864 000 ha, josta metsämaan osuus on 22 % (Varmola 1988). Oulun läänissä on puolestaan arvioitu olevan 180 000 ha sellaisia metsiä, joissa topografinen korkeus aiheuttaa pahoja ongelmia männyn viljelylle (Valtanen 1988).

Vuoden 1985 jälkeen on metsähallituksen metsien käsittely korkeilla mailla muuttunut, kun näiden metsien uudistushakkuista luovuttiin puutteellisen tutkimustiedon vuoksi ja kutsuttiin 9.12.1986 koolle metsähallituksen ja Metsäntutkimuslaitoksen edustajista kokoonpantu työryhmä selvittämään korkeiden maiden metsien uudistamista. Alkuaan ajateltiin siirtyä suoraan kenttäkoetöimintaan, mutta myöhemmin perustettiin kuitenkin erillinen tutkijaryhmä laatimaan suunnitelmaa tutkimuksen toteuttamiseksi (Korkeiden alueiden...1990). Uutta kokeellista toimintaa ei kuitenkaan vielä aloitettu, vaan selvitystyötä jatkettiin kirjallisuustutkimuksella ja olemassaolevien aineistojen analyysillä (Valkonen 1991). Tutkimusongelmaa on lisäksi tarkasteltu myös erillisissä kirjoituksissa (Ritari & Timonen 1989, Varmola 1991).

Tutkimustoiminnan tehostamisen taustalla on ollut halu hyödyntää korkeilla mailla kasvavia paikoin varsin runsaita puuvaroja. Korkeiden maiden uudistaminen ei kuitenkaan ole ollut ongelmatonta. Metsähallituksen metsissä korkeiden alueiden

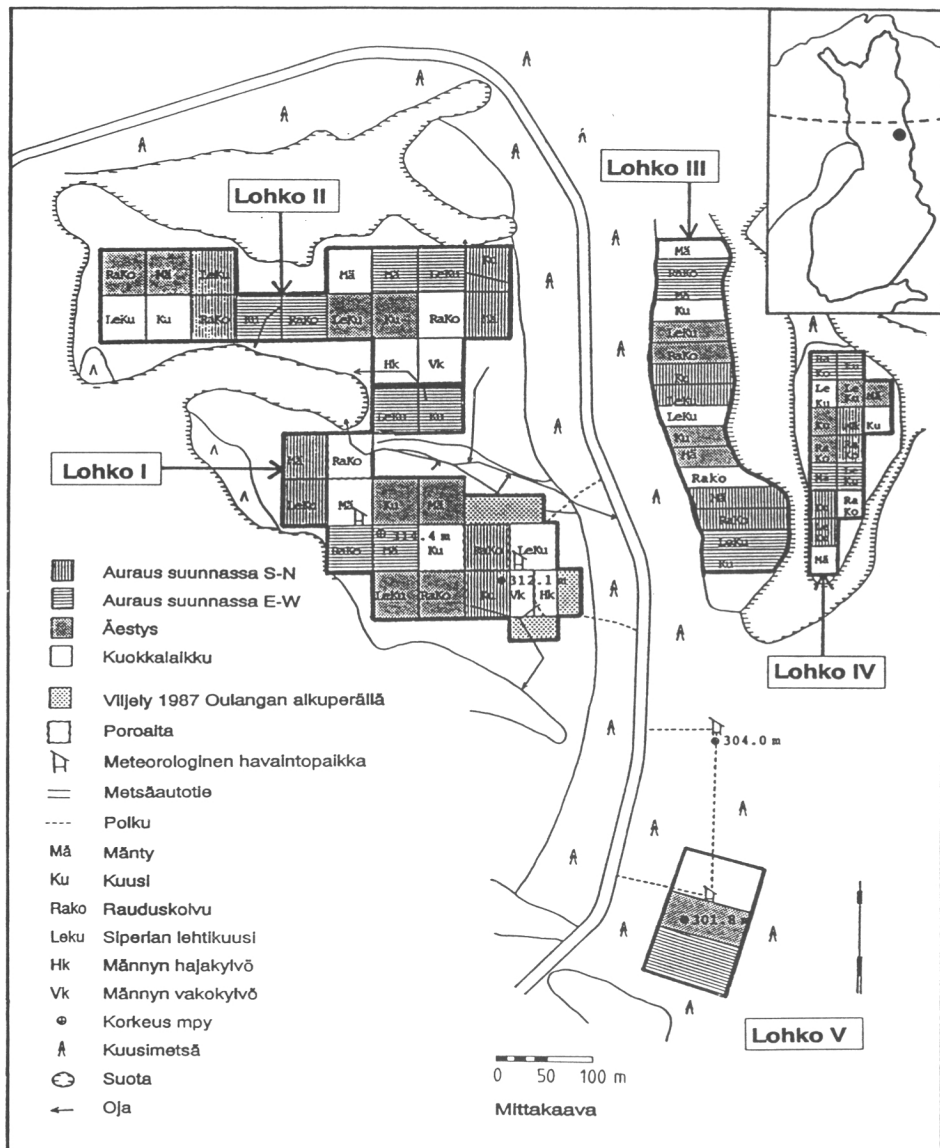
uudistamisen keskeinen ongelma on ollut kuusikoiden uudistaminen viljellen männylle (Sandström 1987). Myös yksityismailla korkeiden alueiden metsänuudistaminen on ollut ongelmallista (Kainuun...1988, Kiviharju 1988, Tapaninen 1988), ja Tapion metsänhoitosuosituksissa onkin katsottu, että lakimetsissä metsätaloutta ei voida harjoittaa normaalein metsätaloudellisin toimintaperiaattein (Keskusmetsälautakunta...1989). Oulun läänin alueella tehdyn tutkimuksen mukaan mäntyyn ei voi luottaa korkeiden maiden metsänuudistamisessa (Valtanen 1988). Männyn viljelyn epäonnistuminen on ollut voimakkaasti sidoksissa topografisen korkeuden nousuun (esim. Pohtila & Valkonen 1985, Pelkonen ym. 1982).

Esillä oleva tutkimus liittyy korkeiden maiden metsänuudistamisen ongelmakenttään. Koekentän perustaminen aloitettiin jo 1985 ennen edellä mainittua korkeiden alueiden metsänuudistamistutkimuksen tehostamista. Pinta-alaltaan 14 ha suuruinen koekenttä sijaitsee Kuusamon yhteismetsän Oulangan palstalla ja sen topografinen korkeus vaihtelee välillä 300-314 m. Vaikka tutkimus on rakenteeltaan perinteinen kenttäkoe, jossa selvitetään maanmuokkaustavan, aukon koon ja puulajivalinnan vaikutusta taimettumiseen, se poikkeaa yleensä taimettumisen seuranta varten tehdyistä tutkimuksista runsaan ekologisen mittauksen ansiosta. Vastaava esimerkki on Kivesvaaran koekenttä Paltamossa (Kubin 1982). Korkeiden alueiden kyseessä ollen ilmastolliset kasvutekijät, erityisesti niiden vaikutus taimettumiseen, ovat keskeisellä sijalla tutkimuksessa (Kubin 1988, 1990, 1991, Tolvanen & Kubin 1990) ja myös tässä esitelmäraportissa pääpaino on niiden tarkastelussa.

Tutkimusta on tehty METLAn Muhoksen tutkimusaseman, Oulun yliopiston ja Kuusamon yhteismetsän yhteistyönä. Koekentän sijoittaminen suunniteltiin yhdessä yhteismetsän toiminnanjohtaja Martti Rautiaisen kanssa. Yhteismetsä on vastannut kokeeseen liittyvistä käytännön töistä ja Koillis-Suomen metsälautakunta on tukenut koekentän perustamista ja mittaustoimintaa. Tutkimukseen liittyvä kasvutekijöiden mittaaminen sekä taimien elossaolon seuranta on tehty Oulangan biologiselta asemalta käsin ja osin aseman mittausvälineistöön tukeutuen. Ilman tätä tukea tutkimuksen ekologisen osuuden suorittaminen ei olisi ollut mahdollista. Esitän parhaat kiitokset kaikille tutkimukseen vaikuttaneille tahoille ja henkilöille sekä erityisesti kokeen maastototeutuksesta ja valvonnasta mti Pentti Savilammelle, ilmastollisten mittausten suorittamisesta kokeen perustamisesta alkaen vastanneelle kenttämestari Markku Rontille ja jatkuvasti karttuvi- en mittaustulosten järjestämisestä tutkimusapulainen Juho Palosaarelle.

2. Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen koekenttä (kuva 1) perustettiin 1985-1987. Se jakaantuu viiteen lohkoon, joista viides on erillinen yhden hehtaarin suuruinen aukko. Hehtaarin aukolla lämpötilojen mittauspisteen topografinen korkeus on 301,8 m, hakkaamattomaan metsään perustetussa vertailupisteessä 304 m ja korkeimmalla paikalla suurimmalla aukolla



Kuva 1. Karhujärven koekenttä Kuusamon yhteismetsän Oulangan palstalla. Avohakkuu 1984, maanmuokkaus 1985 ja taimien istutus 1986 (lohkolla V avohakkuu ja muokkaus 1986, istutus 1987).

314,4 m. Viimeksi mainitusta käytetään tulosten esittelyssä nimitystä iso aukea, hakkaamattomasta metsästä nimitystä metsä ja hehtaarin kokoisesta aukosta nimitystä pieni aukea.

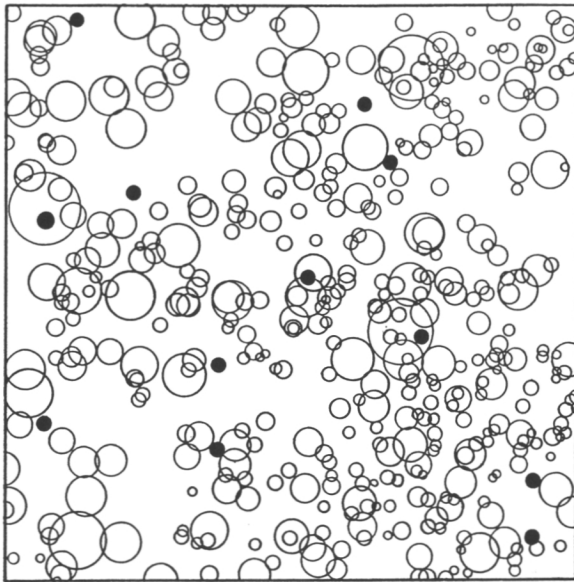
Maanmuokkaustavat ovat auraus molemmissa pääilmansuunnissa (merkintä NS, EW), äestys ja muokkaamaton kuokkatyönä tehty vertailu. Viljellyt puulajit ovat mänty (alkuperä Salla 210-250 m), kuusi (alkuperä Kuusamo 251-300 m), siperianlehtikuusi (SV-356, Imatra) ja rauduskoivu (alkuperä Kittilän Sätkenä). Lisäksi on männyn hajakylvöä sekä Oulankajoen pohjoispuolelta (Suistovaara 240-260 m) kerätyistä männyn siemenistä kasvatetuilla taimilla istutettu paikallista alkuperää edustava vertailu. Elossaolon seuraamista varten merkittiin heti istutuksen jälkeen jokaista puulajia ja maanmuokkaustapaa kohden 400 tainta, jotka on tarkastettu vuosittain keväällä ja syksyllä. Tässä raportissa esitetään ellossaolon kehitys puulajeittain ja maanmuokkaustavoittain istutusvuoden syksystä vuoden 1991 syksyyn.

Uudistamisen kokonaisuuden kannalta jatkuvasti ajankohtainen asia, ja myös korkeilla mailla, on luontaisen uudistamisen mahdollisuuden selvittäminen. Tätä varten perustettiin koealat kuusen ja männyn (kuva 2) siemensatojen määrän seuraamiseksi vastaavasti kuin Sarvaksen (1962) siemensatotutkimuksessa. Lisäksi tutkitaan varisemisajankohtaa ja itävyyttä toukokuun alusta heinäkuulle viikottain tätä varten erikseen asetetuilta alustoilta. Siemensadon tutkimuskohteet ovat yli 300 m korkeudessa lähellä kuvassa 2 esitettyä koekenttää. Tässä raportissa esitetään tuloksia männyn ja kuusen siemensadon viikottaisesta varisemisesta vuosilta 1989-1991.

Taimien ellossaolon lisäksi mitataan samanaikaisesti useita keskeisiä ekologisia tunnuksia. Näitä ovat ilman ja maan lämpötila, ilman suhteellinen kosteus, sade, haihdunta, tuuli, lumi ja routa. Tässä raportissa esitetään lämpö- ja pakkassummatulokset mittaus-ten alusta vuoden 1991 syksyyn sekä maan lämpötilatietoja alkaen kesästä 1987.

Ilman lämpötila on mitattu jatkuvatoimisilla termografeilla sekä lasisilla ääriarvomittareilla 2 m korkeudelta standardisäähavaintokojusta. Vuorokausikeskiarvon laskentaan poimittiin havainnot kahden tunnin välein alkaen klo 02. Lämpösummat laskettiin vuorokausikeskiarvoista kynnyksarvona 5°C. Pakkassummat laskettiin vastaavasti kynnyksarvona 0°C. Ääriarvomittarit luettiin viikottain piirtureiden paperinvaihdon yhteydessä.

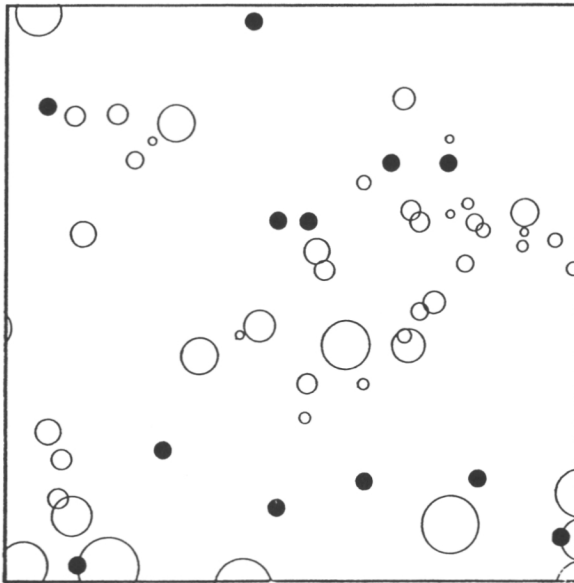
Maan ja maanpinnan läheisen ilmakerroksen lämpötila mitattiin Grant-mittalaitteella, jossa anturin resistanssi on riippuvainen lämpötilasta ja tulos rekisteröityy paperille suoraan lämpötiloina. Anturit sijoitettiin maassa taimipaakun sisään ja ilmassa 10 cm:n korkeuteen. Mittaukset tehtiin viikottain ympäri vuoden.



KUUSI



Mittakaava 1:500



MÄNTY



Mittakaava 1:500

Kuva 2. Kuusen ja männyn siemensatotutkimuksen siementen keräyssuppilot (●) ja latvusprojektiot oikeissa mittasuhteissa ympyrän muotoon piirrettyinä. Koealat perustettu 1988.

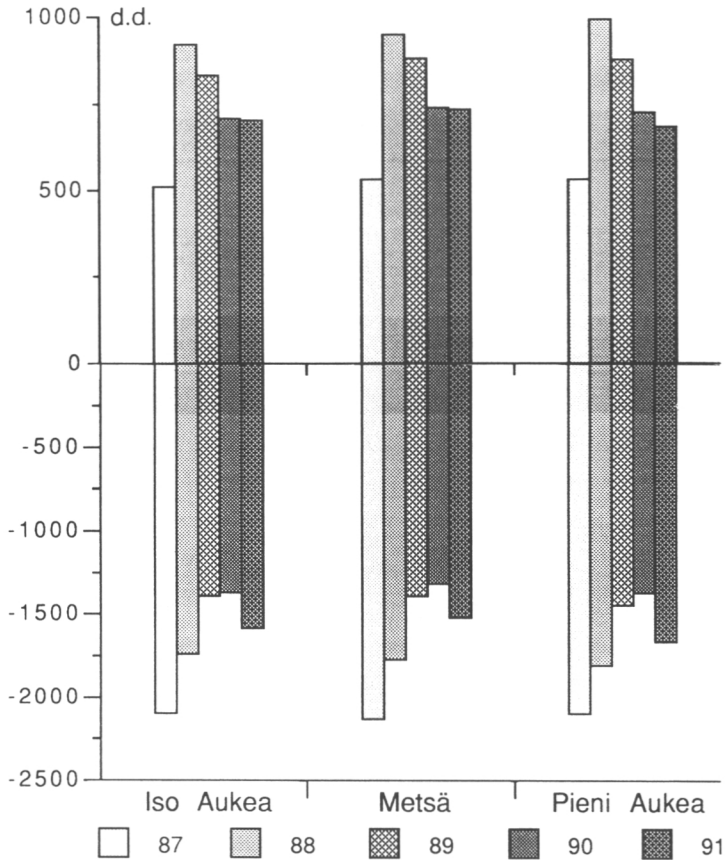
Tutkimuspäivillä esitetyt tulokset ovat luonteeltaan alustavia. Tarkoitus on niiden avulla esitellä tutkimusta ja samalla odotettavissa olevaa tietoa korkeiden maiden uudistamiseen vaikuttavista tekijöistä Kuusamon pohjoisosissa. Tulosten syvällisempi analyysi, kuten taimien elossaolon ja kasvutekijöiden välisen riippuvuuden tarkastelu sekä aineiston tilastomatemattinen laskenta, tehdään tutkimuksen myöhemmässä vaiheessa.

3. Tulokset

31. Lämpö- ja pakkassumma isolla ja pienellä hakkuualalla ja hakkaamattomassa metsässä

Talvikautiset lämpöolot ovat viime vuosina vaihdelleet tuntuvasti. Syksystä 1986 syksyyn 1991 suurin pakkassummakertymä oli talvella 1986-87 (2 100 pakkassummayksikköä), kun vastaavasti leudoimpana talvena 1989-90 pakkassummaa kertyi vain 60 % ennätysmäärästä (kuva 3). Suuren ja pienen hakkuuaukean pakkassumma oli kylmänä talvena sama, mutta metsän pakkassumma oli näitä prosenttien verran suurempi. Vähäisimmän pakkassumman kertymän aikana talvella 1990 tilanne oli päinvastainen eli metsän pakkassummakertymä oli noin 5 % pienempi kuin pienellä ja suurella aukealla. Erot olivat kuitenkin varsin pieniä ja pikemminkin voidaan puhua pakkassummakertymän samankaltaisuudesta. Ääriarvomittareilla säähavaintokojusta mitattu alin lämpötila oli joka talvi alhaisin pienellä aukealla, esimerkiksi vuonna 1987 $-33,3^{\circ}\text{C}$, kun se metsässä oli $-32,6^{\circ}\text{C}$ ja isolla aukealla $-32,0^{\circ}\text{C}$.

Merkillepantava yhteensattuma oli, että kylmää talvea 1986-87 seurasi viileä kesä, jonka kuluessa lämpösummaa kertyi poikkeuksellisen vähän (kuva 3). Verrattaessa lämpösummakertymiä kylmimpänä ja lämpimimpänä kesänä, olivat ne kylmänä kesänä 1987 sekä metsässä että pienellä aukealla noin 4,5 % suurempia kuin isolla aukealla. Mittausjakson lämpimimpänä kesänä 1988 lämpösumma metsässä oli 3,5 ja pienellä aukealla 7 % suurempi kuin isolla aukealla. Seuraavina kesinä lämpösumma oli metsässä 4-5 % ja pienellä aukealla 2-5 % suurempi kuin isolla aukealla poikkeuksena kesä 1991, jolloin pienen aukean lämpösumma jäi, päinvastoin kuin aikaisemmin, 2 % pienemmäksi. Syynä tähän saattoi olla mittaritekniikka tai systemaattinen lukuvirhe, sillä joka tapauksessa kesän 1991 ylin säähavaintokojusta mitattu lämpötila $23,7^{\circ}\text{C}$ oli pienellä aukealla, kun vastaavat arvot olivat samana päivänä metsässä $22,6^{\circ}\text{C}$ ja isolla aukealla $23,2^{\circ}\text{C}$. Suurin osa aiemmista havainnoista poikkeavasta lämpösummakertymästä muodostui elo-syyskuussa.

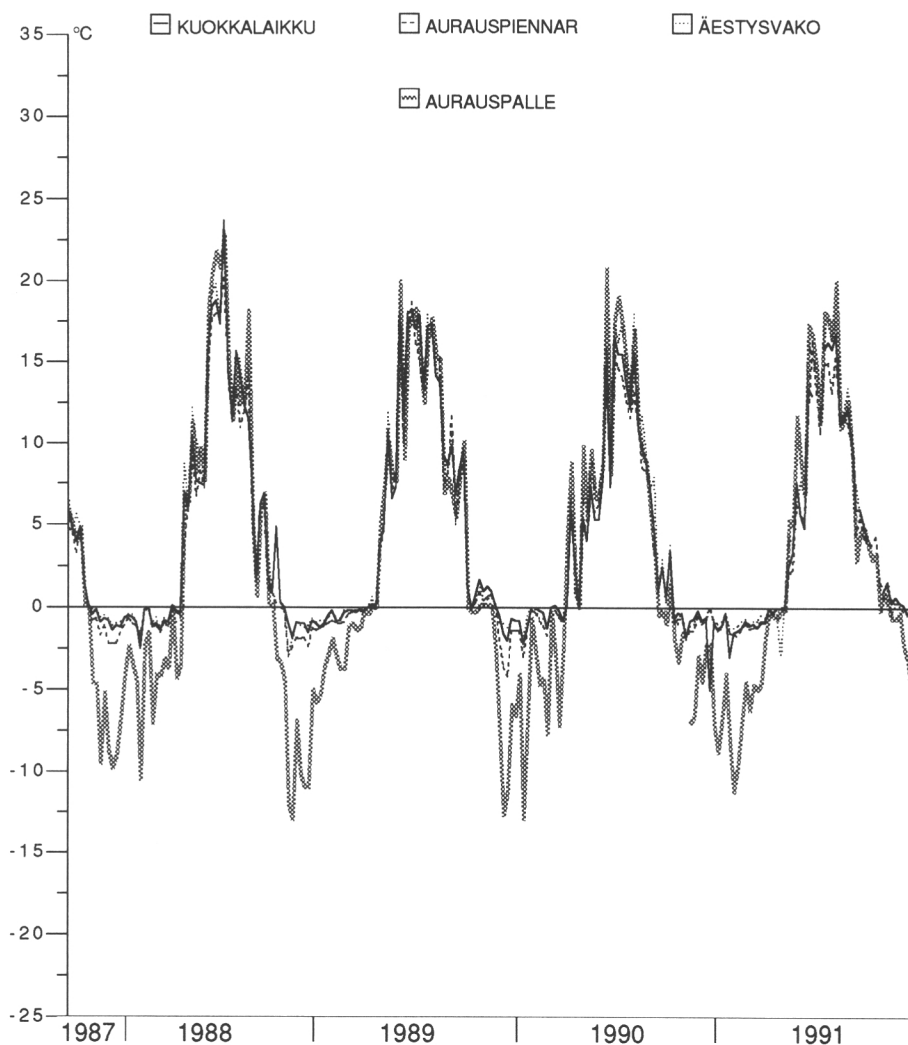


Kuva 3. Lämpö- ja pakkassummakertymät mittausjakson 1986 -1991 aikana isolla ja pienellä hakkuuaukealla sekä hakkaamattomassa metsässä. Pakkassummakertymä on vuosiluvun kohdalla päätyneen talvikauden pakkassumma. d.d. = lämpö- tai pakkassummayksikkö.

Yleispiirteinä voidaan todeta, että lämpösummakertymä on vuodesta riippuen hakkaamattomassa metsässä 3-5 % ja pienellä aukealla 2-7 % suurempi kuin isolla aukealla. Vuoden 1991 poikkeus vahvistaa säännön! Vaikka erot eivät sinänsä ole kovin suuria, voidaan niitä pitää korkeiden alueiden olosuhteissa tuntuvina.

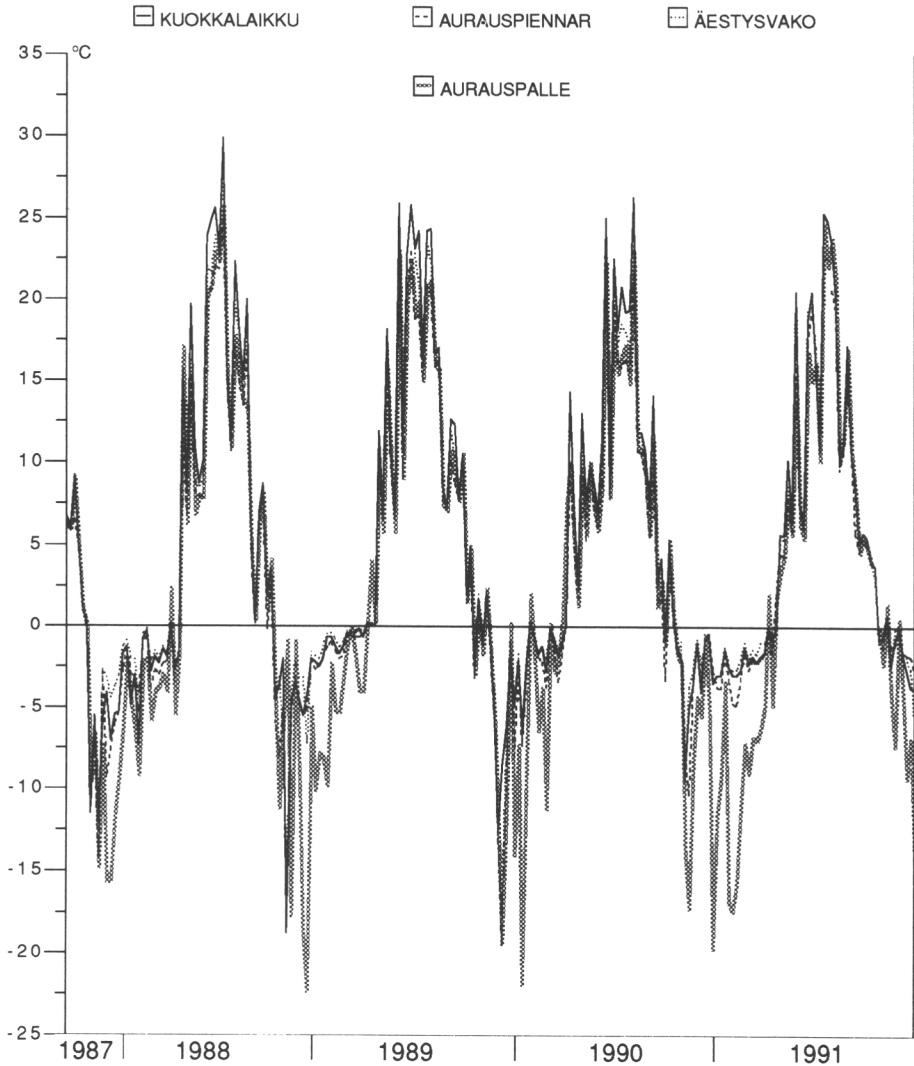
32. Maanmuokkauksen vaikutus lämpötilaan

Talvella maan lämpötila oli auraspalteissa 5 cm syvyydessä alimmillaan alle -10°C kun se vastaavasti pientareissa ja laikussa oli muutaman asteen nollan alapuolella (kuva 4). Kesäkausien lämpötilat eri muokkausten välillä eivät eronneet toisistaan niin suuresti kuin talvella. Korkeimmat lämpötilat mitattiin yleensä palteissa, mutta kovin



Kuva 4. Maan lämpötila viikottain mitattuna 5 cm:n syvyydessä kuokkalaikussa, äestysvaossa, auraspiennareissa ja auraspalteissa. Mittaukset aloitettiin kesällä 1987 ja mitta-anturit sijoitettiin taimipaakkuun.

selviä eroja muihin käsittelymuotoihin ei ilmennyt. Ylimmät arvot eivät yleensä kohonneet yli 20°C. Tämä selittyy osaksi sillä, että kyseessä on viikottain mitattu ympärivuotinen havaintosarja, jolloin kesäkausien mahdollisten hellejaksojen vaikutukset saattoivat jäädä havaintojen ulkopuolelle. Havaintoihin ei myöskään sisälly vuoro-
kautisvaihtelua.



Kuva 5. Ilman lämpötila viikottain mitattuna 10 cm korkeudessa maan pinnasta kuokkalaikussa, äestysvaossa, auraspiennareissa ja auraspalteen päällä. Mittanturit on suojattu suoralta auringonpaisteelta säteilysojilla.

Maan lämpötilaan verrattuna ilman lämpötilan vuotuinen vaihtelu 10 cm korkeudessa maan pinnasta oli huomattavasti suurempaa kuin maassa (kuva 5), enimmillään mittausjakson aikana yli 50°C. Kesällä korkein mitattu lämpötila oli suurimmillaan jopa 30°C ja poikkeuksetta vähintään 25°C. Mittausjakson aikana korkein lämpötila mitattiin aina kuokkalaikussa. Talvella kaikkein kylmintä oli palteen päällä, usein alle -20°C.

33. Taimien elossaolo eri tavoin muokatussa maassa

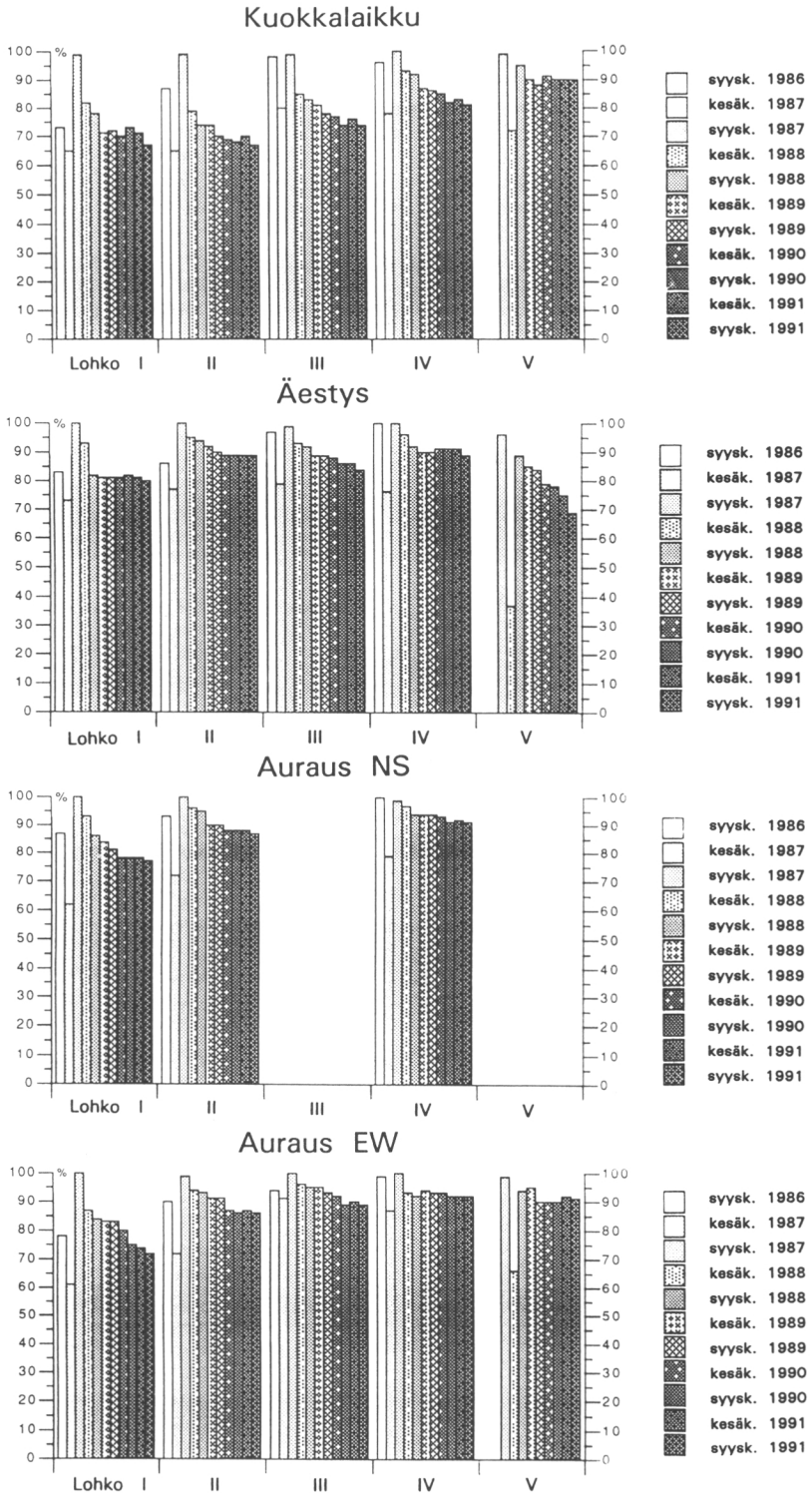
331. Mänty

Männyn taimien elossaolo riippui keskiarvoihin perustuvan tarkastelun mukaan sekä maankäsittelystä että lohkoista. Kaikille maankäsittelytavoille oli tyypillistä elossaolon tuntuva putoaminen heti istutuskesänä ja sitä seuranneena talvena (kuva 6). Elossaolo laski myös vuoden kuluttua tehdyn täydennysviljelyn jälkeen ja oli edelleen riippuvainen sekä maanmuokkaustavasta että lohkoista. Täydennysviljelyä seuraavana talvena, 1987-88, elossaolo laski useimmiten vähän enemmän kuin myöhempien inventointien välillä, mutta muutoin taimien kuolemisessa ei ollut voimakkaita eroja kesän ja talven välillä.

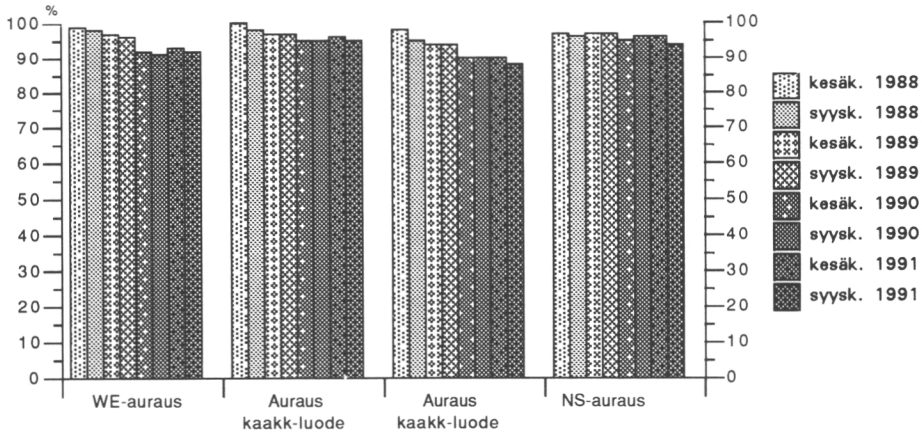
Maanmuokkaustavoittain tarkasteltuna lohkoilla I-IV, jotka istutettiin samanaikaisesti, paras elossaolo syyskuussa 1991 oli äestyksessä 86 % (lohkojen välinen vaihtelu 80-89 %). Etelä-pohjoissuuntaisen aurauksen elossaolo 85 % (lohkojen välinen vaihtelu 77-91 %) oli sama kuin länsi-itäsuuntaisessa aurauksessa (lohkojen välinen vaihtelu 72-92 %). Heikoimmin taimet menestyivät kuokkalaikutetulla alueella, jossa elossaolo jäi 72 %:iin ja lohkojen välinen vaihtelu oli 67-81 %. Erityisesti on syytä huomata lohkoilla I itä-länsisuuntaisessa aurauksessa tasaisesti jatkunut elossaolon lasku. Tämä ruutu sijaitsee koekentän korkeimmassa osassa.

Pienellä aukealla (lohko V) paras elossaolo oli aurauksessa ja lähes yhtä hyvä, 90 %, kuokkalaikussa. Äestyksessä taimien elossaolo oli vain 69 %. Pienellä aukolla maankäsittely tehtiin kaistoittain ilman toistoja, joten taimettumistulos on sattumanvaraisempi kuin muussa osassa koetta. Sitä ei voi myöskään verrata kuin suuntaa-antavasti lohkojen I-IV tuloksiin vuotta myöhemmin tapahtuneen istutuksen vuoksi.

Koekentälle istutettiin myös täysin paikallista Oulangan alkuperää olevia männyn taimia. Vaikka tämä aineisto ei ole yhtä edustava muuhun mäntyaineistoon verrattuna, antaa tulos (kuva 7) selvän osoituksen paikallisen alkuperän kestävydestä. Elossaolot olivat koeruudusta riippuen 88-94 %. Tosin tämäkin istutus tehtiin vuotta myöhemmin, mutta elossaolot olivat paremmat kuin lohkoilla I-IV samalla iällä.



Kuva 6. Männyn elossaolo vuosittain syksyllä ja keväällä inventoituna. Istutus lohkoilla I-IV keväällä 1986 ja loholla V (pieni hakkuaueka) keväällä 1987. Elossaolon kohoaminen toisen ja kolmannen inventoinnin välillä johtuu täydennysistutuksesta.



Kuva 7. Oulangan alkuperää olevan männyn elossaolo vuosittain syksyllä ja keväällä inventoituna. Pohjois-eteläsuuntaisessa (NS) aurauksessa istutetut taimet ovat koekentän ulkopuolella, muut lohkoilla I. Istutus keväällä 1987. Koeruujuja ei ole täydennetty.

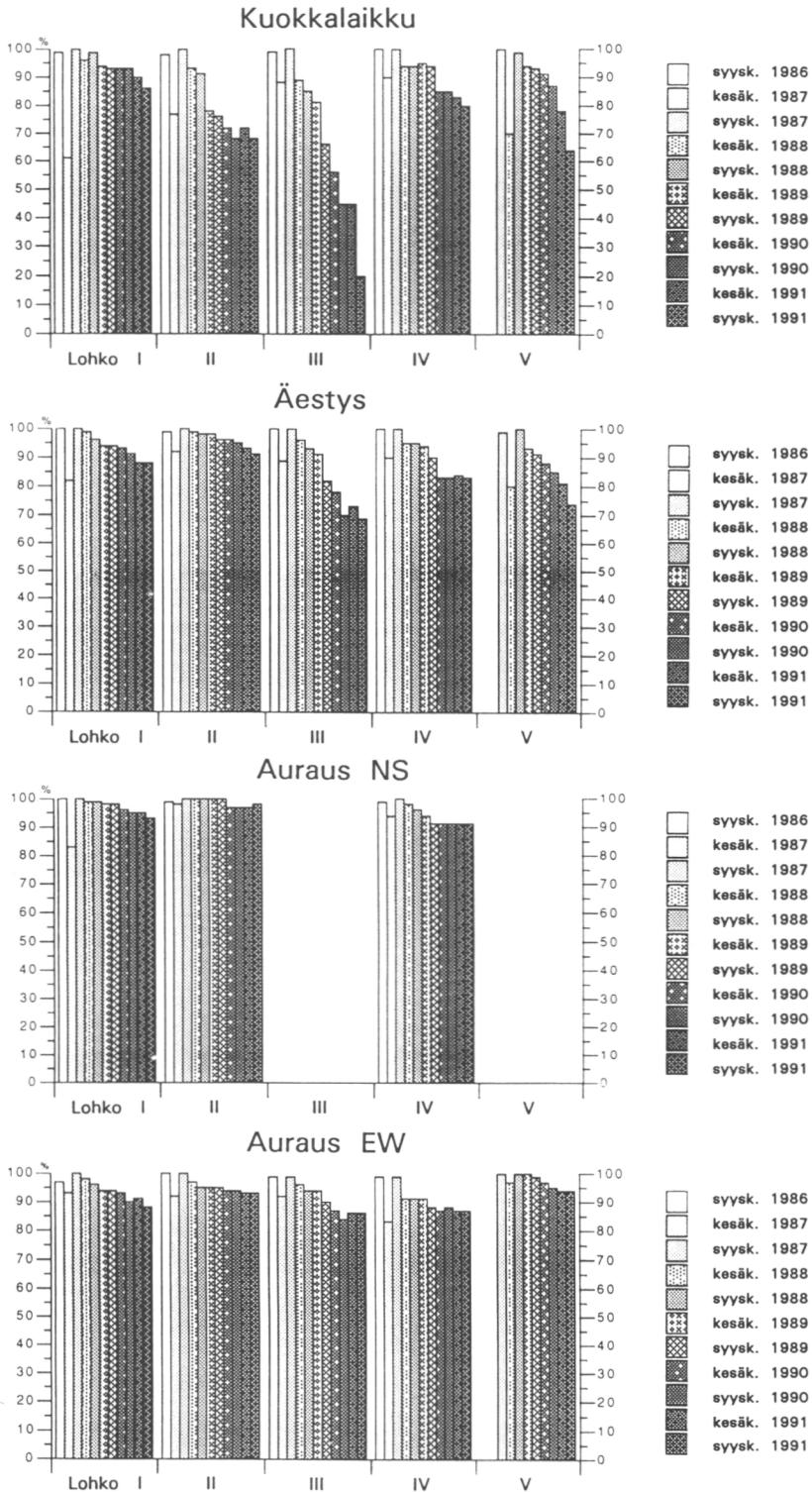
332. Kuusi

Myös kuusen taimien elossaolo riippui sekä maankäsittelystä että lohkoista. Toisin kuin männyllä, kuusen taimia ei juuri kuollut istutuskesänä, mutta seuraavana talvena elossaolot laskivat tuntuvasti. Myöskään täydennysviljelyn jälkeen tapahtunut elossaolon putoaminen ei ollut niin voimallista kuin männyllä (kuva 8).

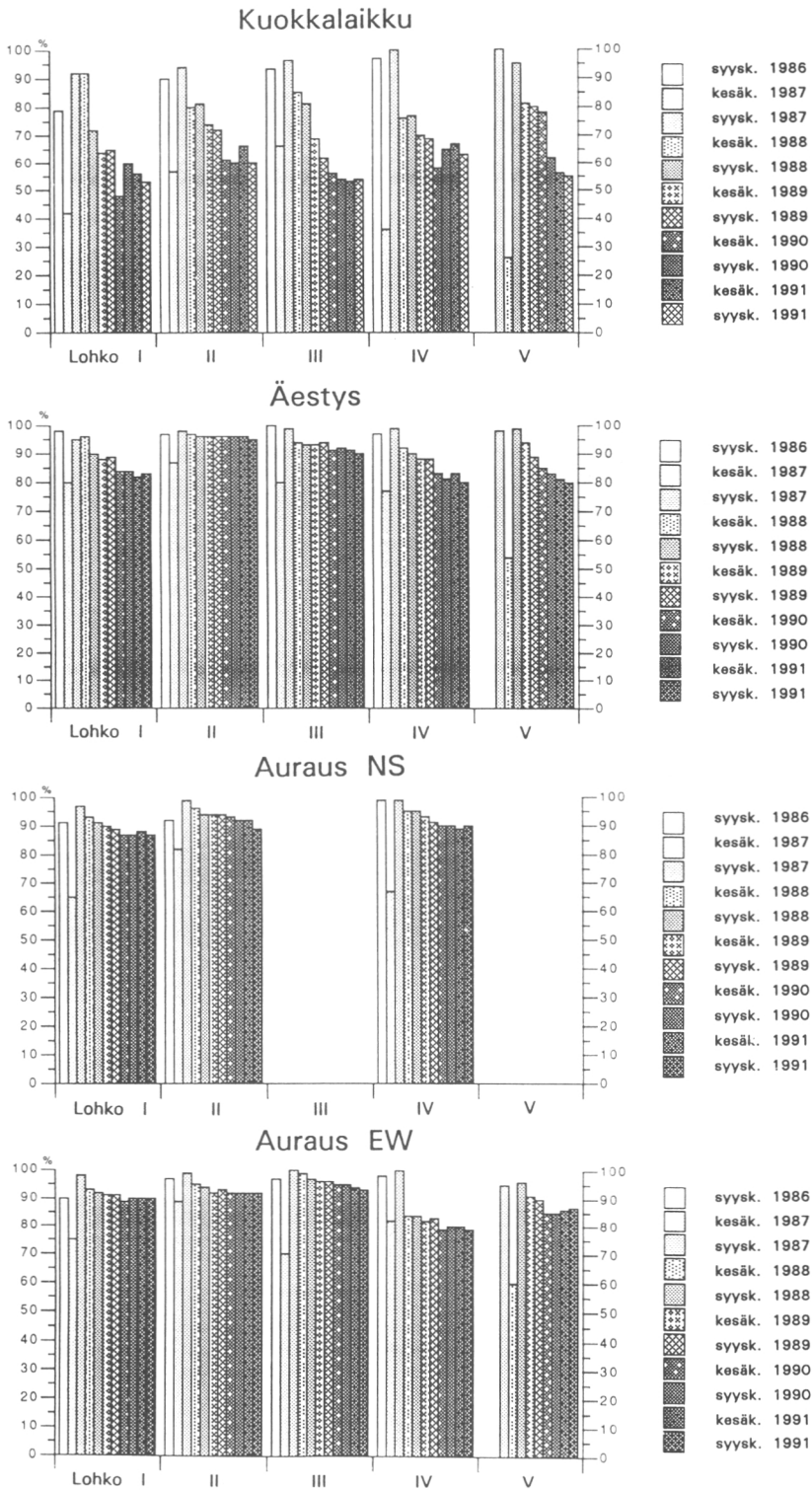
Tarkasteltaessa elossaolon kehitystä maanmuokkaustavoittain, korkein elossaoloprosentti, 94, oli syyskuussa 1991 pohjois-eteläsuuntaisessa aurauksessa (lohkoittainen vaihtelu 91-98 %). Länsi-itäsuuntaisessa aurauksessa elossaolo oli 89 % (lohkoittainen vaihtelu 86-93 %) ja äestyksessä 83 % (lohkoittainen vaihtelu 69-88 %). Kuokkalaikkuun istettujen taimien elossaolo oli vain 64 % ja vaihtelu lohkoista riippuen 20-86 %.

333. Siperianlehtikuusi

Vastaavasti kuin kuusen ja männyn, myös siperianlehtikuusen taimien elossaolo riippui sekä maankäsittelystä että lohkoista (kuva 9). Myös ensimmäisen kesän ja sitä seuraavan talven aikana tapahtunut taimien kuoleminen oli runsasta ja osin samankaltaista kuin männyllä. Alimmillaan elossaolo vuoden kuluttua istutuksesta oli 36 %. Elossaolo on laskenut täydennyksen jälkeen voimakkaimmin kuokkalaikussa.



Kuva 8. Kuusen elossaolo vuosittain syksyllä ja keväällä inventoituna. Istutus lohkoilla I-IV keväällä 1986 ja lohkoilla V (pieni hakkuuaukea) keväällä 1987. Elosolon kohoaminen toisen ja kolmannen inventoinnin välillä johtuu täydennys-istutuksesta.



Kuva 9. Siperianlehtikuusen elossaolo vuosittain syksyllä ja keväällä inventoituna. Istutus lohkoilla I-IV keväällä 1986 ja lohkoilla V (pieni hakkuaukea) keväällä 1987. Elossaolon kohoaminen toisen ja kolmannen inventoinnin välillä johtuu täydennysistutuksesta.

Tarkasteltaessa elossaolon kehitystä maanmuokkaustavoittain edellisten puulajien tapaan, korkein elossaoloprosentti, 89, oli syyskuussa 1991 sekä pohjois-eteläsuuntaisessa (lohkoittainen vaihtelu 87-90 %) että itä-länsisuuntaisessa aurauksessa (lohkoittainen vaihtelu 79-93 %). Äestykseen istutettujen taimien elossaolo oli 87 % (lohkoittainen vaihtelu 83-95 %) ja kuokkalaikussa 58 % (lohkoittainen vaihtelu 53-63 %).

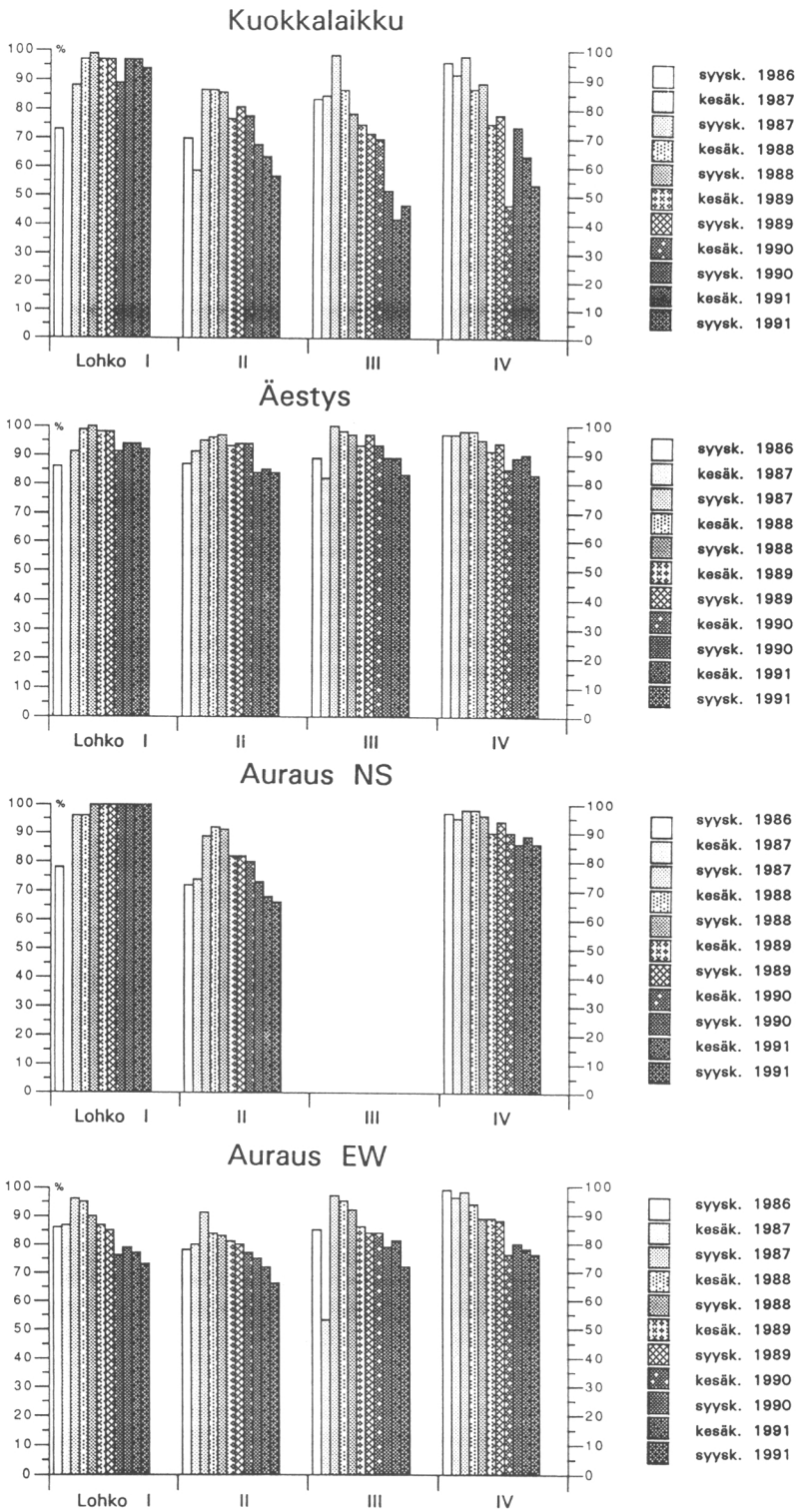
334. Rauduskoivu

Rauduskoivun taimettumista vaikeuttaa se, että koe sijaitsee porojen kesälaidunalueella ja porot riipivät taimia koekentällä liikkeessaan. Näin ollen tuloksia ei voida täysin rinnastaa muihin puulajeihin lukuunottamatta lohkon I kuokkalaikkua, äestystä ja pohjois-eteläsuuntaista aurausta, joille ruuduille istutettiin keväällä 1987 uudet taimet ja pystytettiin verkkoaita estämään porojen pääsy taimien lähelle. Mainituilla ruuduilla taimien elossaolo (kuva 10) oli kaikissa maankäsittelyissä parempi kuin muilla lohkoilla. Elossaolot saattavat tosin aitaamattomillakin ruuduilla olla korkeita, mutta lehtien riipimisestä johtuen taimien kehitys on huonoa verrattuna aidattujen alueiden taimiin.

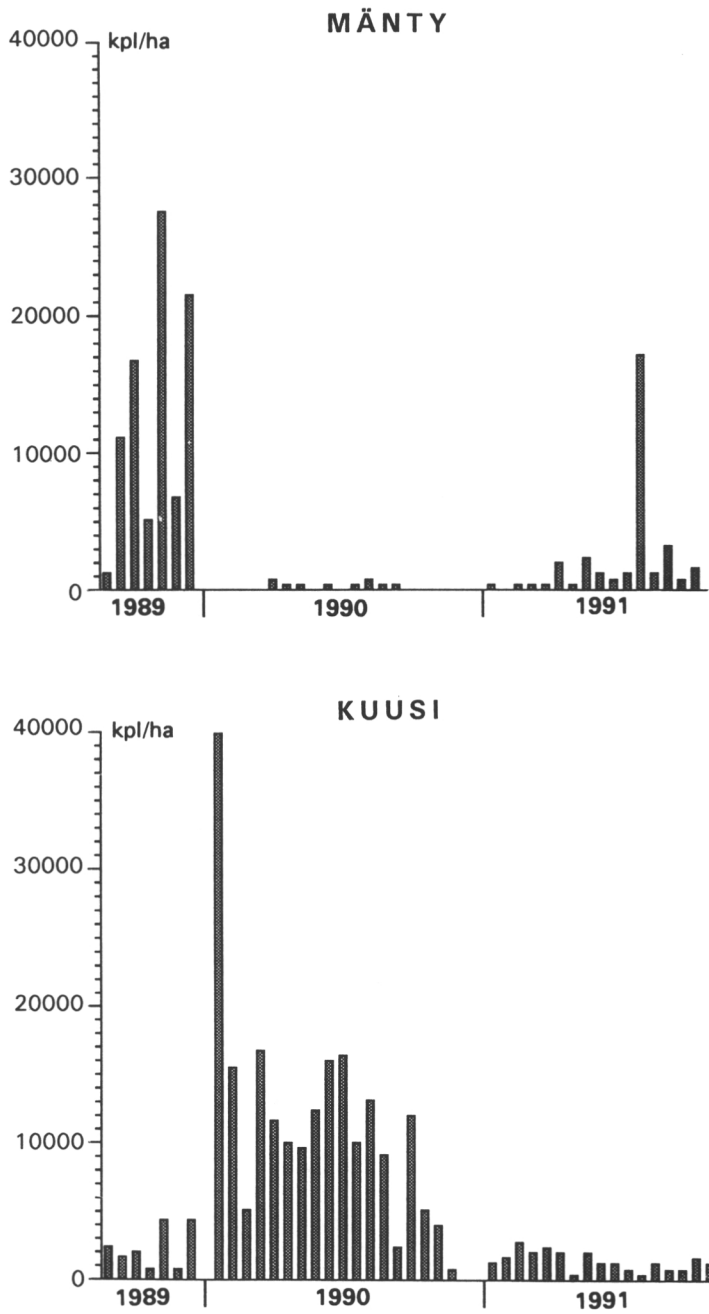
34. Siemensadot

Siemensadot vaihtelivat vuosittain. Keväällä 1989 varisi kuusen siementä enimmillään 4 386 kpl/ha viikossa. Keväällä 1990 ennätys oli 39 875 kpl/ha ja keväällä 1991 päästiin parhaimmillaan 2 791 siemenen hehtaarisatoon viikossa (kuva 11). Siementen itävyys oli runsaan siemensadonkin aikana heikohkoa.

Männyn siemensato oli keväällä 1989 runsaampaa kuin kuusella ja enimmillään 27 514 siementä hehtaarille viikossa. Kevät 1990 oli männyn osalta varsin heikko, kun taas keväällä 1991 paras viikkosato oli 17 146 kpl hehtaarille viikossa. Männyn siementen itävyys oli keväällä 1989 selvästi parempaa kuin keväällä 1990 ja 1991.



Kuva 10. Rauduskoivun elossaolo vuosittain syksyllä ja keväällä inventoituna. Istutus lohkoilla I-IV keväällä 1986. Lohkon I kuokkalaikutus, äestys ja pohjois-eteläsuuntainen auras eristettiin poroaidalla ja istutettiin uudestaan keväällä 1987. Muut ruudut täydennysviljeltiin.



Kuva 11. Männen ja kuusen viikottainen siemensato kpl/ha vuosina 1989-1991. Vuonna 1989 peräkkäiset havaintoviikot ovat 19-25, vuonna 1990 viikot 17-35 ja 1991 viikot 20-36.

4. Tulosten tarkastelu

Talvikauden 1986-87 pakkassumman suuruus ja kesän 1987 lämpösumman alhaisuus olivat pitkäaikaisiin Suomessa mitattuihin keskiarvoihin (Helminen 1987) verrattuna ennätysluokkaa. Normaalisti lumipeite on Koillismaalla vahva jo alkusyksystä (Solantie 1987) ja routakerros jää ohueksi (Soveri & Varjo 1977), eikä lämpötila laske humuskerroksessaan kuin vähän nollan alapuolelle (Havas & Kubin 1983). Talvella 1986-87 maan lämpötila oli muutaman asteen keskimääräistä kylmempi, maa routaantui syvälle ja pysyi seuraavana kesänäkin maassa ennätyspitkään (Kubin 1990). Hakkaamatomassa metsässä se suli vasta syksyllä. Kaikki tämä merkitsi sitä, että keväällä 1986 istutetuilla taimilla oli edessä varsin kylmä talvi ja kolea seuraava kesä. Istutuskauden olosuhteet niinkään olivat kuivat ja lämpimät. Voidaan hyvin olettaa, että keskimääräisistä voimakkaasti poikkeavilla olosuhteilla on merkitystä taimettumisessa.

Istutuskesän aikana elossaolo aleni sekä männyllä että lehtikuusella enimmillään useita kymmeniä prosentteja. Tähän vaikuttaa se, missä kunnossa taimet ovat maastoon siirrettäessä sekä myös istutuskesän olosuhteet. Eri tekijöiden osuutta on vaikea eritellä, mutta kun toisaalta kuusen taimet olivat lähes kaikki elossa istutuskesän jälkeen, ei männyn ja lehtikuusen elossaolon laskun voida katsoa aiheutuvan yksistään istutuskauden olosuhteista.

Arvioitaessa kylmän talven 1986-87 vaikutusta, elossaolot putosivat kaikilla puulajeilla ja kaikissa maankäsittelyissä. Elosaolon lasku riippui osittain maankäsittelystä ja oli yleensä suurinta kuokkalaikussa, vaikka männyllä tosin kuokkalaikutuksen ja aurauksen välillä koekentän yhdellä loholla ei ollutkaan suurta eroa. Arvioitaessa talven osuutta elossaolon putoamiseen, on sillä epäilemättä merkitystä. Kuitenkaan totaalista taimien kuolemista ei tapahtunut. Sitä mikä aiheutui juuri kylmästä talvesta, on vaikea erottaa, sillä esim. auraspalteisiin, joiden maan lämpötila oli muita käsittelyjä alhaisempi, ei istutettu taimia. Alustavaksi arvioksi jää, että kun aikaisempien tutkimusten perusteella tiedetään elossaolon vaikeissa olosuhteissa laskevan istutuksen jälkeen lähes säännöllisesti vuodesta toiseen, niin nyt todettu taimien kuolleisuus sopii tähän taustaan. Talven 1986-87 olosuhteet kuitenkin lisäsivät kuolleisuutta jossain määrin, mikä voidaan arvioida kuusen taimien elossaolon laskusta kyseisen talven aikana. Yleensä kuusen taimet pysyvät elossa mäntyä paremmin.

Arvioitaessa puulajivalinnan merkitystä taimettumistulokseen kuuden vuoden kuluttua istutuksesta, männyn elossaolot olivat vähän parempia kuin kuusen. Toisaalta elossaolo riippui muokkaustavasta ja oli kuokkalaikutuksessa muita muokkaustapoja pienempää. Auratuilla aloilla sekä kuusen että männyn elossaolot olivat jokseenkin tasavertaisia.

Siperianlehtikuusi menestyi mäntyä ja kuusta epätasaisemmin ja rauduskoivu on toisaalta muista syistä poissuljettu vaihtoehto. Puulajivalinnan kannalta on korostettava, että tarvitaan vielä aikaa lopulliseen arvioon kuusen ja männyn paremmuuden selvittämiseksi tämän kokeen osalta.

Kirjallisuus

- Havas, P. & Kubin, E. 1983. Structure, growth and organic matter content in the vegetation cover of an old spruce forest in Northern Finland. *Annales Botanici Fennici* 20: 115-149.
- Helminen, V. A. 1987. Lämpöolot. Suomen kartasto. Vihko 131: 4-10.
- Kainuun metsälautakunta 1988. Korkeiden alueiden uudistaminen Kainuun metsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Muistio. 1 s.
- Keskusmetsälautakunta Tapio. 1989. Metsänhoitosuositukset. 55 s. Helsinki.
- Kiviharju, K. 1988. Korkeiden maiden metsien hoito. Pohjois-Pohjanmaan metsälautakunta. Moniste. 2 s.
- Korkeiden alueiden metsänuudistaminen 1990. Tutkimussuunnitelma. Metsäntutkimuslaitos. Moniste. 13 s.
- Kubin, E. 1982. Taimien elinympäristötutkimus Paltamon Kivesvaarassa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 119: 29-39.
- 1988. Muhoksen tutkimusaseman kenttäkokeita ja alustavia tuloksia Kuusamosta. Moniste Helsingin yliopiston metsäylioppilaiden Pohjois-Suomen kurssilla. 22 s.
 - 1989. Tuloksia taimettumisen alkuvaiheesta ja sen aikaisista ilmasto-oloista Karhujärven koekentällä Kuusamossa. Moniste Kuusamon yhteismetsän hoitokunnan retkeilyllä. 15 s.
 - 1990. Lumi-, routa- ja lämpöolot eri tavoin muokatussa metsämaassa Kuusamossa. Abstract: The effect of site preparation on snow, soil frost and temperature conditions at a site near Kuusamo. *Silva Fennica* 24 (1): 35-45.
 - 1991. Tuloksia taimettumisen alkuvaiheesta, sen aikaisista ilmasto-oloista ja siemensadoista Karhujärven koekentällä Kuusamon yhteismetsän Oulangan palsalla. Moniste Helsingin yliopiston metsäylioppilaiden Pohjois-Suomen kurssilla. 20 s.
- Metsähallitus. 1985. Ohjekirje metsien käsittelystä Perä-Pohjolan piirikunnassa. N:o Mh. 110. Helsinki. 47 s. 9 liitettä.
- Pelkonen, H. Tuomi, P. & Valtanen, J. 1982. Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Survival of pine on reforested sites in northern Finland. *Folia Forestalia* 511: 1-23.
- Pohtila, E. & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 631: 1-19.
- Ritari, A. & Timonen, M. 1989. KAMU - korkeiden alueiden metsänuudistamistutkimusta. *Metsä ja Puu* 1: 32-33, 37.
- Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. Seloste: Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 53(4). 198 s.
- Sandström, O. 1987. Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Esitelmä Rovaniemen ja Kolarin tutkimusasemien tutkimuspäivillä 24.-25.2.1987. Moniste. 4 s.
- Solantie, R. 1987. Sade- ja lumiolot. Suomen kartasto. Vihko 131: 18-22.

- Soveri, J. ja Varjo, M. 1977. Roudan muodostumisesta ja esiintymisestä Suomessa vuosina 1955-75. Summary: On the formation and occurrence of soil frost in Finland 1955 to 1975. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 20. 66 s.
- Tapaninen, E. 1988. Muistio metsänviljelyn kehityksestä Kuusamon yksityismetsissä. Koillis-Suomen metsälautakunta. Moniste. 2 s.
- Tolvanen, A. & Kubin, E. 1990. The effect of clear felling and site preparation on microclimate, soil frost and forest regeneration at elevated sites in Kuusamo. *Aquilo Ser. Botanica* 29: 77-86.
- Valtanen, J. 1988. Korkeiden maiden metsien uudistaminen Oulun läänissä. Summary: Stand reforestation at elevated sites in Northern Finland. *Folia Forestalia* 718: 1-41.
- Valkonen, S. 1991. Metsänuudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. Metsänhoitotieteen lisensiaattityö. Helsingin yliopisto. 174 s. 5 liitettä.
- Varmola, M. 1988 (toim.). Lapin Metsä 2000 -ohjelma. Lapin lääninhallitus. Rovaniemi. 146 s.
- 1991. Korkeiden maiden puuntuotannollinen merkitys. *Metsä ja Puu* 10: 24-26.

VAARAMETSIIEN UUDISTAMINEN

Jukka Valtanen

1. Korkeiden maiden metsänuudistamiskoe

Vuonna 1977 perustettu korkeiden maiden metsänuudistamiskoe on mitattu vuosina 1981, -84, -87 ja -90. Kokeen rakenne ja sen tulokset kymmeneen ikävuoteen asti on selostettu Folia Forestalian numerossa 718 (Valtanen 1988). Vuonna 1990 tehdyssä inventoinnissa saatiin tiedot 13 kasvukauden jälkeisestä tilanteesta. Koekentistä pohjoisin on metsähallituksen maalla Taivalkosken pohjoisosassa Latvavaarassa. Korkeus on 315 - 325 m. Kaksi muuta on METLAN maalla Paljakan tutkimusalueessa. Pohjoisrajalla Puolangalla olevan korkeus on 350 - 365 m. Eteläisempi on Hyrynsalmen puolella tutkimusalueen halkaisevaa pitäjänrajaa. Sen korkeus on 277 - 300 m. Lämpösummat ovat vastaavassa järjestyksessä 797, 820 ja 874 vuorokausiastetta. Lämpösummaluvuista voi päätellä, että kaksi edellistä ovat metsänhoidollisesti vaikeita paikkoja, mutta Hyrynsalmen koekentällä pitäisi olla mahdollisuuksia tavanomaiseen metsänkasvatukseen normaalien metsänhoito-ohjeiden mukaan toimittaessa.

Kuusen taimettumiseen vaikuttaneita keskimääräistä parempia kuusen siemenvuosia on ollut kolme: vuosina 1974, 1979 ja 1984. Vuoden 1990 runsaasta siemensadosta syntyneitä sirkkataimia ei laskettu mukaan. Koska muokkaus tehtiin 1976, ensin mainittu siemensato on vaikuttanut vain muokkaamattoman pinnan taimimääriin mutta toinen ja kolmas kaikkialla.

Koekenttien pinta-ala on 15,0 - 17,4 ha. Koekentän rakenne on seuraava:

1. Hakkuumenetelmiä on kolme: harsinta, suojuspuuhakkuu ja avohakkuu.
2. Koealoja on
 - harsinnassa kolme: lievä, normaali ja voimakas harsinta
 - suojuspuumenetelmässä kaksi: harva ja tiheä suojuspuusto; tavoitetiheydet 100 ja 200 runkoa/ha
 - avohakkuualalla kaksi: äestetty ja aurattu koeala, kumpikin kahtena toistona

3. Koeruutuja on

- suojuspuukoelalla kaksi: muokkaamaton ja äestetty
- avohakkuualalla kuusi: männyn kylvö, männyn, kuusen, lehtikuusen ja rauduskoivun istutus sekä viljelemätön ruutu.

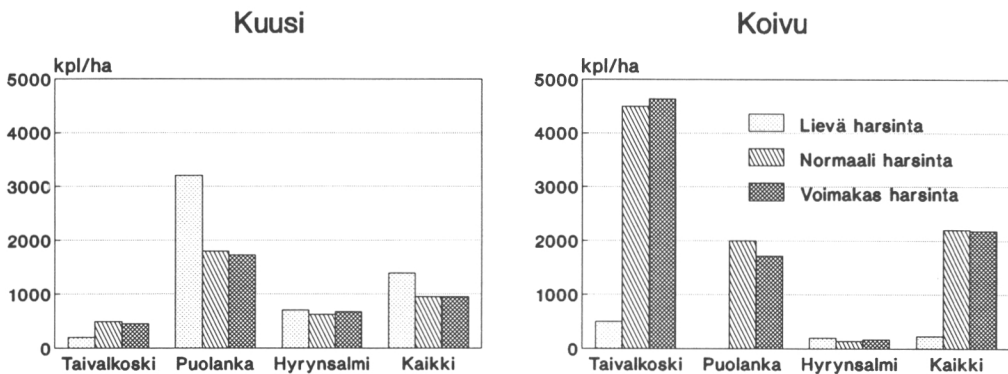
Kokeen tulokset 13 vuoden iällä

A. Harsinta

Harsintaruuduilla ei vielä ole syntynyt käsitystä uudistumisen onnistumisesta ja nopeudesta. Uudistumisella ei ole samaa merkitystä kuin muilla käsittelyillä, sillä puuston kasvulla on harsintametsässä vähintään sama paino kuin uudistumisella. Pelkästään uudistamista ajatellen menetelmä ei vielä 13 vuoden kohdalla saa edes tyydyttävää arvosanaa.

Kuusen taimia oli Taivalkoskella noin 400, Puolangalla 2 200 ja Hyrynsalmella 700. Harsintavoimakkuus ei juurikaan vaikuttanut taimimääriin (kuva 1). Pituus oli 35 - 200 cm, eli taimet ovat olleet olemassa jo koetta aloitettaessa. Koivun taimia oli keskimäärin 200 - 4 600, eniten Taivalkoskella. Niiden pituus oli 80 - 200 cm. Paikoin oli vähän haapaa (70 - 180 cm) ja pihlajaa (60 - 200 cm). Taimiksi luokiteltujen lisäksi laskettiin uudistumisjaksoon luokitellut yli viiden metrin mittaiset kuuset ja koivut. Kumpaakin oli 0 - 200.

Kolmivuotisjaksolla 1987 - 90 taimimäärien muutokset olivat olleet pieniä. Myös keskipituuden muutos oli ollut pieni.



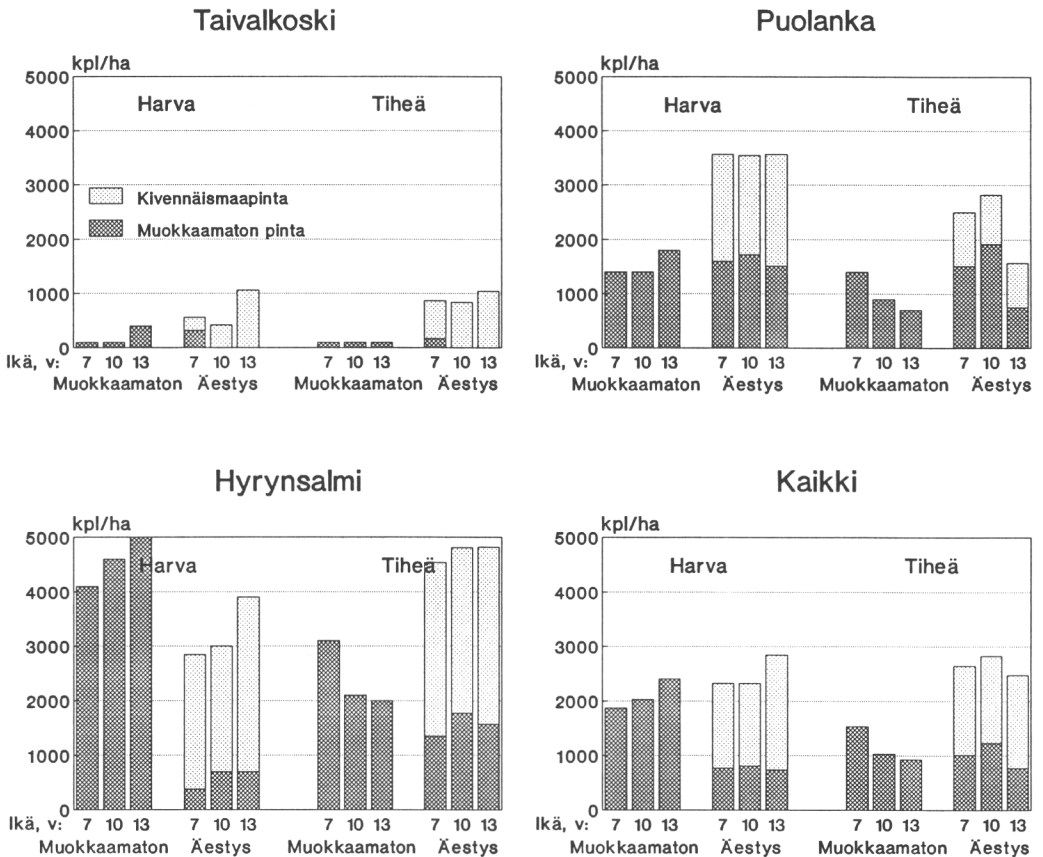
Kuva 1. Kuusen ja koivun taimimäärät harsintakoealoilla.

B. Suojuspuumenetelmä

Kuusisuojuspuuston tiheydellä ei ollut vaikutusta kuusen ja koivun taimimääriin, jos maa oli muokattu, mutta muokkaamattomalla maalla ikäjaksolla 7 - 13 v kuusentaimien määrä kasvoi jonkin verran harvan suojuspuuston alla ja väheni tiheän puuston alla (kuvat 2 ja 3). Kuusen taimia oli tiheän puuston muokkaamattomilla ruuduilla keskimäärin 1 000 kpl, muualla 2 000. Äestys lisäsi taimimäärää vain tiheän puuston alla.

Keskimäärin kaksi kolmasosaa taimista oli muokkausjäljessä. Muokatun ja koskemattoman pinnan alojen perusteella laskien saadaan kivennäispinnan suhteelliseksi taimimääräksi 8,8, kun se koskemattomassa pinnassa on 1 samalla pinta-alalla.

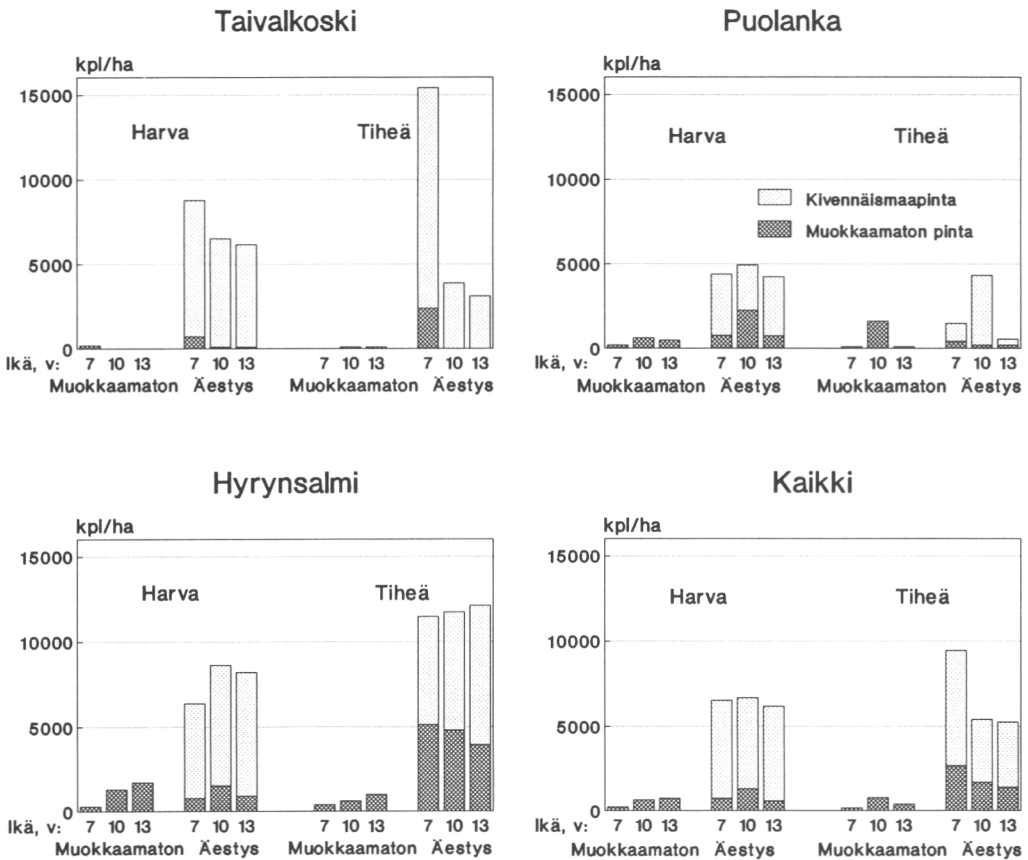
Koivun taimia oli muokkaamattomilla ruuduilla 0 - 1 700 ja muokatuilla 500 - 12 000. Keskiarvot olivat vastaavasti vajaa tuhat ja 7 000 (kuva 3). Koivun taimettumiskerroin oli 11,2 eli se suosi kivennäismaata taimettumisalustanaan vielä voimakkaammin kuin kuusi.



Kuva 2. Kuusentaimien määrä suojuspuumenetelmän koaloilla.

Kuusentaimien pituus oli 10 - 20 cm. Koivujen pituus oli 20 - 140 cm. Äestysvakojen taimet olivat jonkin verran lyhyempiä kuin muokkaamattomassa pinnassa kasvavat taimet. Syynä oli ikäero.

Suojuspuualojen taimimäärä on esitettyjen lukujen mukaan riittävä hyvän taimikon aikaansaamiseksi. Kuusen taimet olivat kuitenkin hyvin yleisesti ryhmittäin, ja aukot olivat liian suuria. Hieskoivut olivat pääosaksi koalojen kosteissa kohdissa. Rauduskoivua ei ollut. Siten kuusten ja koivujen kokonaismäärä, noin 5 000 kpl/ha ei riitä turvaamaan hyvää metsittymistä.

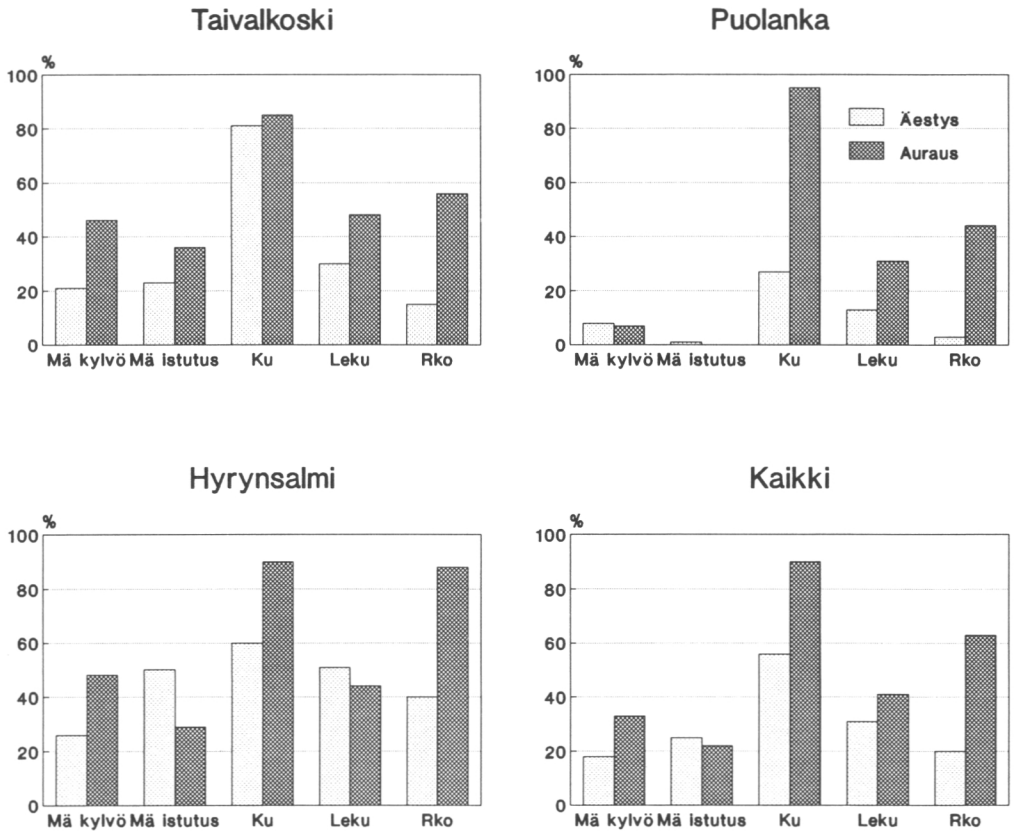


Kuva 3. Koivuntaimien määrä suojuspuumenetelmän koaloilla.

C. Viljely

Avohakkuualoilla vain aurausalueiden kuusen istutus on antanut hyvän tuloksen. Myös viljelemättömillä ruuduilla on tyydyttävä taimikon alku. Rauduskoivu on onnistunut osaksi hyvin. Lehtikuusi on perin epävarma, ja mänty kuolee käsiin. Äestäen ei päästä alkua pitemmälle. Auraus on selvästi parempi sekä elossa säilymisen että kasvun kannalta.

13 vuoden iässä kuusen elossaolosadannes oli aurasaloilla keskimäärin 90 ja äestysaloilla 56 (kuva 4). Taivalkoskella muokkausten välillä ei eroa ollut. Hyrynsalmen aurasaloilla rauduskoivukin eli 90-prosenttisesti (äestysruuduilla 40 %). Männyn ja lehtikuusen viljelytulokset jäivät 50 prosenttiin tai sen alle eli ne epäonnistuivat. Heikoin oli männyn tulos, 20 %. Eritoten korkeimmalla koealalla, Puolangalla, mänty

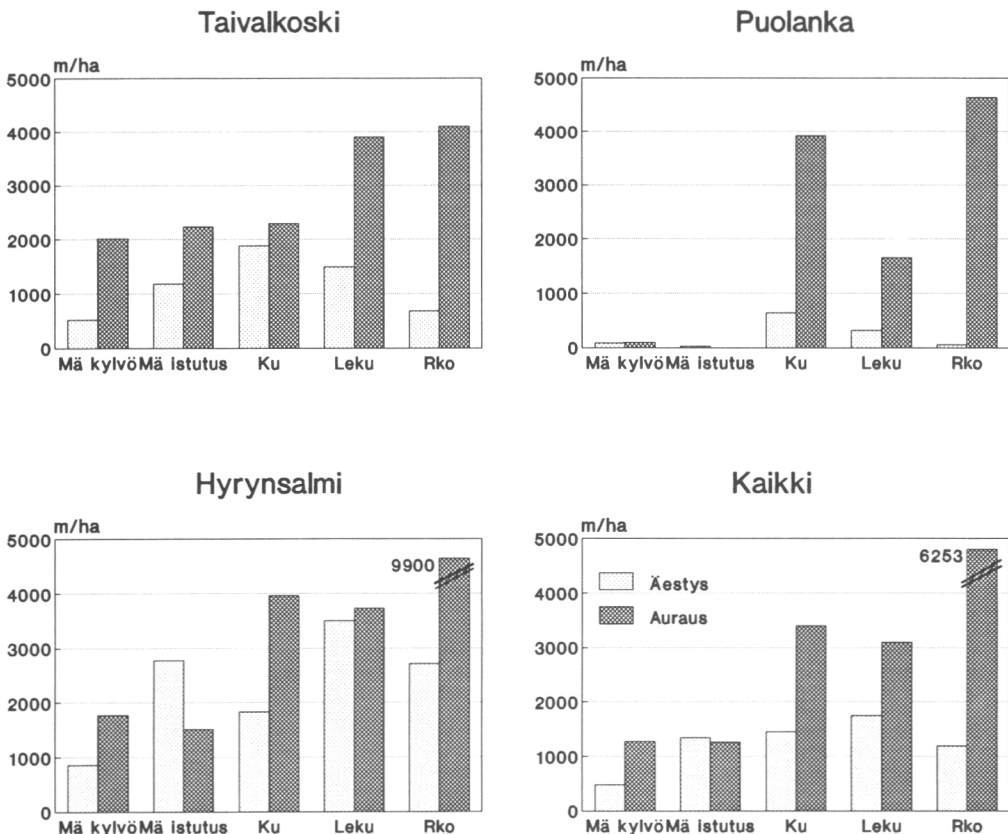


Kuva 4. Taimien elossaolosadannes viljelyruuduilla. Ikä 13 v.

tuhoutui jokseenkin tyystin. Muokkaustapa tai viljelytapa - kylvö tai istutus - eivät sitä auttaneet. Mänty ei ole vaarojen kasvi ainakaan koalojen maan tapaisilla hietaisilla hiekkamoreeneilla.

Kuusten pituus oli 13 vuoden iässä äestysaloilla 1 metri ja aurausaloilla 1,5 metriä. Männyn kylvötaimet olivat 1 metrin ja istutustaimet 2 metrin pituisia. Auraus lisäsi taimien pituutta neljänneksen äestysruutujen taimiin verrattuna. Lehtikuusten pituus oli äestysaloilla keskimäärin 2 ja aurausaloilla 3 metriä ja rauduskoivut vastaavasti 2 ja 4 metriä. Taivalkoskella rauduskoivut olivat metrin lyhyempiä kuin muualla. Männyt ja lehtikuuset olivat lyhyimpiä Puolangalla.

Runkosumma eli yhdellä hehtaarilla kasvavien taimien yhteispituus oli männyllä 1 000 metrin suuruusluokkaa, äestysalojen kuusella, lehtikuusella ja rauduskoivulla noin 1 500 m ja aurausalojen kuusella ja lehtikuusella runsas 3 000 m (kuva 5). Koivun runkosumma aurausaloilla oli keskimäärin 6 250 metriä eli ylivoimaisesti suurin.

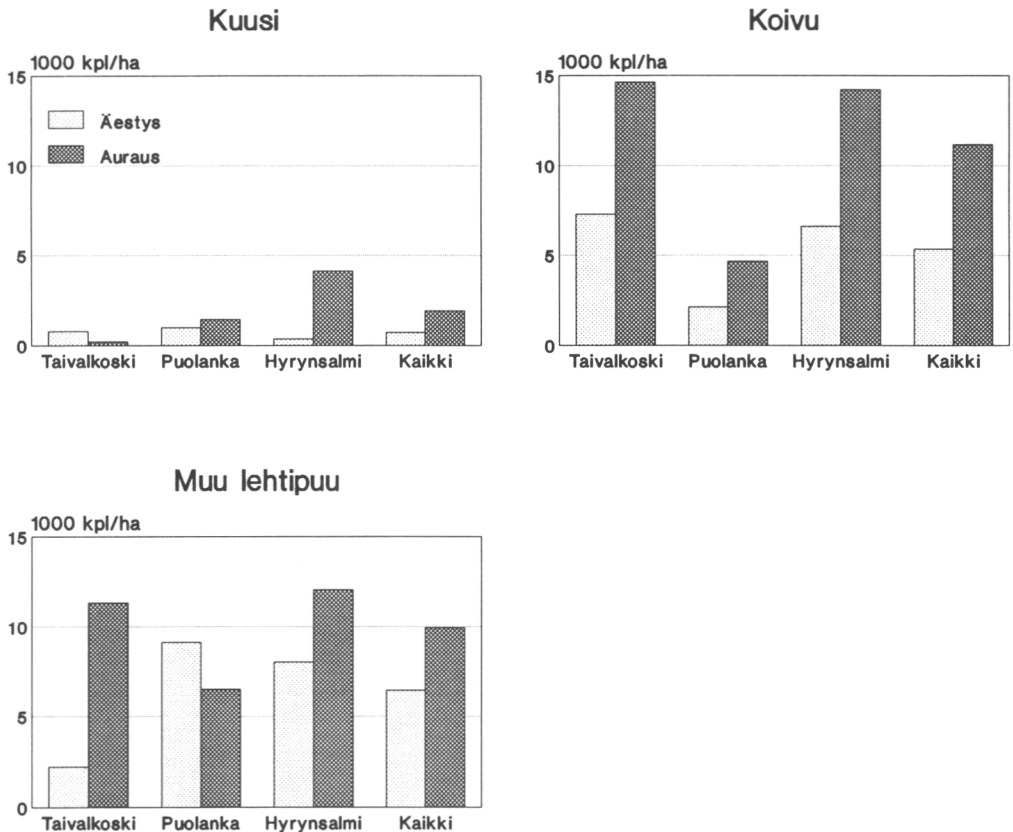


Kuva 5. Runkosumma viljelyruuduilla. Ikä 13 v.

D. Viljelemättömät ruudut

13 vuotta muokkauksen jälkeen viljelemättömillä koeruuduilla oli yleensä tyydyttävä taimikon alku. Äestysaloilla kuusia oli keskimäärin 700 ja koivuja 5 000 (kuva 6). Aurasaloilla taimimäärät olivat vastaavasti 1 900 ja 12 000. Aurasmuokkaus paransi tilajärjestystä vähentämällä aukkoisuutta. Pihlajaa ja haapaa oli 6 000 - 10 000. Kuusten pituus oli 60 ja 30 cm (äestys ensin), koivujen 160 ja 180 cm sekä pihlajien ja haapojen 110 cm muokkauksesta riippumatta.

Viljelemättömien koeruutujen taimettumistuloksista voidaan päätellä, että koalojen olosuhteissa, missä etäisyys reunametsään on 50 - 100 metriä, avohakkuun jälkeinen auraus on ollut keskimäärin riittävä toimenpide taimikon aikaansaamiseen muualla paitsi Taivalkoskella, missä siementävä reunametsä on perin heikkoa. Esimerkiksi suojuvualueiden taimimääriin verrattuna erot olivat pienet mutta pituudet jo kaksinkertaiset.



Kuva 6. Viljelemättömien koeruutujen taimimäärät.

2. Käytännön uudistusalojen inventointeja

Taivalkoskella tarkastettiin vuonna 1979 58 kymmenvuotiasta eli vuonna 1969 perustettua männyn viljelytaimikkoa, yhteensä 1 126 ha (Pelkonen ym. 1982). Päätulokset olivat seuraavat:

- Korkeustekijä oli ratkaiseva. 230 metrissä taimista oli elossa 58 % mutta 330 metrissä vain 28 %
- Siementä ei saa siirtää etelästä
- Valtion maalla oli vain muokattuja aloja ja istutuksia; taimista oli elossa 50 %
- Yksityismailla istutusten onnistumissadannes oli 12 ja kylvösten 15; konemuokkauksia ei ollut.
- Hyväksymällä viljelymäntyjen oheen luontainen mänty, kuusi ja koivut saadaan monesti kehitys- ja kasvatuskelpoinen metsä.

Kuusamossa tarkastettiin vuonna 1990 männyn luontaisen uudistamisen tuloksia (Peiponen 1991). Päätulokset:

- 280 metrin yläpuolella männyn luontaista uudistamista ei kannata yrittää
- Lämpiminä kesänä 1988 männyn siemen tulentui korkeillakin alueilla hyvin. Silloin muokatuilla aloilla taimia oli 11 000.
- Maalaji, sen hienoainesosuus, maan kivisyys ja heinäisyys eivät vaikuttaneet vakoon syntyneiden taimien määrään.
- Rinteen ilmansuunnan vaikutus oli pieni.
- Muokkaustyön laatu vaikutti ratkaisevasti männyntaimien määrään.
- Kivennäismaapinta taimettui monikymmenkertaisesti herkemmin kuin samankokoinen koskematon pinta. Luku oli männyllä 60, kuusella 73, rauduskoivulla 39 ja hieskoivulla 35.

Puolangalla tarkastettiin vuonna 1990 kuusen luontaisen uudistamisen aloja, jotka oli muokattu 6 - 14 vuotta aikaisemmin (Komulainen 1991). Päätulokset:

- Kuusen taimia oli äestysaloilla 2 840 ja aurasaloilla 4 740 kpl/ha
- 230 metrin korkeudessa taimia oli 8 420 ja 350 metrissä 3 130 kpl
- Hieskoivua oli keskimäärin 7 460; määrä oli korkeudesta riippumaton
- Kuusen taimia syntyi kivennäismaapintaan äestysaloilla 74- ja aurasaloilla 35-kertaisesti vastaavaan muokkaamattomaan pintaan verrattuna.

3. Tieto lisääntyy

Puulajivalinta Kainuussa ja Koillismaalla on 1970-luvulle asti ohjautunut pääasiassa mäntyyn Ilvessalon (1937) Peräpohjolan luonnonnormaaleissa metsissä tekemien mitausten perusteella. Niitä vahvistivat vielä Ilvessalon (1967) Kainuusta julkaisemat

metsien kehityssarjat. Mänty osoittautui niiden mukaan selvästi nopeakasvuisemmaksi kuin kuusi. Kuusi kuitenkin hyötyy aktiivisesta metsänhoidosta - kohoumia tekevästä maanmuokkauksesta ja istutuksesta - enemmän kuin mänty. Sekä käytännön metsänuudistamistyössä että viljelykokeissa saadun kokemuksen perusteella suhtautuminen mäntyyn korkeiden alueiden puulajina on muuttunut hyvin varaukselliseksi. Myös ilmastollisten tekijöiden merkityksestä näille puulajeille on saatu lisää tietoa. Luonnonmetsän puulajisuhteet ovat ilmeisesti hyvin tarkoin valikoituneet maaperällisten ja ilmastollisten tekijöiden vaikutuksesta sellaisiksi, että niiden muuttamista uudessa metsässä ei juurikaan ole syytä tavoitella.

Olen jo kolmesti Koillismaan metsäntutkimuspäivänä pitänyt esitelmän tästä samasta aiheesta:

- 21.10.1975 Kuusamossa Metsän uudistamisen edellytykset Koillismaalla
- 11.11.1981 Taivalkoskella Korkeiden maiden metsien uudistaminen
- 27.11.1986 Taivalkoskella Miten korkeiden maiden metsät uudistetaan.

Nyt on menossa neljäs otsikko samasta aiheesta. Onko tutkija saanut tänä aikana mitään positiivista aikaan?

Ensimmäisen esitelmän päätelmiä olivat:

- Kuusi on luotettava, mutta liian hitaasti kasvavana se on epätaloudellinen muualla kuin aivan parhailla paikoilla
- Männyllä luontainen uudistaminen ja sitä jäljittelevä hajakylvö muokkauspintaan ovat turvallisimmat uudistamistavat
- Voimakkaalla muokkauksella voidaan päästä hyvään alkuun
- Metsien uudistaminen Koillismaalla on epävarmalla pohjalla.

1981 johtopäätökset vaikuttivat jo jonkin verran varmemmilta:

- Mäntyä uudistetaan vain karuille maille, missä on edellytykset siemenpuuhakkuuseen
- Kuusi uudistetaan luontaisesti kaistalehakuulla koivu-kuusi kiertoa käyttäen
- Jos luontaisen uudistamisen edellytykset eivät ole riittävät, muokataan maa metsäauralla ja istutetaan kuusta tai lehtikuusta
- Kuusikko on kasvatettava lehtipuun sekaisena
- Korkeudella on selvä vaikutus tulokseen.

1986 edellisiä päätelmiä tuettiin, paitsi puulajivalinta tarkentui:

- Koetulosten perusteella voidaan suositella vain kuusta
- Mänty sopii vain karuimmille maille
- Rauduskoivu on sopiva, jos hirviä ja poroja ei ole
- Lehtikuusi on liian epävarma.

4. Päätelmät ja suositukset

Lämpösummarajan 870 kylmemmällä puolella näyttää avohakkuu ja metsäauraus riittävän tyydyttävän taimikon aikaansaamiseen jos etäisyys reunametsään on enintään 50 - 100 m. Kuusen istuttamisella kehitystä joudutetaan. Mänty sopii vain karkeille maille, joita on vähän. Ne tunnetaan siitä, että vanhassa metsässä männyn osuus on useita kymmeniä prosentteja.

Lehtikuusi on epävarma puulaji nykyisiä alkuperiä käytettäessä. Rauduskoivu lienee käyttökelpoinen puulaji, jos hirvi ja poro eivät tuhoa sitä, ei kuitenkaan enää 800 dd:n tienoilla.

Luontainen uudistaminen kuuselle kaistaleita tai 1 - 2 ha:n avohakkuualoja käyttäen on itse asiassaa koivun uudistamismenetelmä. Kuusi tulee koivun alle, ja aikanaan taimikonhoitovaiheessa ratkaistaan, kumman hyväksi toimenpiteet tehdään. Esimerkiksi nykyvuosien puutavaramarkkinoita ajatellen koivu on kasvatettava puulaji, ja kuusi joutuu kasvamaan koivikon alla niiden mahdollisuuksien turvin, mitä sen päällä hoidettavan koivun osalta kuuselle jää.

Muokkaamattomilla avohakkuualoilla koelajojen ulkopuolella tehtyjen havaintojen mukaan yksittäiset kuuset voivat kasvaa yhtä hyvin kuin muokkausaloilla, ja valtapituus 10-13 vuoden iällä voi olla sama. Keskipituus jää pieneksi. On todennäköistä, että viljelyalojen ensimmäistä harvennushakkuuta vastaavaa puusadon osaa ei niiltä saada, ja vajaapuustoisuuden vaikutus voi ulottua ajassa kauemmaksikin.

5. Kirjallisuus

- Ilvessalo, Y. 1937. Perä-Pohjolan luonnonnormaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. Summary: Growth of natural normal stands in Central North-Suomi (Finland). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*. 24.2. 168 s.
- 1967. Luonnonnormaalien metsiköiden kehityksestä Kainuussa ja sen lähiympäristössä. Summary: On the development of natural normal forest stands in south-eastern North-Finland. *Acta Forestalia Fennica* 81.5. 85 s.
- Komulainen, V.-M. 1991. Kuusen luontainen uudistuminen Puolangan vaarojen muokatuilla avohakkuualoilla. Pro gradu -työn käsikirjoitus. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 85 s.
- Peiponen, P. 1991. Äestysten ja siemenpuuston vaikutus männyn luontaiseen uudistamiseen Kuusamossa. Pro gradu -työ. Joensuun yliopisto. 56 s.
- Pelkonen, H., Tuomi, P. & Valtanen, J. 1982. Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Summary: Survival of pine on reforested sites in northern Finland. *Folia Forestalia* 511. 23 p.
- Valtanen, J. 1988. Korkeiden maiden metsien uudistaminen Oulun läänissä. Summary: Stand reforestation at elevated sites in Northern Finland. *Folia Forestalia* 718. 41 p.

Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- Nro 1. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1971.
- Nro 2. Tutkimuspäivän alustukset 1972.
- Nro 3. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1972.
- Nro 4. Kalevi Karsisto. Esituloksia suometsien fosforilannoitelajikoikeista. 1973.
- Nro 5. Kalevi Karsisto. Lannoitteiden levitystasaisuudesta moottorikelkkaa käytettäessä. 1973.
- Nro 6. Kalevi Karsisto. Kokeita typpilannoitteiden häviämisestä säikeistä. 1973.
- Nro 7. Kalevi Karsisto. Isorakeisen typpilannoitteen uppoamisesta lumeen. 1975.
- Nro 8. Markku Turtiainen ja Jukka Valtanen. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsäaurausalueilta. 1974.
- Nro 9. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1974.
- Nro 10. Esteri Ohenoja ja Niilo Takkunen. Alustavia tietoja lannoituksen vaikutuksesta kangasmetsien sienisatoon. 1974.
- Nro 11. Kalevi Karsisto ja Jorma Issakainen. Riistan tuottaminen metsänparannusalueilla. 1974.
- Nro 12. Kalevi Karsisto. Peatland forestry experiments in Pyhäkoski experimental area. 1974.
- Nro 13. Kalevi Karsisto. Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutus vesien saastumiseen. 1974.
- Nro 14. Tutkimuspäivän esitykset 1975.
- Nro 15. Metsäntutkimuspäivä Haapavedellä 1976.
- Nro 16. Metsäntutkimuspäivä Sotkamossa ja Ämmänsaarella 1977.
- Nro 17. Metsäntutkimuspäivä Haukiputaalla ja Muhoksella 1978.
- Nro 18. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1980.
- Nro 19. Mikko Moilanen ja Matti Oikarinen. Perkausajankohdan vaikutuksesta hieskoivun ja haavan vesomiseen kangasmaalla. 1980.
- Nro 20. Tuhka metsänlannoitteena. Toimittaneet Pekka Pietiläinen ja Markku Tervonen. 1980.
- Nro 21. Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1980.

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot

(Muhoksen tutkimusasema):

- Nro 3. Jussi Saramäki. Hieskoivun kasvu ja kasvatus Pohjanmaalla ja Kainuussa. 1981.
- Nro 17. Jorma Issakainen ja Mikko Moilanen. Lentolannoituksen levitystasaisuudesta ja työjäljen valvontamenetelmän kehittämisestä. 1981.
- Nro 24. Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1981.
- Nro 29. Mikko Moilanen ja Kalevi Karsisto. Lannoitteen levitystasaisuuden vaikutuksesta nuoren suomännikön pituuskasvuun. 1981.
- Nro 70. Metsäntutkimuspäivä Oulaisissa 1982.
- Nro 101. Jarmo Poikolainen ja Eero Kubin. Tuloksia kapealatvaisen kuusen juurruttamisesta. 1983.
- Nro 119. Metsäntutkimuspäivä Suomussalmella ja Sotkamossa 1983.
- Nro 133. Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen. Ojituksen, lannoituksen ja muokkauksen vaikutuksesta luontaiseen uudistumiseen piensararämeellä. 1984.
- Nro 158. Metsäntutkimuspäivä Oulussa 1984.
- Nro 198. Eero Kubin ja Hannu Raitio. Puustovauriot keväällä 1985 Suomessa. Metsäammattimiehille osoitetun kyselyn tulokset.
- Nro 199. Mikko Moilanen. Runkokäyrämallien tarkkuus lannoitetussa rämemännikössä. 1985.
- Nro 204. Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen. Lannoitusvaikutuksen riippuvuus levitysajankohdasta nuorissa rämemänniköissä. 1985.
- Nro 206. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1985. Kannuksen ja Muhoksen tutkimusosastojen yhteinen julkaisu.
- Nro 222. Matti Oikarinen ja Yrjö Norokorpi. Vuosina 1956-65 viljeltyjen männyntaimikoiden tila valtion mailla Pohjois-Suomessa. 1986.
- Nro 255. Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1986.
- Nro 281. Mikko Moilanen, Ari Ferm ja Jorma Issakainen. Kasvihuonekokeita erilaisen jäteaineen vaikutuksesta hieskoivun alkukehitykseen turvealustalla. 1987.
- Nro 290. Pentti Niemistö. KTP-84 tiedonkeruupäätteen metsässä kerättävän tiedon tallennusvälineenä. 1988.
- Nro 295. Metsäntutkimuspäivä Kärsämäellä 1987. 1988.
- Nro 299. Eero Kubin ja Jarmo Poikolainen (toim.). Ekologisten ja ekofysiologisten tutkimusten painopistealueet ja mittausvälineiden tarve metsänhoidon tutkimusosastolla. 1988.
- Nro 327. Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1988. 1989.
- Nro 361. Metsäntutkimuspäivät Oulussa 1989. 1990.
- Nro 381. Jukka Valtanen. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla 1970-luvulla. 1991.
- Nro 387. Metsäntutkimuspäivät Haapajärvellä 1990. 1991.
- Nro 388. Jukka Valtanen ja Arne Lehtosaari. Männyn uudistumiseen vaikuttavat tekijät Siikalatvan alueella. 1991.
- Nro 389. Matti Oikarinen. Suomussalmen männynviljelyinventointi. 1991.
- Nro 419. Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1991. 1992.

ISSN 0358-4283

ISBN 951-40-1227-5