

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

MUHOKSEN TUTKIMUSASEMAN
TIEDONANTOJA 18



METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ
KANNUKSESSA 1980

MUHOS 1980

ISBN 951-40-0496-5

Kansikuva: Perinteistä energiametsää (vasemmalla alhaalla), nykypäivän energiametsää (ylhällä), tulevaisuuden energiametsää (oikealla alhaalla). Valokuvat J. Issakainen.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

MUHOKSEN TUTKIMUSASEMAN
TIEDONANTOJA 18

METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ
KANNUKSESSA
1980

Muhos 1980

LUKIJALLE

Muhoksen tutkimusasema on järjestänyt vuodesta 1975 alkaen alueellisia metsäntutkimuspäiviä. Nyt 15.4.1980 Kannuksessa järjestettävä on seitsemäs. Tutkimuspäiville on kutsuttu tietyn kuntaryhmän alueella toimivat metsäammattimiehet, joille on annettu tuoreita tietoja metsäntutkimuksen tuloksista.

Tämä tutkimusaseman tiedonanto 18 sisältää Kannuksen tutkimuspäivän alustukset.

Tutkimusaseman johtaja
Jukka Valtanen

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
Jukka Valtanen Kaustisen ja Muhoksen metsänviljelyalueiden inventointituloksia	1
Pentti Savilampi Metsänviljelyalojen metsänhoidollinen tila	7
Eero Kubin Metsätaloustoimenpiteiden ympäristövaikutuksista	18
Pekka Pietiläinen Kasvuhäiriön laajuus ja merkitys	28
Jorma Issakainen Luontaisten vesakoiden biomassan tuotoskyvystä	37
Matti Oikarinen Perkausajankohdan vaikutuksesta hieskoivun ja haavan vesomiseen kangasmaalla	48
Jussi Saramäki & Eila Valtanen Lannoitus nuoren metsän kehityksen jouduttajana	50
Veli Pohjonen Energiapuuviljelmät - tulevaisuuden metsä- taloutta	60

Jukka Valtanen

KAUSTISEN JA MUHOKSEN METSÄNVILJELYALUEIDEN
INVENTOINTITULOKSIA

1. Johdanto

Muhoksen metsäntutkimusasema aloitti 1977 toimialueellaan vuosittain etenevän metsänviljelyalueitten metsittymistä selvittävän inventoinnin. Suunnitelman mukaan tarkastetaan eräissä näytekunnissa 5- ja 10-vuotiaat metsänviljelyt. Työ on tehty Kaustisella 1977, Muhoksella 1978 ja Taivalkoskella 1979. Seuraavina ovat vuorossa Ristijärvi 1980 ja Kärsämäki 1981.

Suunnitelmasta poiketen otettiin Kaustisella työn kohteeksi 1- ja 2-vuotiaat viljelyt. Piirimetsälautakunta oli nimittäin 1975 aloittanut kennotaimien käytön ja halusi tiedon niiden alkumenestymisestä taimituotannon suunnittelua varten. Muhoksella inventointi toteutettiin alkuperäisen suunnitelman mukaan. Taivalkoskella oli viljelytaimistoja niin paljon, että resurssit riittivät vain 10-vuotiaitten viljelyalojen tarkastamiseen. Samoin käy Ristijärvellä ja todennäköisesti myös Kärsämäellä.

2. Kaustisen inventointi

Kaustisella oli vuosina 1975 - 76 viljelty n. 60 uudistus-
alaa. Niistä tarkastettiin 44. Näiden keskikoko oli 1,66 ha
ja ala yhteensä 73,10 ha. Viljelytavoittain alat jakaantuivat
seuraavasti:

mänty, paljasjuurinen	17 alueella	16,95 ha
" kenno	26 "	37,10 "
" kylvö	8 "	13,10 "
kuusi, paljasjuurinen	6 "	5,95 "

13 uudistusosalalla oli kahta eri viljelytapaa. 31 alueella
oli käytetty vain yhtä materiaalia. Kaikki kennotaimet oli
istutettu syksyllä. Muut olivat kevätiljelyjä.

Elossaolosadannes laskettiin ohjeenmukaisen 2000 taimen vil-
jelytiheyden mukaan. Jos viljelytiheys olisi ollut tasainen,
olisi inventoinnissa käytettyyn 10 m²:n koeympyrään tullut
kaksi tainta. Tiheys vaihteli kuitenkin jonkin verran lähinnä
kivisyyden takia. Tiheissäkään kohdissa ei 10 m²:n alalle
hyväksytty enempää kuin kaksi tainta. Tällä menetelmällä
saatiin viljelytulokseksi seuraava:

mänty, paljasjuurinen	1450 kpl/ha	71 %
" kenno	1688 "	80 "
" kylvö	1559 "	76 "
kuusi, paljasjuurinen	1975 "	92 "

Maanmuokkauksen vaikutusta tutkittaessa todettiin, että TTS-
äkeellä muokatuilla aloilla männyn elossaolosadannes oli
15 - 16 ja kuusen 6 prosenttiyksikköä korkeampi kuin kuokka-
laikutusalloilla. Myös pituudessa oli 15 - 20 %:n ero äestyksen
hyväksi.

Saatu tulos - keskimäärin alle 80 % - merkitsee sitä, että uudistusalat on huollettava hyvin, jos tyydyttävä metsittyminen halutaan turvata.

3. Muhoksen inventointi

Muhoksella tarkastettiin 22 metsämaan ja 10 pellon viljelyalaa. Pinta-ala oli keskimäärin 1,46 ha ja yhteensä 46,6 ha. Metsämaalla keskikoko oli 0,99 ha ja pellolla 2,49 ha. Pinta-alasta oli 15 % viljelty täysin muokkaamatta, 35 % oli laikutettu kuokalla ja 8 % traktorilla. Peltoauralla viilutettuja oli 42 %.

Inventoitu pinta-ala jakaantui seuraavasti:

	Mänty ist.	Kuusi kylvö	Koivu ist.	Yht. ist.	Yht. ha	%
5 v	15,6	3,5	4,9	6,5	30,5	65
10 v	3,9	4,5	7,7	-	16,1	35
Kaikki	19,5	8,0	12,6	6,5	46,6	100

Viljelyjen onnistumissadannes laskettiin ohjeenmukaisen 2000 taimen viljelytiheyden mukaan. Onnistuminen vaihteli alueittain 9:stä 80 %:iin. Keskimäärin se oli 49 % 1. viljelytaimia oli elossa 971 kpl/ha. Viiden vuoden ikäisissä männyn ja kuusen viljelyissä taimia oli elossa 1126 kpl/ha (56 %) ja kymmenvuotiaissa 779 kpl/ha (39 %). Koivuja (5 v) oli elossa 1070 (54 %).

Mikään puulaji tai materiaali ei ollut muita selvästi parempi tai huonompi. Tosin viiden vuoden iällä männyn istutustulos oli muihin verrattuna ylivoimainen, mutta kymmenvuotiaissa taimistoissa erot eivät enää olleet suuret.

Kasvupaikkatyypillä - eri metsä- ja peltotyypeillä - ei ollut mainittavaa vaikutusta tulokseen. Maan muokkaamisesta oli etua pelloilla mutta ei metsämaalla. Pellolla viljelytulos parani muokkaamattoman pellon 32 %:sta viilutuksella 72 %:iin, jos muut tekijät pysyivät samoina.

Luonnontaimien ansiosta metsittymistulos oli parempi kuin viljelytulos. Kasvatettaviksi valittuja luonnontaimia oli keskimäärin 336 kpl/ha. Mäntyjä oli 205, kuusia 66 ja koivuja 65 kpl/ha. Kasvatettavien taimien määrä nousi niiden takia 971 taimesta 1307 taimeen 1. 49 %:sta 65 %:iin. Luontaisen aineksen määrä laski jonkin verran viidestä kymmeneen ikävuoteen.

Taimistojen kehityskelpoisuus määritettiin Tapion ohjeen mukaan. Yli 1200 tainta/ha luokitellaan kehityskelpoiseksi, 800 - 1200 on täydennettävä ja alle 800 uusittava. Luontaista ainesta hyväksytään jonkin verran; määrä ja puulaji riippuu kasvupaikasta. Pelkän viljelytuloksen mukaan oli tarkastetuista 32 alueesta kehityskelpoisia 14, täydennettäviä 5 ja uusittavia 13. Hyväksymällä luontaista ainesta Tapion ohjeen mukaan vastaavat luvut olivat 20, 5 ja 7. Oman inventointiohjeemme mukaan luontaista ainesta, ennen muuta hieskoivua, hyväksyttiin runsaammin. Näin luokituksiksi saatiin 22, 4 ja 6. Luontaisella aineksella oli siis merkittävä osuus uudistusalojen metsittymisessä.

Kasvatettaviksi valittujen taimien lisäksi oli paljon ylimääräisiä taimia, jotka taimistohoidossa poistetaan. Viljelytaimia oli elossa 1154 kpl/ha, mutta niistä oli jo 183 kpl (16 %) eri syistä jäänyt kehityksessä niin jälkeen, että niitä ei voitu hyväksyä kasvatettaviksi. Ylimääräisiä luonnontaimia oli keskimäärin 5586. Niistä koivuja (lähes yksinomaan hieskoivua) oli n. 3700 ja haapaa vajaa tuhat. Haapaa oli eniten kuivahkolla kankaalla. Mäntyjä oli 600 ja kuusia 400.

Taulukko 1. Kasvatettaviksi hyväksytyt taimet, kpl/ha

Materiaali ja ikä	Viljely- taimet		Luontaiset taimet						Yhteensä	
	kpl	%	Mänty kpl	%	Kuusi kpl	%	Koivu kpl	%	kpl	%
Mä ist. 5 v	1596	80	71	4	56	3	9	0	1732	87
10 v	1042	52	139	7	6	0	207	10	1394	70
Mä kylvö 5 v	1142	57	589	29	-	-	-	-	1732	87
10 v	800	40	323	16	-	-	-	-	1124	56
Ku ist. 5 v	1286	64	181	9	178	9	-	-	1645	82
10 v	842	42	9	0	51	3	-	-	902	45
Ko ist. 5 v	1302	65	-	-	-	-	131	7	1433	72
Keskimäärin	1167	58	179	9	53	3	49	2	1447	72

Kokonaistaimimäärä oli 5 vuoden ikäisillä viljelyaloilla 7896 ja 10 vuoden ikäisillä 6026, keskiarvo 7077 kpl/ha. Taimia oli siis 3,5-kertaisesti tavoitteena pidetty 2000 kpl. Kuitenkin kasvupaikkatyyppin, puulajin, kasvutilan, koon ja taimien kunnan perusteella kasvatettaviksi hyväksyttiin vain 1307 l. 18 % uudistusalan taimien määrästä. 5770 kpl l. 82 % joudutaan taimistoa hoidettaessa poistamaan.

4. Päätelmät

Sekä Kaustisella että Muhoksella suoritettu viljelyalojen tarkastus osoitti, että metsittäminen ei keskimäärin onnistu toivotulla tavalla. On hyvin onnistuneita alueita mutta liian paljon myös epäonnistuneita. Todennäköistä on, että epäonnistumiset johtuvat ihmisen tekemistä virheistä joko viljelyn aikana tai myöhemmin uudistusalan hoidon jäädessä puutteelliseksi. Vajaa metsittyminen merkitsee aikanaan puuntuotannon vähemmyyttä, ilmeisesti laadun heikkenemistä ja tarkistuksen tarvetta alueelliseen puutaseeseen.

Molemmat tarkastetut paikkakunnat sijaitsevat metsänuudistamista ajatellen ilmastollisesti edullisella alueella. Metsän kylvöllä ja istuttamisella pitäisi olla hyvät mahdollisuudet onnistua niin, että uudistusala metsitty vähintään tyydyttävästi. Muhoksella näin ei käynyt ja Kaustisellakaan ei ole varmuutta lopullisesta onnistumisesta. Tehty tutkimus viittaa siihen, että vastuussa olevien metsäammattimiesten on entistä enemmän korostettava uudistusalan jälkihuollon merkitystä. Vastikään toteutettu lainmuutos ilmeisesti auttaa ammattikuntaamme tässä pyrkimyksessä. Myös luontaisen uudistamisen käyttöä olisi ollut syytä tarkemmin harkita joillakin uudistusaloilla.

Korjaus

Edellisen tekstin kirjoittamisen jälkeen todettiin Muhoksen aineiston käsittelyssä kaksi korjattavaa asiaa:

1. Laskennassa hyväksyttiin kasvatettaviksi taimiksi vain kaksi tainta 10 m^2 :n koeympyrään (= 2 000 tainta/ha), vaikka niitä sijainnin ja etäisyyksien puolesta voi sopia joskus 3 - 4 tainta. Tulokset tulivat tällä tavalla liian huonoja.
2. Peltotaimistot inventoitiin kulkemalla pitkin taimiriviä ja ottamalla koeympyrät rivistä määrävälein. Tällä tavalla saadaan 9,8 %:n aliarvio.

Molemmat kohdat on korjattu taulukkoon 1 sivulle 5. Tekstiin ei vastaavia korjauksia ole tehty. Oikeat tulokset ovat n. 10 prosenttiyksikköä (-) tekstissä mainittuja korkeammat.

Pentti Savilampi

METSÄNVILJELYALOJEN METSÄNHOIDOLLINEN TILA

Johdanto

Vuonna 1978 inventoitiin Muhoksella 5 ja 10 vuotta vanhat metsänviljelyt (ks. Jukka Valtasen esitelmä). Inventoinnin yhteydessä tehtiin uudistusaloittain silmävaraiset arvioinnit, mitä metsänhoitotoimenpiteitä oli tehty ja kuinka huolellisesti ne oli suoritettu. Lisäksi tarkastettiin olisiko toimenpiteitä tarvittu niillä uudistusaloilla, joilla niitä ei ollut tehty. Samalla tehtiin ne työehdotukset, jotka metsänhoidolliselta kannalta olisivat olleet tarpeellisia. Tehtiin myös yleishavaintoja taimistojen aukkoisuudesta ja elinvoimaisuudesta sekä lopuksi yleisarvostelu taimiston nykytilanteesta.

Tehdyt metsänhoitotoimenpiteet ja niiden arvostelu

Tehdyt hoitotoimenpiteet %				Hoitotoimenpiteiden arvostelu %		
Viljelytapa	Ei tehty	Per-kaus	Perkaus ja harvennus	Ei tarvittu	Tehty puutteellisesti	Olisi tarvittu
Mä ist. 5 v	100			33		67
" 10 v	100					100
Mä kylvö 5 v	75		25	25	25	50
" 10 v	100					100
Ku ist. 5 v	100			17		83
" 10 v	100					100
Ko ist. 5 v	50	50			50	50

Tehdyt metsänhoitotoimenpiteet luokiteltiin: ei tehty, perkaus sekä perkaus ja harvennus. Muita toimenpiteitä ei ollut tehty. Tutkituilla uudistusaloilla oli tehtyjen hoitotoimenpiteiden määrä vähäistä, vain 5-vuotisissa männynkylvöissä oli perkausta ja harvennusta 25 % sekä koivunistutuksessa perkausta 50 %.

Metsänhoitotöiden arvostelu luokiteltiin seuraavasti: ei tarvittu, tehty puutteellisesti ja olisi tarvittu. Vain nuoremmissa männyn- ja kuusenviljelyissä oli muutamia uudistusaloja, joissa mitään hoitotoimenpidettä ei tarvittu. Vanhemmissa joka puulajin viljelyissä olivat kaikki uudistusalat jonkinlaisen hoitotyön tarpeessa. Kaikki metsänhoitotyöt oli tehty puutteellisesti (kuva 1).

Ehdotetut metsänhoitotoimenpiteet %

Viljelytapa	Ei ehdoteta	Perkaus	Harvennus	Perkaus ja harvennus	Verho- puuston poisto	Täyden- nys- viljely	Uusintaviljely
Mä ist. 5 v	33	67					
" 10 v		66	17	17			33
Mä kylvö 5 v	25	25	25	25			
" 10 v		67		33		33	33
Ku ist. 5 v	17	33			33	17	
" 10 v		20			80	40	40
Ko ist. 5 v		100				50	

Taimiston varttuessa lisääntyy myös metsänhoitotoimenpiteiden tarve. Viisivuotisissa männynviljelyissä keskimäärin n. 30 %:lla ei tarvittu mitään hoitotoimenpiteitä, kun taas 10-vuotisissa taimistoissa niitä tarvittiin kaikilla uudistusaloilla.

Suurin tarve ehdotetuista metsänhoitotoimenpiteistä männynviljelyssä on perkaus, lukuuhottamatta 5-vuotista kylvää, jossa perkauksen tarve on vain 25 %. Pelkästään taimiston harvennuksen tarve on vähäistä, kun taas perkaus ja harvennus yhdessä muodostavat jo suuremman taimistonhoidon tarpeen.

Kaikissa vanhemmissa viljelyissä metsänhoitotoimenpide-ehdotusten summa on yli 100 %. Se johtuu siitä, että joillekin uudistusalueille on jonkin hoitotoimenpiteen lisäksi ehdotettu täydennysviljelyä. Samasta syystä myös kuvissa olevat täydennysviljelyjen diagrammit on piirretty omaksi ryhmäksi edellä mainituissa tapauksissa. Täydennysviljely on silti yhtä tärkeä hoitotoimenpide kuin mikä muu tahansa, vaikka se maastossa on merkitty toiseksi toimenpide-ehdotukseksi. Toisaalta ei ole järkevää täydennysviljellä uudistusaluetta, ellei esim. perkausta suoriteta ensin ja siten turvata vielä elossa olevia ja myös ehdotetun täydennysviljelyn taimia. Täydennysviljelyn tarvetta männyllä on vain 10-vuotisilla kylvöillä. Myös kuusen 10-vuotisilla ja koivun istutuksilla on täydennystarvetta.

Pienimpiä taimimääriä hehtaarilla on 10 vuoden vanhoilla viljelyalueilla, ja siitä syystä myös uusintaviljelyä on vain kyseisillä uudistusaloilla. Koska männyn istutustaimisto on jo niinkin vanhaa ja siten taimetkin jo aika pitkiä, ei täydennysviljelyä voinut enää suosittaa. Tämän vuoksi ensimmäiseksi toimenpidevaihtoehdoksi asetettiin viljelytaimiston kasvattaminen ja sen hoitaminen pienestä taimimäärästä huolimatta, ja vasta toiseksi ehdotettiin uusintaviljelyä. Niissä tapauksissa, joissa uusintaviljelyä on ehdotettu, on aina toimenpide-ehdotusten prosenttimäärien summa yli 100 ja näin ollen myös uusintaviljelyt on piirretty eri diagrammiksi.

Männyn kylvön ja kuusen istutusten 10-vuotiailla viljely-alueilla olivat elossa olevat taimet vielä sen verran pieniä, että täydennysviljelyn voi suorittaa. Rajoittavana tekijänä oli vain se, oliko uudistusalueella elossa olevia taimia tarpeeksi, jolloin kielteisessä tapauksessa toisena vaihtoehtona oli uusintaviljely. Näitä kumpaakin viljelyä oli po. alueilla.

Koivun istutusta oli vain 2 aluetta, jotka kumpikin olivat 5 vuoden ikäisiä viljelyjä. Tämän ikäisten koivun istutusten pituus on jo niin suuri, että täydennysviljely ei tule enää kysymykseen. Toisella istutusalueella oli kuitenkin taimistossa niin suuria aukkoja, että täydennys-taimet tulevat omaksi ryhmäksi, eikä taimien pituusero enää haittaa.

Yleishavaintoja uudistusalueiden taimistoista

Aukkoisuus %

Viljelytapa	Ei aukkoja	Aukkoja vähän	Isoja aukkoja
Mä ist. 5 v	33	67	
" 10 v	17	50	33
Mä kylvö 5 v	50	50	
" 10 v	33		67
Ku ist. 5 v	33	50	17
" 10 v		40	60
Ko ist. 5 v	50		50

Vertailtaessa viiden ja kymmenen vuoden vanhoja viljely-taimistoja keskenään, huomataan kuinka viljelytaimet vähe-nevät taimistojen iän karttuessa, ja taimistot käyvät aukkoisemmiksi ja harvemmiksi. Täysin aukottomia 5-v.männyn-viljelytaimistoja oli n. 16 % enemmän kuin vastaavia

10-v. taimistoja. 5 vuotta vanhoissa männynviljelytaimistoissa ei ollut ollenkaan aukkoisuusluokkaa, kun niitä 10 v.ikäisissä männyntaimistoissa oli istutusalueilla 33 % ja kylvöalueilla 67 %.

Aukkoisuuteen on vaikuttanut myös epätasaisesti suoritettu viljelytyö, sillä joillakin uudistusaloilla oli taimia istutettu paikoin jopa 7 000 kpl:n hehtaaritiheyteen, jolloin taimia ei ollut riittänyt tasaisesti koko uudistusalueelle. Kuusen istutustaimistojen aukkoisuus saattoi osaksi johtua em. syystä, sillä kuusentaimien elossapysyminen on yleensä hyvä varjossakin, jos istutustyö on suoritettu hyvin.

Elinvoimaisuus %

Viljelytapa	Taimisto	Lieviä	Tuntuvia
	terve	tuhoja	tuhoja
Mä ist. 5 v	67	17	17
" 10 v	33	33	33
Mä kylvö 5 v	100		
" 10 v	100		
Ku ist. 5 v	100		
" 10 v	80	20	
Ko ist. 5 v	100		

Taimiston hoitamattomuus ja siitä johtuva yleinen heikentyminen oli suurin tekijä, joka männyllä pudotti elinvoimaisuutta alaspäin. Oli uudistusaloja, joissa männyn viljelytaimet olivat jääneet täysin lehtipuuston alle, ja niiden selviäminen eteenpäin ilman auttavaa ihmiskättä näytti mahdollottomalta ja joskus jopa liian myöhäiseltäkin. Toinen merkittävä tuhonaiheuttaja oli kasvuhäiriö, jota esiintyi männyllä vain suopeltojen metsitysaluilla. Kuusen taimistot

olivat yleensä luokituksemme mukaan terveitä. Jos verho-
puuston määrä vaihteli paljon uudistusalueen eri osissa, oli
kuusen viljelytaimisto kehittynyt epätasaiseksi ollen
paikoin jopa hyvin kituvaakin. Tällöin merkitsimme elin-
voimaisuudeksi lieviä tuhoja.

Yleisarvostelu %

Viljelytapa	Hyvä	Tyydyttävä	Epäonnistunut
Mä ist. 5 v	33	67	
" 10 v	17	50	33
Mä kylvö 5 v	50	50	
" 10 v	33		67
Ku ist. 5 v	33	67	
" 10 v		60	40
Ko ist. 5 v	50		50

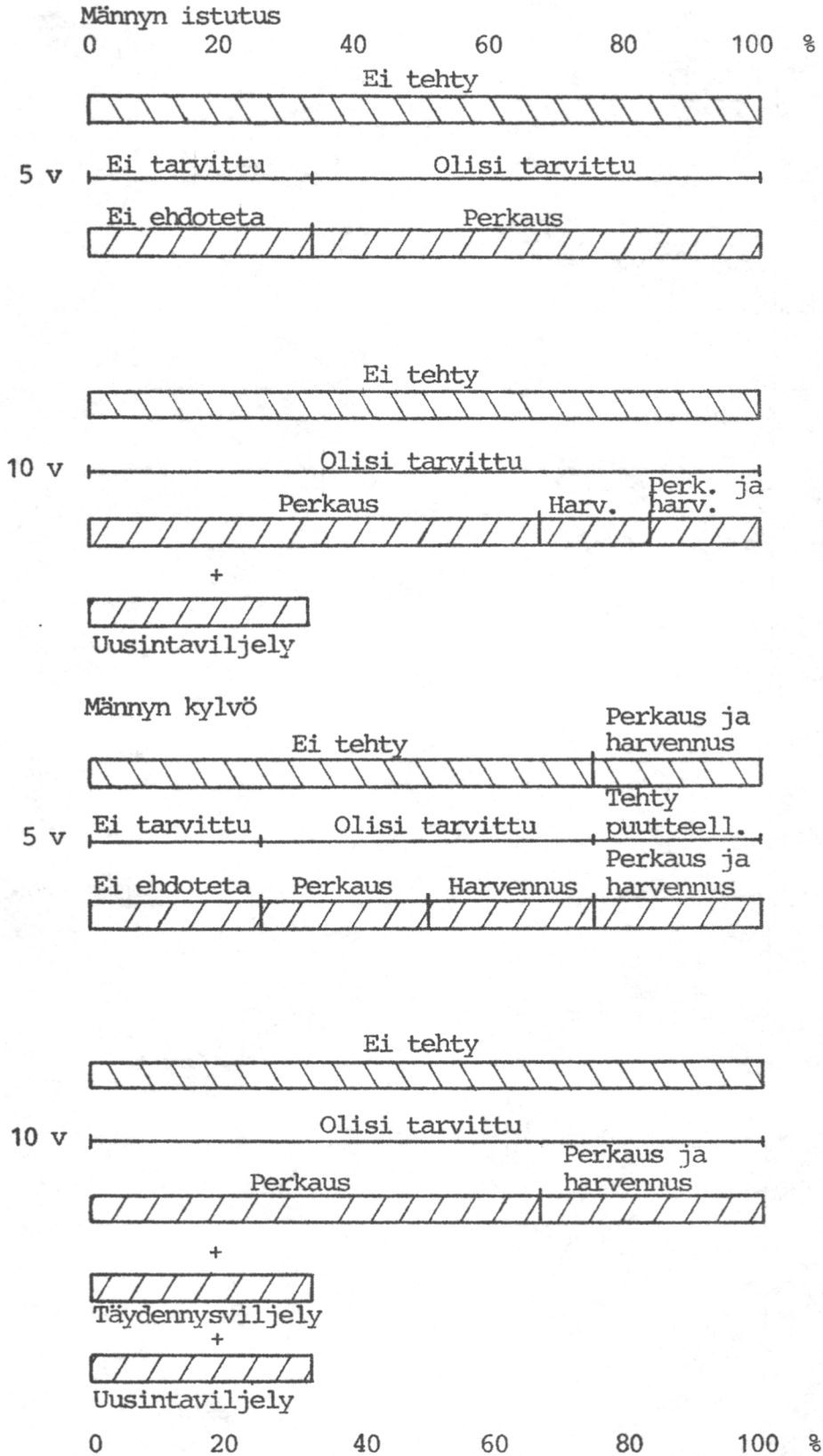
Yleisarvosteluun vaikutti voimakkaimmin taimiston aukkoisuus ja siten se, paljonko keskimäärin kasvatettavia taimia oli hehtaarilla. Yleisarvostelu perustui inventointihetken tilanteeseen, paljonko taimia oli elossa, eikä siinä otettu huomioon perkauksen laiminlyömisestä johtuvaa viljelytaimien tulevaa vähenemistä. Yleisarvostelussa vähemmälle huomiolle jäi elinvoimaisuus paitsi silloin, kun se ratkaisevasti oli heikentynyt. Hoitamattomilla männynviljelyalueilla ei koivua voinut paljon hyväksyä kasvatettavaksi männyn taimien lisäksi, sillä koivu nuorena nopeakasvuisena oli viljelytaimia kookkaampaa ja olisi siten varjostanut ja haitannut niiden myöhempää kehitystä. Em. syystä männynviljelyalueilla kasvatettavien taimien määrä jäi vähäiseksi, ja siten epäonnistuneita uudistusaloja oli aika paljon.

Yhteenveto

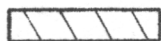
Tutkituilla uudistusaloilla eräin paikoin viljelytaimistot vallanneet luonnonkoivut ovat useimmiten hieskoivuja. Kun hieskoivun tiedetään olevan heikompikaevuinen puulaji verrattuna viljelypuulajeihin, olisi kyseiset uudistusalat nopeasti perattava. Tällä tavoin monen kohteen yleisarvostelu paranisi yhdellä luokalla. Epäonnistuneet kylvöalat voitaisiin lisäksi täydennysistutuksilla saada tyydyttävään kuntoon.

Nämä silmämääräiset luokitukset tehdyistä ja ehdotetuista metsänhoitotoimenpiteistä sekä yleishavainnoista eivät poikkea paljoakaan, kun vertaa uudistusaloittain saatuihin inventointituloksiin. Pieniä yksittäisiä eroja tietenkin on. Tarkastamalla useampaa tekijää samanaikaisesti käyvät ne paremmin yksiin.

Kuva 1. Tehdyt ja ehdotetut metsänhoitotoimenpiteet.



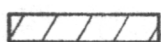
Selitys



Tehdyt metsänhoitotoimenpiteet

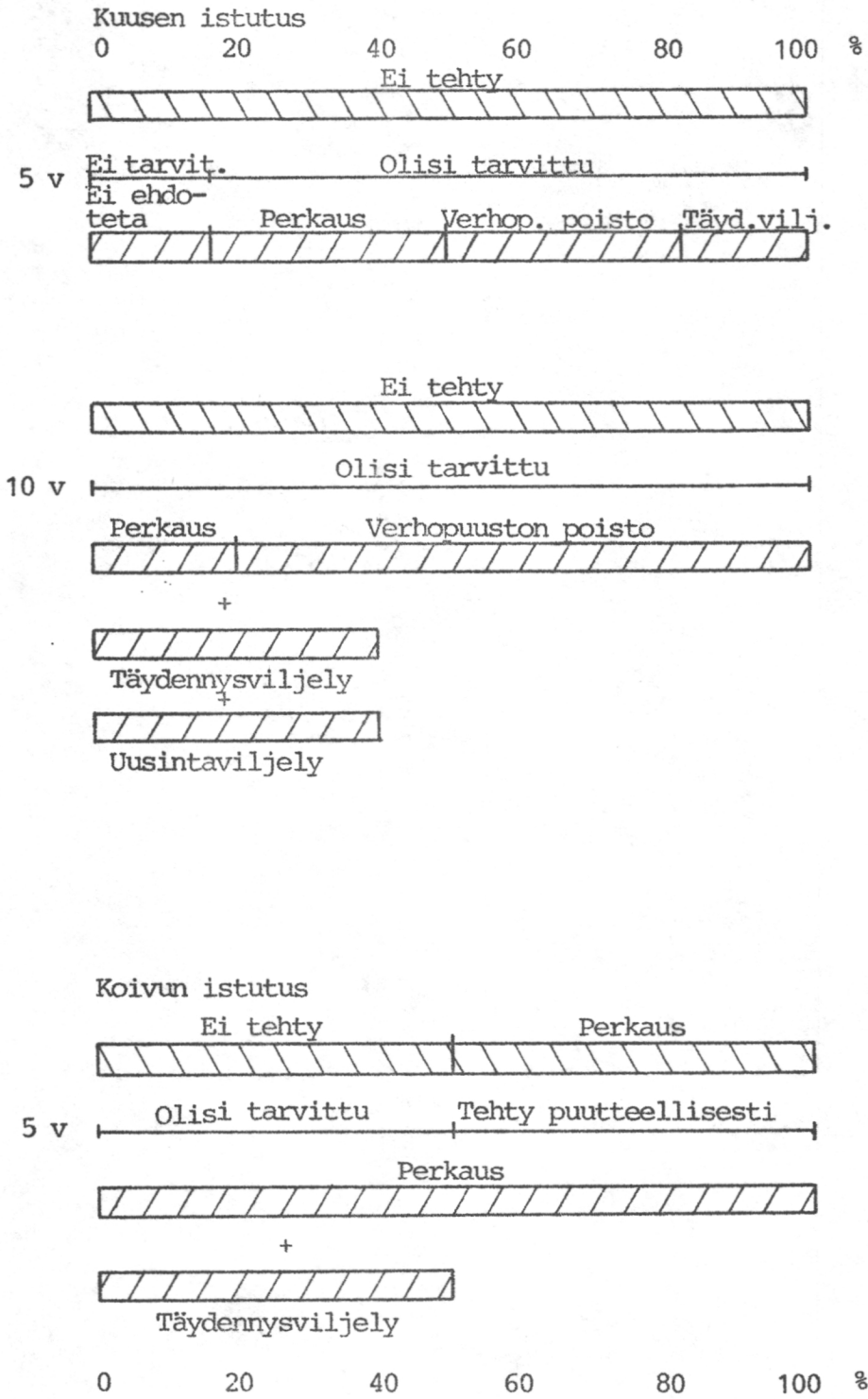


Metsänhoitotoimenpiteiden arvostelu

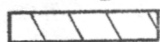


Ehdotetut metsänhoitotoimenpiteet

Kuva 1 jatkuu



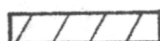
Selitys



Tehdyt metsänhoitotoimenpiteet

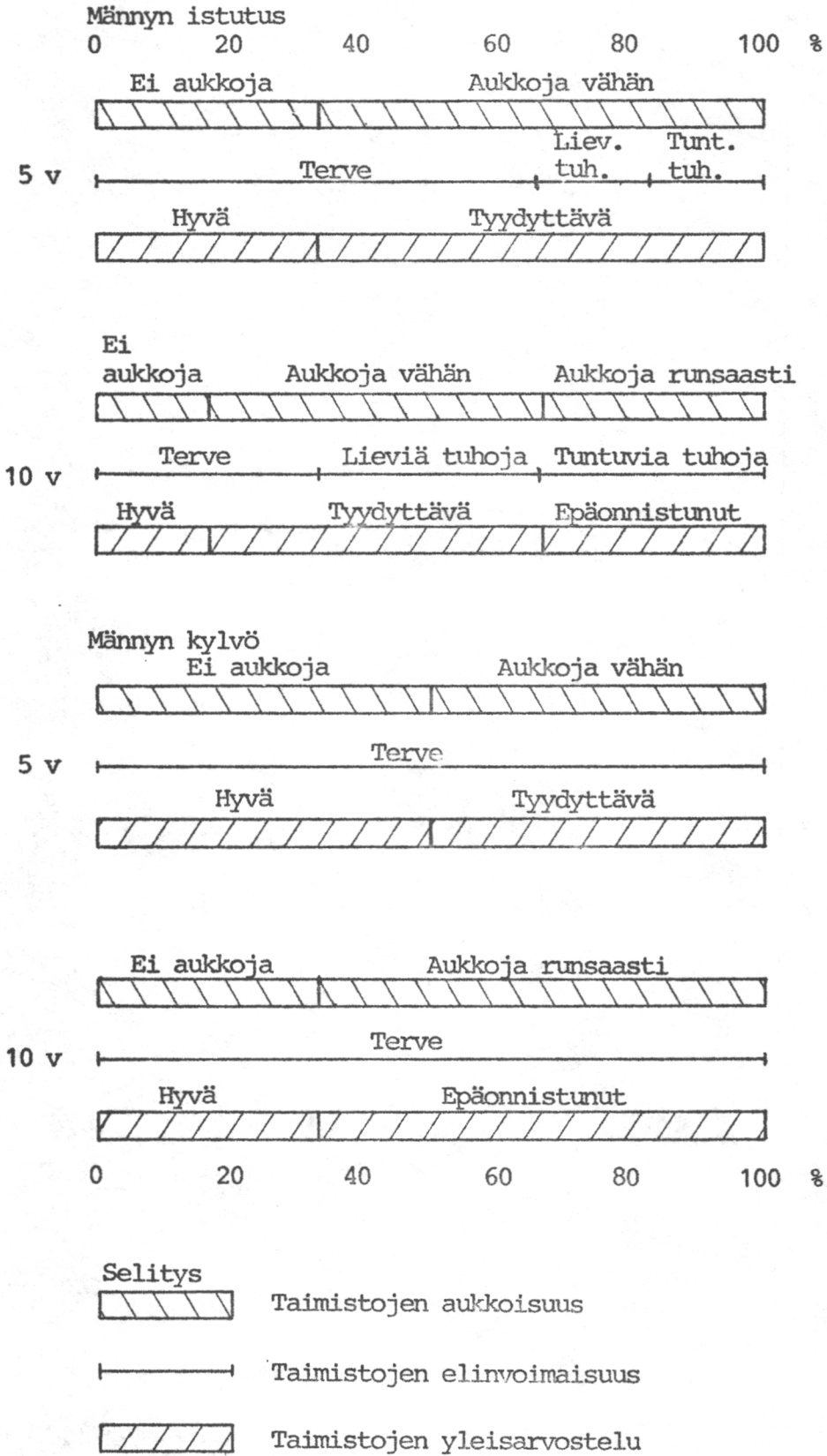


Metsänhoitotoimenpiteiden arvostelu



Ehdotetut metsänhoitotoimenpiteet

Kuva 2. Yleishavaintoja uudistusalojen taimistoista.



Kuva 2. jatkuu

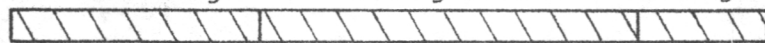
Kuusen istutus

0 20 40 60 80 100 %

Ei aukkoja

Aukkoja vähän

Aukkoja runs.



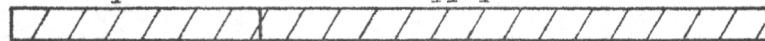
5 v

Terve



Hyvä

Tyydyttävä



Aukkoja vähän

Aukkoja runsaasti



10 v

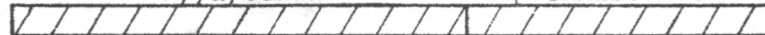
Terve

Lieviä
tuhoja



Tyydyttävä

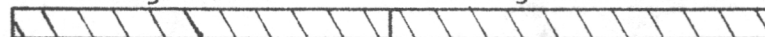
Epäonnistunut



Koivun istutus

Aukkoja vähän

Aukkoja runsaasti



5 v

Terve



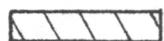
Hyvä

Epäonnistunut



0 20 40 60 80 100 %

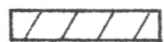
Selitys



Taimistojen aukkoisuus



Taimistojen elinvoimaisuus



Taimistojen yleisarvostelu

Eero Kubin

METSÄTALOUSTOIMENPITEIDEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSISTA

1. Johdanto

Metsätaloustoimenpiteet merkitsevät usein hyvin voimakasta muutosta metsäluonnolle. Tehdystä toimenpiteestä riippuen ympäristövaikutukset ovat joko pysyviä tai lyhyempiaikaisia. Pysyviä muutoksia aiheuttaa mm. soiden ojitus, minkä tarkoituskin on muuttaa luontosuhteet pysyvästi puuntuotannolle edullisiksi. Suhteellisen pitkäaikaiset ympäristömuutokset aiheutuvat myös avohakkuista, varsinkin jos avoalan metsittäminen ei onnistu toivotulla nopeudella.

Puuraaka-aineen taloudelliselle hyväksikäytölle ei ole vaihtoehtoa; pikemminkin on nähtävissä yhä kasvavaa mielenkiintoa puiden orgaanisen massan monipuoliseksi hyödyntämiseksi. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että metsäluonnon tarjoamat mahdollisuudet käytetään tulevaisuudessa entistä tarkemmin hyväksi. Tällöin on tarpeen, että ollaan tarkoin selvillä niin luonnon hyväksikäytön realistisista mahdollisuuksista kuin kaikista siitä aiheutuvista seurausvaikutuksista.

2. Avohakkuu ja taimistonhoito

Metsien vuosituhantisessa historiassa metsäpalot toistuvina luonnonilmiöinä ovat määränneet metsäluonnon kehityksen kulkua. Metsäpalon jälkeen kasvupaikka käy aina läpi peräkkäisiä kehitysvaiheita. Häiriöttömän kehityksen lopputuloksena on metsikön rakenteen yksinkertaistuminen (kuva 1A). Mutta vanhatkin metsiköt päätyvät aikanaan tuhoon,

joko asteittain tai yhdellä kertaa. Ja jälleen alkaa uusi kehityssarja, seurauksena edellisestä mutta myös sille jatkoksi.

AVOHAKKU. Vanhojen luonnonmetsien paljaasihakkuuta voidaan pitää hyvin luonnollisena tapahtumana. Kasvatusvaiheen nuoren hyväkuntoisen metsikön paljaasihakkuu olisi puolestaan metsätaloudellisessa mielessä huono toimenpide, eikä sitä saa tehdä kuin erikoistapauksissa.

Avohakkuu merkitsee, toisin kuin harvennushakkuut, metsäluonnolle voimakasta muutosta. Paljaasihakkuun jälkeen avoalalle jää runsaasti hakkuutähteitä; kannot ja juuret mukaan lukien noin 40 % puuston biomassan kokonaismäärästä. Hakkuutähteiden hajotessa maan ravinnepitoisuus kasvaa. Aluskasvillisuus rehevöityy ja sitoo vapautuvia ravinteita biologiseen ravinnekiertoon. Tämä estää huuhtoutumista. Kaikkein helppoliukoisimpien ravinteiden huuhtoutumisvaara pieneneekin tuntuvasti aluskasvillisuuden rehevöityessä.

Avohakkuu muuttaa myös paikallisilmastoa varsin tuntuvasti, ja sen seurauksena monet kasvupaikkatekijät muuttuvat (kuvat 2 ja 3). Varjoisaan metsään verrattuna keskipäivän paahde saattaa varsinkin päivänpaisterinteillä kohottaa maan pintaosien lämpötilan jopa 40 °C:seen. Yöllä puusto ei ole estämässä ulossäteilyä, ja maanpinnan läheiset ilmakerrokset ovat puolestaan kylmempiä kuin metsässä.

Metsikön luonnonoloissa tapahtuvaa kehitystä ohjaa lajien ja yksilöiden kilpailu elintilasta. Kehityksen pyörä ilman luonnontuhoja ei ole nopea. Tuoreen kangasmetsän kuusetuminen sekametsävaiheiden kautta kestää yli 200 vuotta (kuva 1A). Talousmetsissä tässä ajassa nykyisen käytännön mukaan korjataan kaksi kasvupaikalle optimaalista puusatoa ja saatetaan kolmas alkuun (kuva 1B). Luonnonkehitykseen

verrattuna tahti on kiivas ja tuo esiin ajatuksen luonnon tuotantokyvyn kestävydestä. Keski-Euroopassa puun ja hakkuutähteiden toistuva talteenotto on paikoin johtanut kasvupaikan tuotantokyvyn alenemiseen. Tämän tiedon ei tarvitse olla sovellettavissa meille, mutta puun tehostetun talteenoton yleistyessä tämäkin mahdollisuus on otettava huomioon. Pitkän kiertoajan takia kasvupaikan tuotantokyky tuskin laskee suuresti, mutta saattaa varsinkin karummilla paikoilla muuttua huonompaan suuntaan.

MAANMUOKKAUS. Paljaaksihakkuuseen liitetään nykyisin usein maanmuokkaus. Maanmuokkauksella on suoritustavasta ja paikasta riippuen suhteellisen voimakas ympäristöä muuttava vaikutus, varsinkin kun sen seurauksina muuttuvat primaariset kasvupaikkatekijät, ilmasto ja maaperä (vrt. kuva 2). Ilmasto-olot muuttuvat lähinnä maan lämpenemisen ja maanpinnan läheisen kerroksen ääri vaihtelun tasoittumisen myötä edullisemmiksi kuin muokkaamattomilla aloilla. Maan fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten ominaisuuksien muutokset ovat enemmän vaihtelevia. Taimien alkukehitys on kuitenkin muokatuilla aloilla selvästi parempi kuin muokkaamattomilla.

Metsämaan muokkausta on arvosteltu voimakkaasti sen ympäristövaikutusten vuoksi. Maanmuokkaus vaikeuttaa luonnossa liikkumista, poronhoitoalueella sen on paikoin katsottu rajoittaneen poronhoidon mahdollisuuksia ja maisemallisesti muokkausaloja pidetään rumina, luontoa turmelevina. Pitkällä aikavälillä vaikutukset tasoittuvat, mutta ovat olemassa hyvin kauan. Esimerkiksi aurauksen reliefin tasoittuminen kestää Pohjois-Suomessa yli 20 vuotta, ajan jonka kuluessa taimisto jo peittää maisemallisesti alueen.

Maanmuokkaus parantaa maan lämpösuhteita, mikrobitoiminta vilkastuu ja käyttökelpoisten ravinteiden määrä kasvaa. Kuten hakkuualoilta tapahtuu maanmuokkausaloiltakin ravinteiden huuhtoutumista. Rehevöityvällä aluskasvillisuudella on tässäkin keskeinen tehtävä ravinteiden biologisessa kierrossa ennen taimiston varttumista. Aluskasvillisuudella on merkitystä myös paljastetun maan eroosion kannalta. On kuitenkin todettava, että maan kulkeutuminen moreeni- maiden aurasalueilla on hyvin vähäistä. Sen sijaan kaltevilla lajittuneilla mailla kivennäismaan kulkeutuminen on paljolti mahdollista.

TAIMISTON PERKAUS. Vesakontorjunta uudistusaloilla on lähes poikkeuksetta välttämättömyys, joka on tehtävä tavalla tai toisella. Vuosittain tehdään taimistonhoitoa noin 400 000 ha:lla. Valtaosa siitä, noin 80 - 90 %, tehdään pelkästään mekaanisesti. Kemiallisen vesakontorjunnan menetelmistä ovat kantokäsittely ja lentoruiskutus kaksi yleisimmin käytettyä tapaa. Kantokäsittelyn osuus eri kemiallisista menetelmistä on yli 60 %. Pelkän mekaanisen torjunnan haittana on, että monissa tapauksissa vesottuminen kiihtyy kantojen alkaessa tuottaa lukuisia uusia vesoja.

Kemiallisen vesakontorjunnan tavoista on eniten keskustelua herättänyt lentoruiskutus. Periaatteessa se ei eroa muista lehvästöruiikutuksista. Haitallista on se, ettei siinä pystytä rajoittumaan yksilöihin, vaan vaikutukset ulottuvat myös aluskasveihin ja maaperään. Kantokäsittelyssä torjunta-ainetta tulee raivaussahaan yhdistetystä sumuttimesta vain niihin kantoihin, joihin raivaaja sitä annostelee.

Lehvästöruiikutuksen ympäristöhaittoiksi on mainittu ennen kaikkea marjasatojen aleneminen ja torjunta-ainejäämien kertyminen marjoihin. Erityisen haitalliseksi tämä on todettu silloin, kun torjunta-alojen merkitseminen on ollut puutteellista ja poimijat ovat poimineet marjoja torjunta-aloilta ennen varoajan päättymistä. Jos tästä aiheutuu

terveydellisiä haittoja, menetys on korvaamaton. Oikein käytettynä torjunta-aineiden katsotaan kuitenkin olevan haitallisempia niiden levityksen kanssa jatkuvasti työskenteleville kuin luonnolle. Meidän ei kuitenkaan ole syytä väheksyä torjunta-aineiden mahdollisia haittavaikutuksia. Luonnolle vieras aine on ja pysyy luonnolle vierana, käytettiinpä sitä metsissä tai pelloilla ja tunnettiinpa sen sivuvaikutukset tai ei.

Joka tapauksessa vesakoiden kemiallinen torjunta on joissakin paikoissa lähes välttämätöntä, sillä ilman torjunta-aineita työmäärä ja perattavat alueet tulevat niin suuriksi, että metsänuudistamistyössä tavoiteltu kiertoajan säästö ja tuotoksen määrä ei toteudu. Ympäristövaikutusten, haitallisten tai haitattomien, estämiseksi torjunta-aineiden käyttötapoja tulisi edelleen kehittää ja etsiä uusia torjuntatapoja niille paikoille, joissa luonnon muun käytön katsotaan ratkaisevasti estyvän torjunta-aineiden käytön vuoksi.

3. Ojitus ja metsänlannoitus

Sekä ojituksen että lannoituksen huomattavimmat ympäristövaikutukset kohdistuvat vesistöihin. Soilla suoritettava ojitus tähtää suoluonnon pysyvään muuttamiseen puuntuotannolle edulliseksi; lannoituksen tarkoitus on puolestaan saada kasvunlisää jo olemassa olevalle puustolle.

OJITUS. Suon ojituksen seurauksena suoekosysteemi muuttuu. Luonnolle aiheutuva muutos on heti tuntuvampi kuin esim. avohakkuun ja maanmuokkauksen seurauksesta johtuva; luonto ei kiertoajan kuluessakaan palaudu entiselleen. Suoluonnon muuttumisen ohella ojitus vaikuttaa vesistöihin ja soiden marjasatoihin.

Vesistövaikutukset on todettu haitallisimmiksi heti ojituksen jälkeen, jolloin humusaineita kulkeutuu suolta vesistöön. Humuksen hajoaminen kuluttaa happea, ja vähähappiset olosuhteet johtavat usein kalakuolemiin. Ojitetuilta soilta tulevien vesien orgaanisen aineen määrä pienenee vähitellen, ja ajan oloon veden laatu ei poikkea luonnontilaisilta soilta valuvan veden laadusta. Ojituksen vaikutuksesta valuman määrään on esitetty poikkeavia käsityksiä. Sen on katsottu vähentävän valumaa, toisaalta on katsottu valuman lisääntyvän ratkaisevasti. Molemmat näkökohdat ovat käsittääkseni oikeita. Todella märiltä soilta tapahtuu aina valumaa ja ojituksen jälkeen ylivaluma pääseen purkautumaan entistä paremmin. Tämä voimistaa kevättulvaa. Mutta pitemmän ajanjakson kuluessa valunta saattaa vähentyä kuivuvan pintaturpeen ja puuston vettä sitovan vaikutuksen ansiosta. Kuivan ajan vesimääriin eli alivirtaamaan ojitus vaikuttaa sitä lisäävästi.

Ojituksen vaikutusta marjasatoon pidetään yleensä negatiivisena, joskin toisaalta vielä puutteellisesti tunnettuna. Kun soiden ojitustoiminnan tavoitteena on suoluonnon muuttaminen, suoluonnon olosuhteista riippuvat marjakasvit joutuvat ilman muuta aikanaan väistymään. Vastaavasti joidenkin marjojen, kuten puolukan, sato saattaa ajan oloon parantua. Sienisadon puolestaan katsotaan parantuvan ojituksen ansiosta, samoin riistan elinolosuhteiden.

METSÄNLANNOITUS. Ravinteiden keinotekoisesta lisäyksestä metsiin aiheutuu haitallisia ympäristövaikutuksia lähinnä vesistöihin. Kun metsään lisätään vesiliukoisia ravinteita, niiden kulkutiet jakautuvat puiden, aluskasvien, maaperän mikrobiston ja huuhtoutumisen kesken. Huuhtoutumisen määrä riippuu monista tekijöistä, lähinnä lannoitteen laadusta ja levitysajankohdasta. Suo-ojitusaloilla huuhtoutumisen voimakkuuden on todettu lisääntyvän myös sarkaleveyden pienenentyessä.

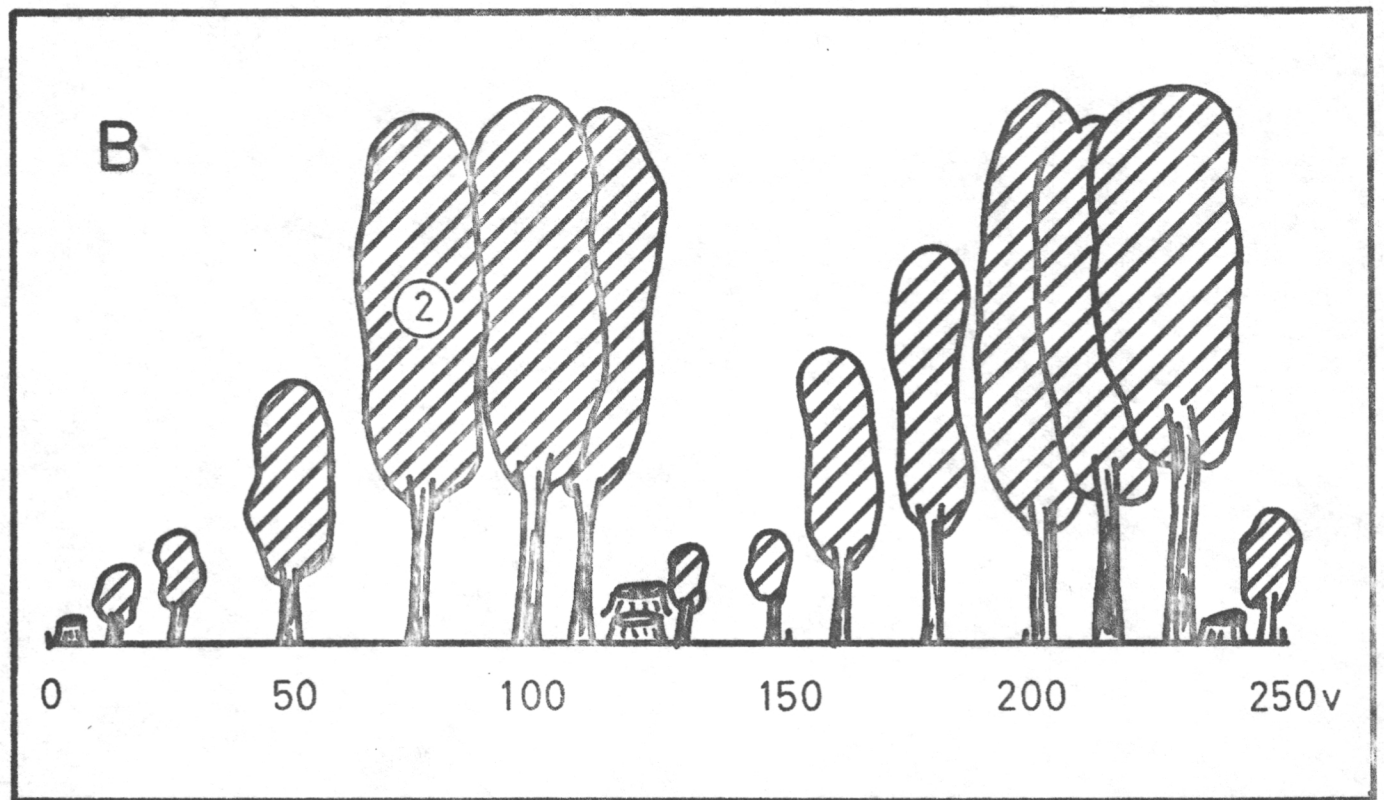
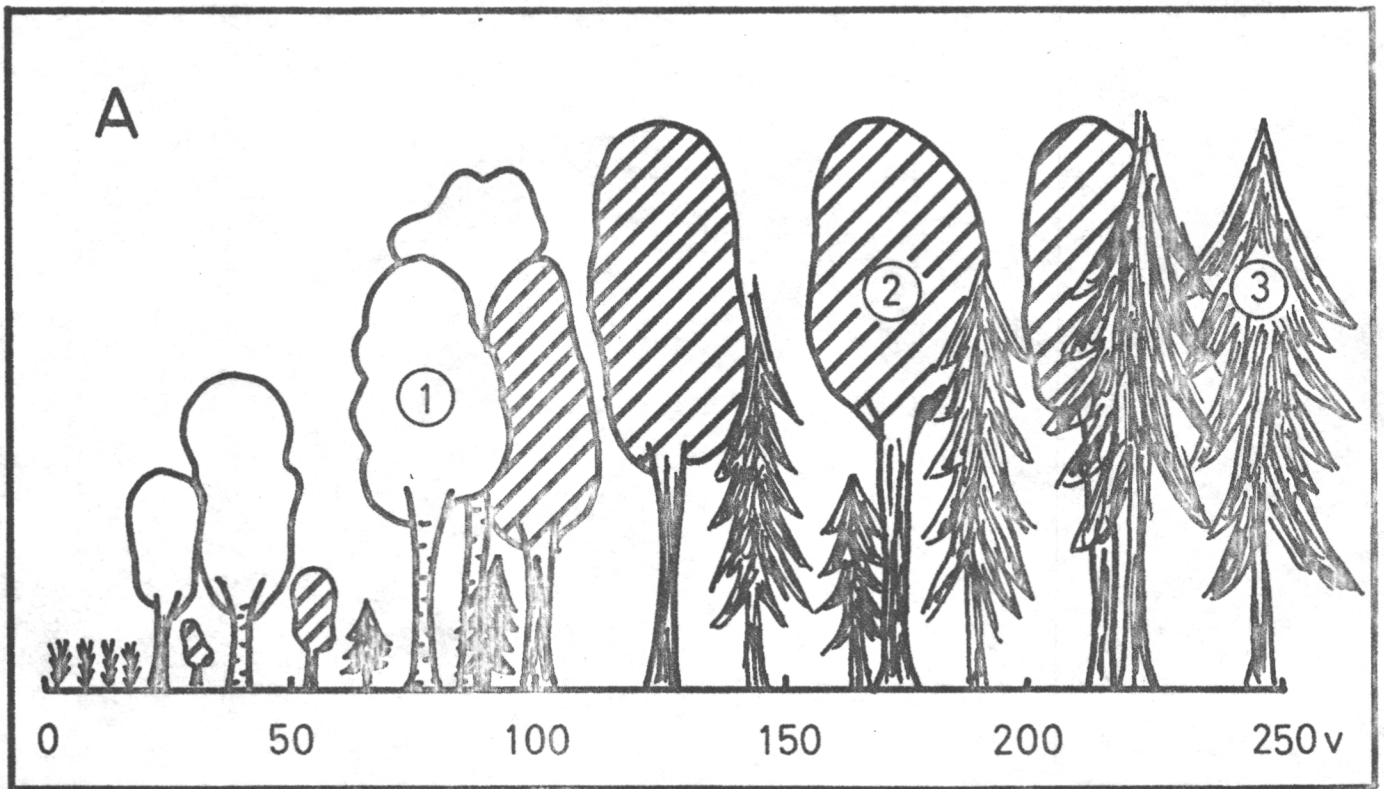
Lannoituksella on myös positiivisia ympäristövaikutuksia. Kasvillisuus rehevöityy, pieneliötoiminta vilkastuu ja lannoitetun alueen kasvupaikan puuntuotannollinen hyvyysarvo paranee. Tästä on etua eläimistölle, sekä linnuille että maaeläimille, joiden yleensä tiedetään suosivan enemmän reheviä kuin karuja alueita. Myös marjasadot lisääntyvät lannoituksen vaikutuksesta, joskin väärin suoritettu levitys saattaa paikoin "polittaa" aluskasvillisuuden. On selvää, että tällöin myös maaperän mikrobisto kärsii tapahtumasta. Kun aluskasvit käyttävät osan ravinteista kasvuunsa, tästä saattaa tulla ajatus lannoitteen joutumisesta väärään osoitteeseen. Koska puiden kerrallaan tapahtuva ravinteiden otto on rajallinen, sitoutumista aluskasvillisuuteen on pidettävä vain myönteisenä; kuolevan kasvimassan myötä ravinteet palautuvat takaisin maaperään ja joutuvat taas uudelleen biologiseen ravinnekiertoon.

4. Tiivistelmä

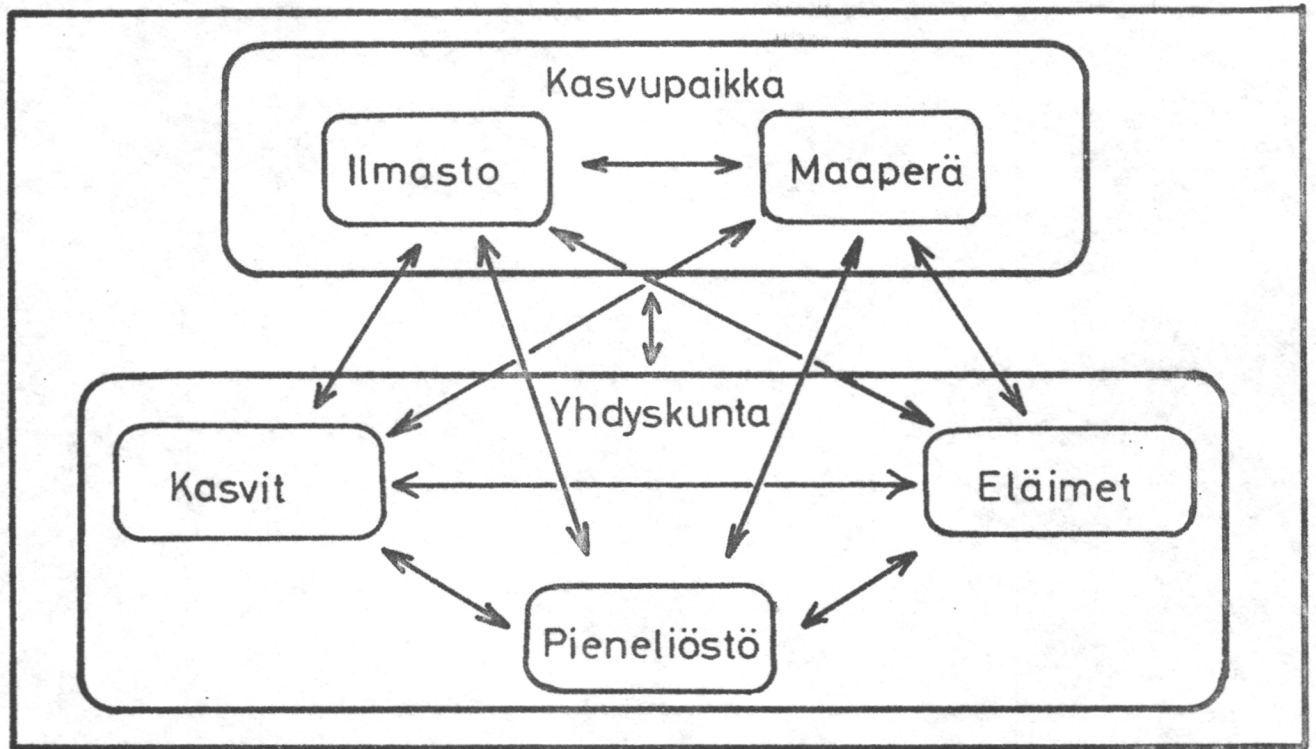
Metsän, uusiutuvan luonnonvaran, hyväksikäytöstä aiheutuu metsäluonnolle lukuisia vaikutuksia. Osa näistä on hyödyllisiä, osa haitallisia, riippuen tarkastelijan asennoitumisesta ja näkökohdista. Vaikutukset kokonaisuudessaan ovat niin laajat, että edellä on tarkasteltu vain pientä osaa koko ongelmakentästä. Toisaalta on todettava, että niin laajaa ja tutkimusperinteiltään arvokasta kuin tietomme luonnosta onkin, tiedon sisältö on kuitenkin jatkuvasti muuttuvaa ja täsmentyy edelleen tutkimusmenetelmien kehittyessä.

Ei ole kuitenkaan syytä kiertää sitä tosiasiaa, etteivätkö monet toimenpiteet todella merkitse katastrofia alkuperäiselle luonnolle luonnon oman kehityskulun kannalta. Mutta toisaalta on heti todettava, ettei luonnon hyväksikäyttö -

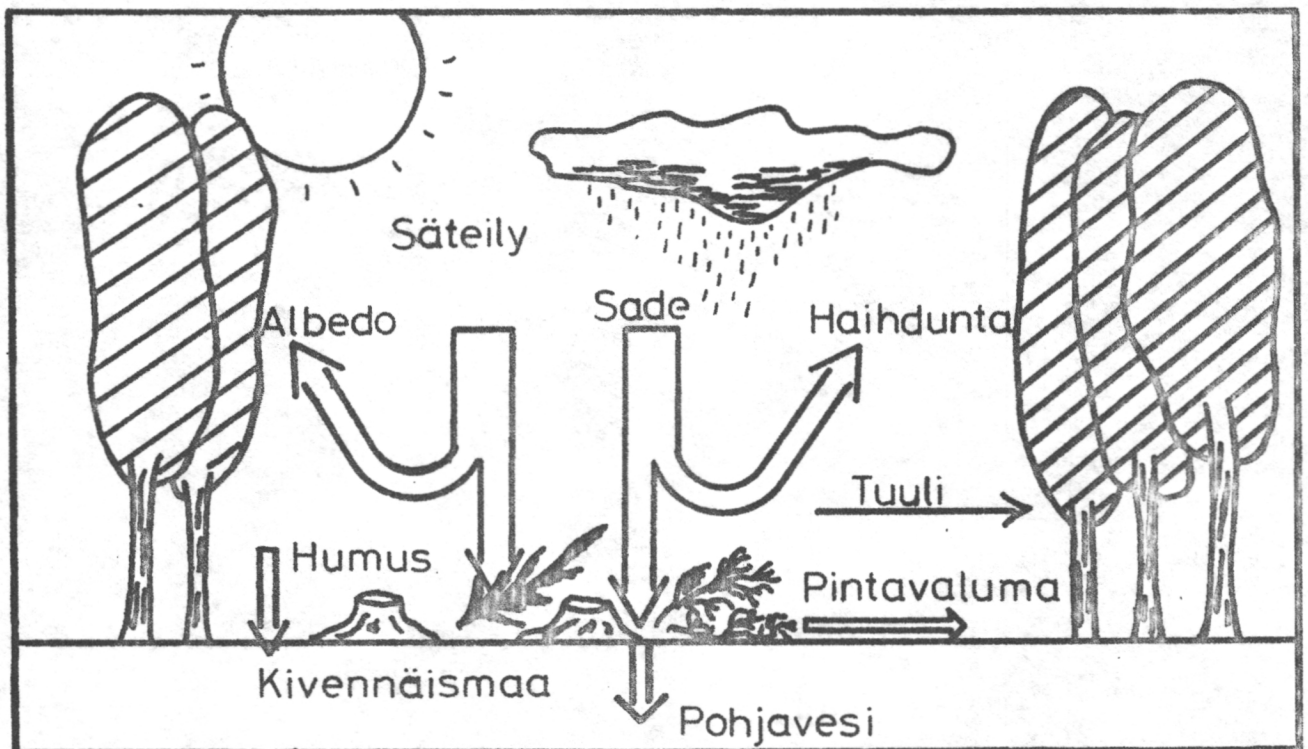
sillä tapaa kuin se Suomessa nykyään tapahtuu - ole luonnon hävittämistä, niin voimakkailta kuin ehkä monet toimenpiteet tuntuvatkin. Itse asiassa lakikin jo estää metsän hävittämisen ja velvoittaa uuden puusukupolven aikaansaamisen uudistusalalle. On myös myönnettävä, että metsien käsittelyssä kuten missä tahansa inhimillisessä toiminnassa saattaa tapahtua virheitä, mutta yleensä tehdyille toimenpiteille on olemassa vankat perusteet. On vain niin, että ne eivät aina ole yleisön tiedossa. Kuten professori, emeritus, Peitsa Mikola asian ilmaisee (Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 14), "Paljon olisi saavutettavissa pelkästään tiedotuksella. Jos ulkoi-
lija ymmärtää suoritettujen toimenpiteiden tarkoituksen, hän paremmin hyväksyy sellaisetkin toimenpiteet, jotka ohimenevästi vähentävät ympäristön kauneus- ja virkistysarvoja."



Kuva 1. Metsikön ohjaamaton (A) ja ohjattu (B) kehityskulku.
 1= lehtipuut , 2= mänty ja 3= kuusi.



Kuva 2. Metsikön eri osatekijöiden vuorovaikutus. Kasvupaikan ja sillä olevan yhdyskunnan osatekijöiden toiminnallista kokonaisuutta nimitetään ekosysteemiksi.



Kuva 3. Hakuun seurauksena muuttuvat ensisijaisesti ilmastolliset tekijät, mutta vaikutukset ulottuvat myös maaperän olosuhteisiin.

Pekka Pietiläinen

KASVUHÄIRIÖN LAAJUUS JA MERKITYS

1. Johdanto

Puiden kasvu on tapahtuma, jossa vedestä ja hiilidioksidista sekä epäorgaanisista ravinteista muodostuu orgaanisia yhdisteitä. Kasvuun tarvittavan energian lähteenä on auringon säteily.

Kaikki kasvuun tavalla tai toisella vaikuttavat tekijät ovat kasvutekijöitä. Osa niistä, kuten valo, lämpö ja ravinteet, kohdistuvat kasvuun välittömästi. Välillisesti kasvuun vaikuttavia tekijöitä ovat esim. kasvupaikan korkeus merenpinnasta, kaltevuus ja maan rakenne. Luonnossa eri kasvutekijöiden yhdistelmistä seuraa tiettyjen kasviyhteisöjen, kuten esim. metsä- ja suotyyppien, muodostuminen.

Käytännössä voidaan metsikön puuntuotoksen määrään ja laatuun kuitenkin vaikuttaa nopeimmin ja tehokkaimmin ohjaamalla välittömien kasvutekijöiden yhdistelmää haluttuun suuntaan. Ilmastollisia kasvutekijöitä ei voida sanottavasti muuttaa, mutta maaperällisten kasvupaikkatekijöiden, varsinkin vesitalouden ja ravinteiden määrien ja suhteiden järjestelyyn on yleensä hyvät edellytykset.

Pyrittäessä vaikuttamaan metsien kasvuun metsänparannustoimenpiteillä tarvitaan tietoja ennen muuta kasvupaikkojen ravinteisuudesta ja muista ominaisuuksista sekä puulajien ravinnevaatimuksista puuston eri kehitysvaiheissa.

Metsänparannustoimenpiteillä, kuten ojituksella ja muokkauksella parannetaan maaperän vesi- ja happitaloutta sekä nopeutetaan luontaista ravinnekiertoa. Typpi-, fosfori- ja kalilannoitteilla tai edellä mainittujen lannoitteiden seoksilla on menestyksellisesti poistettu kyseisten ravinteiden epäsuhteet ja minimitekijät kasvuun nähden. Metsänparannusalueilla esiintyy kasvuhäiriöitä, joita ei pystytä poistamaan tavanomaisin metsänparannusmenetelmin. Osan näistä kasvuhäiriöistä on todettu aiheutuvan hivenravinteiden puutteesta.

Hivenravinteiden puutteen syntymiseen ja esiintymiseen puilla vaikuttavat useat kasvutekijät vuorovaikutuksineen. Näiden tekijöiden selvittäminen on tärkeää pyrittäessä ymmärtämään itse puutetilaa ja sen esiintymistä.

Yleisimmin kasvuhäiriötä on ilmestynyt reheväkasvuisiin taimistoihin. Kasvuhäiriötä on esiintynyt männyllä, kuusella ja koivulla. Ilmiötä on todettu esiintyvän luonnon-tilaisilla, ojitetuilla ja lannoitetuilla alueilla sekä mineraalimailla että turvemilla. Yleisimpänä se esiintyy metsitetyillä turvepelloilla ja lannoitetuilla turvemilla. Hivenravinnepuutoksesta johtuvalle kasvuhäiriölle on tunnusomaista, että: 1) Latvakasvaimen kärkiosa ruskettuu tai sen kehitys pysähtyy. 2) Latvakasvain ja sivukasvaimia kuolee usein samanaikaisesti latvuksen yläosasta. 3) Latvasta kuolee 1 - 3 viimeisen vuoden kasvaimet. 4) Latvakasvain jää lyhyeksi, elävät neulaset ovat kuitenkin reheviä.

Toistuvien latvakatojen jälkeen saa puunulkoasu seuraavia piirteitä: 1) Puu on yhden tai useiden latvakatojen jälkeen monihaarainen, tasalativainen, usein tanakkarunkoinen sekä paksuoksainen. 2) Latvus on kuolleen ja elävän oksiston rykelmä. 3) Puu saattaa välillä virkistyä ja useiden toistuneiden häiriöiden jälkeen puu saattaa kuolla.

2. Latvakadon oireiden kehitys

Hivenravinteet boori, kupari, mangaani, molybdeeni, rauta ja sinkki ovat kasveille välttämättömiä hivenaineita. Vaikka kasvien tarvitsemat hivenravinnemäärät ovat erittäin pieniä, ne ovat fysiologisen vaikutuksensa vuoksi elintärkeitä kasvien aineenvaihdunnalle ja entsyymeille, koska ne toimivat aineenvaihduntareaktioiden aktivaattoreina ja säätelijöinä sekä entsyymien rakenneosina. Muutokset kasvien hivenravinteiden määrissä, niiden keskinäisissä suhteissa tai niiden suhteissa pääravinteisiin voivat aiheuttaa hivenravinnepuutetta. Puute ilmenee ensin biokemiallisina muutoksina solukoissa. Muutosten seurauksena solut ja solukot epämuodostuvat tai kuolevat, mikä johtaa näkyviin puutosoireisiin.

3. Kasvuhäiriöoireiden tulkinta

Puutosoireita tulkittaessa on muistettava, että kaikki hivenravinteiden puutostapauksissa tunnetut oireet eivät ole näille ominaisia. Pääravinnepuutosten yhteydessä esiintyy pituuskasvun heikkenemistä ja latvakatoja.

Hivenravinnepuutosoireiden tulkinnassa tulisi kiinnittää huomio kussakin puutetapauksessa nimenomaan oireyhtymiin ja näitä selvitetessä olisi otettava huomioon seuraavia näkökohtia: 1) Puutosoireet voivat johtua jonkin ravinteen suhteellisesta puutetilasta. 2) Puutosoireet ovat usein vaikeasti tulkittavissa, kun on kyse useamman ravinteen yhtäaikaisestä puutteesta. 3) Muiden tekijöiden (hallan, kuivuuden ja patogeenien) aiheuttamat vauriot on pystyttävä erottamaan ravinteiden puutosoireista, vaikka edellisten vauriot voivat olla ravinnepuutosten seurauksia. 4) Puutosoireiden vuosittaiset vaihtelut tulisi ottaa huomioon. 5) Perintötekijöistä aiheutuvat erot ovat mahdollisia eri puulajien tai saman lajin yksilöiden välillä.

Puustossa esiintyvä oireisto ilmentää paitsi puiden ravinnetilaa myös kasvualustan ravinnetilaa. Tarkkoja ravinnetilamäärittämiä varten on suoritettava kemiallisia neulas- ja maa-analyyskejä, joilla varmistetaan oirehavainnot. Omakohtaisesti olen käyttänyt seuraavia raja-arvoja neulasten hivenravinnepuutosten tulkinnessa (taulukko 1). Kyseisten ravinteiden kemiallinen analysointi maksaa n. 100 mk.

	N %	P mg/g	K mg/g	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Cu mg/kg	B mg/kg
Optimi	1,50-1,59	1,9-2,1	5,0-6,5	300-600	60-80	4-10	15-30
Lannoitus suositeltava	1,20-1,30	1,4-1,7	3,5-4,0				
Puutosraja	N<1,20	P<1,4	K<3,5	Mn<50	Zn<20	Cu<4	B<5

Taulukko 1. Neulasten ravinteiden optimit ja puutosrajat (pitoisuudet kuiva-aineesta).

Ravinneanalyyskejä tulkittaessa on huomioitava maaperän fyysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet sekä ravinnesuhteet yhdessä neulasanalyysissä saatujen ravinnemäärien ja suhteiden kanssa.

Oireyhtymien ja ravinneanalyysien, jotka ovat suuntaa-antavia, lisäksi on suoritettava kenttäkokeita, joilla varmistetaan puutten laadusta, torjunnasta ja ennaltaehkäisystä.

4. Kasvuhäiriön esiintyminen

Kasvuhäiriötä esiintyy männyllä, kuusella ja koivulla. Männyn kasvuhäiriöt ovat toistaiseksi olleet yleisimpiä. Kasvuhäiriöalueen pinta-alan määrittäminen on vaikeaa, koska kasvuhäiriöt esiintyvät laikuttaisina ja sairaiden puiden joukossa on lähes aina jonkin verran terveitä puita.

Alustava kyselytutkimus osoitti, että kasvuhäiriötä esiintyy Suomessa koko metsäalueella laikuttain. 130 kunnan alueelta tulleiden havaintojen mukaan kasvuhäiriötä oli eniten Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa, vähiten rannikko-seuduilla Vaasan ja Helsingin piirimetsälautakuntien alueella. Kuusen kasvuhäiriöhavaintoja oli eniten järvi-Suomessa. Havainnoista 91,5 % oli pinta-alaltaan alle 15 ha. Turvemaidella oli kasvuhäiriöhavainnoista 75,4 %. Mäntypuuvaltaisissa kasvuhäiriöhavainnoista oli 66,8 %. Havainnoista oli 22 % alle 2 m:n pituisissa puustoissa ja 80 % alle 8 m:n puustoissa. 75 % alueista oli saanut PK- tai NPK-lannoituksen.

Kasvuhäiriölaikkujen ympäristön ulkoasultaan häiriytymättömät puut ovat anatomialtaan ja fysiologialtaan kasvuhäiriöpuiden kaltaisia. VEIJALAISEN kasvuhäiriötä koskevan tiedustelun mukaan latvakatoalueita on yhteensä noin 3 000 ha, mutta jos huomioidaan latvakatoalueita reunustavat alueet, joissa on anatomisia vaurioita, kasvuhäiriöalueiden pinta-ala moninkertaistuu.

5. Kasvuhäiriön esiintyminen kasvupaikoittain

Metsä- ja suotyypeittäin kasvuhäiriötä esiintyi taulukon 2 mukaisesti.

Kankaat		Rämeet	
Lehtokangas	1,9 %	Lettoräme	9,3 %
Ruoho "	18,8 %	Ruohoräme	7,0 %
Mustikka "	43,4 %	Sararäme	18,6 %
Puolukka "	34,0 %	Piensararäme	29,1 %
Varpu "	1,9 %	Tupasvillaräme	32,5 %
		Rahkaräme	3,5 %

Taulukko 2. Kasvuhäiriöhavaintojen prosentuaalinen esiintyminen kankailla ja rämeillä.

Kasvuhäiriötä esiintyi eniten mustikka- ja puolukkakankailla sekä piensara- ja tupasvillarämeillä.

Eri metsänparannusalueilla kasvuhäiriöhavaintojen prosentuaalinen jakauma oli oheisen jaotelman mukainen.

	Havainnot	Hehtaarit
Ojitettu suo	51,3 %	44,0 %
Metsitetty pelto (81 % turvemaita)	19,4 %	50,8 %
Kivennäismaa	22,6 %	5,2 %
Ei tietoa	6,7 %	-
	100 %	100 %

Pinta-alaltaan kasvuhäiriötä esiintyi eniten ojitetuilla soilla ja metsitetyillä pelloilla, joista 81,5 % oli turvemaita.

Häiriöaloista 66,8 % oli mäntyvaltaisia, 15,3 % kuusivaltaisia ja 3,7 % koivuvaltaisia. Sekapuustoissa kasvuhäiriötä oli 14,2 %. Koivun suhteellisen pieni osuus johtuu siitä, että kyseisen puulajin häiriötä ei riittävästi tunneta.

6. Kasvuhäiriön metsätaloudelliset syyt

Metsätaloudellisilla syillä tarkoitetaan metsänparannus- ja hoitokäsittelyjen osuutta kasvuhäiriön esiintymiseen. Ojituksen kasvua lisäävä vaikutus voi tietyissä tapauksissa johtaa hivenravinteiden pitoisuuksien alenemiseen ja edelleen kasvuhäiriöihin. Tehokas kuivatus voi johtaa ns. "ojanvarsieskimoosin" syntyyn.

Lannoitus on varsin usein syynä kasvuhäiriön puhkeamiseen. Runsas ja yksipuolinen peruslannoitus sekä voimakas jatkolannoitus lisäävät häiriöriskiä. Puutostila voi syntyä joko ravinnetasapainottomuuden tai kiihdytetyn ylinopean kasvun kautta. Karummilla suotyypeillä muokkauksen seurauksena taimistot tulevat alttiimmiksi kasvuhäiriöille.

Metsitetyt turvepellot ovat luontaisesti reheviä ja ravinteisuudeltaan havupuille huonosti soveltuvia kasvupaikkoja.

Puulajin ja alkuperän valinnalla voidaan vaikuttaa häiriöalttiuteen. Huomattava osa männyn kasvuhäiriöistä esiintyy alueilla, joilla kasvualustan typpipitoisuus on liian korkea männylle.

Kasvuhäiriön yleistymistä voidaan pitää osoituksena metsänparannus- ja hoitotoimien tehokkuusasteen kohoamisesta. Samalla sen voidaan ajatella kuvastavan voimassa olevien lannoitusohjeiden ja lannoituskäytännön ylimalkaisuutta.

Pienialaisten kasvuhäiriölaikkujen esiintyminen on seuraus siitä, että suotyyppien sisäistä vaihtelua ei ole huomioitu lannoituksen yhteydessä. Toisaalta osa kasvuhäiriöistä on ojitukseen sopimattomilla heikkoravinteisilla soilla. Edellä mainittujen kaltaisilta uusilta häiriöalueilta vältytään, kun metsänparannuskohteiden valinnassa ollaan kriittisiä. Sanonta "lisää lantaa, kun ei puu kasva" saattaa olla sangen turmiollinen. Useilla kasvuhäiriöalttiilla metsänparannusalueilla varovaisempi toiminta saattaa olla eduksi.

Lisäksi kasvuhäiriöalttiisiin alueisiin voidaan lukea laaja-alaisempia alueita, joita ovat nykyisin kituliasta puustoa kasvavat vesijättömaat, entisten vesistöjen purkausomat (esim. Pyhäjoki- ja Oulujokilaaksot) ja tulva-alueet, sekä kuivattujen järvien pohjat. Tällaisilla alueilla on usein huuhtoutunut maaperä, josta ei liukene puunkasvulle tarvittavia ravinnemääriä, tai alueiden ravinnetalous ei ole sovelias lannoituksen jälkeiselle kasvulle. Edellä mainittujen alueiden lannoituksesta ei ole varsinaista yleispätevää suositusta.

Pahimman pulman muodostavat kuitenkin metsitetyt pellot. Maassamme metsitetään peltoja vuosittain noin 9 000 ha. Tällä hetkellä maatalousmaalla suoritettun metsänviljelyn pinta-ala on n. 72 000 ha. Koska turvepohjaiset viljelymaat ovat huonosti soveltuvia havupuiden kasvupaikoiksi on odotettavissa, että kasvuhäiriöistä muodostuu metsite-tyillä pelloilla taloudellisesti merkittävä kysymys.

7. Kasvuhäiriön torjunta

Yleisesti kasvuhäiriöt havaitaan vasta sen jälkeen, kun puun ulkoasussa on silminnähtäviä vaurioita. Toisin sanoen kasvuhäiriöt ovat jo latvakatoasteella. Usein tällaisten häiriöalueiden korjaaminen lannoituksilla on mahdotonta.

Kasvuhäiriötä voidaan estää puhkeamasta latvakadoksi, jos riskialueita lannoitetaan pienemmällä lannoitemäärillä. Toistaiseksi ei ole mitään varmaa lannoitusohjetta, jolla voitaisiin torjua kasvuhäiriöt. Tuhka on osoittautunut parhaaksi lannoitteeksi. Toinen hyvä keino on lisätä kasvualustaan hiekkaa. Kangasmailla, joilla humuskerros sallii, on kulotus hyvä ratkaisu. Edellä mainittuihin metsänparannustoimiin verrattuna hivenlannoitukset ovat kalliimpia ja epävarmempia. Hivenlannoitusten yhteydessä lisätään tietty ravinne kasvualustaan, jolloin jokin toinen ravinne voi tulla kasvua rajoittavaksi tekijäksi. Maaperän kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet eivät myöskään muutu hivenlannoituksissa. Tuhka- ja hiekkalannoituksen sekä kulotuksen jälkeen maaperän kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet muuttuvat kasvulle edullisiksi ja ravinnesuhteet muodostuvat tasapainoisiksi.

Jorma Issakainen

LUONTAISTEN VESAKOIDEN BIOMASSAN TUOTOSKYVYSTÄ

1. Johdanto

Öljyn hinnan jatkuvasti noustessa on katsottu välttämättömäksi siirtyä entistä suuremmassa määrin kotimaisten uudistuvien energialähteiden käyttöön. Eräs tällainen uudistuva ja toistaiseksi varsin vähän käytetty ja tutkittu energialähde on luontaiset vesakot. Yleisessä kielenkäytössä vesakoilla tarkoitetaan lähinnä luontaisesti syntyneitä pienikokoisia lehtipuita sisältäviä puustoja, joista ei juuri saada kaupalliset mitat täyttävää ainespuuta. Lehtipuut uudistuvat herkästi kanto- ja juurivesoista. Puulajiltaan erilaisia vesakoita esiintyy jokien, järvien ja meren rantamilla, vesijättömailla sekä valtaojien penkoilla. Lehtipuutiheiköt ovat myös yleisiä peltojen reunamilla, teiden varsilla, voimalinjojen johtoaukeilla, käytetyissä sorakuopissa ja hylätyillä pelloilla. Huomattavia vesakkoalueita löytyy entisten kaskialueiden lepikoista, taimistonhoitoaloilta, varttuneiden metsien alikasvoksista, hoitamattomilta avohakkuualueilta sekä etenkin ojitetuilta soilta. Pienikokoisen puuston tehokkaan energiakäytön edellytyksenä on puun koko maanpäällisen biomassan talteenotto ja haketus. Vesakoiden tuotoksesta ja hyödyntämismahdollisuuksista energiapuun tuotannossa ei toistaiseksi ole paljoltikaan tietoja. Tämän vielä keskeneräisen tutkimuksen tavoitteena on selvittää vesakoiden biomassatuotosta ja siihen vaikuttavia tekijöitä sekä oloihimme soveltuvaa mittaus- ja laskentamenetelmää.

2. Aineisto

Syksyllä 1979 perustettiin Pohjois-Pohjanmaalle ja Kainuuseen yhteensä 118 tilapäiskoealaa (kuva 1). Koealat sijoitettiin täystiheisiin (yli 10 000 runkoa/ha) käsittelemättömiin vesakoihin muuttumavaiheen ojitusalueille, entisille pelloille, viemäriojien ja teiden varsille jne. Eniten koealoja (72 kpl) osui turvemaiden hieskoivikoihin, loput jakaantuivat pajun, haavan ja lepän kesken. Koealoista oli yli 75 % suursaratason kasvupaikkoja. Kaikki mitatut kohteet olivat lannoittamattomia.

Koealoilta, joiden pinta-ala vaihteli 0,5 - 2,5 aariin selvitettiin seuraavat tunnuksat:

- Luettiin kaikki vähintään 1,3 m pituiset puut, kuolleet erikseen, 1 cm:n tasaavissa luokissa
- Kustakin läpimittaluokasta valittiin 1 - 12 koepuuta, joista mitattiin pituus ja elävän latvuksen osuus pituudesta (latvussuhde)
- Määritettiin vallitsevan puuston ikä 5 - 12 puusta
- Selvitettiin metsikön syntytyyppi, suo- (tai metsä) tyyppi, ojitusvuosi, arvioitiin kuivatusteho ja mitattiin turpeen paksuus.

Puitten biomassan laskentaan sovellettiin SIMOLAN (1977) yhtälöitä pienikokoisen lehtipuuston biomassan määrittämiseksi läpimitan ja pituuden perusteella. Saatuja arvoja pyrittiin selittämään mitatuilla metsikkötunnuksilla kuten keskilämpimitalla, keskipituudella, runkoluvulla ja iällä regressioanalyysin avulla. Etenkin haavan, lepän ja pajun osalta aineisto jäi niin pieneksi, että kaikkea mahdollista koealatieta ei kyetty vielä tutkimuksen tässä vaiheessa hyödyntämään. Esimerkiksi puuston tiheyden tai kasvupaikan merkitystä biomassatuotokseen ei saatu esiin.

SIMOLAN yhtälöt soveltuvat kuitenkin lähinnä keskitiheän leimikon pienpuustolle Pohjois-Karjalan kangasmaille. Tähän aineistoon sovellettu arvioitiin tarkistusmittauksen avulla yhtälöiden antavan 10 - 20 % todellista suuremman arvon, mikä on otettava huomioon myöhemmin esitettäviä ennakkotuloksia tulkittaessa. Yhtälöitä kehitettäessä näyttäisi olevan välttämätöntä ottaa mukaan läpimitan ja pituuden lisäksi jokin tiheystunnus (runkoluku, latvussuhde). Tässä aineistossa ehkä suurin hajontaa aiheuttava tekijä oli voimakkaasti vaihteleva metsikön syntytiheys, jota ei saatu mukaan laskentaan. Myös havaintojen vähyys alle 10 ja yli 20-vuotiaista vesakoista aiheuttaa epävarmuutta siltä osin tuloksiin.

3. Tulokset

Puuston maanpäällisen osan biomassan (runko, kuori, oksat, lehdet) keskimääräisen kokonaistuotoksen (ei sisällä vuosittain maahan putoavia lehtiä ja oksia, eikä kaatuneita puita) kehitys iän suhteen tuorepainona hehtaarilla esitetään puulajeittain kuvassa 2. Havaintojen vähyden vuoksi pajun, lepän ja haavan osalta tulokset osoittavat lähinnä suuruusluokkia. Kokonaistuotoksen kasvu on voimakkaimmillaan 10 - 15 vuoden iässä, jolloin se on suurin pajulla ja pienin hieskoivulla. Kun vertaillaan eri puulajien 15 vuoden tuotosta, niin tuottoisin on paju kasvaen biomassaa 200 tn/ha. Leppä kasvaa samassa ajassa 160 tn ja haapa 140 tn sekä hieskoivu 110 tn tuoretta biomassaa/ha. Pajulla kokonaistuotos ei enää 20 ikävuoden jälkeen merkittävästi nouse. Lepän ja haavan kokonaistuotos näyttää kasvavan huomattavasti ainakin 25 vuoden ikäiseksi saakka, koivulla vieläkin kauemmin.

Kuvassa 3 esitetään biomassan keskimääräisen vuotuisen kasvun kehitys. Pajulla keskimääräisen vuotuisen kasvun kohoaminen on voimakkaammillaan 5 - 10-vuotiaana saavuttaen suurimman arvonsa 15 vuoden iässä kääntyen sen jälkeen laskuun. Muilla puulajeilla biomassan kasvun kulminoituminen tapahtuu myöhemmin. Lepällä keskimääräinen vuotuinen kasvu kääntyy laskuun 20 vuoden tienoilla, haavalla ja hieskoivulla noin 17 vuoden iässä. Kasvun hidastuminen on hieskoivulla lievintä ja pajulla nopeinta. Pajulla keskimääräinen vuotuinen kasvu on suurimmillaan 14,5 tn/ha, lepällä 13,1, haavalla 11,3 ja hieskoivulla 9,0 tn/ha.

Yksinkertaistetut tulokset biomassan kokonaistuotoksesta esitetään taulukossa 1. Samassa yhteydessä vertaillaan biomassan kokonaistuotosta energiasisällöltään vastaavaan määrään kevyttä polttoöljyä. Painoyksikköä kohden eri puulajien energiasisällöt ovat samaa suuruusluokkaa ja vain kosteuden erot aiheuttavat muutoksia lämpöarvoihin. Tuoreen biomassan muunnossa öljytonneiksi on tässä otettu huomioon puulajien erilaiset keskimääräiset kosteuspitoisuudet. Lisäksi taulukkoon on laskettu polttoöljyn nykypölyhinnalla (1 300 mk/tn) biomassatuotoksen sisältämän energian absoluuttinen arvo. Hehtaarin alalta pajukkoa saadaan 15 vuodessa 43,5 öljytonnia vastaava lämpömäärä arvoltaan 56 550 mk. Lepällä vastaavat luvut ovat 35,3 tn ja 45 890 mk, haavalla 32,9 tn ja 42 770 mk sekä hieskoivulla 27,9 tn arvoltaan 36 270 mk.

Taulukossa 2 vertaillaan vastaavasti biomassan keskimääräistä vuotuista kasvua lämpöarvoltaan samaan määrään kevyttä polttoöljyä. Samalla esitetään kasvun energiasisällön arvo. Biomassan keskimääräinen vuotuinen kasvu 15-vuotiaassa pajukossa vastaa energiasisällöltään 3,27 tn öljyä hinnaltaan 4 251 mk/ha, lepällä vastaavasti 2,81 tn ja 3 653 mk, haavalla 3,68 tn ja 3 484 mk sekä hieskoivulla 2,3 tn arvoltaan 2 990 mk/ha/v.

Maksimituotokset esitetään taulukossa 3. Havaitaan, että luontaisissa vesakoissa voi biomassan määrä nousta parhaimmillaan huomattavan korkeaksi. Esimerkiksi 14-vuotiaassa hieskoivikossa voi kokonaistuotos olla 220 tn/ha, minkä lämpöarvo vastaa 49 tn kevyttä polttoöljyä. Korkein tuotos 302 tn/ha mitattiin raitaa ja halavaa sisältävästä 18-vuotiaasta pellonreunuspajukosta (ks. kuva 8). Pinta-alallisesti pienetkin marginaalialueet voivat tuottaa runsaasti biomassaa kuten kuvasta 9 käy ilmi. Kuvan tien varren vesakosta kertyy 150 m matkalta keskikokoisen omakotitalon vuoden lämpöenergia.

Hieskoivikon biomassan määrän riippuvuus puuston keskiläpimitasta, keskipituudesta ja runkoluvusta esitetään kuvissa 4 - 6. Biomassan määrä nousee voimakkaasti keskiläpimitan ja -pituuden lisääntyessä. Keskipituuden saatuttaessa 6 m nousu hidastuu. Tässä aineistossa hieskoivikon runkoluku ei selitä biomassan määrää (kuva 6). Suuri hajonta johtunee koealojen metsiköiden erilaisesta syntytiheydestä. Sen sijaan runkoluku on selvästi riippuvainen puuston iästä (kuva 7). Koivikon ikääntyessä runkoluku vähenee, mikä tapahtuu 5 - 15 vuoden iässä nopeimmin.

4. Tulosten tarkastelu

Esitettyjen ennakkotulosten mukaan luontaisten täystiheyden vesakoiden biomassan tuotoskyky on nuorella iällä varsin korkea, jopa yllättävän suuri. Parastuottoisimmaksi osoittautui paju, joka kasvaa 15 vuodessa biomassaa keskimäärin 200 tn/ha. Leppä ja haapa jäävät tuotoksessa noin 150 tn tasolle ja hieskoivu 110 tn:iin.

Vesametsäkasvatuksen kiertoaika näyttäisi olevan pajulla 10 - 15 vuotta, lepällä 15 - 20 vuotta sekä haavalla ja hieskoivulla noin 20 vuotta.

Vesakoihin on sitoutunut ja voidaan sitoa auringon energiaa, jota pystytään käyttämään lämmityksessä hyväksi. Esimerkiksi hehtaarin ala Pohjanmaalla yleistä tiheää hieskoivikkoa voi 15 vuodessa sitoa itseensä 27,9 tn kevyttä polttoöljyä vastaavan energiamäärän, mikä riittäisi lämmittämään noin kahdeksan omakotitaloa vuodeksi. Usein vesakkokuviot ovat varsin pienialaisia mikä energiapuun korjuun kannalta on tietenkin ongelma. Toisaalta vesakot sijaitsevat monesti tiestön suhteen edullisesti. Tällöin pientenkin alueiden lehtipuutiheikköjen hyödyntäminen voisi tulla mahdolliseksi. Vesakoiden energiaksikäyttö tulisi myös vähentämään hormoneiden käyttötarvetta koska maaperältään ravinnerikkailta taimistonhoitoaloilta voitaisiin korjata energiasatoja ja kasvattaa samanaikaisesti teollisuuspuuta. Tarkkoja tietoja erilaisten vesakoiden pintaaloista ei ole toistaiseksi käytettävissä. Joka tapauksessa luontaiset vesakon ovat hyvin yleisiä ja niissä piilee huomattavia energiamääriä.

Puuston ikä, v	Paju			Leppä			Haapa			Hieskoivu		
	tn	ö-tn	mk	tn	ö-tn	mk	tn	ö-tn	mk	tn	ö-tn	mk
5	52	11,5	14950	44	9,7	12610	40	9,4	12220	35	9,0	11700
10	108	23,9	31070	94	20,7	26910	85	20,0	26000	70	18,1	23530
15	197	43,5	56550	160	35,3	45890	140	32,9	42770	108	27,9	36270
20	248	54,8	71240	220	48,6	63180	193	45,5	59010	150	38,8	50440
25	263	58,1	75530	252	55,6	72280	227	53,3	69290	185	47,8	62140

Taulukko 1. Biomassan kokonaistuotoksen (tuorepaino, tn/ha) vertailu energiasisällöltään vastaavaan määrään kevyttä polttoöljyä (ö-tn) sekä tuotoksen arvo (1 tn kevyttä polttoöljyä = 1 300 mk).

Puuston ikä, v	Paju			Leppä			Haapa			Hieskoivu		
	tn	ö-tn	mk	tn	ö-tn	mk	tn	ö-tn	mk	tn	ö-tn	mk
5	10,1	2,23	2899	9,4	2,08	2704	8,2	1,93	2509	6,3	1,63	2119
10	13,4	2,96	2848	11,4	2,52	3276	10,2	2,40	3120	7,9	2,04	2652
15	14,8	3,27	4251	12,7	2,81	3653	11,4	2,68	3484	8,9	2,30	2990
20	14,1	3,12	4056	13,2	2,92	3796	11,5	2,70	3510	9,1	2,35	3055
25	13,9	3,07	3991	12,9	2,85	3705	11,0	2,59	3367	8,8	2,27	2951

Taulukko 2. Biomassan keskimääräisen vuotuisen kasvun (tn/ha) vertailu energiasisällöltään vastaavaan määrään kevyttä polttoöljyä sekä kasvun arvo.

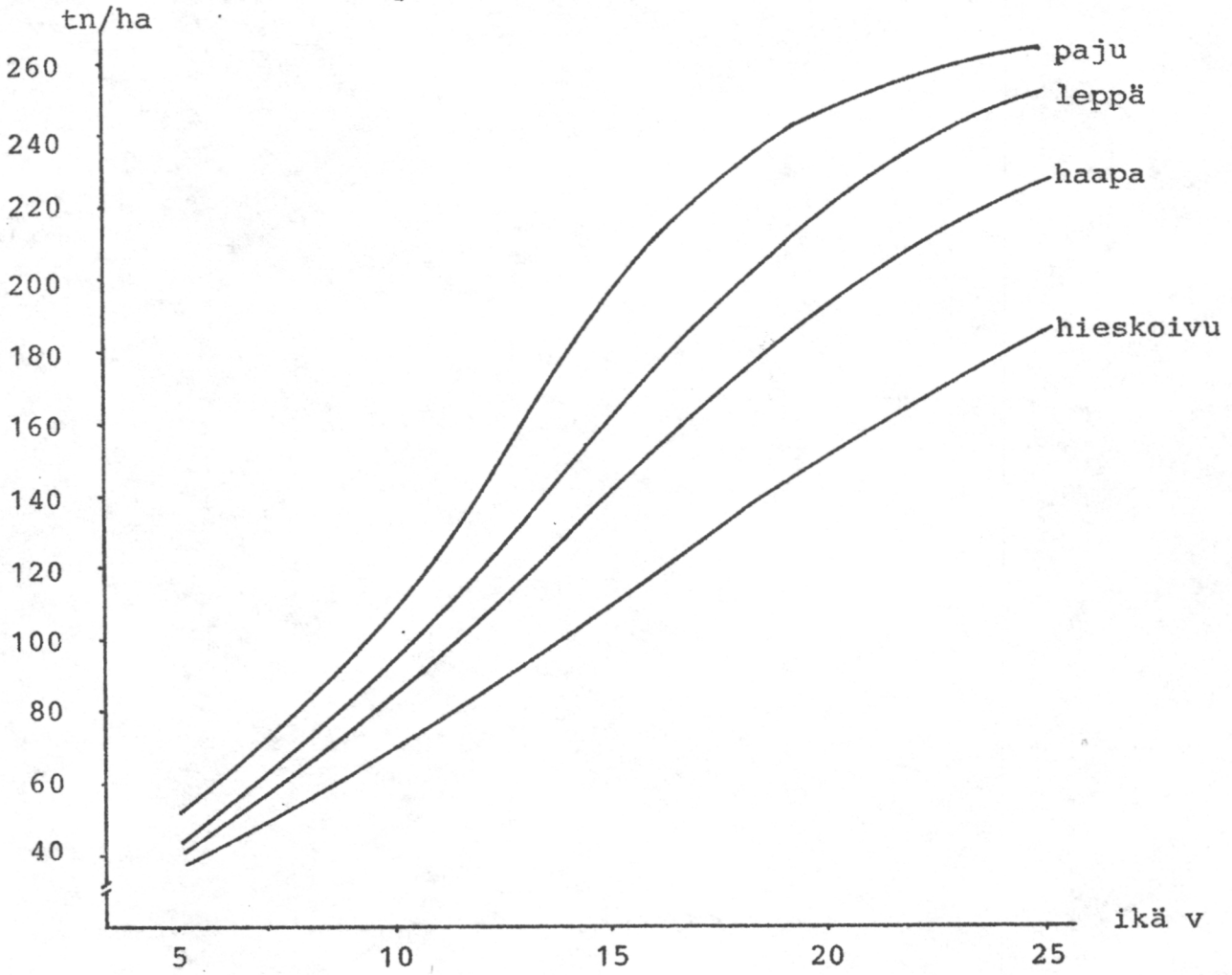
Koe- alan n:o	Puu- laji	Ikä v	Runkoja kpl/ha	Keski- pituus m	Keskiläpi- mitta cm	Biomassan kokonais- tuotos kg/ha	Vuotuinen biomassan kasvu kg/ha
78	paju	18	82 400	4,36	2,7	302 396	16 800
43	koivu	14	44 237	5,06	2,8	219 956	15 711
39	leppä	15	35 156	4,74	3,1	185 431	12 362
34	haapa	12	49 157	4,59	2,6	170 489	14 207

Taulukko 3. Maksimituotokoealat.



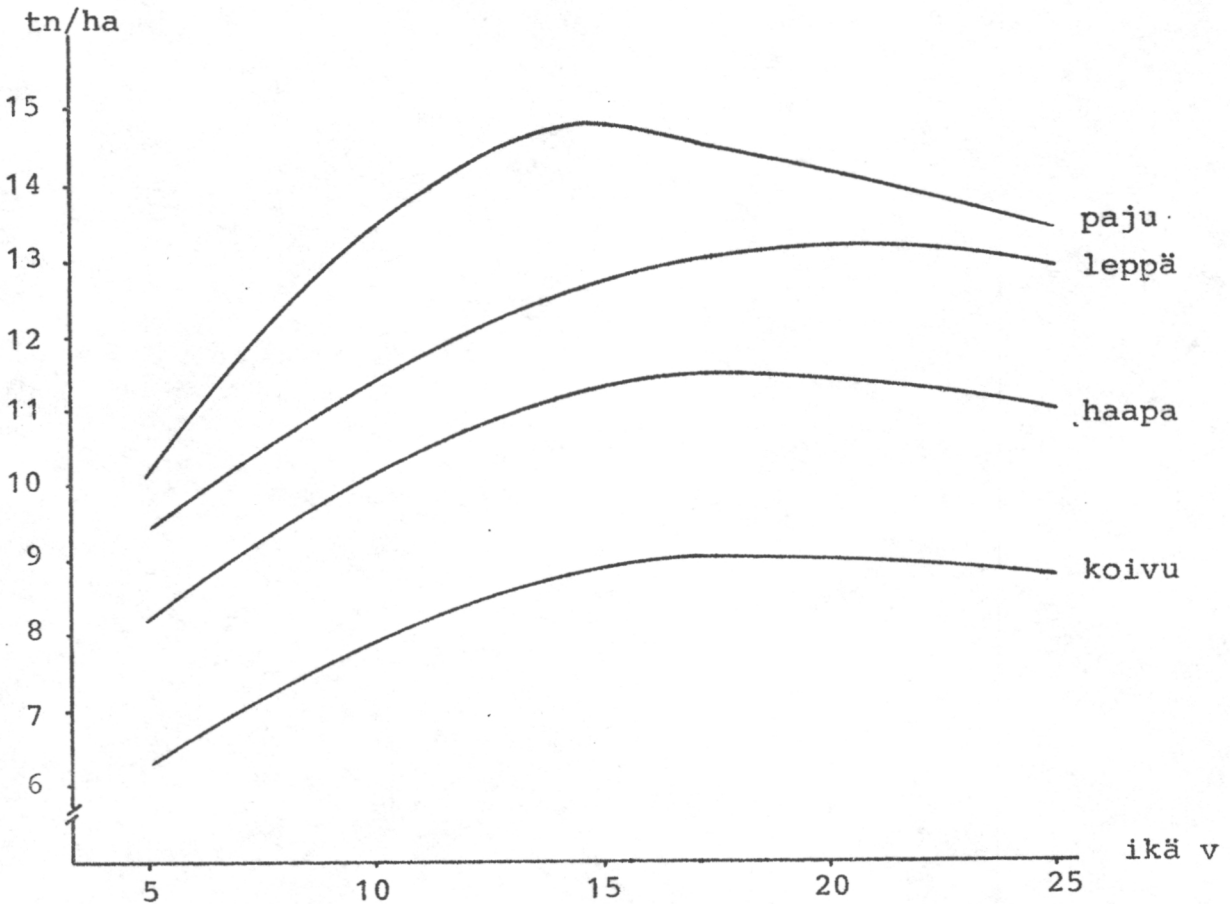
Kuva 1. Koealojen sijainti.

kokonaistuotos (tuorepaino)

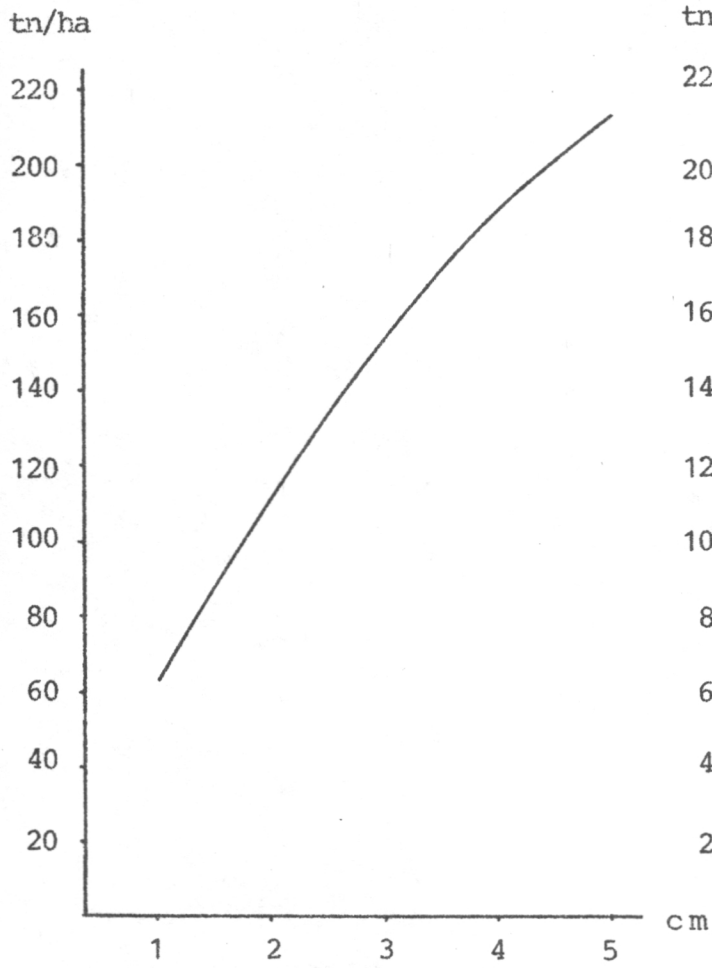


Kuva 2. Biomassan kokonaistuotos.

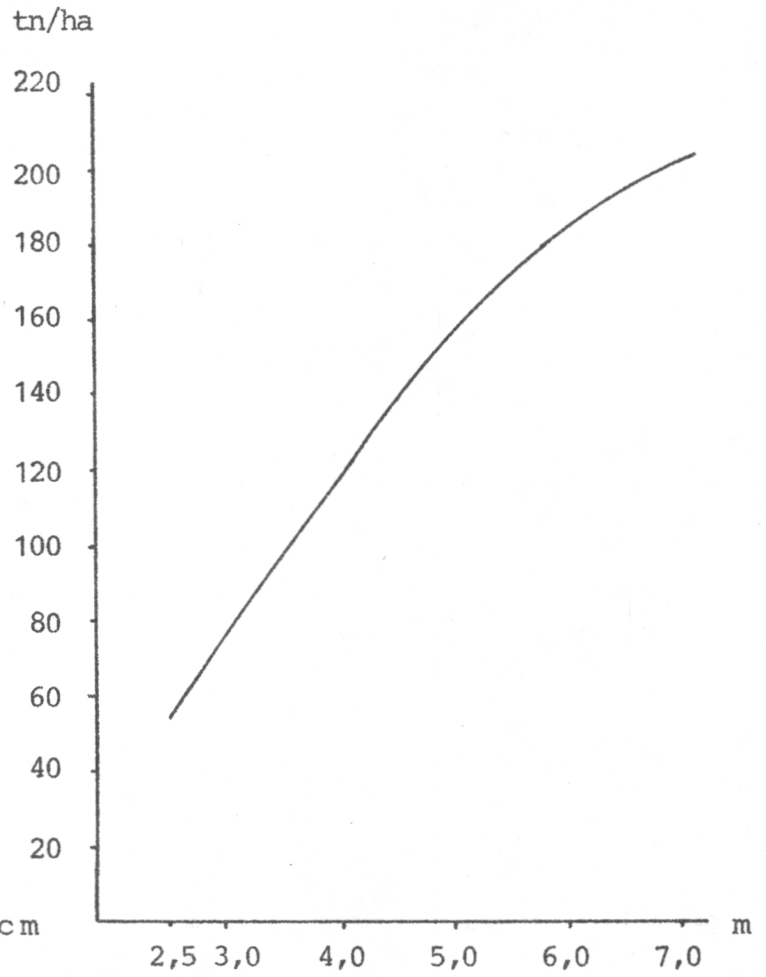
vuotuinen kasvu (tuorepaino)



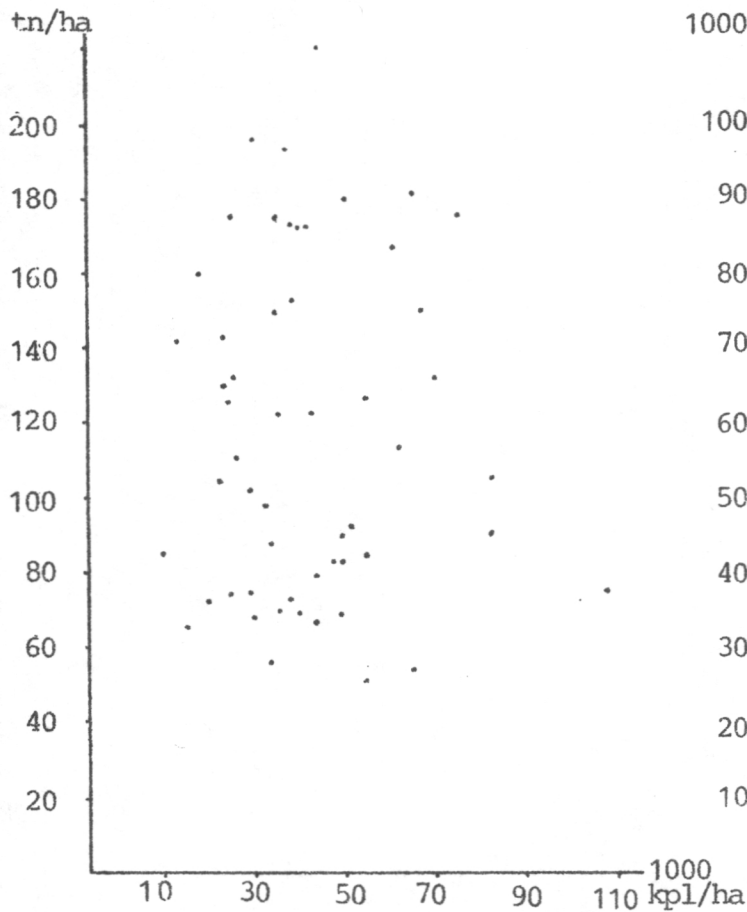
Kuva 3. Biomassan vuotuinen kasvu.



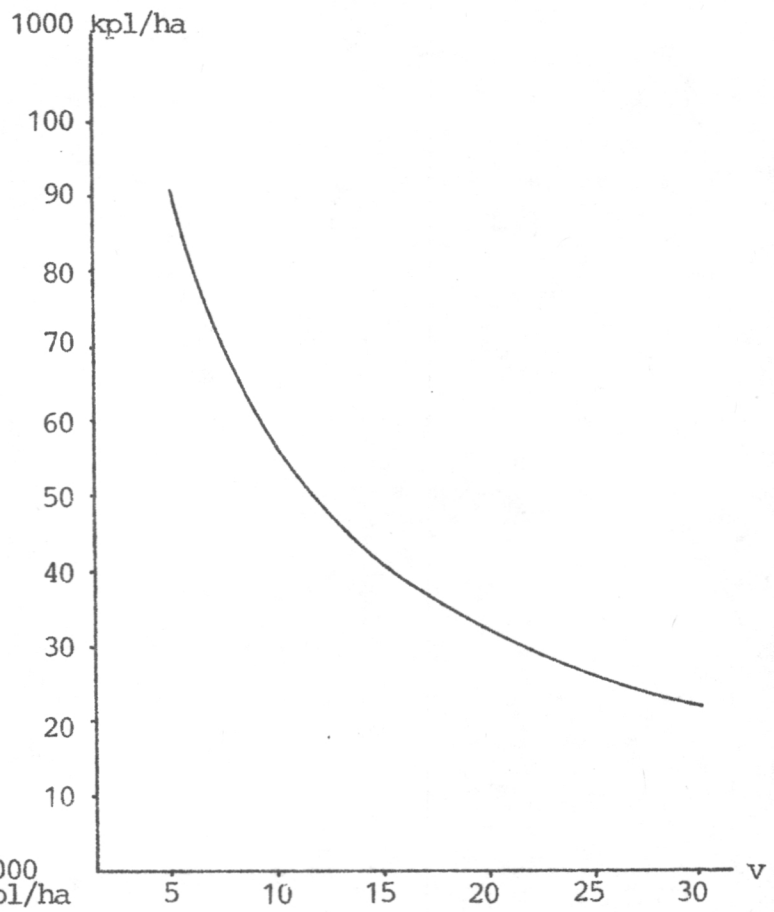
Kuva 4. Hieskoivun biomassan riippuvuus puuston keskiläpimitasta.



Kuva 5. Hieskoivun biomassan riippuvuus puuston keskipituudesta.



Kuva 6. Hieskoivun biomassan riippuvuus puuston runkoluvusta.



Kuva 7. Hieskoivun runkoluvun riippuvuus iästä.



8. Tyypillistä pellonreunavesakkoa, jossa kasvaa eri pajulajeja ja seassa hieskoivua. Biomassan kokonaistuotos 16 vuodessa 302 tn/ha, mikä vastaa energiasisällöltään 66,8 tn kevyttä polttoöljyä.



Metsätien varren 16 vuotiasta hieskoivikkoa. Kokonaistuotos 180 tn Biomassaa/ha. Sama energian määrä saadaan 46,6 tn:sta kevyttä polttoöljyä. Keskikokoisen omakotitalon vuoden lämmittämiseen kertyy tien molemmilta sivuilta n. 150 m² markkaa.

Matti Oikarinen

PERKAUSAJANKOHDAN VAIKUTUKSESTA HIESKOIVUN JA HAAVAN
VESOMISEEN KANGASMAALLA

(Lyhennelmä esitutkimusraportista, joka julkaistaan
Muhoksen tutkimusaseman tiedonannossa n:o 19.)

Avohakkuiden ja maanpinnan käsittelyn yleistyminen on asettanut vesakon torjunnalle voimakkaan haasteen. Toisaalta tuontienergian hinnan nousu on kääntänyt katseet kotimaiseen puuhun ja herättänyt vilkkaan energiametsätutkimuksen. Vesomisen perusteiden selvittely on siten tullut ajankohdaiseksi sekä torjuntamenetelmiä että vesakoiden hyväksikäyttöä silmälläpitäen.

Vanha kansa on aina uskonut, että kaatoajankohdalla on suuri vaikutus vesomiseen. Monet tutkijat ovat yrittäneet selvittää asiaa vaihtelevin tuloksin. Niinpä Muhoksen tutkimusasemalle perustettiin kesällä 1978 vesomiskoe tarkoituksena selvittää, onko vesomisessa havaittavissa a) vuorokausirytmisiä, b) kuun vaiheiden mukaista rytmiä ja c) vuodenaikojen mukaista rytmiä.

Koe inventoitiin alustavasti syksyllä 1979. Tulokset viittaavat siihen suuntaan, että mainitut kolme rytmiä vaikuttavat vesomiseen. Aamu- ja iltapäivän kantojen vesomisessa oli jopa niin suuria eroja, että tietyn kauden vesomishuippu voi vaihtua vesomisminimiksi. Vesomisalttius vaihteli myös kuun vaiheiden mukaan sekä antoi tukea sille monissa aikaisemmissa tutkimuksissa todetulle seikalle, että vuodenaika vaikuttaa vesomiseen. Kuitenkaan varsinaisia "kuoleman päiviä" ei löytynyt, vaan kaikissa tapauksissa syntyi ainakin muutama vesa. Lisäksi jokaisella puulajilla näyttää olevan oma rytminsä. Hieskoivun syvin minimi sattuu vaiheeseen,

jossa lehti oli 2/3 täydestä koostaan. Vastaavaan ajankohtaan osui haavalla tutkimuskauden maksimi.

Tutkimuksen suppeudesta ja aiheen monitahoisuudesta johtuen tuloksia voidaan pitää vain suuntaa antavina viitteinä, jotka toivottavasti antavat hyödyllisiä virikkeitä jatkotutkimuksille.

Jussi Saramäki & Eila Valtanen

LANNOITUS NUOREN METSÄN KEHITYKSEN JOUDUTTAJANA

Johdanto

Typpilannoituksen tiedetään lisäävän puuston kasvua. Aiem-
mista tutkimuksista tiedetään myös kasvunlisäyksen olevan
kuutiometreissä mitattuna suurinta, kun puuston kasvu on
kiihkeimmillään 30 - 50 vuoden iässä. Tällöin ei kuiten-
kaan puuston rakenne ole vielä ehtinyt järeytyä, vaan
pääosa on vasta kuitupuun mitoissa. Kun puustoa tässä ikä-
vaiheessa harvennetaan, on poistuma pääsääntöisesti pelkäs-
tään kuitupuuta. Lannoitusten kannattavuuteen vaikuttaa
oleellisesti se, millaista puuta voidaan poistaa lannoitus-
vaikutuksen päätyttyä ja miten pitkä on lannoitussijoituksen
ja hakkuun välinen aika.

Lannoitus voidaan aloittaa jo metsikön taimistovaiheessa,
jolloin lannoituskustannuksia saadaan takaisin aikaisintaan
ensimmäisessä harvennuksessa. Tässä tapauksessa lannoituk-
sen pitää lisätä kasvua niin paljon, että ensiharvennuksessa
saatavalla tulon lisällä sekä jäävän puuston rakenteen
paremmuudella voidaan korvata lannoituskustannukset korkoi-
neen. Lannoituksella saatava kasvunlisäys on suoraan ver-
rannollinen käytettyyn typpimäärään, mikäli lannoitemäärä
on rajoissa 60 - 200 kiloa puhdasta typpeä hehtaarille.
Kertalannoituksella saatava kasvunlisäys on melko hyvin
tiedossa erilaisilla kasvupaikoilla ja eri-ikäisissä puus-
toissa. Toistuvilla lannoituksilla saatava kasvunlisäys
ei sen sijaan ole yhtä perusteellisesti tutkittua. Mikäli
aiotaan lannoittaa metsiä jo taimistovaiheesta alkaen, on
varauduttava lannoittamaan useita kertoja ennen kuin tuloja
metsästä on saatavissa. Jotta lannoitusten kannattavuutta

voitaisiin objektiivisesti arvioida, on tunnettava puuston rakenteen kehitys lannoitetuissa metsiköissä. Lisäksi on tiedettävä lannoitetun puuston tuleva kehitys, mikäli lannoitus lopetetaan.

Aineisto

Seuraavassa tarkastellaan nuorten männiköiden ja kuusikoiden kehitystä lannoitetuissa ja lannoittamattomissa metsissä, kun typpilannoitus on uusittu vähintään kerran. Tarkastelu perustuu professori Viron 1950-luvun lopulla taimikoihin perustamiin lannoituskokeisiin. Nyt esitettävät koealat sijaitsevat Kannonkoskella, Punkaharjulla, Sulkavalla, Heinävedellä ja Vilppulassa. Kokeet ovat maanpohjaltaan tyypillisiä lannoituskohteita: männiköt puolukkatyyppiä ja kuusikot mustikka- ja käenkaali-mustikkatyyppiä. Kokeiden ensimmäiset lannoitukset olivat lieviä eivätkä vastaa nykyisiä lannoitussuosituksia. Kuitenkin ne vastaavat kokeiden aloittamisajan käsityksiä sopivista lannoitemääristä. Kuten aiemmin on todettu, lannoituksen vaikutus riippuu suoraviivaisesti lisätyistä typpimäärästä ja lannoituksella saatava kasvunlisäys näyttää olevan typpikiloa kohden jokseenkin samansuuruinen annettiinpa lannoitus yhdessä tai useammassa erässä. Näin ollen nyt esitettäviä tuloksia voidaan tarkastella siten, että verrataan nykysuositusten mukaisella typpimäärällä saatuja kasvunlisäyksiä. Koska kyseessä ovat ensiharvennusvaiheessa olevat metsiköt ja työn ensisijainen tavoite on nykytilanteen kuvaus ja tulevaisuuden ennustaminen, ei tässä yhteydessä puututa tarkemmin menneeseen kehitykseen.

Tulokset

Seuraavassa keskitytään kuvaamaan metsiköiden nykytilannetta kokonaispuuston, jäävän puuston ja harvennuspoistuman puustotunnusten ja puutavaralajirakenteen avulla. Kuvassa 1 esitetään puolukkatyyppin männiköiden puustoa kahden eri tavoin lannoitetun esimerkin valossa. Kuvasta voidaan todeta, että vaikka metsiköt ovat eri-ikäisiä niiden lannoittamattomien koealojen puuston keskikoko on hyvin samanlainen. Kokonaiskuutiomäärissä on eroa, joka johtuu puuston tiheydestä. Yhteensä 418 kilon typpilannoitus nosti lannoitetujen puiden keskikoon noin kolmanneksen lannoittamattomien puiden keskikokoa suuremmaksi ja metsiköiden kuutiomäärän noin 32 m^3 suuremmaksi. Yhdellä typpikilolla saatiin tässä tapauksessa $0,077 \text{ m}^3$ puuta eli 13 kilolla typpeä saatiin 1 m^3 puuta. Tulos on samaa suuruusluokkaa verrattuna hieman varttuneemmissa männiköissä saatuun tulokseen. Typellä saatu tulos johtunee lannoituksen varhaisesta aloitusajasta, jolloin männikkö ei vielä ollut ehtinyt sulkeutua ja näin osa ravinteista ei tullut puiden käyttöön, vaan joutui niiden kannalta hukkaan. Lievempi lannoitusohjelma toisella kokeella antoi typpikiloa kohden likimain saman tuloksen - $0,072 \text{ m}^3/\text{kgN}$ - kuin useammankin lannoituksen saanut metsikkö. Rungon keskikoon kasvu ei ollut suhteessa niin hyvää kuin voimakkaammin lannoitetulla kokeella. Puolukkatyyppin männikön ensiharvennuskertymää ajatellen kuvassa 1 näkyvä lievempi lannoitus oli ehkä vähäinen, sillä harvennuksessa voitiin poistaa vain puolet lannoituksessa saadusta lisäk kasvusta. Kuitenkin harvennuspoistuman rakenne oli selvästi lannoittamattomia koealoja parempi. Myös jäävän puuston rakenne on hieman parempi lannoitetuilla kuin lannoittamattomilla koealoilla.

Nuorten kuusikoiden aineisto oli jonkin verran männiköitä laajempi. Kuusikoissa voitiin suorittaa alustavaa vertailua eri metsätyyppien kesken (kuva 2). Silmiin pistävää on erittäin jyrkkä ero metsiköiden kehitysvaiheessa.

On kuitenkin huomautettava, että mustikkatyypin kokeet edustavat kyseisen metsätyypin karumpaa laitaa. Tilavuusyksiköissä mitaten kasvunlisäykset olivat molemmissa tapauksissa likimain samansuuruiset ja selvästi suuremmat kuin männiköissä saadut lisäykset. Typpikilolla saatiin mustikkatyypillä $0,118 \text{ m}^3$ ja käenkaali-mustikkatyypillä $0,106 \text{ m}^3$. Karummalla kasvupaikalla puuston järetyminen oli huomattavasti voimakkaampaa kuin rehevämmällä. Lannoitusten toistuminen useammin kuusikoissa lisäsi kasvua, mutta ei kuitenkaan samassa suhteessa typpimäärän lisääntymisen kanssa (kuvat 3 ja 4). Niinpä typpikilolla saatu kasvu oli selvästi heikompaa kuin lievemmin lannoitetuissa ja myös heikompaa kuin vastaavasti lannoitetuissa männiköissä. Typpikilolla saatu kasvu oli $0,067 \text{ m}^3$. Lannoituksen vaikutus jatkui kuitenkin viimeisen mittauksen aikana ja lopullinen tulos muuttuu vielä useasti lannoitetulle edullisemmaksi. Lannoituksilla saatu lisäkasvu voitiin poistaa kaikilla koealoilla lähes kokonaan ensimmäisessä harvennuksessa (kuvat 3 ja 4). Näin harvennuskertymät lannoitetuilta ruuduilta olivat selvästi suurempia kuin lannoittamattomilta. Myöskin poistuvan puuston rakenne ja järeys olivat parempia lannoitetuilla koealoilla. Korostetummin kuin poistuvan puuston rakenteessa tulivat esiin erot jäävän puuston tunnuksissa. Jäävän puuston määrään oli sekä lannoitetuilla että lannoittamattomilla koealoilla likimain yhtä suuri, mutta jäävien puiden keskikoko oli selvästi suurempi lannoitetuilla koealoilla.

Tulosten tarkastelua

Lannoitustuloksia tarkastellessa on pidettävä mielessä, että näissä kokeissa käytetyt kertalannoitusmäärät olivat viimeisiä lannoituksia lukuunottamatta selvästi nykyisiä suosituksia pienempiä. Niillä saadut kasvunlisäykset ovat ehkä hieman suurempia kuin jos kyseinen typpimäärä olisi

annettu kerta-annoksena. Ero ei kuitenkaan ole merkittävä ja niin ollen kaksi kertaa lannoitetuilta kokeilta saatuja tuloksia voidaan rinnastaa nykysuosituksen mukaiseen kerta-lannoitukseen.

Männyn osalta voidaan todeta saadun kasvunlisäyksen vastaavan vähän yli vuoden kasvuetua lannoittamattomaan verrattuna. Ts. kertalannoituksella saataisiin lyhennettyä kiertoaikaa nuorena puolukkatyypin männikössä yhdestä kahteen vuodelle. Jos lannoitemäärä lisätään lähes 2,5-kertaiseksi lyhenee kiertoaika vastaavan laskentaperiaatteen mukaan 4 - 5 vuotta. Edellä mainittu pitää paikkansa sillä edellytyksellä, että lannoituksella saavutettu etumatka ei myöhemmin kapene.

Karun mustikkatyypin kuusikon lannoitus nykysuosituksen mukaisella typpimäärällä näyttäisi lyhentävän kiertoaikaa noin kolmella vuodelle. Jos vastaava typpimäärä annetaan käenkaali-mustikkatyypin kuusikkoon on saavutettu vain 1 - 2 vuoden kasvuetu. Näyttäisi jopa siltä, että karumalla paikalla tehty typpilannoitus antaisi kuusen osalta parempia absoluuttisia tuloksia kuin rehevämmällä paikalla suoritettu. Kyseessä saattaa olla kokeiden pienestä määrästä johtuva satunnainen ilmiö. Toisaalta karulla paikalla on suhteellisesti suurempi pula tpeestä kuin rehevällä ja myös kasvureaktio voi siksi olla karulla paikalla voimakkaampi. Lisäämällä lannoitemäärä noin 2,5-kertaiseksi voidaan käenkaali-mustikkatyypillä lyhentää kiertoaikaa ja nopeuttaa ensimmäistä harvennushakkuuta noin kolmella vuodelle.

Tutkituissa männiköissä lannoituksella saatua kasvunlisäystä ei kokonaisuudessaan voitu poistaa vielä ensimmäisessä harvennuksessa alittamatta Tapion pohjapinta-alanormeja. Näin ollen lannoitusten kannattavuus jäi laskentatavasta riippumatta erittäin heikoksi. Mikäli lannoitus olisi aloitettu varttuneemmassa taimikossa, olisi lannoitushyöty voitu pääosin hakata jo ensimmäisessä harvennuksessa. Kuusikoissa,

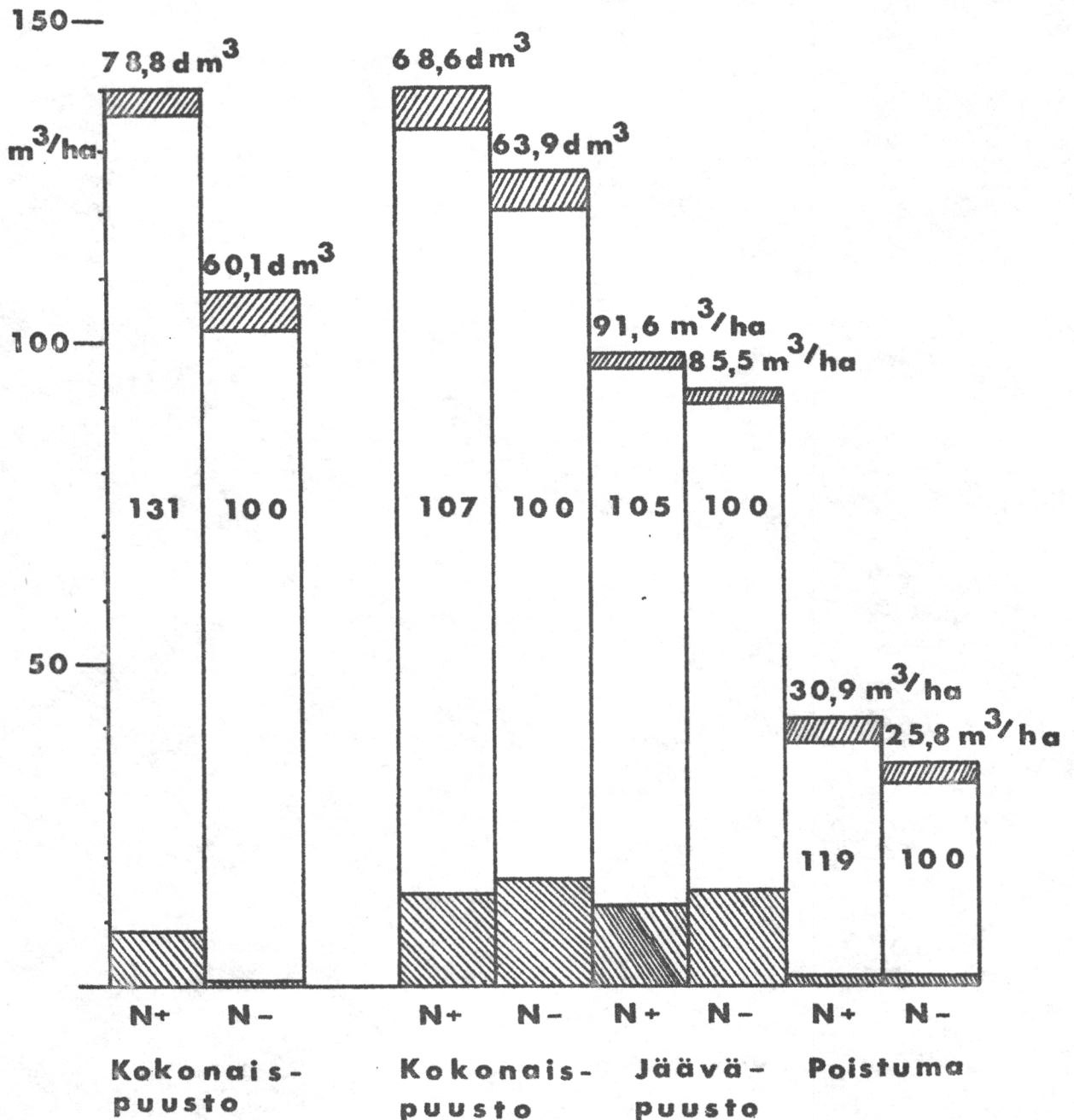
jotka olivat rehevämmillä kasvupaikoilla, kehitys oli sen verran nopeampaa, että lannoitusohyöty voitiin lähes kokonaisuudessaan irrottaa ensimmäisessä harvennuksessa. Lannoitus lisäsi siellä hehtaarikertymää noin 20 m³. Jos tämä muutetaan kantorahaksi, saadaan noin 1 000 mk. Tämän lisäksi on laskettava jäävän puuston arvon paremmuus verrattuna lannoittamattomaan. Vaikka jäävä puusto on lannoitetuilla koealoilla selvästi prosenteissa mitattuna järeämpää kuin lannoittamattomilla, ei jäävän puuston nykyisissä hakkuuarvoissa ole suuria eroja.

Lannoitusten tiedetään lisäävän suhteellisesti enemmän läpimitan kasvua kuin pituuskasvua. Puuston pituuskehitystä ei typpilannoituksilla voine jouduttaa ellei puustoa kasvateta erittäin tiheänä, jolloin vastaavasti läpimitan kehitys kärsii. Lannoituksilla siis joudutetaan lähinnä puuston järeytymistä. Tämä nopeutuminen ei kuitenkaan kertalannoituksella ole kovin suurta - rungon keskikoko kasvaa noin viisi prosenttia lannoittamatonta suuremmaksi. Kuuselle liian karuilla kasvupaikoilla saatetaan jo kertalannoituksella onnistua nostamaan lannoitettujen puiden keskikokoa noin 20 prosenttia lannoittamattomia suuremmaksi. Ero ei kuitenkaan välttämättä pysy näin suurena koko kiertoaika, vaan voi johtua osaltaan puustojen kehitysvaiheeroista.

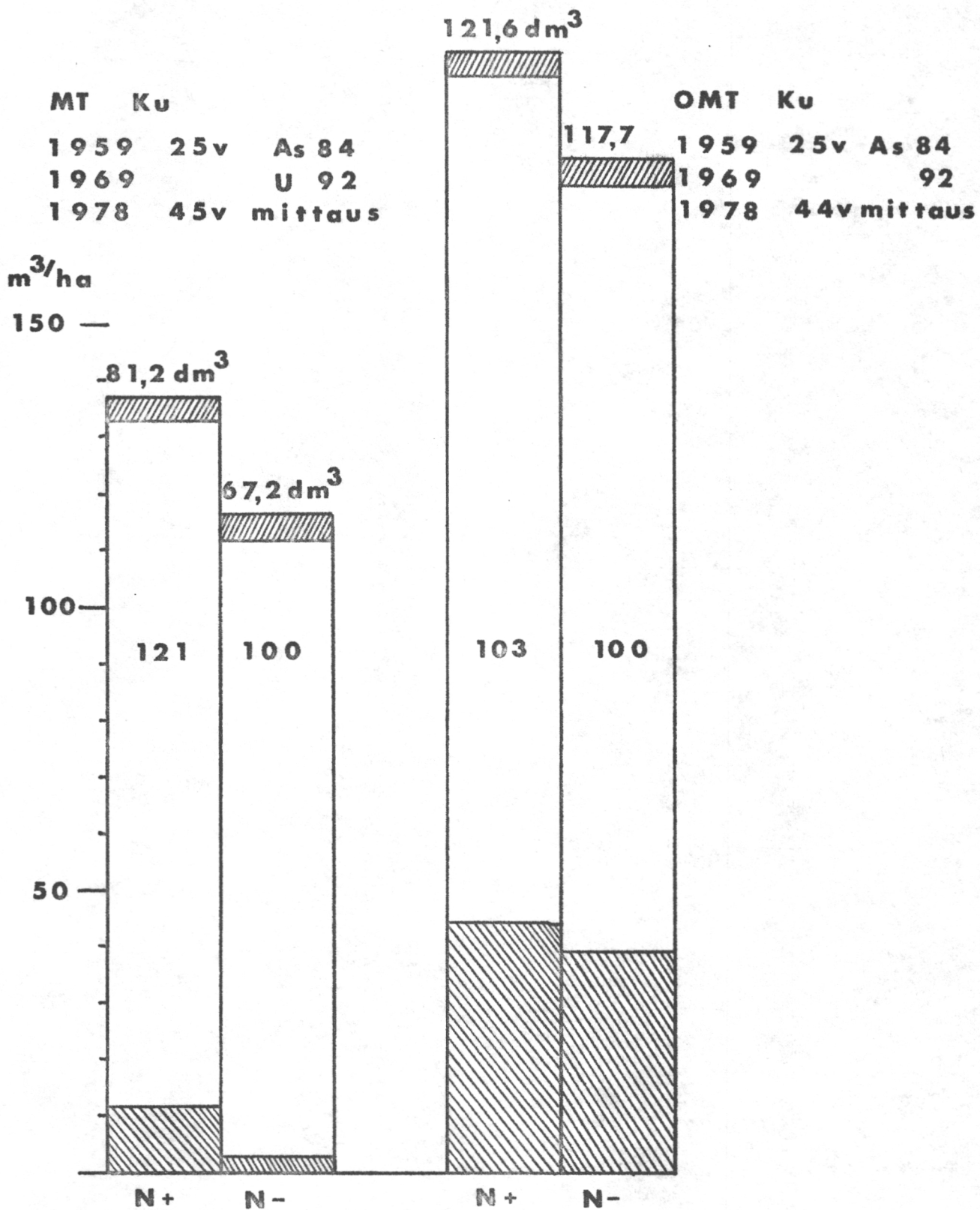
Yhteenvetona voidaan todeta, ettei taimistovaiheen männikköön sijoitettuja lannoituskustannuksia saadaan samasta metsiköstä takaisin ennen kuin vasta myöhemmissä harvennuksissa. Lannoituksella saatava kuutiokasvun lisäys on kuitenkin näissä kohteissa hyvä. Varttuneissa kuusentaimistoissa lannoituskustannukset saadaan pois ensimmäisessä harvennuksessa, mutta kovin hyvää korkoa ei sijoitetuille rahoille saada. Lannoituksella saatava kasvunlisäys on tässä kehitysvaiheessa lannoitekiloa kohden hyvä. Lannoitusvaikutus näkyy puiden järeytymisenä. Todennäköinen kiertoaika lyhentävä vaikutus on kertalannoituksella 2 - 3 vuotta nuorena metsässä.

VT	Mä	
1959	10v	As 84
1964		U 92
1969		U 92
1974		Os 150
1978	29v	mittaus

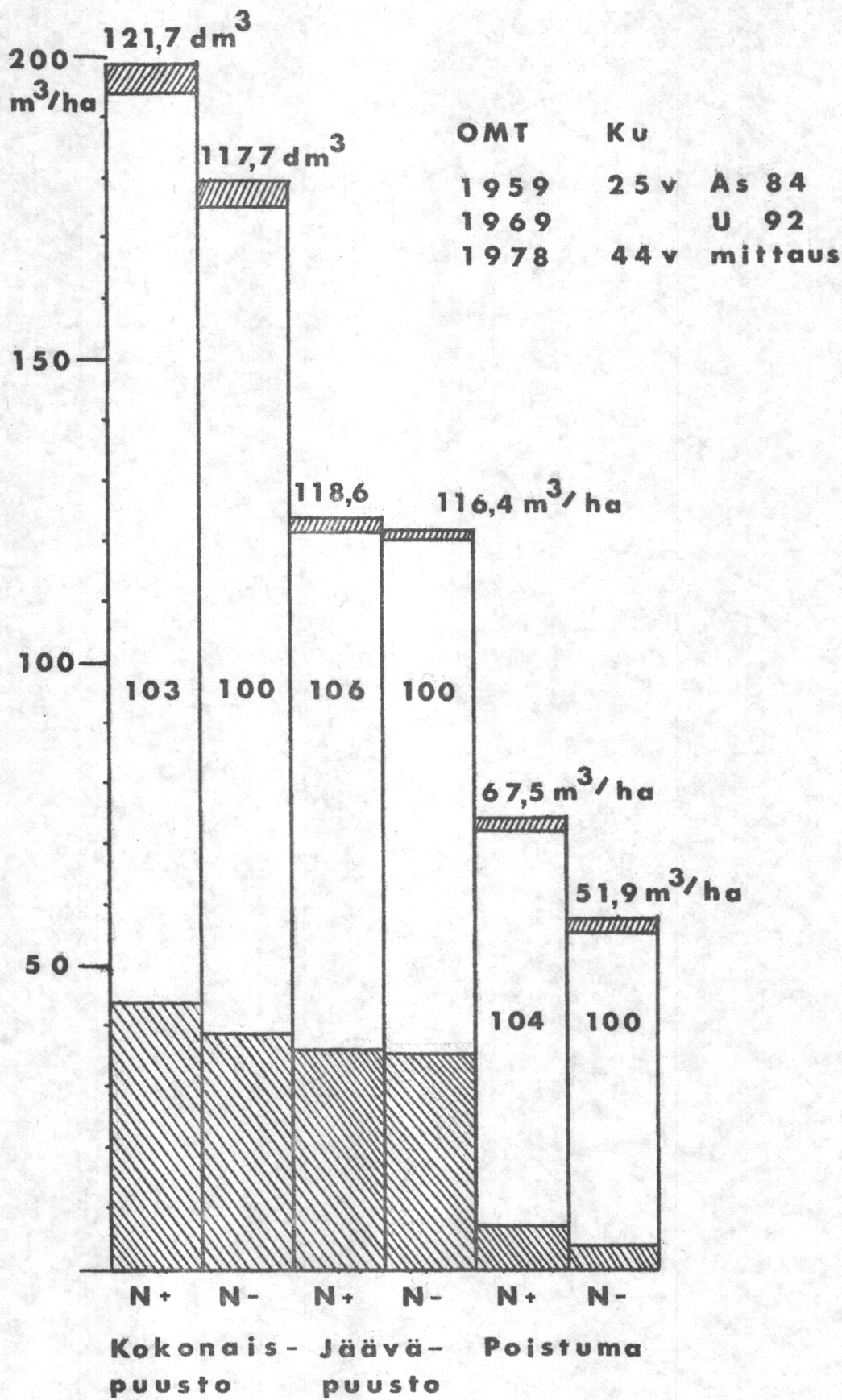
VT	Mä	
1959	25v	As 84
1969		U 92
1978	44v	mittaus



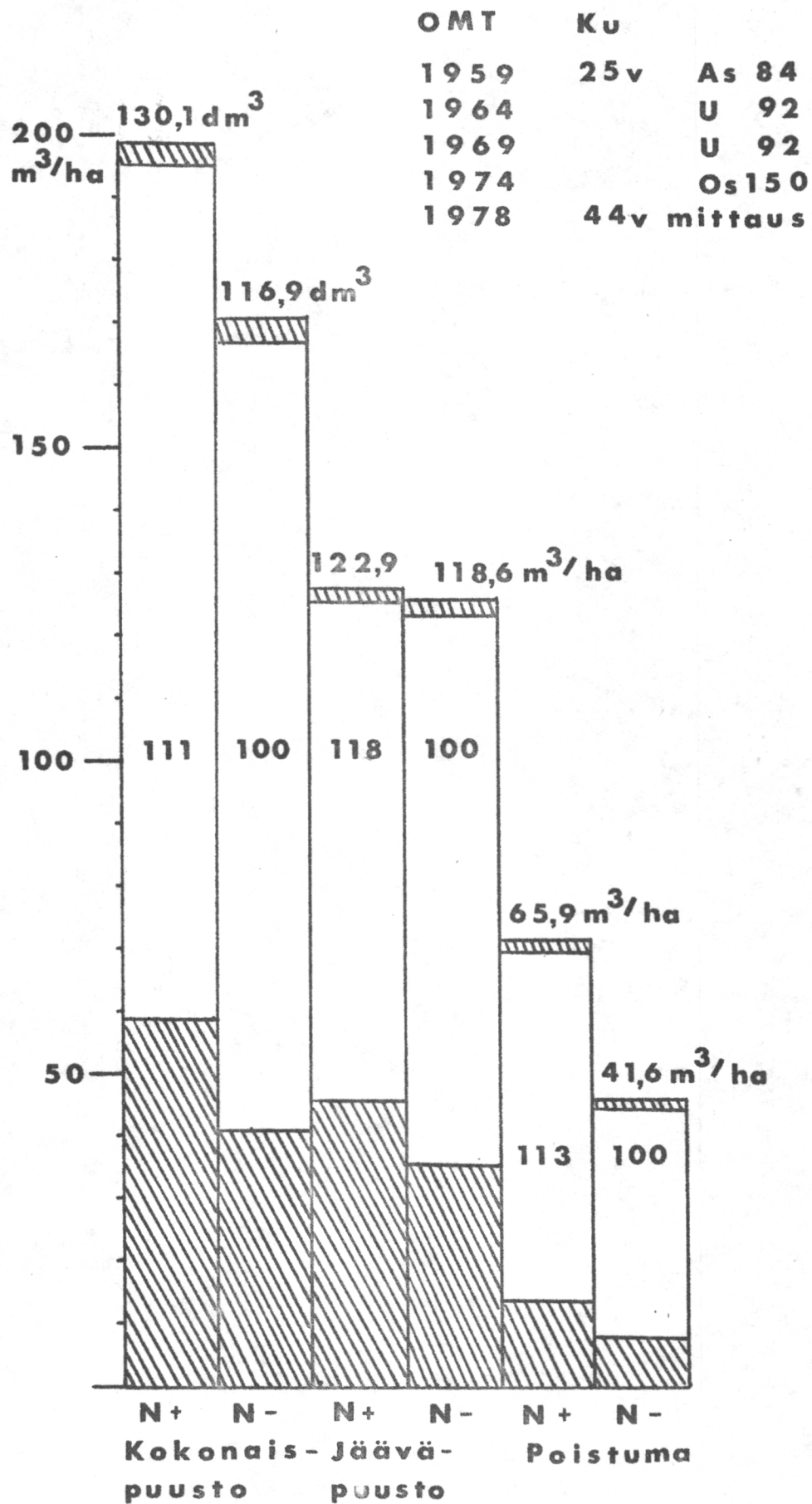
Kuva 1. Puolukkatyyppin männiköiden puusto ensiharvennusvaiheessa. Pylväiden tummennettu alaosa tukkipuuta, keskiosa kuitupuuta ja yläosa hukkapuuta. Kokonaispuustopylvään päässä rungon keskikoko, jäävän ja poistuvan puuston pylväiden päissä läpimitaltaan yli 7,5 cm olevan puun määrä. Rungon suhteellinen keskikoko on merkitty pylväiden keskelle. Ylhäällä lannoitusvuodet ja typpimäärät lannoitelajeittain. N+ = typpilannoitettu, N- = lannoittamaton.



Kuva 2. Mustikka- ja käenkaali-mustikkatyyppin kuusikon kokonaispuusto ensiharvennusvaiheessa. Selitykset katso kuva 1.



Kuva 3. Kahdesti lannoitetun käenkaali-mustikkatyyppin kuusikon ensiharvennusvaiheen kokonaispuusto, jäävä puusto ja poistuma puutavaralajeittain. Selitykset ks. kuva 1.



Kuva 4. Neljästi lannoitetun käenkaali-mustikkatyyppin kuusikon ensiharvennusvaiheen kokonaispuusto, jäävä puusto ja poistuma puutavaralajeittain. Selitykset ks. kuva 1.

Veli Pohjonen

ENERGIAPUUVILJELMÄT - TULEVAISUUDEN METSÄTALOUTTA

1970-luvun alussa maamme metsäteollisuus näytti ajautuvan raaka-ainepulaan. Sen torjumiseksi ruvettiin tutkimaan nopeakasvuisten, meillä ennen viljelemättömien pajujen ja poppeleiden kasvatusta lyhyellä kiertoaajalla mutta mahdollisimman voimallisilla menetelmin.

Kasvualusta täysmuokattiin ja lannoitettiin. Sekä taimien istutus että sadonkorjuu suunniteltiin suoritettavaksi konein. Sato silputtaisiin leikkuupuimurin tapaisella niittokoneella hakkeeksi. Teoriassa kaikki kiertoaajat yhdestä noin 20 vuoteen ovat mahdollisia. Metsikön uusi sato kasvaa kantovesoina.

Ensimmäiset metsäpuiden lyhytkiertoviljelyn kenttäkokeet perustettiin keväällä 1973 Lapin koeasemalle, Apukkaan. Heti näistä kokeista saatiin lupaavia tuloksia. Muokatulla saraturvepellolla tiheässä kasvanut, lannoitettu, Tanskasta saatu pajujaloste tuotti jo viljelykesänään suuremman kuiva-ainesadon kuin koeaseman viljelyksillä kasvanut säilörehurmi.

Metsäteollisuuden raaka-ainepula kuivui 1970-luvun puolivälin lamakauteen, mutta lyhytkiertoviljelykokeista keksittiin uusi mahdollisuus; nopeasti kasvava paju sitoo nopeasti auringon energiaa. Nopeakasvuisten lehtipuiden viljelyä ruvettiin kehittämään nyt energian tuotantoon.

Energiapajut ja niiden satomahdollisuudet

Lupaavimmat energiaviljelyyn soveltuvat kasvilajit on löydetty pajun suvusta (Salicaceae). Useimmat kokeillut, satoisiksi havaitut pajut ovat vanhoja koripajuja joita viljeltiin maassamme 1900-luvun alkupuolella. Koripajuille on ominaista nopea alkukehitys ja taipumus runsaaseen vesomiseen leikkuun jälkeen.

Eniten koeviljelty energiapaju on jo ensimmäisissä lyhytkiertoviljelyn kenttäkokeissa mukana ollut vesipaju (*Salix* cv. *Aquatica*). Se on todennäköisesti luonnossa itsestään syntynyt risteymä, jota on tuotu maahamme koristepensaaksi Tanskasta ja Unkarista 1950- ja 1960-luvuilla.

Talvenkestävyydeltään vesipajua parempi energiapaju on löydetty Oulusta. Sillä ei ole vielä suomalaista nimeä, mutta sen oletetaan olevan raidan ja tavallisen koripajun risteymä (*Salix* x *dasyclados*).

Mielenkiintoisia, ilmastoomme karaistuneita energiapajuja ovat eräät siperialaista alkuperää olevat lajit. Näistä jokipaju (*Salix triandra*) on kulkeutunut maahamme luonnollisia teitä jääkauden jälkeen. Nykyään se kasvaa harvinaisuutena muun muassa Liminganlahdella sekä Kemi- ja Torniojoen suistossa. Maamme metsäntutkijat ovat tuoneet mukanaan Siperianmatkoiltaan myös pari lupaavan karaistunutta, mutta nopeakasvuista energiapajulajia.

Energiapajut ja niiden viljely voidaan jakaa kahteen ryhmään sen mukaan talvehtiiko pajun maanpäällinen verso vai ei. Mikäli verso ei kestä talven pakkasia, mutta juuret kuitenkin säilyvät lumen alla, pajukkoa kasvatetaan yhden vuoden kierrolla. Kasvusto korjataan syksyisin, ja uusi sato kasvaa seuraavana keväänä kantovesoina.

Tehokkain energian sidonta ja suurimmat vuotuiset kuiva-ainesadot on saatu juuri yksivuotisella kierrolla. Riittävän tiheällä, 30 versoa neliömetrillä kasvavalla, vuosittain leikattavalla energiapajukolla päästään 10 - 20 tonnin vuotuisen kuiva-ainesatoon.

Energiapajun viljelyketju

Kasvaakseen tehokkaasti energiaviljelmä vaatii hyvässä kasvukunnossa olevan maan. Perusparannusten, kuten ojituksen, kalkituksen, ja ylipäänsä kasvualustan tavoitteena on taso, joka kelpaisi vaikkapa perunalle.

Energiapajukko viljellään riviviljelynä pistokkaista 45 - 65 cm:n rivein, 20 - 50 cm:n välein, palulajikkeesta riippuen. Viljelmää lannoitetaan heinänurmen intensiteetillä ja hoidetaan rikkakasvien torjumiseksi esimerkiksi juurikas-haralla. Pistokkaat juurtuvat ensimmäisenä kesänä. Vesat ovat syksyllä metrin - puolentoista mittaisia. Ne leikataan syksyllä viiden senttimetrin kantoon lisävesomisen vauhdittamiseksi.

Varsinainen energiansidontaalkaa toisena keväänä. Kasvua vauhditetaan lannoituksella. Kantovesat alkavat venyä rukiin vauhdilla. Parhaina keskikesän päivinä pituuskasvu etenee 2,5 mm:n nopeudella tunnissa. Nopeakasvuisimmat energiapajut eivät lopeta pituuskasvuaan ennen syys-lokakuun vaihteen pak-kasia. Kasvusto on nyt yli kolmen metrin mittainen; pisimmät vesat venyivät kesän 1979 kokeissa yli kolmen ja puolen metrin.

Kasvatus jatkuu pajulajista riippuen joko yhden tai useamman (ehkä 3 - 5) vuoden kierrolla. Monivuotisessa viljelyssä kasvatustiheyden tulisi kuitenkin olla väljempi.

Energiapajun ilmasto- ja maaperävaatimukset

Energiaviljelmän perustamisen kriittinen vaihe on pistokkaiden juurtuminen. Maaperän tulee olla riittävän kostea; märkyydestäkään ei ole silloin pelkoa. Juurtuminen onnistuu parhaiten turvemaileda. Kivennäismailla tarvitaan kastelu, mikäli viljelmä sijaitsee maamme kevätkuivuusvyöhykkeellä (Etelä- ja Länsi-Suomen rannikkoseuduilla).

Paju kasvaa luonnostaankin kosteilla paikoilla: vesien varilla, suopeltojen ojanpientareilla ja ravinteisilla soilla. Laajimmat luonnonvaraiset pajukkomme lienevät Pohjanlahden rannikolla, Limingan korkeudella. Mahdollisesti parhaat energiaviljelyyn soveltuvat alueet sijoittuvat samalle vyöhykkeelle. Ensisijaisia viljelyalueita olisivat Keski- ja Pohjois-Suomen turveperäiset maat, Perämeren rannikkoalueet sekä kivennäismaista Savon ja Kainuun hikevät hiedat.

Energiapuun tuottavuus ja huokeus avainkysymyksiä

Energiapuuviljelmillä tähdätään 1990-luvulle ja sen jälkeiseen aikaan, vaiheeseen jossa pienpuun tehostettu korjuu ja vesasyntyisten luonnonmetsien kasvatusta jo säästävät oman osansa tuontienergiaa.

Pajututkimuksessa on kaksi avainkohtaa. Voidaanko ensiksikin jo nyt satoisasta villipajusta jalostaa vielä tuottoisampia lajikkeita niin kuin on onnistuttu muillakin viljelyskasveilla? Energiapajun jalostus on maassamme juuri alkanut.

Toinen avainkysymys on tehokkaan viljelytekniikan kehittäminen. Biopolttainetta on tuotettava viljelmillä puoleen hintaan tai kolmannekseen siitä mitä saman raaka-aineen, paju- tai koivuhakkeen keräily luonnosta tulisi maksamaan. Tasaisilla mailla, viljely-, hoito- ja korjuutoimia koneistamalla tähän on mahdollista päästä.

Milloin energiapuuviljelmiä käytäntöön?

Useat viljelijät ja yhteisöt maassamme olisivat jo valmiit aloittamaan energiapajun viljelyn käytännön mittakaavassa. Jalostetun viljelymateriaalin puute on kuitenkin rajannut maan kaikkien viljelmien kokonaisalan vielä muutaman hehtaarin tasolle. Energiaviljelyn alkuvaiheessa tarvitaan pistokkaiden tehokas lisäys; viljely käynnistyy pistokasviljelynä.

Vastikään mietintönsä jättänyt energiametsätoimikunta ehdottaa, että energiaviljelmiä perustettaisiin vuoteen 2000 mennessä koko maahan 550 000 hehtaaria, siis runsaat 25 000 hehtaaria vuodessa. Tavoite on vaativa; voimavaroja tarvitaan runsaasti sen saavuttamiseksi.

- N:o 1. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1971.
- N:o 2. Tutkimuspäivän alustukset. 1972.
- N:o 3. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1972.
- N:o 4. Kalevi Karsisto. Esituloksia suometsien fosforilannoitelajikoikeista. 1973.
- N:o 5. Kalevi Karsisto. Lannoitteiden levitystasaisuudesta moottorikelkkaa käytettäessä. 1973.
- N:o 6. Kalevi Karsisto. Kokeita typpilannoitteiden häviämisestä säkeistä. 1973.
- N:o 7. Kalevi Karsisto. Isorakeisen typpilannoitteen uppoamisesta lumeen. 1975.
- N:o 8. Markku Turtiainen ja Jukka Valtanen. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsäaurausalueilta. 1974.
- N:o 9. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1974.
- N:o 10. Esteri Ohenoja ja Niilo Takkunen. Alustavia tietoja lannoituksen vaikutuksesta kangasmetsien sienisatoon. 1974.
- N:o 11. Kalevi Karsisto ja Jorma Issakainen. Riistan tuottaminen metsänparan-
nusalueilla. 1974.
- N:o 12. Kalevi Karsisto. Peatland forestry experiments in Pyhäkoski experimental
area. 1974.
- N:o 13. Kalevi Karsisto. Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutus vesien saastu-
miseen. 1974.
- N:o 14. Tutkimuspäivän esitykset 1975.
- N:o 15. Metsäntutkimuspäivä Haapavedellä 1976.
- N:o 16. Metsäntutkimuspäivä Sotkamossa ja Ämmänsaaressa 1977.
- N:o 17. Metsäntutkimuspäivä Haukiputaalla ja Muhoksella 1978.

