

# METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 24

MUHOKSEN TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283



## METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ TAIVALKOSKELLA 1981

MUHOS 1981

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto

METSÄTUTKIMUSLAITOS  
METSÄTALOUS

1981

METSÄTUTKIMUSLAITOS  
METSÄTALOUS  
1981

Kansikuva: Harsittua metsää Taivalkosken Latvavaarassa, 300 m merenpinnan yläpuolella.

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 24  
MUHOKSEN TUTKIMUSASEMA

METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ  
TAIVALKOSKELLA  
1981

Muhos 1981

ISSN 0358-4283

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Muhos

LUKIJALLE

Muhoksen metsäntutkimusasema on järjestänyt vuodesta 1975 alkaen alueellisia metsäntutkimuspäiviä. Mukaan kutsutaan tietyn kuntaryhmän alueella toimivat metsäammattimiehet sekä heidän esimiehensä organisaation johtotasolta. Taivalkoskella 11.11.1981 pidetty tutkimuspäivä oli järjestyksessä kahdeksas.

Tämä tiedonantoja 24 sisältää Taivalkosken tutkimuspäivänä pidetyt kahdeksan esitelmää.

Tutkimusaseman johtaja  
Jukka Valtanen

# SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
Eero Kubin	
Luonnontilaisen vanhan HMT-kuusikon rakenteesta ja ekologiasta .....	1
Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen	
Männynversoruosteen esiintymisestä lannoitetussa turvemaan männyntaimistossa .....	11
Matti Oikarinen	
Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus hieskoivikon kehitykseen rehevällä turvekankaalla .....	24
Kimmo Paarlahti ja Pekka Pietiläinen	
Soklin fosforiitti suometsälannoitteena .....	36
Jussi Saramäki	
Kokopuun korjuun vaikutuksesta metsän ravinteisiin ja kasvuun .....	43
Pentti Savilampi	
Suojakylvön tuloksia .....	51
Yrjö Norokorpi	
Lakimetsien rajaamisen perusteita .....	59
Jukka Valtanen	
Korkeiden maiden metsien uudistaminen .....	66

Eero Kubin

## LUONNONTILAISEN VANHAN HMT-KUUSIKON RAKENTEESTA JA EKOLOGIASTA

### 1 Yleistä

Suomalaisen metsätyyppijärjestelmän kehittäjän, A.K. CAJANDERin (1905) sanoin ilmaistuna "koskemattomassa luonnossa vuosituhansia kestänyt lakkaamaton keskinäinen taistelu on pakottanut jokaisen lajin omalle määrätylle alalleen ja omalle määrätylle kasvupaikalleen". Keskinäinen taistelu koskee yhtäläillä pieniä kasveja kuin suuria puita. Puulajien keskinäinen taistelu, itse asiassa puulajikehitys, kulkee ajanoloon kohti metsikkörakenteita, jotka ovat aina dynaamisessa tasapainossa senhetkisten kasvupaikkaolosuhteiden kanssa. Tuoreilla kankailla lehtipuu- ja sekametsiköiden rakenne muuttuu vähitellen kohti puhtaita kuusikoita (KALELA 1961).

Koillis-Suomen piirimetsälautakunnan alueella on kuusikoiden osuus metsämaa-alasta KUUSELAN ja SALMISEN (1978) mukaan 22,2 % (395 826 ha) ja Lapin piirimetsälautakunnan alueella 16,3 % (577 672 ha). Useimmiten vaaramaisille alueille sijoittuvina, iältään vanhoina ja ulkonäöltään omaleimaisina ne muodostavat mielenkiintoisen tutkimuskohteen. Tässä esityksessä tarkastelen yhden havaintoesimerkin perusteella pitkään luonnontilassa säilyneen kuusikon rakennetta puuston, kasvillisuuden ja maaperän osalta.

### 2 Koealan kuvaus

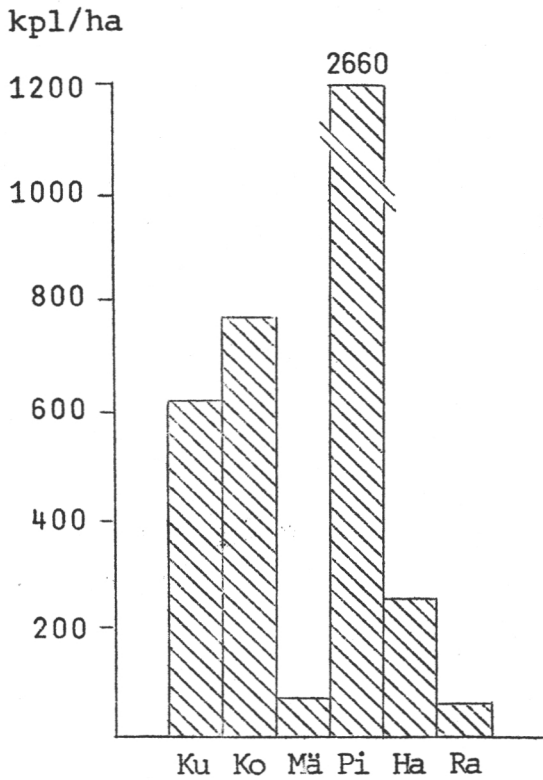
Metsikkö sijaitsee Kuusamossa, Oulangan kansallispuiston alueella. Viimeiset vain järeään puustoon kohdistuneet hakkuut tehtiin kuluvan vuosisadan alussa (SÖYRINKI ym. 1977), joten metsikön viimeaikainen kehitys on suurimmaksi osaksi tapahtunut täysin luonnonoloissa. Nykyisen, järeään puuston keski-ikä on noin 200 - 250 vuotta ja kokonaiskuutiomäärä noin 90 m<sup>3</sup>/ha.

Tutkitun alueen topografinen korkeus vaihtelee 250 - 280 m merenpinnan yläpuolella käsittäen osan vaaran lakiosasta ja lounaisrinteestä. Puusto- ja kasvillisuustunnukset mitattiin kahdelta rinnakkain olevalta linjalta. Linjaparin pituus oli 450 m. Aarin ympyräkoealoja oli yhteensä 30. Jokaisesta laskettiin puulajijakaantuma alle ja yli 1,3 metrin pituisille puille erikseen sekä mitattiin kaikkien yli 1,3 metrin korkuisten puiden rinnankorkeusläpimitta. Lisäksi laskettiin maapuiden lukumäärä sekä tehtiin kasvillisuuskuvaus 5:ltä neliömetrin ruudulta kutakin ympyräkoealaa kohden. Ekologisia tunnuksia sen sijaan mitattiin suppeammalta alalta tutkitun alueen alareunasta.

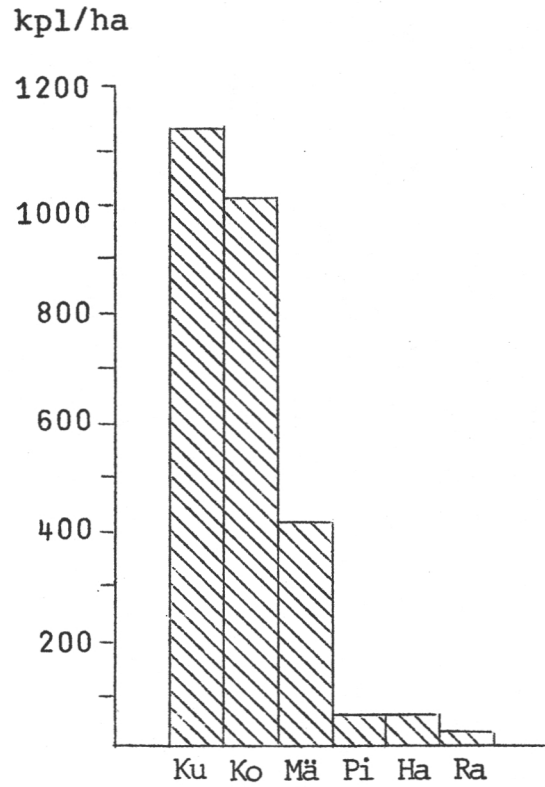
### 3 Metsikön rakenne

#### 3.1 Puusto

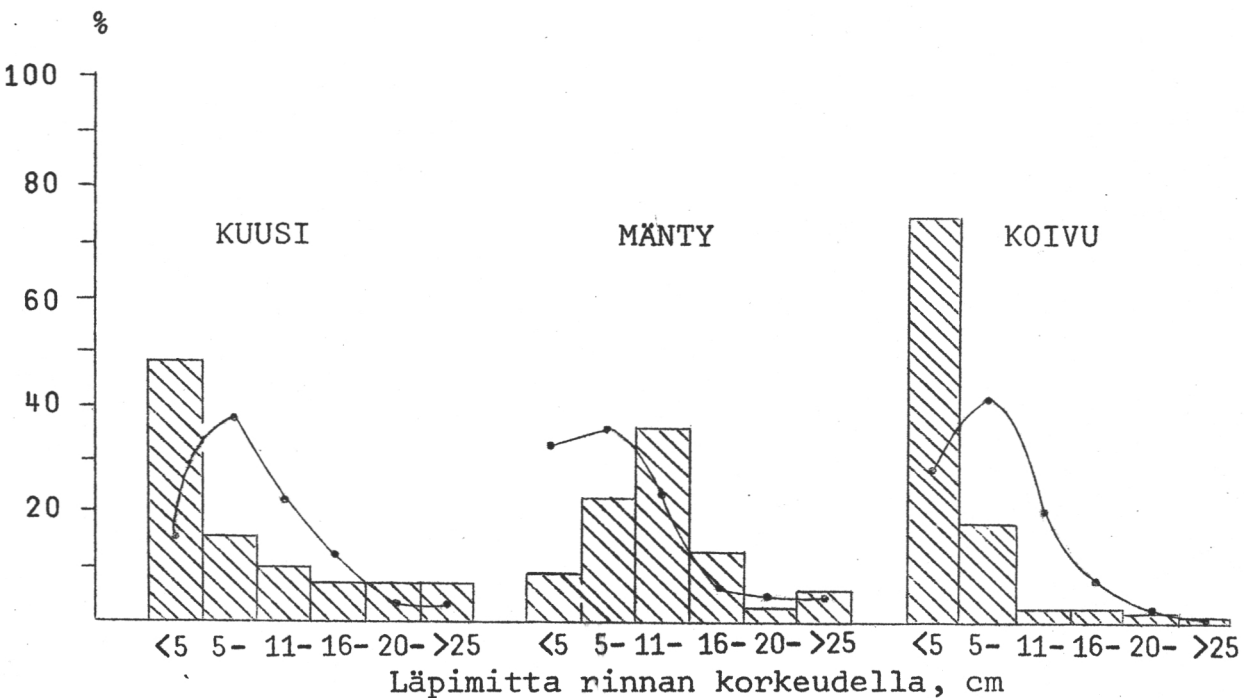
Alle 1,3 metrin pituisesta puustosta lukumääräisesti ylivoimaisin oli pihlaja, sitten koivu ja kuusi (kuva 1). Haapaa, mäntyä ja raitaa oli edellisiä huomattavasti vähemmän. Yli 1,3 metrin korkuisten puiden osalta kuusi oli lukumääräisesti runsain, lähes 1 200 runkoa hehtaarilla, ja koivua oli melkein yhtä paljon (kuva 2). Männyn osuus oli myös suuri, peräti 400 runkoa hehtaarilla, mutta pihlajan, haavan ja raidan lukumäärät olivat vähäiset. Kuusen ja koivun suuri runkoluku selittyi sillä, että lähes puolet kuusista ja yli 70 % koivuista kuului pienimpään, rinnakorkeudelta alle 5 cm:n luokkaan (kuva 3). Männystä yli kolmannes oli 11 - 15 cm:n luokkaan kuuluvia. Tämä puolestaan selittyi sillä, että arviolta 50 - 100 vuotta sitten osa alueesta oli palanut ja palossa säästyneet suuret männyt olivat siementäneet varsin elinvoimaisen uuden mäntyjakson. Tämän sekaan oli sitten jo tulossa runsas kuu-sialikasvos, joka lisäsi pienimmän läpimittaluokan kuusten lukumäärää.



Kuva 1. Alle 1,3 m:n pituisten puiden runkoluku puulajeittain.



Kuva 2. Yli 1,3 m:n pituisten puiden runkoluku puulajeittain.



Kuva 3. Tutkimusmetsikön kuusen, männyn ja koivun jakaantuminen eri rinnankorkeusläpimittaluokkien ryhmiin. Yhtenäinen viiva on metsämaan puuston jakaantuma Koillis-Suomen piirimetsälautakunnan alueella KUUSELAN ja SALMISEN (1978) mukaan. Siinä alle 5 cm:n luokkaan kuuluvat vain 4 - 5 cm:n puut ja koivun kohdalla esitetty tulos edustaa lehtipuita.



Pitkään luonnontilassa säilyneen metsän kuvaan kuuluvat olennaisesti myös kaatuneet maapuut, joista osa on sammalkerroksen peitossa. Tutkitussa metsikössä maapuita oli 693 kpl/ha. Nämä jakaantuivat kasvillisuuden rungoille leviämisen suhteen seuraavasti:

Täysin kasvillisuudesta vapaina	23 %
Osittain kasvillisuuden peitossa	16 %
Täysin kasvillisuuden peitossa	<u>61 %</u>
	100 %

Tulos maapuiden lukumäärästä on mielenkiintoinen. Lukumäärä on vajaa kolmannes nykytilanteen kuusen, koivun ja männyn runkoluvusta. Järeään, halkaisijaltaan yli 20 cm:n paksuisten puiden runkolukuun verrattuna määrä on noin kaksinkertainen.

### 3.2 Aluskasvillisuus

Yhtäläilla kuin puusto, metsän kerroksellisuuteen ja rakenteeseen kuuluu kasvillisuus ja lopuksi maaperä. Kuten tunnettua, kasvillisuudella on kasvupaikkaluokituksessa keskeinen sija ja pitkään luonnontilassa olleiden metsien kasvilajistolla aivan olennainen asema metsien historian tarkastelussa. Tutkitussa metsikössä lajilleen määritettyjä kasveja oli 43 (taulukko 1).

Kasvilajistoa voidaan ryhmittää varpuihin, ruohoihin ja heiniin, sammaliin sekä jäkäliin. Varvut ovat kaikkein selvimmän aluskasvillisuuden yleispiirteeseen vaikuttava ryhmä. Peittävyydeltään runsain ja kaikilla näytealoilla tavattu on mustikka. Sen ohella myös puolukka ja vanamo olivat myös kaikilla näytealoilla eli niiden yleisyysarvo oli 100 %.

Ruohojen ja heinien peittävyudet ovat vähäisiä ja niiden yleisyysarvot jossain määrin sattumanvaraisesti vaihtelevia. Poikkeuksen tekee metsälauha, jota tavattiin kaikilla näytealoilla, joskin sen peittävyys oli hyvin vähäinen. Tämän ryhmän lajilukumäärä oli runsas käsittäen osittain viljavammalle kasvupaikalle kuuluvia lajeja. Tutkimusmetsikkö vaihettuukin rinteiden alaosassa

Taulukko 1. Kasvilajien peittävyys- ja yleisyysprosentit. Peittävyys ilmaisee kuinka paljon kasvilaji peittää maa-alasta ja yleisyys monellako prosentilla tutkituista näytealoista kyseinen laji tavattiin. Havainnot perustuvat yhteensä 145:een erikseen tutkittuun neliömetrin näytealaan.

		Peittävyys %	Yleisyys %
<b>VARVUT:</b>			
MUSTIKKA	Vaccinium myrtillus .....	34	100
PUOLUKKA	Vaccinium vitis-idaea .....	4	100
VANAMO	Linnaea borealis .....	2	100
RIIDENLIEKO	Lycopodium annotinum .....	0,6	79
POHJAN VARIK- SENMARJA	Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum .....	0,2	62
SUOPURSU	Ledum palustre .....	0,2	31
JUOLUKKA	Vaccinium uliginosum .....	0,1	21
KELTALIEKO	Diphysium complanatum .....	+	10
KANERVA	Calluna vulgaris .....	+	3
<b><u>RUOHOT JA HEINÄT:</u></b>			
METSÄLAUHA	Deshampsia flexuosa .....	0,2	100
METSÄTAHTI	Trientalis europaea .....	0,4	90
KULTAPIISKU	Solidago virgaurea .....	1	86
KEVÄTPIIPPO	Luzula pilosa .....	0,1	86
ORAVANMARJA	Maianthemum bifolium .....	0,9	79
NUOKKUTALVIKKI	Orthilia secunda .....	0,6	79
METSÄMAITIKKA	Melampyrum sylvaticum .....	+	79
KANGASMAITIKKA	Melampyrum pratense .....	+	76
METSÄKURJENPOLVI	Geranium sylvaticum .....	0,8	76
METSÄIMARRE	Gymnocarpium dryopteris .....	3,0	62
HERTTAKAKSIKKO	Listera cordata .....	+	48
YÖVILKKA	Goodyera repens .....	0,1	41
PALLOSARA	Carex globularis .....	0,1	31
MAITOHORSMA	Epilobium angustifolium .....	0,1	24
METSÄKORTE	Equisetum sylvaticum .....	+	21
ISO TALVIKKI	Pyrola rotundifolia .....	+	14
LAPIN KASTIKKA	Calamagrostis lapponica .....	+	14
HUOPAOHDAKE	Cirsium helenioides .....	0,1	7
HENTO KORTE	Equisetum scirpoides .....	+	7
LILLUKKA	Rubus saxatilis .....	+	7
MAARIAN KÄMMEKKÄ	Dactylorhiza maculata .....	+	3
"KELTANO"	Hieracium sp. ....	+	3
<b>SAMMALET :</b>			
KERROSSAMMAL	Hylocomium splendens .....	52	100
ISO KYNSISAMMAL	Dicranum majus .....	10	100
SEINÄSAMMAL	Pleurozium schreberi .....	9	100
"MAKSASAMMAL"	Barbilophozia lycopodioides .	2	97
KORVEN KARHUNSAMMAL	Polytrichum commune .....	2	93
"MAKSASAMMAL"	Hepaticae .....	+	69
KANKAAN KYNSISAMMAL	Dicranum polysetum .....	0,6	62
SULKASAMMAL	Ptilium crista-castrensis ...	1	59
YLEINEN KYNSISAMMAL	Dicranum scoparium .....	0,1	35
KIILLOTON KYNSISAMMAL	Dicranum fuscens .....	0,1	24
KORALLISAMMAL	Ptilidium ciliare .....	+	14
METSÄN LIEKOSAMMAL	Rhytidiadelphus triq. ....	+	14
"SUIKEROSAMMAL"	Brachythecium sp. ....	+	14
"RAHKASAMMAL"	Sphagnum sp. ....	0,1	7
HUOPASAMMAL	Aulacomnium palustre .....	+	7
VARSTASAMMAL	Pohlia nutans .....	+	3
<b>JÄKÄLÄT:</b>			
"TORVIJÄKÄLÄ"	Cladonia sp. ....	+	21
PILKKUINEN NAHKAJÄKÄLÄ	Peltigera aptosa .....	+	3

vähitellen lehtomaiseksi kankaaksi ja kyseiset lajit kuuluvat tässä osassa olleisiin näytealoihin.

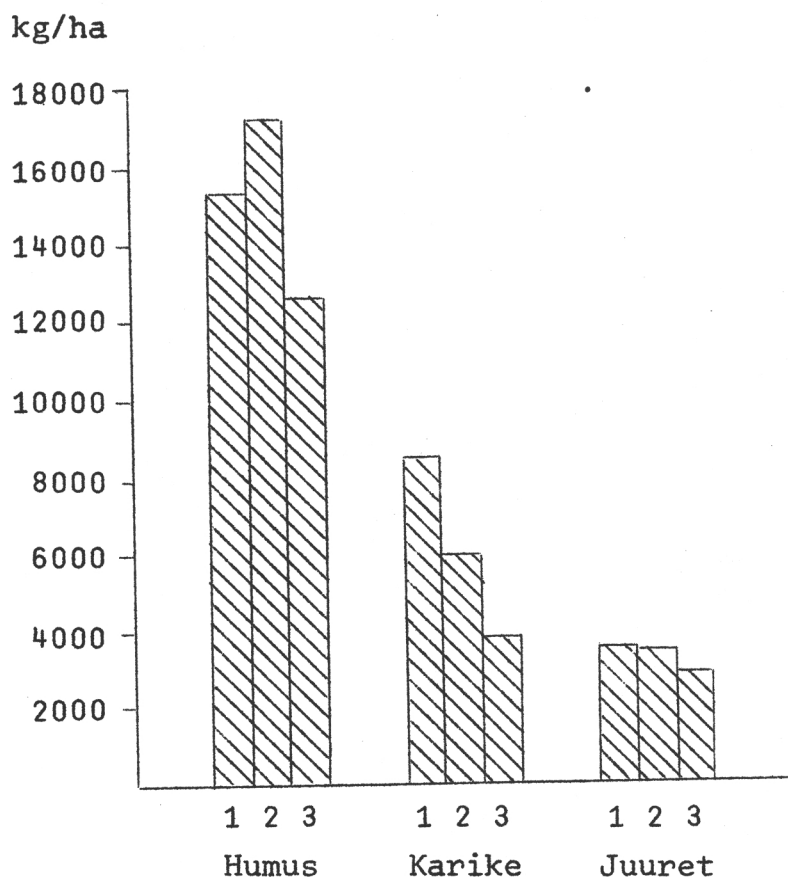
Sammalkerroksen yleisimmät lajit ovat kerrossammal, iso kynsisammal ja seinäsammal sekä niiden kanssa lähes yhtä yleisenä tavattu soistuneisuuden ilmaisija, korven karhunsammal. Sammalkerroksessa on sattumanvaraisesti myös joitakin vaateliaampia lajeja, mutta yleisesti metsikön sammalpeite on tyypillinen tuoreen kangasmetsän rakenteelle. Jäkälät puolestaan ovat tuoreella kankaalla lajilukumäärältään ja merkitykseltään vähäisin ryhmä.

### 3.3 Maaperä

Kuten oli puuston ja kasvillisuuden suhteen, myös maaperän rakenteessa voidaan erottaa kerroksellisuutta. Kivennäismaan päälle kertyy hitaan hajoamisen seurauksena vähitellen pääosin orgaanista ainetta käsittävä humuskerros, kunta. Kivennäismaa niin ikään jakaantuu kerroksiin. Ylinnä on vaalea huuhtoutunut pinta-maa ja alempana rikastumiskerros. Tämän alla olevaa muuttumatonta maata sanotaan perusmaaksi.

Kangashumus. Rakenteellisesti ja toiminnallisesti kangashumus on sangen mielenkiintoinen. Siinäkin erotetaan eri kerroksia, kuten (1) ylinnä oleva karikkekerros, sen alla (2) kangashumuksen pinta-eli multaantumisosaa ja alinna vasten kivennäismaata pääasiassa hajaantumistapahtuman lopputuotteista muodostunut (3) varsinainen humusaineskerros. Kangashumuksen muodostuminen ja siinä tapahtuvat elolliset prosessit ovat olennainen osa itse metsikön ekologiaa ja jotka paljolti vaikuttavat myös metsikön ulkoisen rakenteen muovautumiseen.

Kangashumuksen eli kunnan orgaaninen aines koostuu pääasiassa humuksesta ja karikkeesta sekä juurista ja juurakoista. Alustavien laskelmien mukaan kunnakerroksessa oli humusainesta määrällisesti eniten (kuva 4).

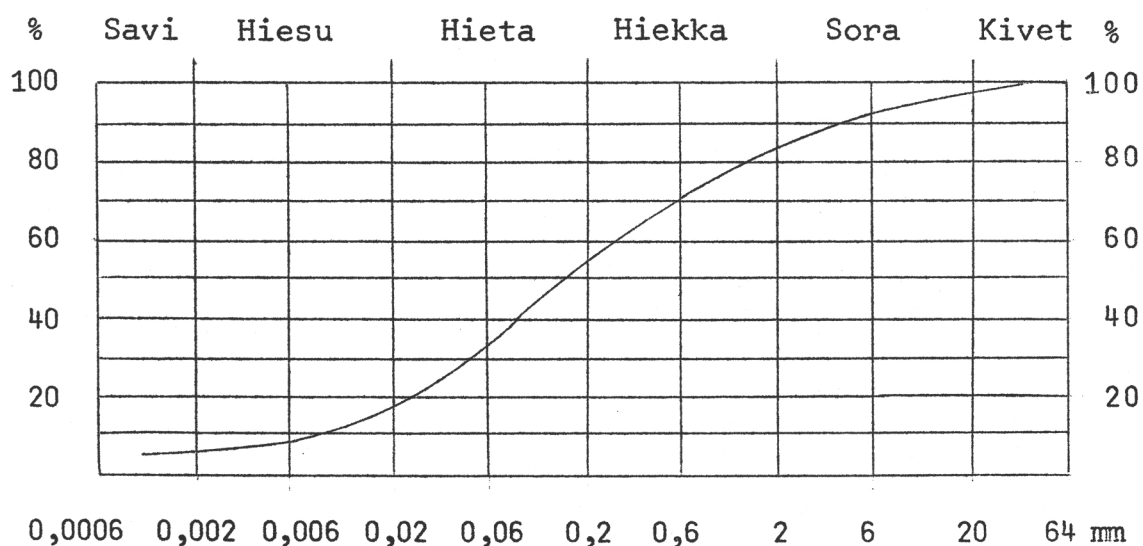


Kuva 4. Humuksen ja karikkeen sekä juurten ja juurakoiden määrät kuusten latvusten alla rungon eteläpuolella (1), rungon pohjoispuolella (2) ja puiden välisissä aukkoissa (3).

Humuksen määrä oli puiden eteläpuolella pienempi kuin pohjoispuolella. Sen sijaan karikkeen määrä oli runsain puiden eteläpuolella. Pohjoispuolella se oli edellistä pienempi ja puiden välissä pienin. Juurten määrässä ei puiden alla ollut vaihtelua, mutta puiden välisessä kasvustossa niitä oli vähemmän kuin puiden alla. Todetut määrälliset arvot antavat viitteitä kangashumuksen rakenteesta, mutta eivät juuri kerro paljoakaan metsikön elollisesta toiminnasta. Olennainen kysymys kytkeytyy kuitenkin näihin elementteihin. Karikkeen määrä ja laatu sekä hajoamisnopeus vaikuttavat humuksen määrään. Humuksen määrä ja laatu vaikuttavat juuriston kasvuedellytyksiin. Juuriston kasvuympäristö ja sen laadullinen vaihtelu vaikuttavat puolestaan maanpäällisen

kasvillisuuden kasvuun ja kehitykseen sekä samalla takaisin muodostuvan karikkeen laatuun ja määrään. Ympyrä sulkeutuu ja kierros alkaa alusta. Tätä ei kuitenkaan pitäisi rinnastaa ympyränmuotoiseen sulkeutuvaan renkaaseen - kuten usein tehdään - vaan kehitys on nähtävä jatkuvan uudelta tasolta ja että sitä voitaisiin kuvata mieluummin spiraalimaisella rakenteella.

Kivennäismaa. Tutkimusmetsikön kivennäismaassa on ylinnä vaaleaksi huuhtoutunut uudemaa ja sen alla ruskeaksi värjäytynyt rikastumiskerros. Rikastumiskerros ulottuu paikoin noin 70 cm:n syvyyteen ja vasta sen alla on muuttumaton perusmaa. Koealueen maalaji on hietamoreenia (kuva 5).



Kuva 5. Tutkimusmetsikön keskimääräistä raekoostumusta osoittava seulontakäyrä.

Seulontakäyrästä käy ilmi, että maalaji sisältää kaikkia lajitteita aina savesta kiviin. Saven osuus on noin 5 %, hiesun ja saven yhteensä noin 20 %. Maan lajitekoostumuksen puolesta maaperää voidaan pitää metsän kasvua ajatellen hyvänä.

#### 4 Tulosten tarkastelu

Tässä esityksessä olen päällisin puolin tarkastellut yhden havaintometsikön perusteella vanhan kuusimetsän rakennetta puuston, kasvillisuuden ja maaperän osalta. Huolimatta siitä, että tulokset ovat metsikkökohtaisia, voidaan niistä tehdä joitakin mielenkiintoisia havaintoja metsikön rakenteesta. Sen sijaan tulosten yleistettävyydessä on oltava varovainen.

Tulos puuston jakaantumasta eri puulajien kesken ja eri rinnankorkeusläpimittaluokkien välillä oli jossain määrin yllättävä. Olisi saattanut kuvitella, että vanha ja lähes historiansa ajan luonnonoloissa kehittynyt metsikkö olisi rakenteensa suhteen kutakuinkin tasalaatuinen. Näin ei kuitenkaan ollut, vaan järeämmän puuston ohella metsikön sisässä oli varsin runsaasti pienikokoista havu- ja lehtipuuta. Ottaen huomioon maapuiden runsaan lukumäärän, metsikössä on pitkään tapahtunut puiden kaatumista ja aukkojen luontaista täyttymistä. Kun vanhat kuusikot saavat lahovian iän myötä lähes 100 prosenttisesti (NOROKORPI 1979) sekä sitten kelottuvat pystyyn ja kaatuvat, tulee metsikköön aukkoisuutta ja aukot täyttyvät taas nuoremmilla puilla. Näin luonnon kehitys tekee metsikön puuston rakenteen hyvin eriasteiseksi ja jopa niin, että metsikkökohtaisesti on erotettavissa eri vaiheita (SIREN 1955).

Männyn suhteellisen runsas määrä tutkitussa kuusikossa oli mielenkiintoinen ja metsikön historiaa ja kehityksen vaihtelua selvästi valaiseva esimerkki. Osan vaaran lakiosasta oli metsäpalo polttanut arviolta 50 - 100 vuotta sitten. Kun männyt yleensä säästyvät metsäpalossa, uusi mäntyjakso pääsee useimmiten syntymään suhteellisen tasaisena metsäpalon jälkeen. Tässä todettu nuori männikkö oli ilmeisesti saanut alkunsa juuri tämänlaatuisen kehityksen tuloksena (vrt. kuva 3), sillä paikalla oli vielä siellä täällä pystyssä palokoron saaneita mäntyjä. Lisäksi mäntyjakson alle oli kovaa vauhtia tulossa elinvoimaisen näköinen kuusen alikasvos.

Yhteenvedona tuloksista voidaan todeta, että tutkittu metsikkö oli rakenteeltaan monimuotoinen niin puuston kuin kasvillisuuden

ja maaperän suhteen. Erityisesti paksu kangashumus on ollut keskeisellä sijalla näiden metsien ekologisessa tarkastelussa (esim. HAVAS 1977, 1978). Metsäpalojen merkitys on luonnonoloissa ollut kiistaton humuksen hajoamisen ja metsän kasvun kannalta (SIRÉN 1955), joskin "raakahumuksen kerralla poistaminen ei ole aina pääasia, vaan kuntaan sisältyvien ravinteiden saattaminen vähitellen puille käyttökelpoiseen tilaan, on päätavoite", kuten SIRÉN asian ilmaisi. Tähän viitaten voidaan jatkaa, että metsämaan muokkauksen seurauksena ravinnetila erityisesti palteissa on hyvä. Olennainen kysymys on sitten siinä, miten vapautuva ravinnevarasto pysyy kasvupaikalla. Tarjolla olevasta ravinnepotentiaalista sitoutuu kuitenkin vain pieni osa istutustaimiin, joten harvan istutustaimiston kasvattamisessa vain osa kasvupotentiaalista tulee käytetyksi. Jos emme kuitenkaan ole halukkaita istutamaan tiheämpään, ja että luontaista uudistamista ei ole mahdollista käyttää, meidän tulisi sallia luontaisen lehtipuuston kasvaa istutustaimien joukossa sitomassa ravinteita ja samalla - SIRÉNin (1955) kirjoitusta edelleen lainatakseni - "ylläpitämässä maan biologista terveyttä emäksisten ravinteiden elintärkeän kiertokulun avulla".

#### Kirjallisuus

- CAJANDER, A.K. 1905. Kasvien keskinäinen taistelu. Luonnon Ystävä 9: 296-300.
- HAVAS, P. 1977. Lapin kuusikot - esimerkki metsän ekologisista ulottuvuuksista. Academia Scientiarum Fennica. Vuosikirja 1977.
- " 1978. Paksusammaltyypin kuusimetsän typpitaloudesta. Acta Univ. Oul. A. 1978. Biol. 4: 135-140.
- KALELA, E.K. 1960. Metsät ja metsien hoito. 367 s. WSOY. Porvoo.
- KUUSELA, K. & SALMINEN, S. 1978. Koillis-Suomen metsävarat vuonna 1976 ja Lapin metsävarat vuosina 1970 ja 1974 - 76. Folia For. 337: 1-35.
- NOROKORPI, Y. 1979. Old Norway spruce stands, amount of decay and decay-causing microbis in northern Finland. Seloste: Peräpohjolan vanhat kuusikot, niiden lahoisuus ja lahottajat. Commun. Inst. For. Fenn. 97 (6):1-77.
- SIRÉN, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta For. Fenn. 62: 1-408.
- SÖYRINKI, N., SALMELA, R. & SUVANTO, J. 1977. Oulangan kansallispuiston metsä- ja suokasvillisuus. Acta For. Fenn. 154: 1-150.

Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen

## MÄNNYNVORSORUOSTEEN ESIINTYMISESTÄ LANNOITETUSSA TURVEMAAN MÄNNYNTAIMISTOSSA

### 1 Johdanto

Männynversoruostetta aiheuttavaa ruostesientä, Melampsora pinitorqua (Braun) Rostr. tavataan lähes kaikkialla Euroopassa ja osassa lounaista Aasiaa. Ruostesieni on loinen, joka elää vuorotellen haavan lehdissä ja nuorissa männynkasvaimissa (LIRO 1924, KURKELA 1973). Meillä versoruostetta esiintyy eniten Pohjois-Suomessa, ja sitä pidetään eräänä männyntaimistojen merkittävimmistä sienitaudeista (KANGAS 1938, KUJALA 1950). Vaikka sienien elämänkierto ja tuntomerkit ovat olleet pitkään tunnettuja, sen lisääntymisedellytysten ja -mekanismin lähempi selvittely sai Suomessa alkunsa vasta 1960-luvulla (KURKELA 1974).

Edellytys sienien leviämislle ja lisääntymislle on haavan esiintyminen männyntaimistossa tai sen läheisyydessä. Versoruoste on riippuvainen myös kesän sääoloista. Varsinkin alkukesän sateisuus ja lämpötila määräävät paljolti ruosteen esiintymisrungsautta (KURKELA 1973). Kantaitiöiden muodostumiseen ja kasvamiseen männynverson solukkoon tarvitaan riittävää kosteutta, joten pitempi poutajakso alkukesästä saattaa katkaista sienien vuotuisen kierron. Loppukesästä mänty on turvassa tartunnalta, sillä kasvunsa päättäneet versot ovat ruosteenkestäviä.

Versoruoste aiheuttaa eniten vahinkoa pienille taimille, jotka saattavat tuhoutua kokonaan. Kookkaammilla taimilla sienirihmasto kasvaa 2 - 3 vuotta kehittäen joka kesä uusia itiökoloja. Infektio johtaa kasvaimen taittumiseen, kuivumiseen pystyyn tai kääntymiseen mutkalle. Usein seurauksena on ranganvaihdos, pahimmassa tapauksessa pensastuminen. Tuhot näyttävät olevan yleisempiä rehevillä kuin karuilla mailla (KANGAS 1937).



Tehostuneen metsänkasvatuksen eri toimenpiteiden vaikutuksesta männynversoruosteen leviämisedellytyksiin ei ole paljolti havain- toja. On arveltu runsaiden avohakkuiden ja niitä seuraavan män- nynviljelyn edistävän sienen leviämistä ja saavan aikaan lyhyemmin väliajoin kertautuvia versoruoste-epidemioita (KURKELA 1976). Lannoituksen vaikutuksesta versoruosteeseen ei ole tiettävästi olemassa havaintoja. Sen sijaan lumikaristeen (Phacidium infestans Karst.) yleisyydestä lannoitetulla turvemaalla on KURKELA (1975) tehnyt selvityksen. Yksipuolinen fosfori- tai kalilannoitus lisäsi tautisuutta, jota voitiin kuitenkin välttää ravinnesuh- teita tasapainottavalla lannoituksella. Samoin BAULE (1970) toteaa, että männynkaristetta ja lumikaristetta kyettiin torju- maan lannoituksella (katso myös FOSTER 1968). Em. tutkimuksissa varsinkin kalilannoituksen havaittiin vähentäneen karistetauteja.

Tässä selvityksessä tarkastellaan männynversoruosteen yleisyyttä ja taudin voimakkuutta eräällä turvemaan lannoituskoekentällä. Suppeahkon aineiston takia työ omaa esitutkimuksen luonteen. Koska aiempaa tietoa ko. asiasta ei ole saatavissa, on alustavien tulosten esittäminen tässä vaiheessa kuitenkin perusteltua.

## 2 Aineisto

### 2.1 Koekentän kuvaus

Vuonna 1965 perustettiin Enon Tokrajärvelle eri fosforilannoite- lajeja vertaileva turvemaan männyntaimiston lannoituskoek. Alku- peräiseltä suotyypiltään alue (1,7 ha) oli rahkamättäistä tupas- villarämettä (turpeen paksuus yli 1 m). Alue ojitettiin 40 m:n ojaväleihin vuonna 1959 ja mänty-ylispuut poistettiin vuonna 1963. Kesäkuussa 1965 tehtiin peruslannoitus, jossa vertailtavina fosfo- rilannoitteina käytettiin kaksoissuper-, hieno-, raaka- ja kalium- metafosfaatteja ja pohjalannoituksena ureaa ja kalisuolaa (liite 1). Kokeen ideointia ja tuloksia lannoituksen vaikutuksesta taimien kehitykseen on esitelty KARSISTO (1972, 1976).

Jatkolannoituksessa vuonna 1975 käytettiin fosforilajeista super- ja raakafosfaattia sekä Soklin fosforiittia. Osalle koetta annettiin pelkkä typpi- tai typpi-kali-jatkolannoitus. Lisäksi puolet jokaisesta 20 m x 20 m:n koeruudusta lannoitettiin hivenlannoitteella, joka sisälsi lannoiteboraattia 10 kg/ha, mangaanosulfaattia 20 kg/ha ja kuparisulfaattia 10 kg/ha. Jatkolannoitushetkellä taimiston pituus vaihteli 2 - 5 m:iin.

Koekenttää ympäröi kolmelta suunnalta kangasmaan taimistokuvio, jolla kasvoi männyn ohella runsaasti haavanvesakkoa. Jatkolannoitusvuonna -75 levisi männynversoruosteen kantaitiöitä ympäri koekenttää infektoiden männyn keskenkasvuisia vuosikasvaimia.

## 2.2 Koejärjestely

Kesällä 1977 inventoitiin ruuduittain männynversoruosteen yleisyys ja tuhoaste. Vuoden 1977 latvakasvaimet jaettiin kunnan ja kehitysmahdollisuuksien mukaan kahteen luokkaan:

- 1 = kehityskelpoinen (ei ranganvaihdosta)
- 2 = kehityskelvoton (sivuversosta kehittyy uusi latva)

Latvuksen yleistä kuntoa arvioitiin viidellä kuntoluokalla:

- 1 = terve
- 2 = helmi-itiöpesäkkeitä vuoden 1975 latvakasvaimessa
- 3 = latvakasvain terve, sivuversot vioittuneet
- 4 = latvakasvain vioittunut (n.  $\frac{1}{2}$  pituudesta), sivuoksissa vaurioita
- 5 = latvakasvain kuollut, sivuoksissa vaurioita

Aineiston tilastollisessa käsittelyssä päädyttiin ei-parametristen testien käyttöön, koska esimerkiksi varianssianalyysin jakaumaaja mittaustapaa koskevat oletukset eivät olleet voimassa. Latvuksen kuntoluokkia lannoituskäsittelyittäin testattiin  $\chi^2$ -nelikenttätestillä soveltaen ns. Brandt-Snedecorin kaavaa (MÄKINEN 1970), jolloin voitiin päätellä eroavatko jakaumat luonteeltaan toisistaan, ts. onko lannoitus vaikuttanut terveiden ja eri tavoin

vaurioituneiden puiden suhteeseen. Vuoden 1977 terveiden latvakasvainten osuutta lannoituskäsittelyittäin testattiin binomisella t-testillä.

### 3 Tulokset

#### 3.1 Lannoituksen vaikutus puuston pituuskasvuun

Vuoden 1965 lannoituksen aiheuttama pituuskasvun lisäys näkyi vielä vuonna 1974 (kuva 1). Lannoitusvaikutus oli kuitenkin heikentymässä jatkolannoitusvuonna -75. Ilmeisesti typen puute oli tullut kasvua rajoittavaksi tekijäksi lannoituskäsittelystä riippumatta vajaassa kymmenessä vuodessa (vrt. KARSISTO 1972, IPATIEV ja PAAVILAINEN 1975). Jatkolannoitusvaikutus näkyi selvästi jo vuoden 1976 kasvaimissa.

#### 3.2 Männynversoruosteen yleisyys ja tuhon voimakkuus

Kuvassa 2 esitetään lannoituskäsittelyittäin sivuversosta uuden latvan saaneiden puiden osuus kaikista puista. Lannoittamattomilla ruuduilla jäi latvanvaihtoprosentti alle 20:n, kun se eri lannoituskäsittelyillä vaihteli 25 - 40:een. Selvää kuvaa pääravinnelisyysten keskinäisistä yhteyksistä männynversoruosteen suhteen ei kuitenkaan saatu.

Männynversoruosteen ja hivenlannoituksen yhteys nähdään kuvassa 3, jossa verrataan jatkolannoituskäsittelyjä hivenlannoituksen suhteen toisiinsa. Latvan vaihto oli hieman yleisempää hivenlannoitetuilla ruuduilla. Binomisen t-testin mukaan ero todettiin merkitseväksi ( $t = 2,10$ ), joskin todettu 5 %:n ero ei käytännössä ole kovin suuri.

Syynä hivenlannoituksen tautialttiutta mahdollisesti lisänneeseen vaikutukseen voidaan pitää hivenlisäyksen puille aiheuttamaa lannoitusshokkia. Puustossa tämä shokki näkyi vuoden 1975 neulassissa, jotka olivat ruskettuneet kärkiosaltaan 3 - 5 mm. Keskimäärin 20 - 30 %:ssa hivenlannoitetuista puista olivat neulasten kärjet ruskeat (kuva 4).

Latvuksen kuntoluokkien (1 - 5) jakaantumisen vaihtelua tutkittiin  $\chi^2$ -testillä. Lannoitus aiheutti testin mukaan jakaumien muutoksia, joiden perusteella voi tulkita tuhoasteen olleen lannoitetuilla ruuduilla voimakkaamman kuin vertailualoilla. Asiaa havainnollistavat kuvat 5 ja 6, joissa esitetään täysin terveiden (kuntoluokka 1) ja paikoin sairaiden (kuntoluokat 4 ja 5) puiden osuudet kaikista ruudun puista. Lannoittamattomilla aloilla oli 15 - 20 % enemmän terveitä ja saman verran vähemmän sairaita puita kuin lannoitetuilla aloilla.

#### 4 Pohdintaa

Teoria kasvien ravinnetaloudesta pohjautuu suurelta osin kemiaan. Maaperän ja kasvinosien kemiallisen analysoinnin perusteella annetaan tärkeimpiä ravinteita kasville. Lannoitus kiihottaakin erityisesti niitä toimintoja, jotka liittyvät rehevöitymiseen. Voimakkaalla ja yksipuolisella ravinnelisyksellä saadaan lisää kasvua, mutta samalla saatetaan eliminoida kasvin mahdollisuudet saavuttaa tiettyjä laatuominaisuuksia, joihin kuuluu mm. vastustuskyky ulkoisia tekijöitä vastaan.

Etenkin taimitarhoilla on voimakkaan typpilannoituksen todettu lisäävän riskiä saada sienitauti (HESTERBERG ja JURGENSEN 1972). Kenttäkokeissa on havaittu vastaavia yhteyksiä. Tutkittaessa Cronartium-infektioita etelän keltamännyllä (Pinus elliottii) todettiin NPK-lannoituksen lisännen saastuntaa nelinkertaisesti (BOGGESS ja STAHELIN 1948). Typpilannoituksen on huomattu lisännen haitallisten sienilajien kasvua ja rajoittavan niiden luontaisten vihollisten lisääntymistä (SADASIVAN 1965). Samoin on runsaan typpilannoituksen todettu hidastavan mykorritsojen kehitystä (MIKOLA 1965, ANTTILA ja LÄHDE 1977) ja muuttaneen mykorritsalajien runsaussuhteita (katso HESTERBERG ja JURGENSEN 1972).

Kasvin fysiologinen tila on tärkeä tekijä resistenssia ajatellen. Ulkoisesti elinvoimainen ja reheväkasvuinen puu altistuu herkemmin varsinkin ruosteille (FOSTER 1968). Puun fysiologiseen aktiiviteettiin (mm. fenoleiden erityys) sieni-infektiossa vaikuttaa

sisäinen ravinnetasapaino, johon puolestaan lannoitus vaikuttaa voimakkaasti. Esimerkiksi puun korkea typpitaso lisää alttiutta infektioille solukon rehevöitymisen, kompleksisten typpiyhdisteiden ja kasvin luontaisen inhibitiotoiminnan estymisen kautta (GARRETT 1970). Ruosteet ovat sieniä, joiden elinvoimaisuus riippuu isäntäkasvin ravinnetaloudesta. Lannoitteet, jotka stimuloivat puun kasvua, stimuloivat myös ruosteinfektiota.

Nyt saadut tulokset viittaavat lannoituksen heikentävän puun kestävyyttä versoruostetartuntaa vastaan. Voimakkaan lannoituksen osuessa yhteen ruosteen leviämislle suotuisten sääolojen kanssa näyttää riski tartunnan saamiseen lisääntyvän. Tämän riskin voisi ajatella olevan suuremman nimenomaan turvemaidella, joilla ravinnetalous jo alkuaan on epätasapainoisempi kuin kivennäismaidella.

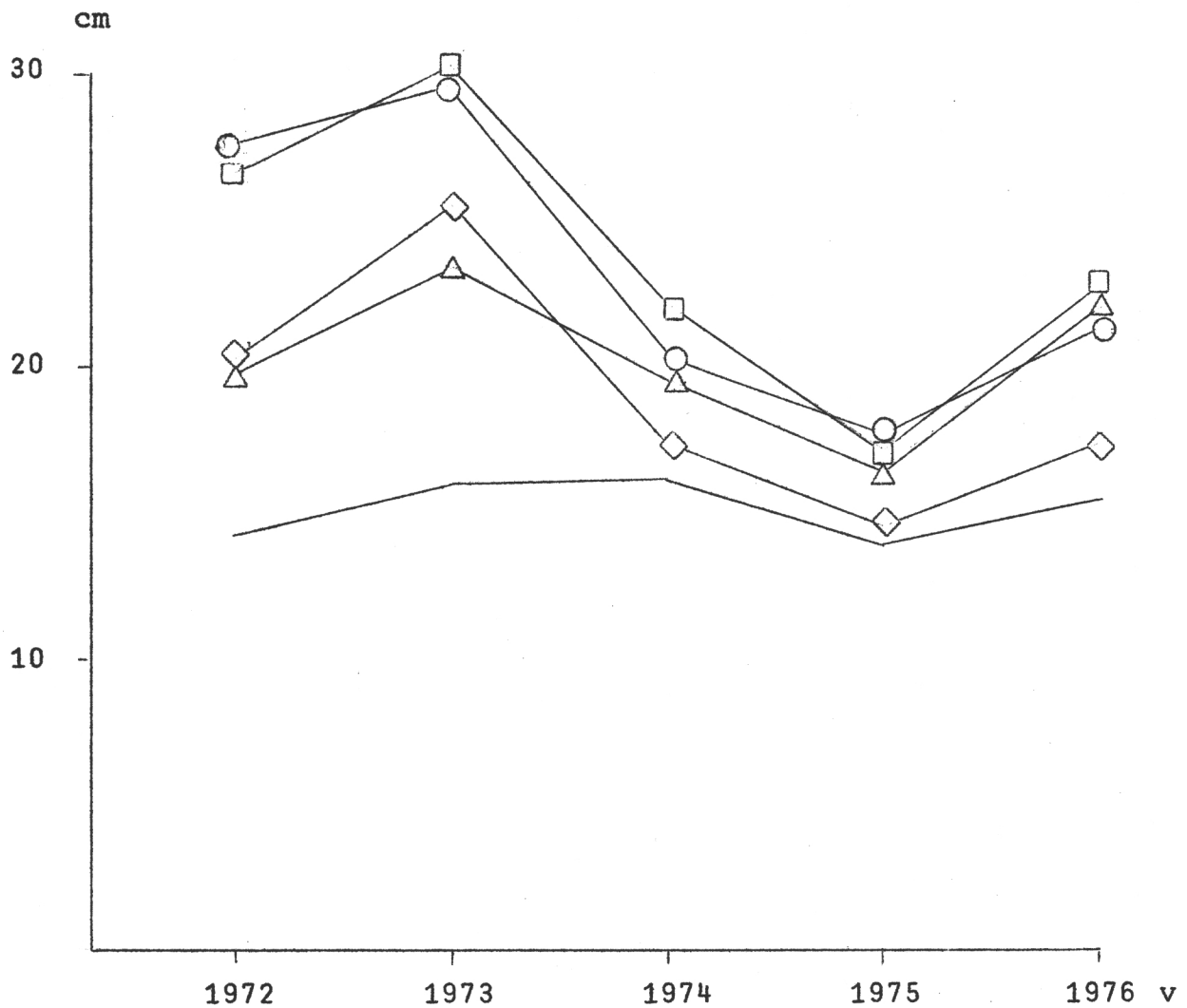
Kokeen rajoitusten takia on esitettyjä tuloksia pidettävä vain suuntaa-antavina, eikä niitä ole syytä yleistää. Voimaperäistyneen metsätalouden katsotaan kuitenkin aiheuttavan metsätuhojen tutkimustarpeen lisääntymistä, ja tätä käsitystä nyt esitetty tutkimustulos vahvistaa.

## Kirjallisuus

- ANTTILA, T. & LÄHDE, E. 1977. Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa. *Folia For.* 314.
- BAULE, H. 1973. Effect of fertilizers on resistance to adverse agencies. International symposium of forest fertilization. FAO, IUFRO. Paris 1973.
- BOGGESE, W.R. & STAHELIN, R. 1948. The incidence of fusiform rust in slash pine plantations receiving cultural treatments. *J. For.* 46.
- FOSTER, A.A. 1967. Damage to Forest by Fungi and Insects as Affected by Fertilizers. Forest fertilization, theory and practice. Symposium on Forest Fertilization, Gainesville, Florida. Alabama 1968.
- GARRETT, S.D. 1970. Pathogenic root infecting fungi. Cambridge Univ., Cambridge.
- HESTERBERG, G.A. & JURGENSEN, M.F. 1972. The relation of forest fertilization to disease incidence. *For. Chron.* 48.
- IPATIEV, V. & PAAVILAINEN, E. 1975. Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillarämeen männikössä. *Folia For.* 241.
- KANGAS, E. 1938. Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. *Commun. Inst. For. Fenn.* 24 (1).
- KARSISTO, K. 1972. Lannoituksen vaikutuksen kestoajasta suometsissä. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 2.
- 1976. Fosforilannoitelajit suometsien lannoituksessa. Opinnäytetyö maatalous- ja metsätieteiden lisensiaatin tutkintoa varten.
- KUJALA, V. 1950. Über die Kleinpilze der Koniferen in Finnland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 38 (4).
- KURKELA, T. 1973. Release and germination of basidiospores of Melampsora pinatorqua (Braun) Rostr. and M. laricitremulae Kleb. at various temperatures. *Commun. Inst. For. Fenn.* 78 (5).
- 1974. Epiphytology of Melampsora rusts of Scots pine (Pinus sylvestris L.) and aspen (Populus tremula L.). *Commun. Inst. For. Fenn.* 79 (4).

- KURKELA, T. 1975. Incidence of snow blight on Scots pine as affected by fertilization and some environmental factors. *Commun. Inst. For. Fenn.* 85 (2).
- 1976. Sienituhot. *Kansallis-Osake-Pankin kuukausikatsaus*, B-painos, nro 24: Männyn sien- ja hyönteistuhot.
- LIRO, I.J. 1924. Tärkeimmät tuhosienet. Helsinki 1924.
- MIKOLA, P. 1965. Studies on the ectendotrophic mycorrhiza of pine. *Acta For. Fenn.* 79 (2).
- MÄKINEN, Y. 1970 *Tilastotiedettä biologeille*. SYNAPSI r.y:n kurssimoniste. Turku 1970.
- SADASIVAN, T.S. 1965. Effect of mineral nutrients on soil micro-organisms and plant disease. *Ecology of Soil Borne Plant Pathogens*. Univ. of California. Berkeley.

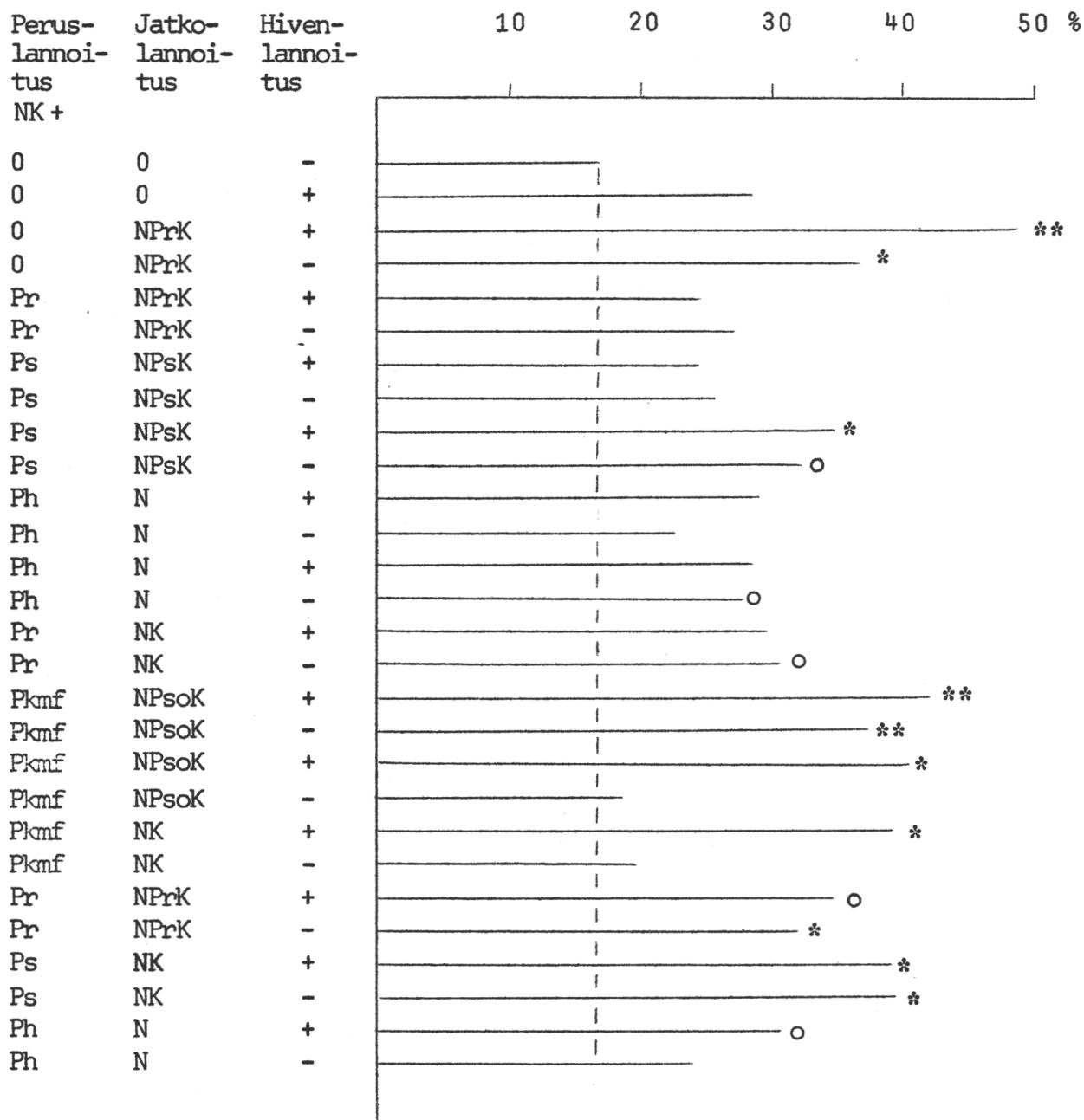
## Pituuskasvu



Kuva 1. Puuston pituuskasvu vuosina 1972 - 76.

	Perus- lannoitus 1965	Jatko- lannoitus 1975	
△—△	Pr	NPrK	Pr = raakafosfaatti
□—□	Ps	NPsK	Ps = superfosfaatti
○—○	Ph	N	Ph = hienofosfaatti
◇—◇	Pkmf	NPsoK	Pkmf = kaliummetafosfaatti
—	0	0	Pso = Soklin fosforiitti





Pr = raakafosfaatti

Ps = superfosfaatti

Pkmf = kaliummetafosfaatti

Ph = hienofosfaatti

Pso = Soklin fosforiitti

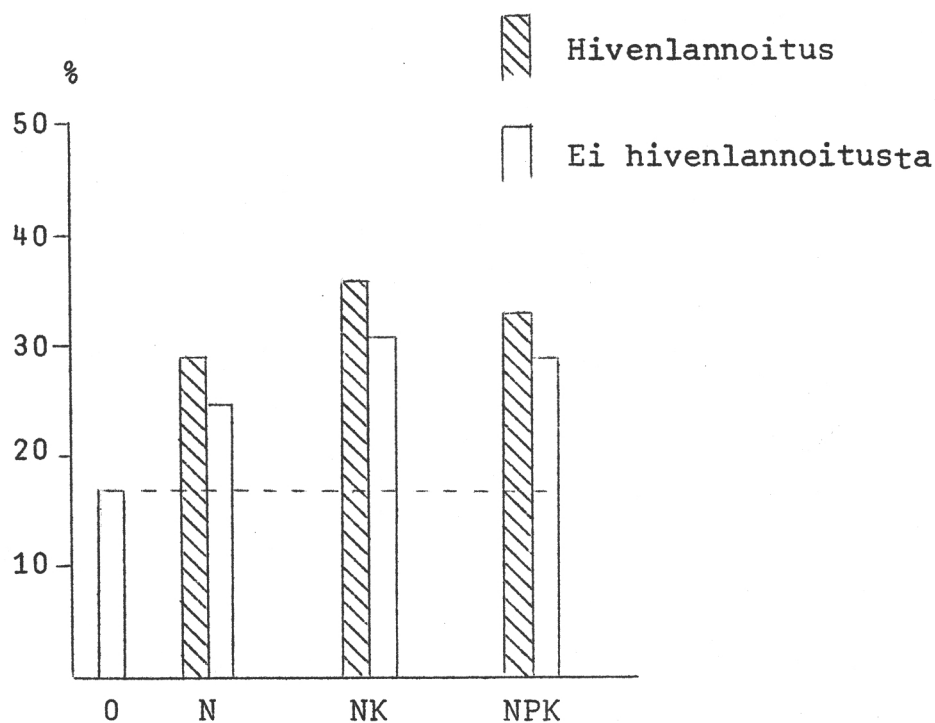
Ero käsittelemättömään

o = merkitsevä 10 %:n riskillä

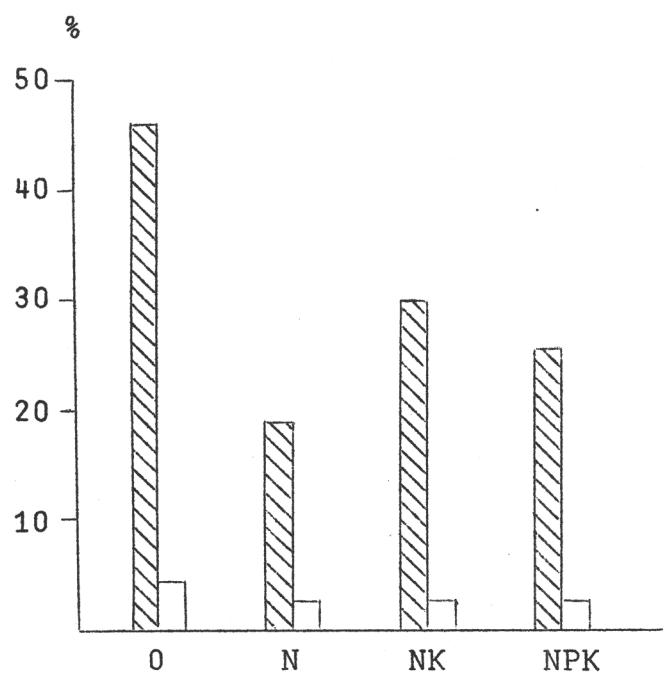
\* = merkitsevä 5 %:n riskillä

\*\* = merkitsevä 1 %:n riskillä

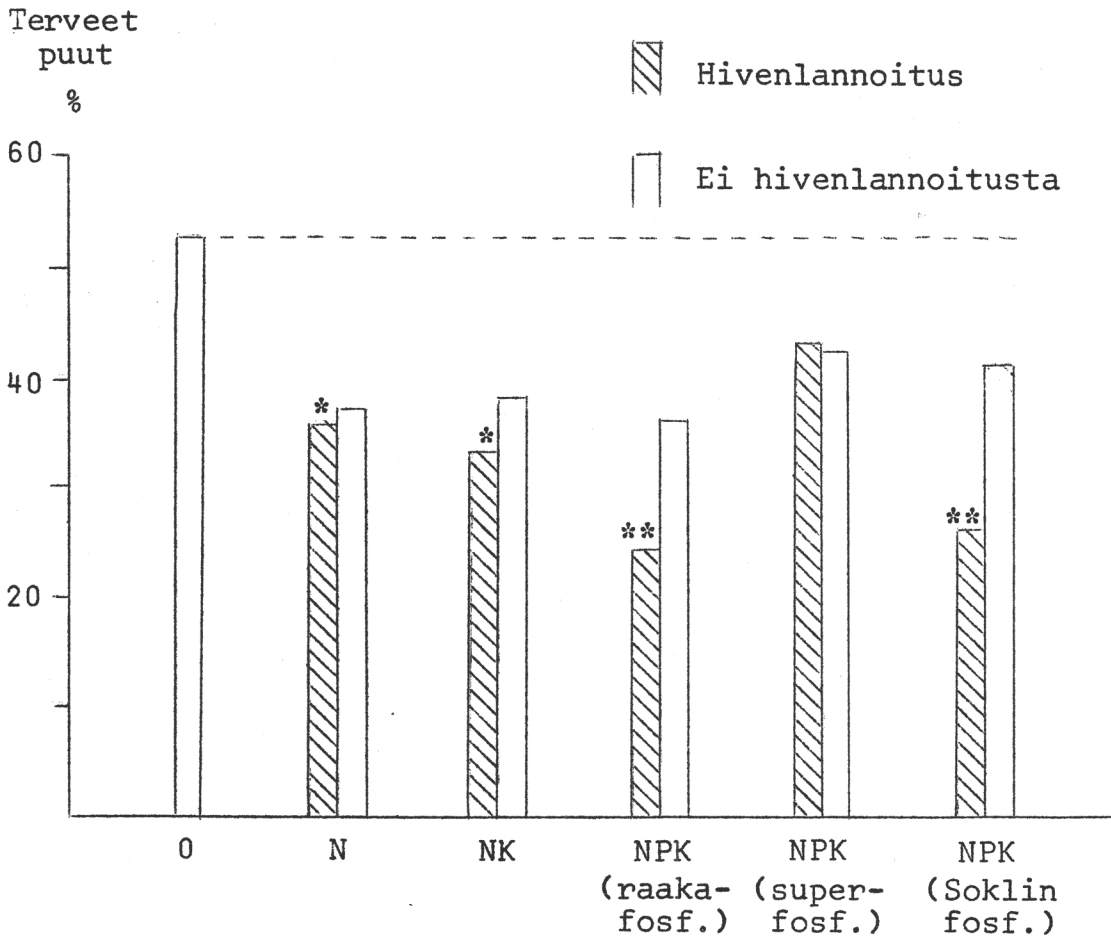
Kuva 2. Sivuverstosta uuden latvan saaneiden puiden osuus kaikista puista lannoituskäsittelyittäin.



Kuva 3. Sivuversosta uuden latvakasvaimen saaneiden puiden osuus kaikista puista jatkolannoituskäsittelyittäin.

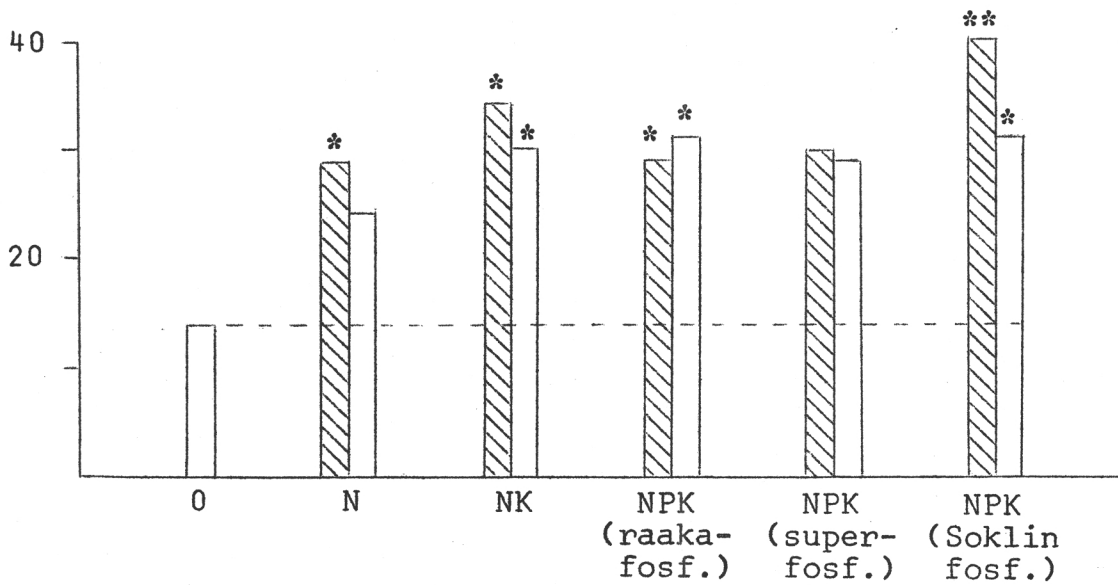


Kuva 4. Vuoden 1975 neulasten kärkien ruskettuminen jatkolannoituskäsittelyittäin (ruskettuneiden puiden suhteellinen osuus kaikista puista).



Kuva 5. Terveiden puiden osuus eri jatkolannoituskäsittelyillä.

Pahoin saastuneet puut %



Kuva 6. Pahoin saastuneiden puiden (tuholuokat 4 ja 5) osuus eri jatkolannoituskäsittelyillä.

## FOSFORILANNOITELAJIKOE V. 1965, ENO

Sijainti: Tokrajärvi, n. 32 km Enosta itään

Lannoitukset: Lannoitteet levitetty 15. - 20.6.1965.

Tutkittavat fosforilannoitteet: kaksoissuper-, hieno-, raaka- ja kaliummetafosfaatti

Fosforin käyttömäärät: 50, 100 ja 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

Pohjalannoitus: urea 200 kg/ha, kalisuola 70 - 200 kg/ha fosforimäärän mukaan

Kokeen koko: Ruudun koko 0,04 ha. Ruutujen lukumäärä 42. Toistoja 3 kpl. Kokeen pinta-ala 1,68 ha.

Kasvualusta: Suotyyppi TR (paikoin PsR) oj, turvesyvyys yli 1 m

Turpeen ominaisuudet: rahkaturve (S-t). Viljavuusanalyysi:

pH	P (mg/l)	K (mg/l)	N (mg/l)	Ca (mg/l)
4,2	6,2	44,3	25,0	200

Ojitus: Perusojitus 1959. Naverot ruutujen rajoille heinäkuussa 1965.

Puusto: Luontaisesti syntynyt 2 - 5 m pituinen n. 30-vuotias tiheähkö männyn taimisto, jota ei ole käsitelty.

Jatkolannoitus: 30.5.1975

## Käsittelyt:

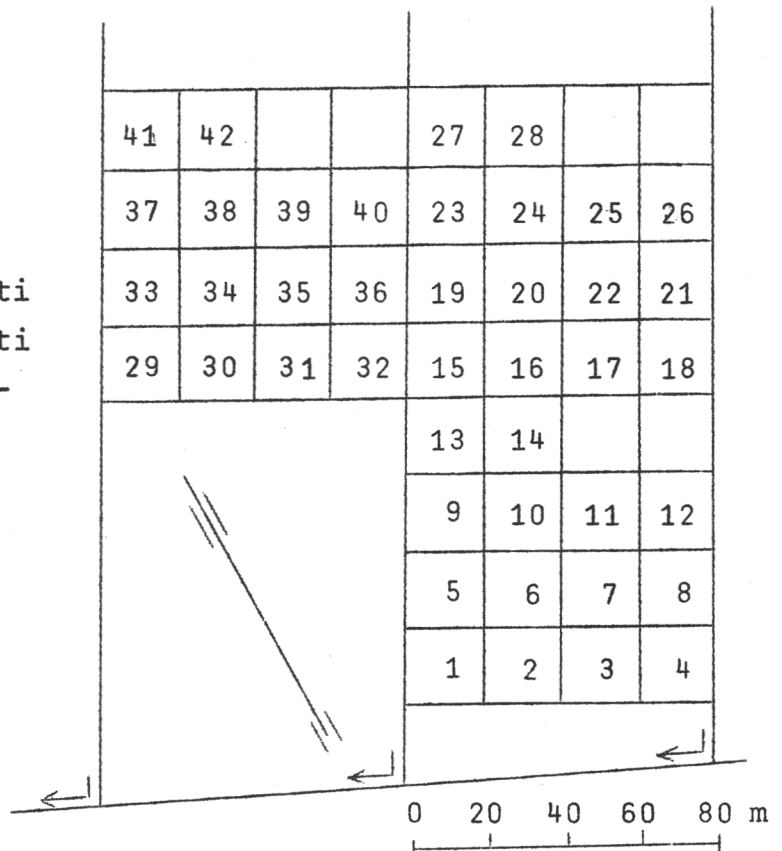
- urea (N 100 kg/ha)
- urea, kalisuola  
(N 100 kg/ha, K<sub>2</sub>O 120 kg/ha)

- urea, kalisuola, superfosfaatti
- urea, kalisuola, raakafosfaatti
- urea, kalisuola, Soklin fosforiitti

→ (N 100 kg/ha, K<sub>2</sub>O 120 kg/ha,  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 50 - 100 kg/ha)

Hivenkäsittely 30.5.1975:

- lannoiteboraatti 10 kg/ha
- mangaanosulfaatti 20 kg/ha
- kuparisulfaatti 10 kg/ha



Matti Oikarinen

## HARVENNUKSEN JA LANNOITUKSEN VAIKUTUS HIESKOIVIKON KEHITYKSEEN REHEVÄLLÄ TURVEKANKAALLA

### 1 Johdanto

Hieskoivua on pidetty roskapuuna, jonka tutkimiseen ei ole juuri liiennyt mielenkiintoa ja määrärahoja muutoin kuin torjuntamielellä. Hieskoivu on sitkeä pioneeripuulaji, joka on ojitusten ja maanmuokkauksen vanavedessä lisännyt suhteellista osuuttaan kaikesta koivuvihasta ja torjuntatoimista huolimatta. Mitä ei voi hävittää, sen kanssa täytyy tulla toimeen ja siitä pitää yrittää löytää hyviä puolia ja uusia käyttötapoja.

Muhoksen tutkimusasemalla on aseman perustamisesta lähtien tehty kovasti työtä hieskoivikoiden kasvun ja tuotoksen selvittämiseksi. Lisensiaatti Jussi Saramäki on tilapäiskoeala-aineiston pohjalta laatinut ojitettujen turvemaiden hieskoivikoiden kasvu- ja tuotos- taulukot. Saramäen toimesta on lisäksi perustettu hieskoivikon kestokoealasarjoja, joista vanhimman antamia tuloksia esitellään jatkossa. Tämän työn tuloksena alkaa hahmottua kuva hieskoivun kasvu- ja tuotoskyvystä sen uusilla kasvupaikoilla, ojitetuilla turvemaidella. Samalla on saatu tärkeää tietoa hieskoivun biologisista ominaisuuksista ja kasvupaikkavaatimuksista, minkä pohjalta voidaan antaa hieskoivun kasvatusta, hoitoa ja harvennuksia koskevia ohjeita ja suosituksia.

### 2 Aineisto

Tutkimusaineiston muodostaa 30 harvennus-lannoituskoealaa Haapa- vedellä. Alkuperäiseltä suotyypiltään tämä ensi kerran 1936 ojitettu suo on ollut ruohoista saranevaa. Nykyisin koealue on rehevää mustikkaturvekangasta, jonka turpeen paksuus vaihtelee 0,2 - 0,6 m. Kokeen puusto on tasatiheää ja -kokoista mittaus-

hetkellä syksyllä 1979 43-vuotiasta hieskoivikkoa. Kokeen perustamisen jälkeen syksyllä 1974 alue täydennysojitettiin ja koealat harvennettiin seuraavana talvena ja lannoitettiin keväällä 1975.

Koe käsittää neljä harvennus- ja neljä lannoituskäsittelyä kahdena toistona. Lannoitteina kokeessa annettiin pääravinteita, typpeä, fosforia ja kaliumia seuraavan asetelman mukaisina hehtaarikohtaisina annoksina:

Taso	Ravinneannos		
	N	P	K
	kg/ha		
0	-	-	-
1	-	52	62
2	46	21	25
3	46	21	40

Jatkossa lannoitusvaihtoehdosta 1 käytetään nimitystä PK-lannoitus, vaihtoehdosta 2 vähäkaliuminen NPK-lannoitus ja vaihtoehdosta 3 runsaskaliuminen NPK-lannoitus.

Harvennuspoistumat prosentteina ennen harvennusta vallinneesta puuston tilavuus-, pohjapinta-ala- ja runkolukutasosta käyvät ilmi seuraavasta asetelmasta:

Taso	Harvennuspoistuma-%		
	Tilavuudesta	Ppa:sta	Runkoluvusta
A	9	9	12
B	12	13	21
C	27	28	43
D	41	43	61

Harvennusvaihtoehdoissa A ja B voidaan puhua lievästä, vaihtoehdossa C keskinkertaisesta ja vaihtoehdossa D voimakkaasta harvennuksesta.

Perustamismittaus suoritettiin 1974 ja uusintamittaus 1979 viiden kasvukauden kuluttua. Jatkossa esitettävät tulokset edustavat siten viiden kasvukauden reaktiota harvennukseen ja lannoitukseen. Mittaukset ja laskelmat suoritettiin Metsäntutkimuslaitoksen vakio menetelmiä ja ohjelmia käyttäen.

### 3 Tulokset

#### 3.1 Pituuskasvu

Kuva 1 osoittaa aritmeettisen keskipituuden ja valtapituuden kasvun keskimäärin lisääntyvän harvennuksen voimistuessa. Tilastollisesti merkitseviä erot eivät kuitenkaan ole. Keskipituuden kasvu on suurin keskinkertaisessa harvennuksessa (C), jossa se on 25 % suurempi kuin lievässä käsittelyssä (A). Muiden vaihtoehtojen väliset erot ovat niin pieniä, että ne mahtuvat virherajoihin.

Valtapituuden kasvu lisääntyy sitä enemmän mitä voimakkaampi on harvennus. Voimakkaan harvennuksen jälkeisenä 5-vuotiskautena valtapituus on kasvanut yli 20 % enemmän kuin lievässä harvennuksessa. Valtapuusto hyötyy siten voimakkaista harvennuksista muuta puustoa enemmän.

Lannoitusvaihtoehtojen vaikutukset pituustunnuksiin käyvät ilmi kuvasta 2. Keskipituus on hieman lisääntynyt PK-lannoituksen seurauksena. Suurin lisäys, 18 %, on kuitenkin koealoilla, jotka ovat saaneet NPK-lannoituksen pienemmällä kaliumannoksella. Kaliummäärän lisääminen näyttää pienentäneen keskipituuden kasvun lannoittamattomien koealojen tasolle. Valtapituus on hyötynyt nimenomaan typpilannoituksesta, sillä PK-lannoituksella ei ole ollut vaikutusta valtapituuden pituuskasvuun. Valtapituuden kasvua NPK-lannoksen vähäkaliuminen vaihtoehto on lisännyt 31 % ja runsaskaliuminen vaihtoehto 25 %. Erot eivät ole kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä.

### 3.2 Pohjapinta-alan kasvu

Pohjapinta-alan kasvut kokeen eri käsittelyryhmissä on esitetty kuvassa 3. Pohjapinta-alan kasvu pienenee harvennuksen voimakkuuden kasvaessa. Seuraavasta asetelmasta ilmenee harvennuksen voimakkuuden mukaisten ryhmien suhteellinen kasvu, kun vaihtoehto A merkitään luvulla 100.

Harvennuskoodi	Ppa:n poistuma %	Suhteellinen ppa:n kasvu
A	9	100
B	13	96
C	28	93
D	43	89

Lukujen mukaan hieskoivu kykenee pitämään pohjapinta-alan kasvun korkeana huolimatta voimakkaistakin harvennuksista. Vaikka pohjapinta-alasta poistetaan lähes puolet, pohjapinta-alan kasvu pienenee vain 10 % ensimmäisenä 5-vuotiskautena. Vaihtelevien harvennusten aiheuttamat pohjapinta-alan kasvuerot eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

Lannoitus ei ole vaikuttanut merkitsevästi pohjapinta-alan kasvuun.

### 3.3 Tilavuuskasvu

Puuston tilavuus on tärkein tarkastelukohde eri toimenpiteiden vaikutuksia tutkittaessa. Näin on etenkin silloin, kun kasvataan vain kuitu- tai polttopuuta, eikä tukki- ja kuitupuun välistä arvokynnystä ole. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus tilavuuskasvuun ilmenee kuvasta 4.

Koemetsikön käsittelyä seuranneen 5-vuotisjakson absoluuttinen kasvu on pienentynyt keskinkertaisen harvennuksen seurauksena



2,4 m<sup>3</sup>/ha ja voimakkaan harvennuksen jälkeen 2,9 m<sup>3</sup>/ha. Erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Harvennuksen voimakkuuden mukainen suhteellinen kasvu selviää seuraavasta asetelmasta:

Harvennuskoodi	Tilavuus- poistuma-%	Suhteellinen tilavuuskasvu
A	9	100
B	12	98
C	27	93
D	41	91

Voimakas harvennus on vähentänyt tilavuuskasvua 9 % ja keskinertainen 7 %.

Lannoitus ei ole vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi tutkittavan turvekankaan hieskoivikon tilavuuskasvuun. Tilavuuskasvu on tosin keskimäärin suurentunut NPK-lannoituksella. Pienimmän annoksen (25 kg/ha) kaliumia sisältänyt lannoitusvaihtoehto antoi parhaan kasvureaktion, 3,4 m<sup>3</sup>/ha viiden vuoden mittausjakson aikana. Sen sijaan kaliumannoksen nostaminen 40 kg:aan hehtaaria kohti pienensi kasvua 1,5 m<sup>3</sup>/ha vähäkaliumiseen NPK-lannoitukseen nähden. PK-lannoituksella ei ole vaikutusta tilavuuskasvuun. Tilastollisesti PK-lannoituksen ja vähäkaliumisen vaihtoehdon välinen ero on suuntaa-antava (riski 10 %). Lannoittamattomaan verrattuna vähäkaliuminen NPK-lannoitus on lisännyt tilavuuskasvua 11 % ja runsaskaliuminen vaihtoehto 6 %.

#### 3.4 Harvennuksen ja lannoituksen yhdysvaikutus

Yhdysvaikutus ei osoittautunut tilastollisesti merkitseväksi, mutta kuvasta 5 voidaan kuitenkin päätellä yhdysvaikutusta keskimäärin olleen. Lannoitus näyttää lisänneen tilavuuskasvua enimmänsuurimman puustopääoman säilyttäneillä, ts. lievästi harvennetuilla koealoilla. Harvennusvaihtoehto B on kuvan mukaan lisännyt typpilannoituksen johdosta tilavuuskasvuun eniten.

Päätelmien teko yhdysvaikutuksesta on toistojen vähyden vuoksi kuitenkin epävarmaa.

#### 4 Tulosten tarkastelu

Kuvan 1 mukaan harvennus on parantanut hieskoivikon pituuskasvua. Samansuuntaisia pituuskasvureaktioita on todettu sekä meillä että muissa Pohjoismaissa havupuilla (esim. VUOKILA 1975, 1980). Pohjapinta-alan ja tilavuuden kasvut pienenevät tasaisesti harvennusvoimakkuuden kasvaessa, mikä vastaa hyvin ennako-odotuksia ja on yhdenmukainen monien aikaisempien tutkimustulosten kanssa. Uutta sen sijaan on se, että pohjapinta-alan ja tilavuuden kasvut pienenevät vain noin puolet siitä, mitä VUOKILA (1962) on todennut kivennäismaiden koivikossa. Ilmeisesti hieskoivu turvealustalle hyvin sopeutuvana pystyy kivennäismaan koivikkoa tehokkaammin käyttämään hyväkseen harvennuksen jälkeen vapautuvan kasvutilan. Näin ollen ensiharvennuksen poistuma voidaan kohottaa 40 %:iin tilavuudesta, jos hyväksytään 10 %:n kasvutappio harvennusta seuraavana 5-vuotiskautena. Jäävän puuston pohjapinta-ala on tällöin n.  $12 \text{ m}^2/\text{ha}$  ja tilavuus n.  $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Nämä luvut puolestaan ovat 35 % pienemmät kuin SARAMÄEN (1977) kasvu- ja tuotostaulukoissaan vastaavalle pituusboniteetille suosittellamat hakkuun jälkeen jäävät puumäärät. Tämä viittaa siihen, että myös parhaimmilla boniteeteilla turvemaiden hieskoivikon kasvatuksessa voitaisiin käyttää yhtä voimakasta harvennusta kiertoaikaa kohti, mikä on omiaan parantamaan koivun kasvatuksen taloudellisuutta. Myös hieskoivun vajaatuottoisuusrajaa voitaisiin nykyisestä reilusti alentaa.

Korostettakoon, että esitetty kannanotto koskee vain turvemaita ja että kivennäismailla tilanne on aivan toinen. Selitys on todennäköisesti koivun, ja erikoisesti hieskoivun, suokon, tuhlaileva veden käyttö. Tietyn ravinteisuuskyynnyksen yläpuolella koivun kasvun minimitekijät eivät ole ravinteet vaan vesi (vrt. KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1977). Kangasmailla veden puute rajoittaa koivun kasvua ja hidastaa esim. harvennuksen jälkeen vapautuvaa kasvutilan täysitehoista käyttöönottoa. Turvemaidella sen sijaan

vedestä ei ole puutetta, vaan pikemminkin sitä on liikaa, mistä on etua runsaasti vettä haihduttamaan kykenevälle ja samalla vähähappista maaperää sietävälle hieskoivulle (HUIKARI 1954). Tämä selittää sen, miksi turvemaiden hieskoivikoiden kehitys suhteessa saman kasvupaikan mäntyyn on niin ratkaisevasti parempi kuin kivennäismaiden kasvututkimukset antavat aihetta olettaa (SARAMÄKI 1981, KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1977). Samaan syyhyn viittaa mainittujen tutkijoiden havainto, että hieskoivu reagoi hyvin vähän, jos ollenkaan, suotyypin parantumiseen rehevillä soilla.

Hieskoivikon lannoitusreaktio oli käytetyillä lannoitteilla ja annoksilla heikko, eikä vaikutusta ole minkään tutkitun puustotunnuksen osalta todettu tässä tutkimuksessa tilastollisesti merkitseväksi. Selvin myönteinen lannoitusvaikutus on pituuskasvussa. NPK-lannoitus on lisännyt tilavuuskasvua, mutta PK-lannoitus ei.

Tutkimuksen tulokset vahvistavat VIROn (1974) toteaman koivun heikon lannoitusreaktion. JONSSON ja MÖLLER (1976) osoittavat tutkimuksessaan koivun lannoitusreaktion Ruotsissa olevan 160 kg:n typpiannoksella vain 35 % männyn vastaavasta. Lisäksi lannoitusvaikutus on lyhytaikainen ja riippuu voimakkaasti metsikön lannoitusta edeltäneestä ravinnetilasta. ROSVALL (1980) arvioi koivun lannoitusreaktion olevan n. 50 % männyn reaktiosta. Hän toteaa lannoitusreaktion heikkenevän parhailla boniteeteilla tuoreuden ja pintakasvillisuuden lisääntymisen myötä. Sama vaikutus on kostealla, hyvin maatuneella turvealustalla. Tämän kokeen kasvupaikka sijoittuu mustikka- ja ruohoturvekankaan välimaille. Turve on hyvin maatunutta ja aluskasvillisuus runsasta ja rehevää. Vaikka kokeessa käytetty typpiannos, 100 kg/ha ureaa, on vaatimaton nykyisiin suosituksiin nähden, on hyvin todennäköistä, että tässä tapauksessa typpiannoksen lisääminen ei olisi ratkaisevasti lisännyt koivun kasvua.

Yhteenvedenä mainittakoon tämän tutkimuksen tuoneen esille runsaasti viitteitä hieskoivun erinomaisesta sopeutumisesta veden vaivaamien, tiiviiden ja vähähappisten maiden puuksi. Sen syvä

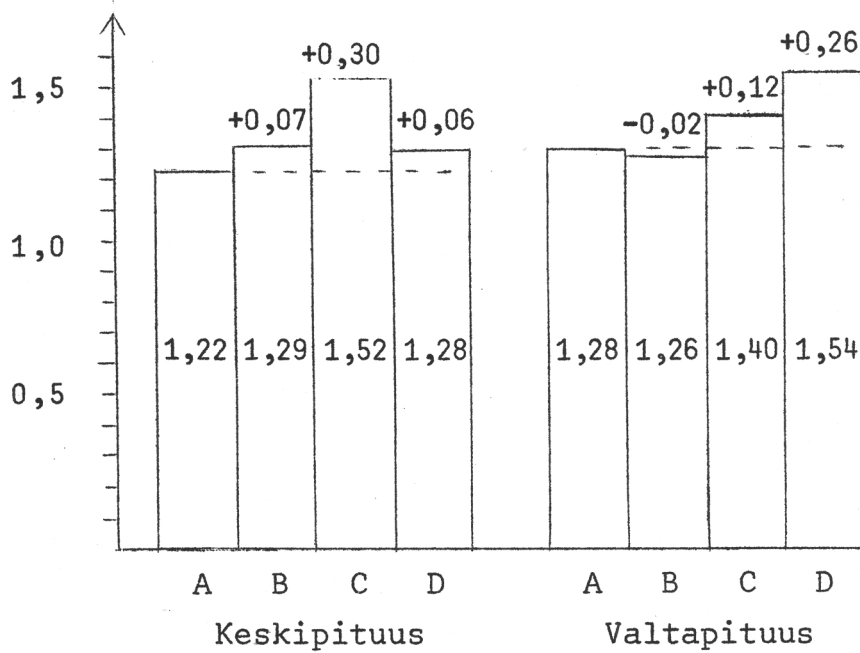
ja laaja juuristo, joka sietää jopa hapettomia olosuhteita, pump-  
paa maasta runsaasti vettä ja sen mukana ravinteita, joista huo-  
mattava osa joutuu syksyllä varisevien lehtien mukana maan pin-  
nalle. Lahoava lehtikarike on hyvä alusta vilkkaalle pieneliös-  
tötoiminnalle, joka puolestaan nopeuttaa maaperän ravinteiden  
mobilisaatiota. Juuristo kuohkeuttaa maata ja tekee sen ilmavam-  
maksi ja paremmin vettä läpäiseväksi. Hieskoivusukupolvi näyttää  
olevan suoranaisten edellytys ongelma-alueiden, esim. rannikon  
vesijättömaiden, metsittämiselle havupuille. Ojitetuilla turve-  
mailla hieskoivu sen lisäksi, että kilpailee kasvussa suhteellisen  
tasavertaisena männyn kanssa (KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ 1977), samalla  
parantaa sekapuuna olevan tai toisena puusukupolvena seuraavaa  
havupuun menestymistä ja kasvua. Entinen roskapuu ja valkoinen  
valhe on siten varteenotettava vaihtoehto myös taloudellisessa  
mielessä sille parhaiten sopivilla kasvupaikoilla.

## Kirjallisuus

- HUIKARI, O. 1954. Experiments on the effect of anaerobic media upon birch, pine and spruce seedlings. Seloste: Kokeita kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimiin. Commun. Inst. For. Fenn. 42 (5).
- JONSSON, S. & MÖLLER, G. 1976. Björkens reaktion på kvävegödsling. Föreningen Skogsträdsförädling. Inst. för skogsförbättring. Årsbok 1975.
- KELTIKANGAS, M. & SEPPÄLÄ, K. 1977. Ojitusalueiden hieskoivikoiden kasvatusta taloudellisena vaihtoehtona. Silva Fenn. 11 (1).
- ROSVALL, O. 1980. Prognosfunktioner för beräkning av gödslingseffekter. Förening Skogsträdsförädling. Inst. för skogsförbättring. Årsbok 1979.
- SARAMÄKI, J. 1977. Ojitettujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. Commun. Inst. For. Fenn. 91 (2).
- " 1981. Hieskoivikoiden kasvu ja kasvatusta Pohjanmaalla ja Kainuussa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 3.
- VIRO, P.J. 1974. Fertilization of birch. Selostus: Koivun lannoitus. Commun. Inst. For. Fenn. 81 (4).
- VUOKILA, Y. 1962. The effect of thinnings on the yield of pine and birch stands. Commun. Inst. For. Fenn. 55 (12).
- " 1975. Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. Folia For. 247.
- " 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY. Porvoo.

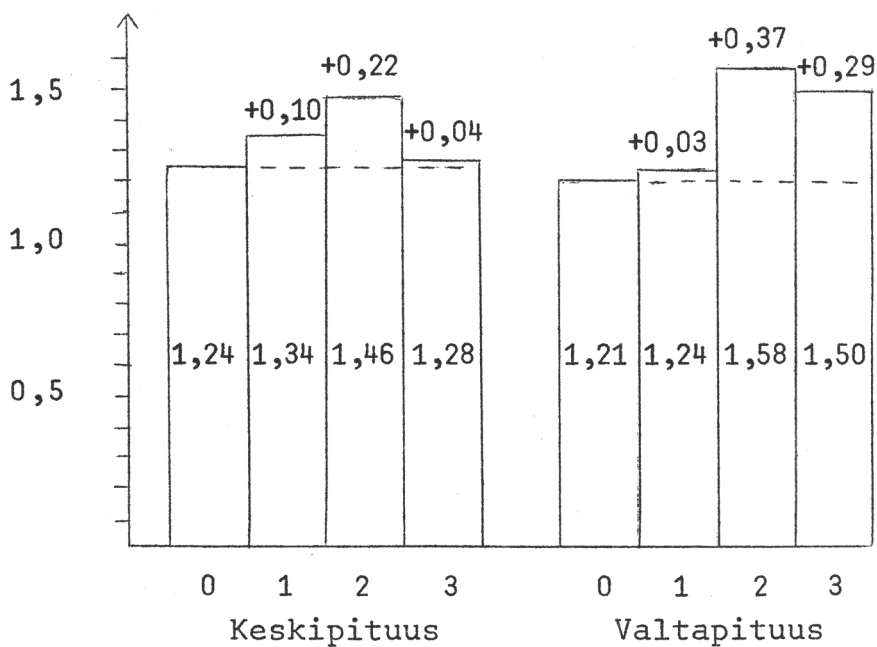
## Pituuskasvu

m/5 v



Kuva 1. Harvennuksen vaikutus viiden vuoden keski- ja valtapituuden kasvuun ja erot vertailuryhmään A.

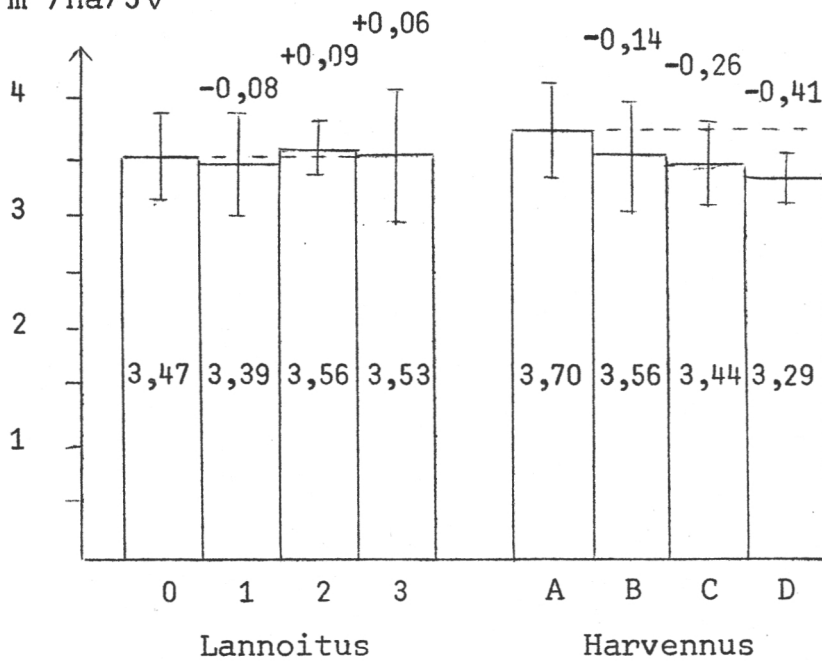
## Pituuskasvu

m<sup>2</sup>/5 v

Kuva 2. Lannoituksen vaikutus viiden vuoden keski- ja valtapituuden kasvuun ja erot vertailuryhmään 0.

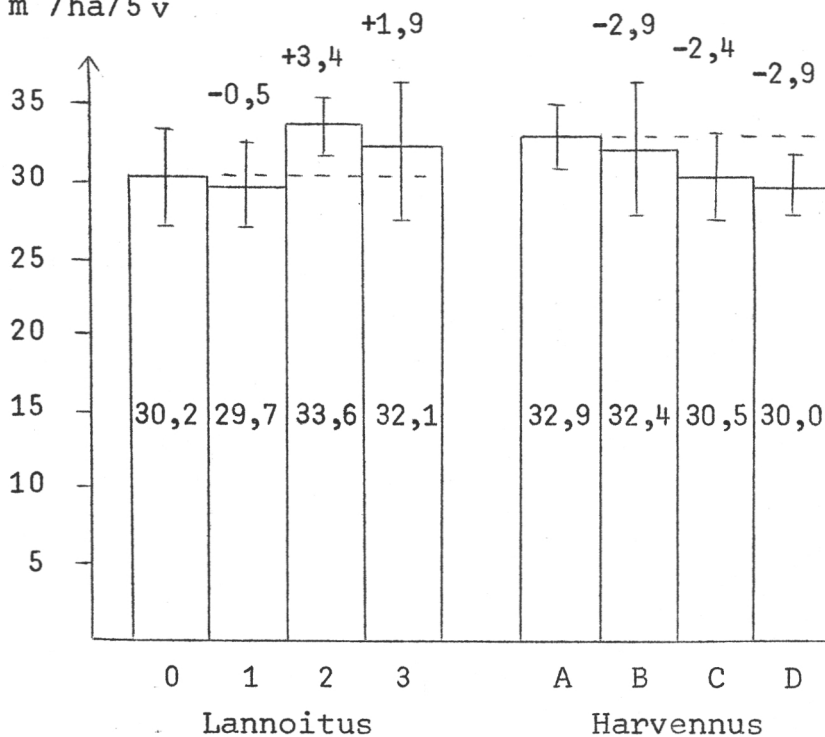
Ppa:n kasvu  
m<sup>2</sup>/ha/5v

34

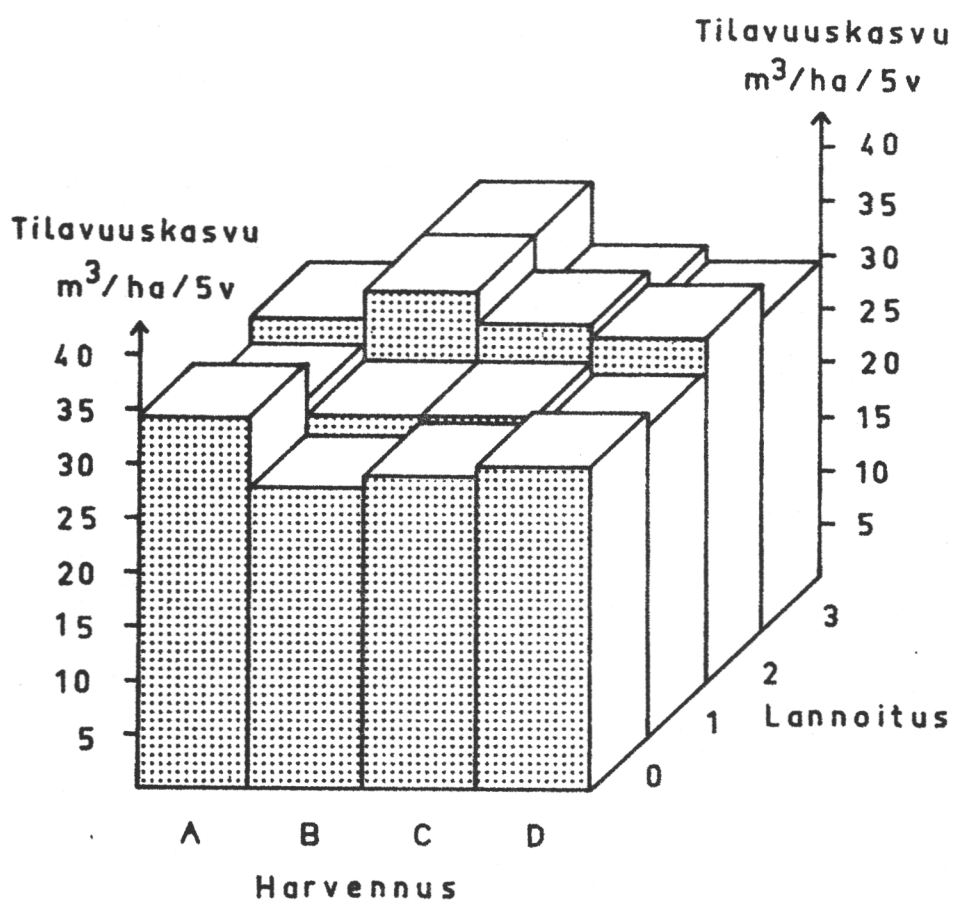


Kuva 3. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus viiden vuoden pohjapinta-alan kasvuun ja erot vertailuryhmiin. Janat ilmaisevat keskiarvon luotettavuusvälin 5 %:n riskillä.

Tilavuuskasvu  
m<sup>2</sup>/ha/5v



Kuva 4. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus viiden vuoden tilavuuskasvuun ja erot vertailuryhmiin. Janat ilmaisevat keskiarvon luotettavuusvälin 5 %:n riskillä.



Kuva 5. Harvennuksen ja lannoituksen yhdysvaikutus.



Kimmo Paarlahti ja Pekka Pietiläinen

## SOKLIN FOSFORIITTI SUOMETSÄLANNOITTEENA

### 1 Johdanto

Turvemaat ovat luontaisesti vähäfosforisia. Luontaisen fosforin kokonaismäärä on myös metsäojitetuilla soilla alhainen. Turpeiden kokonaisfosforipitoisuus on yleensä alle 1 ‰. Turvemaiden luontainen fosfori on voimakkaasti sitoutunutta. Puille käyttökeltvottomassa muodossa olevaa orgaanisesti sitoutunutta fosforia saattaa olla luonnontilaisella suolla 55 - 95 % fosforin kokonaismäärästä (KAILA 1956). Happamalla soilla fosfori on sitoutuneena raudan, alumiinin ja kalkin kanssa kompleksiyhdisteiksi (PUUST-JÄRVI 1956). Turvemailla puiden fosforin saanti on vaikeata.

Lannoituskokeet ovat osoittaneet fosforin ja kaliumin olevan istutettujen taimien ravinnetalouden minimitekijät turvemailla (HUIKARI ja PAARLAHTI 1966). Fosforin tarve on suurin nuoressa metsässä (HUIKARI ja PAAVILAINEN 1972). Myös varttuneiden suo-  
puustojen kasvun parantamisessa fosfori on tärkeä ravinne edellyttään, että kohde soveltuu lannoitettavaksi (LUKKALA 1951, PAARLAHTI 1969, KARSISTO 1973, HUIKARI ja PAAVILAINEN 1968, 1972).

Fosforin käyttömäärää selvittävässä tutkimuksessa on todettu pienehköjen annosten antavan lähes saman kasvureaktion kuin huomattavasti suurempien annosten (HUIKARI ja PAARLAHTI 1966, PAARLAHTI 1967, KARSISTO 1968 ja 1972). Nykyinen lannoitussuositus on kohteesta riippuen kerta-annoksena 33 - 45 kg fosforia hehtaarille.

Fosforilannoitus voidaan suorittaa eri valmisteilla. Nämä poikkeavat kemiallisilta ominaisuuksiltaan huomattavasti toisistaan. Superfosfaatti on vesiliukoinen, kun taas esimerkiksi raakafosfaatti on lähes täysin liukenematon ja kalkkiapatiitti vieläkin vaikeampiliukoinen. Turpeella on kuitenkin happoluonne, joka

johtuu fulvo- ja huminihapoista sekä humiineista. Kasvien juurikarvoilla on turvehappoja voimakkaampi happoluonne (PUUSTJÄRVI 1973). Näin ollen niukkaliukoisista fosforilannoitteista liukenee aikaa myöten fosforia maanesteeseen kasvien käyttöön.

Suometsien fosforilannoitusta koskevista erikoispiirteistä joutuksen on jouduttu perustamaan kenttäkokeita, joissa on erilaisilla kasvualustoilla ja puuston eri kehitysvaiheissa käytetty eri fosforilannoitteita.

Kokeissa on selvitetty fosforilajien aiheuttamia reaktioiden eroja vaikutusajan eri vaiheissa. Samalla on kiinnitetty huomiota fosforin käyttömäärään. Eri lannoitelajien ja käyttömäärien yhteydessä on tarkasteltu kasvussa saatavan vaikutuksen nopeutta, voimakkuutta ja kestoaikaa. Tässä tutkimuksessa on huomioitu vain nykyistä lannoitussuositusta vastaavan fosforimäärän lannoitusvaikutusta.

## 2 Kenttäkokeet ja mittaukset

Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston fosforilannoitelajikokeista valittiin mitattavaksi neljä Muhoksen Pyhäkosken kokeilualueen koealaa, jotka sijaitsivat vuonna 1933 ojitetulla karuhkolla piensararämeellä (Itkusuon kokeet 33 b, c, e ja g). Metsikkö oli perustettu 1930-luvulla männyn hajakylvöä käyttäen. Koealat lannoitettiin vuonna 1971. Kokeessa käytetyt fosforilannoitelajit olivat superfosfaatti (P = 8,7 %) raakafosfaatti (P = 14,4 %) ja Soklin fosforiitti (keskimäärin P = 14 %). Lannoituksessa annettiin puustoille typpeä (N) 100 kg/ha, fosforia (P) 43,6 kg/ha ja kaliumia (K) 99,5 kg/ha.

Kokeessa pyritään selvittämään fosforilannoitelajien aiheuttamia reaktioiden eroja lannoituksen vaikutusajan eri vaiheissa. Lannoitelajien yhteydessä tarkastellaan kasvussa saatavan vaikutuksen nopeutta, voimakkuutta ja kestoaikaa. Koealojen puustot on mitattu vuosina 1971 - 1981. Lisäksi eri lannoituskäsittelyn saaneista puustoista kerättiin neulasnäytteet keväällä 1971 ja 1981. Neulasten ravinneanalyysien avulla pyritään selvittämään puustojen ravinnetilaa fosforin suhteen.

### 3 Tulokset

#### 3.1 Eri fosforilannoitelajien puuston kasvua lisäävä vaikutus

Käytetyt fosforilannoitelajit eroavat toisistaan liukoisuuden ja kemiallisten ominaisuuksien osalta. Yleiskäsityksen saamiseksi lannoitelajien aiheuttamista pituuskasvun lisäyksistä vaikutusajan kuluessa tarkastellaan seuraavassa vaikutuksen nopeutta, voimakkuutta ja kestoaikaa. Esimerkkinä fosforilannoitteiden vaikutuksesta pituuskasvuun on valittu kokeiden 33 b ja c tulokset. Kuvassa 1 on esitetty eri fosforilannoitelajien vuotuiset pituuskasvut vuosilta 1971 - 1981.

Kahden ensimmäisen kasvukauden aikana on helppoliukoinen superfosfaatti lisännyt eniten pituuskasvua. Suurin kasvunlisäys saavutetaan 3 - 4 vuotta lannoituksen jälkeen. Hidasliukoisilla fosforilannoitteilla reaktiot ovat hieman hitaammat. Yleensä lannoitusvaikutus heikkenee selvästi kuudennen kasvukauden jälkeen. Pituuskasvureaktioiden tulkintaa vaikeuttaa jonkin verran vuosina 1976 - 1977 vallinnut kylmempi sääjakso. Lannoitusreaktion kestoaikaa tarkasteltaessa toinen 5 vuoden jakso on havainnollisin. Nopealiukoisen lannoitteen vaikutus on heikentynyt tai päättymässä. Hidasliukoisten lannoitteiden lannoitusvaikutus näkyy edelleen siellä selvästi. Huomattavaa on, että raakafosfaatin ja Soklin fosforiitin välillä ei ole sanottavia eroja.

#### 3.2 Neulasten fosforipitoisuudet

Neulasten fosforipitoisuuden ollessa 0,17 % lannoitusta ei tarvita. Fosforipitoisuuden ollessa 0,14 - 0,17 %:n välillä lannoitus on suositeltava ja alle 0,14 %:n pitoisuuksissa välttämätön (PAARLAHTI, REINIKAINEN ja VEIJALAINEN 1971). Muhoksen neulasteissa lannoitus olisi välttämätön, koska fosforipitoisuus on 0,12 %. Tästä huolimatta aineistossa näkyy selvästi fosforipitoisuuksien muutokset. Kuvissa 2 ja 3 on esitetty neulasten fosforipitoisuuksien lisäykset lannoittamattomaan aineistoon verrattuna vuosi ja 10 vuotta lannoituksen jälkeen. Superfosfaatti on nostanut neulasten fosforitasoa nopeimmin (KARSISTO 1976).

Myöhemmin on nopealiukoisella superfosfaatilla lannoitetun puuston neulasten fosforipitoisuus laskenut, mutta on edelleen silti huomattavasti lannoittamatonta suurempi. Hidasliukoisella raakafosfaatilla ja Soklin fosforiitilla lannoitetun puuston neulasten fosforipitoisuus on kohonnut huomattavasti ja vaikutus näkyy vielä 10 vuoden kuluttua voimakkaana.

#### 4 Tulosten tarkastelu

Suoritetussa tutkimuksessa on alustavasti tarkasteltu Muhoksen Pyhäkosken kokeilualueella olevien fosforilannoitekokeiden tuloksia. Mäntypuusto on n. 5 - 8 metrin pituista, eli siinä kehitysvaiheessa, jolloin puiden fosforintarve on suurimmillaan. Neulasten ravinneanalyysituloksien perusteella alueen puusto kärsii fosforin ja kaliumin puutteesta ja lannoitus on suositeltavaa.

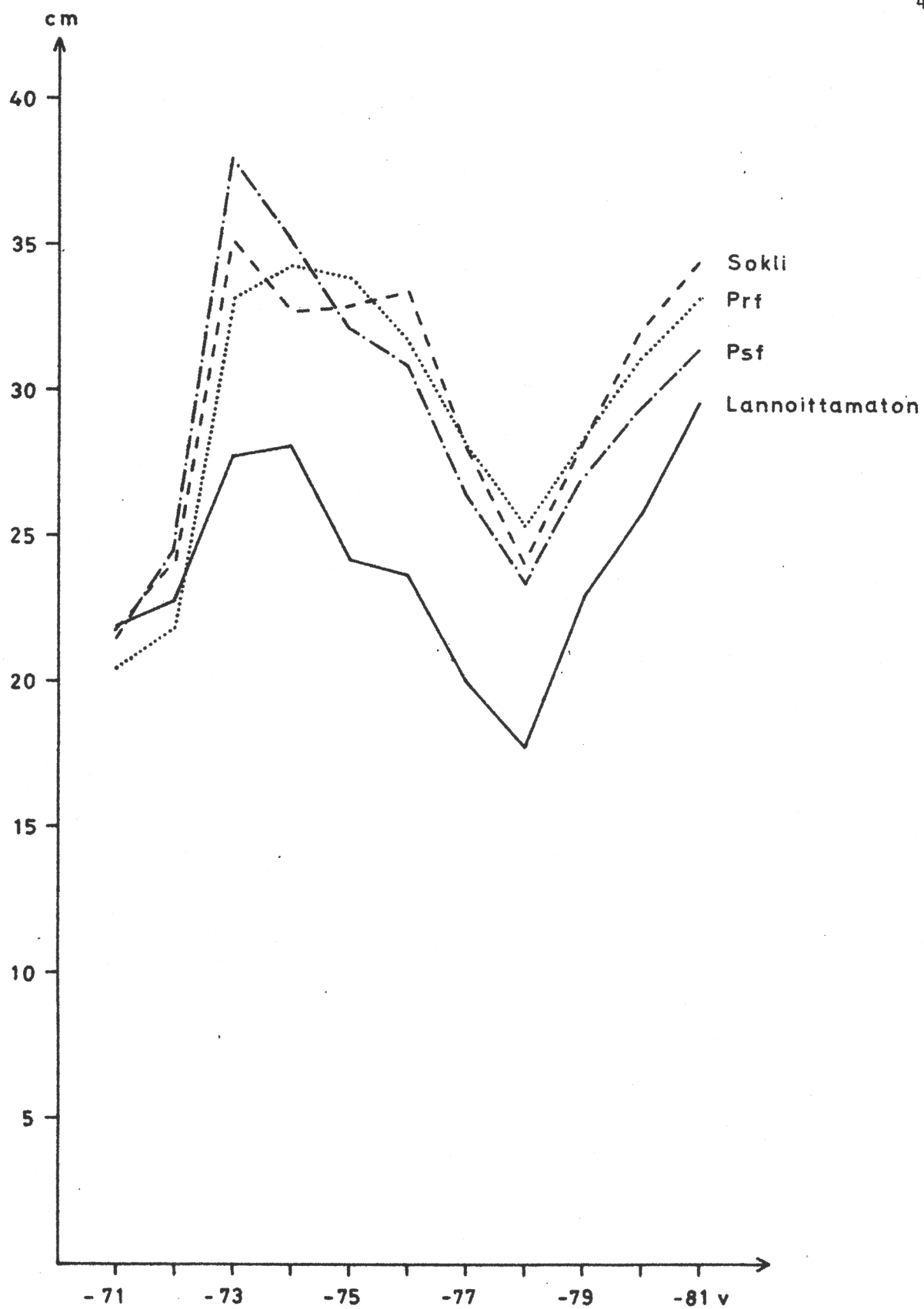
Lannoituksesta seurannut pituuskasvuvaikutus on odotettua ja samansuuntainen KALEVI KARSISTOn ilmoittamien tulosten kanssa. Helppoliukoinen fosforilannoitelaji, superfosfaatti lisää nopeasti pituuskasvua, mutta vaikutusaika jää suhteellisen lyhyeksi. Hidasliukoisista fosforilannoitteista (raakafosfaatti ja Soklin fosforiitti) aiheutuva pituuskasvun lisäys ilmenee hitaammin, mutta vaikutusaika muodostuu pitemmäksi, jopa yli kymmeneksi vuodeksi.

Neulasten ravinnepitoisuustutkimukset osoittavat, että superfosfaattia käytettäessä neulasten fosforipitoisuus nousee nopeasti lannoituksen jälkeen, mutta myös laskee nopeasti. Hidasliukoisilla lannoitteilla fosforitaso nousee tasaisesti eikä laske ainakaan 10 ensimmäisen vuoden aikana.

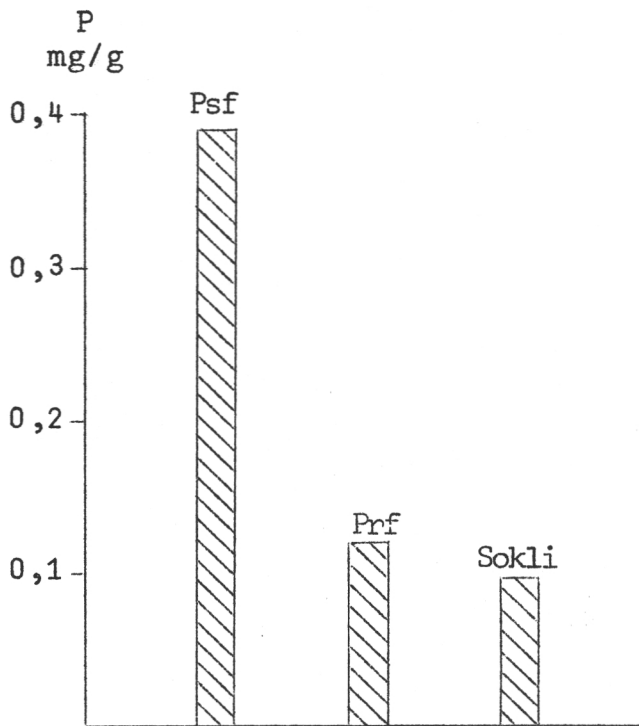
Yhteenvetona kolmesta tutkitusta fosforilannoitelajista voidaan päätellä, että helppoliukoisen superfosfaatin vaikutus on nopea ja lyhytaikainen. Vaikealiukoisilla lannoitteilla kuten raakafosfaatilla ja Soklin fosforiitilla lannoitusreaktiot ilmenevät hitaammin ja ovat pitkäaikaisemmat. Esitellyissä fosforilannoitelajikokeissa, jotka ovat karulla suotyypillä, Soklin fosforiitti on osoittautunut yhtä hyväksi lannoitteeksi kuin raakafosfaatti.

## Kirjallisuus

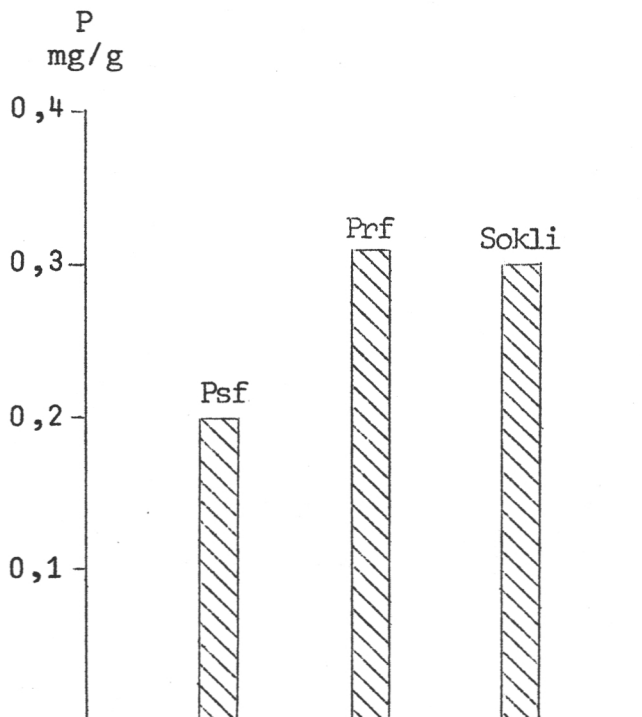
- HUIKARI, O. & PAARLAHTI, K. 1966. Kivisuon metsänlannoitus-  
kokeet. Kenttäopas. Helsinki.
- " & PAAVILAINEN, E. 1968. Metsänlannoitus. 1. painos.  
Helsinki - Rauma.
- " & PAAVILAINEN, E. 1972. Metsänlannoitus. 2. painos.  
Helsinki - Rauma.
- KAILA, A. 1956. Phosphorus in virgin peat samples. Maatal.  
tiet. aikak.kirja. 28.
- KARSISTO, K. 1968. Eri fosforilannoittelajien soveltuvuus  
suometsien lannoitukseen. Suo 19 (6).
- " 1972. Lannoituksen vaikutuksen kestoajasta suometsissä.  
Suo. 23 (3-4).
- " 1973. Esituloksia suometsien fosforilannoittelajikokeista.  
Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 4. Moniste. Muhos.
- " 1976. Fosforilannoittelajit suometsien lannoituksessa.  
Opinnäytetyö maatalous- ja metsätieteiden lisensiaatin  
tutkintoa varten.
- LUKKALA, O. 1951. Kokemuksia Jaakkoin suon koeojitusalueelta.  
Commun. Inst. For. Fenn. 39 (6).
- PAARLAHTI, K. 1967. Lannoitusajankohdan vaikutus suomännikön  
kasvureaktioihin. Commun. Inst. For. Fenn. 63 (4).
- " 1969. Forest fertilization experiments in Finland. Coll.  
on Forest Fertiliz. Jyväskylä 1967, Bern 1969.
- " , REINIKAINEN, A. & VEIJALAINEN, H. 1971. Nutritional  
status of Scots pine stands by needle and peat analysis.  
Commun. Inst. For. Fenn. 74 (5).
- PUUSTJÄRVI, V. 1956. Tervavuoman epätasaiseen kasvuun  
johtavista tekijöistä. Suo 1956 (1).
- " 1973. Kasvuturve ja sen käyttö. Helsinki.



Kuva 1. Puuston pituuskasvu vuosina 1971 - 81 Muhoksen fosforilannoittelajikokeilla (— = lannoittamaton, —·— = superfosfaatti, ..... = raakafosfaatti, ---- = Soklin fosforiitti).



Kuva 2. Neulasten fosforipitoisuuksien lisäykset vuosi lannoituksen jälkeen.



Kuva 3. Neulasten fosforipitoisuuksien lisäykset 10 vuotta lannoituksen jälkeen.

Jussi Saramäki

## KOKOPUUN KORJUUN VAIKUTUKSESTA METSÄN RAVINTEISIIN JA KASVUUN

Metsän koko biomassan (= puuaines + oksat + neulaset + kannot ja juuret) tarkasta hyväksikäytöstä on viime vuosina puhuttu ja kirjoitettu paljon. Aluksi oksien ja muun hakkuutähteen talteenottoa perusteltiin puupulalla, sitten perusteluiksi tulivat puuaineen energiakäyttö ja viime aikoina myös huoli taimisto- ja ensiharvennusvaiheen metsänhoitotöiden kannattavuuden parantamisesta. On jopa esitetty vähäarvoisen pienpuun ja hakkuutähteen korjuu metsänhoidollisena välttämättömyytenä. Oksien ja neulasten mukana poistuu kuitenkin metsän kasvupaikalta ravinteita, jotka voivat olla maan viljavuuden kannalta olennaisia.

Metsä on erittäin tehokas ravinteiden hyväksikäyttäjä, mistä on osoituksena metsien suuri biomassan kasvu, vaikka maan ravinnetaso onkin alhainen. Tämä on mahdollista vain kierrättämällä käytettävissä olevia ravinteita tehokkaasti maan ja puuston välillä. Puuston tuotokseen vaikuttaa siten ratkaisevasti karikkeiden hajoaminen ja niissä olevien ravinteiden palautuminen takaisin puustoon. Esimerkiksi mustikkatyypin männikkö ottaa vuosittain maasta MÄLKÖSEN mukaan typpeä 39 kg/ha, fosforia 4,2 kg/ha, kaliumia 18 kg/ha ja kalsiumia 19 kg/ha. Karikkeiden mukana palautuu vuosittain vastaavasti 11 kg typpeä, 1,0 kg fosforia, 3 kg kaliumia ja 8 kg kalsiumia. Yhden biomassatonnin valmistamiseen männikkö tarvitsee mainitun tutkimuksen mukaan 4,5 kg typpeä, 0,5 kg fosforia, 2,4 kg kaliumia ja 1,8 kg kalsiumia. Kuusi tarvitsee yhden biomassatonnin tuottamiseen hieman enemmän ravinteita kuin mänty. Koivu on mäntyä ja kuusta tuhlailevampi ja tarvitsee noin kaksinkertaiset määrät ravinteita mäntyn verrattuna.

Perinteisessä ainespuuhakkuussa ei puustoon sitoutuneita ravinnevaroja vähennetä kovin suuresti, sillä puustossa oleva ravinne määrä on jakautunut niin, että latvus muodostaa keskimäärin 1/3



puuston biomassan määrstä, mutta se sisältää noin 2/3 puuston ravinteista. Ero ainespuuhakkuun ja kokopuukorjuun välillä on siten huomattavasti suurempi kuin biomassan määrien perusteella arvostellen näyttää. Erityisesti neulasten typpipitoisuus on korkea. Kun suomalaisissa metsämaissa on tunnetusti pula typestä, on neulasten mukana maahan tuleva typpilisiä tärkeä ravinnekierrolle, koska karikkeet sisältävät niukasti typpeä hajotustoiminnan ylläpitämiseksi.

Taulukossa 1 esitetään muutamilta kokeilta mitattuja hakkuutähteen määriä ja niiden mukana poistuneita ravinteita. Taulukosta voidaan havaita hakkuutähteen typpimäärän vaihtelevan nuorissa VT-männiköissä välillä 20 - 40 kg/ha ja OMT-kuusikoissa 56 - 105 kg/ha. Sen sijaan fosforimäärä ei näytä suuresti vaihtelevan männiköiden eikä toisaalta kuusikoiden kesken. Kun metsämaassa on metsätuotannosta riippumatta keskimäärin vain 25 kg/ha käyttökelpoista fosforia, on sen suhteellinen poistuma hakkuutähteissä varsinkin parhailla kasvupaikoilla suuri.

Vaikka typpimäärät eivät vaikuta suurilta verrattuna esimerkiksi metsämaan kokonaistyppivarastoihin, jotka VT:llä ovat yli 2 000 kg/ha ja OMT:llä yli 3 000 kg/ha, on esimerkiksi OMT-kuusikosta hakkuutähteen mukana poistunut typpimäärä noin puolet nykyisestä lannoitussuosituksesta.

Kokopuuna korjuu merkitsee huomattavaa lisäystä ensiharvennuskertymän määrään kuten taulukko 2 osoittaa. Mitä pienemmästä puustosta on kysymys, sitä suurempi osuus harvennuspuusta on oksia ja neulasia. Puulajien välillä on myös selvä ero niin, että kuusella oksien ja neulasten osuus on männyn vastaavaa osuutta suurempi. Tiheään (2 500 kpl/ha) männikön ensiharvennuksessa, mikäli se tehdään ajallaan, on hakkuutähteen osuus hieman yli puolet poistuvan biomassan määrstä. Mikäli männikkö on voimakkaasti taimistovaiheessa käsitelty (1 500 kpl/ha) ja ensiharvennus tehdään ajallaan, on hakkuutähteen osuus noin 40 % poistuvan biomassan määrstä. Toisessa harvennuksessa hakkuutähteen osuus on noin 1/3 poistuvan biomassan määrstä.

Kuusikossa ensiharvennusvaiheessa hakkuutähteen osuus on hieman männikön osuutta suurempi, mutta ero tasaantuu kuusikon kehityksen myötä. Erityisesti harvoina kasvaneissa kuusikoissa hakkuutähteen määrä suhteessa ainespuun määrään on suuri. Metsikön käsittely vaikuttaa ensiharvennusmetsikön ainespuun ja hakkuutähteen keskinäiseen suhteeseen. Antamalla metsikön kasvaa hieman ylitiheäksi nostetaan runkokuun osuutta. Vaikka tällöin puuston kasvu voi vähän kärsiä, ei menetys kuitenkaan ole korvaamaton, koska tiheydellä vaikutetaan myös puun laatuun.

Lievä taimistoharvennus lisää aikaisen ensiharvennuksen tarvetta ja samalla hakkuutähteen osuutta ensiharvennuspoistumassa. Voimakkaalla taimistonkäsittelyllä voidaan vähentää ensiharvennusvaiheen hakkuutähteen määrää ja tavallaan "siirtää" osa hakkuutähteestä ainespuuksi. Männiköissä näyttäisi hakkuutähteen absoluuttinen määrä vakioituvan metsikön sulkeuduttua. Kuusikoissa sen sijaan hakkuutähteen absoluuttinen määrä kasvaa metsikön kehityksen myötä.

Harvennuksessa maahan jäävä hakkuutähte sisältää huomattavan määrän orgaanista ainetta (taulukko 2). Kun orgaaninen aine palautetaan takaisin maahan, paranee varsinkin humusköyhien maiden vedenpidätyskyky. Karuilla mailla, joilla muutoinkin on ravinteista puute, aiheuttaa hakkuutähteen metsästä vienti tappioita maan käyttökelpoisiin ravinnevaroihin.

Harvennushakkuista tiedetään, ettei varsin voimakaskaan harvennus aiheuta sanottavia kasvutappioita. Tämän voidaan olettaa osaltaan johtuvan maahan jäävien hakkuutähteiden lannoitusvaikutuksesta. Vastaavasti voidaan olettaa hakkuutähteiden poisviennin vaikuttavan kasvua heikentävästi. Kokokuun korjuun tuotosvaikutusten selvittämiseksi perustetut kokeet ovat varsin nuoria, vain kolme kasvukautta seurattuja, mutta taulukkoon 3 on kerätty keskilämpimän kasvutietoja muutamilta kokeilta. Taulukon luvuista voidaan todeta, ettei ainakaan paremmilla kasvupaikoilla ole havaittavissa selviä viitteitä kasvun heikkenemisestä. Karuimmilla kohteilla on lieviä kasvun taantumisen merkkejä, vaikkakaan tässä vaiheessa erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. On

kuitenkin oletettavissa, että mikäli kokopuun korjuuta jatketaan myöhemmissä harvennuksissa, tulevat karujen kasvupaikkojen kasvutappiot selvemmin näkyviin. Vielä ei kuitenkaan pystytä sanomaan, kuinka pitkäaikainen mahdollinen taantuma saattaa olla. Viljalla kasvupaikoilla puilla lienee niin runsaasti ravinteita käytössään, ettei kokopuun korjuu merkitse suurta vajetta ravinnetilanteeseen. Viljavimmilla kasvupaikoilla ei lannoituksellaan pystytä parantamaan kasvua sanottavasti. Kuitenkin toistuva kokopuun korjuu voi vaarantaa metsän ravinnekiertoa niin, että kasvu myöhemmin heikkenee. Saksasta on olemassa tutkimustuloksia, jotka osoittavat viljavienkin kasvupaikkojen tuotoskyvyn heikentyneen jatkuvan karikkeiden keruun seurauksena.

Hakkuutähteiden mukana menneet ravinteet voidaan korvata keinolannoitteilla, mutta orgaanisen aineen menetys kuivilla kasvupaikoilla voi olla ravinteiden menetystäkin suurempi vahinko. Toisaalta keinolannoitteissa ei ole kaikkia niitä ravinteita, joita hakkuutähteessä on. Mikäli kokopuun korjuuta ryhdytään tekemään yleisesti harvennusmetsissä, on koko ajan pidettävä mielessä ne vaarat, joita toimenpide aiheuttaa. Kokopuun korjuun haittatekijät ovat sitä suuremmat mitä karummasta kasvupaikasta on kysymys. Erityisesti pohjoisen kylmissä oloissa voi kokopuun korjuun jälkilasku kasvutappioiden muodossa olla saatua hetkelistä hyötyä suurempi.

## Kirjallisuus

- HAKKILA, P. & HEISKANEN, V. 1978. Puu teollisuuden raaka-aineena. Puun ja puutavaran ominaisuuksia. Tapion Taskukirja 18. painos: 448-459.
- MÄLKÖNEN, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä. Commun. Inst. For. Fenn. 84.5.
- " 1977. Annual primary production and nutrient cycle in a birch stand. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku eräässä koivikossa. Commun. Inst. For. Fenn. 91.5.
- " 1977. Betydelsen av helträdsutnyttjandet i skogens närings-hushållning. Skogsbruket (6):124-125.
- " & SARAMÄKI, J. 1980. Vähentääkö kokopuukorjuu puuntuotantoa. Metsä ja Puu (10):18-19.

Taulukko 1. Harvennushakkuussa hakkuutähteissä poistuvia ravinnemääriä.

Koe	Puu- laji	Valta- pituus m	Poistuma runkopuuta m <sup>3</sup> /ha	Poistuma hakkuutähdettä kuiva-aine- tonnia/ha	Ravinteita hakkuutähteissä Typpeä Fosforia Kaliumia kg/ha kg/ha kg/ha
724	Mä	13,4	13,9	8,0	21,2 2,7 10,7
726	Mä	9,2	25,7	9,4	41,4 4,3 16,1
728	Mä	14,3	35,2	7,7	34,1 3,3 12,6
722	Mä	15,1	43,0	8,3	23,3 2,9 11,1
720	Mä	13,8	52,6	7,7	22,2 2,7 12,0
723	Ku	15,3	62,9	17,3	56,7 8,2 19,9
721	Ku	16,9	92,1	15,3	75,6 9,5 25,6
727	Ku	21,1	118,7	19,3	104,0 8,9 34,7

Taulukko 2. Poistuman jakautuminen käyttöpuun ja hakkuutähteen kesken. Käyttöpuun kuivapainona on käytetty 390 kg/m<sup>3</sup>.

Koe	Puu- laji	Metsä- tyyppi	Valta- pituus m	Runko- luku kpl/ha	Keskiläpi- mitta cm	Keskiläpi- mitta cm			P o i s t u m a				
						Käyttöpuuta m <sup>3</sup> /ha	t/ha	%	Hakkuutähdettä t/ha	%	Yhtäensä t/ha		
724	Mä	EVT	13,4	1691	13,0	7,5	8,8	3,4	30	8,0	70	11,4	100
726	Mä	VT+	9,2	2617	10,8	8,7	18,1	7,1	43	9,4	57	16,5	100
728	Mä	ECT	14,3	1532	15,0	12,4	31,4	12,2	61	7,7	39	19,9	100
722	Mä	VT	15,1	1592	15,2	11,4	36,8	14,4	63	8,3	37	22,7	100
720	Mä	VT	13,8	2389	13,2	10,7	42,9	16,7	68	7,7	32	24,4	100
723	Ku	OMT	15,3	2503	14,4	11,7	55,1	21,5	55	17,3	45	38,8	100
721	Ku	OMT	16,9	2144	17,1	13,8	84,8	33,1	68	15,3	32	48,4	100
727	Ku	OMT	21,1	1578	21,9	17,7	113,2	44,1	70	19,3	30	63,4	100

Taulukko 3. Keskilämpimitan vuotuinen kasvu kolmivuotiskaudella kokeen perustamisen jälkeen.

Koe Puulaji Metsätyyppi	720		722		721		723	
	Mä VT	I.d. cm	Mä VT	I.d. cm	Ku OMT	I.d. cm	Ku OMT	I.d. cm
	Suhteellinen kasvu		Suhteellinen kasvu		Suhteellinen kasvu		Suhteellinen kasvu	
Koejäsen								
A	0,21	100	0,25	100	0,36	100	0,40	100
K	0,19	88	0,29	118	0,37	102	0,30	75
KL <sub>1</sub>	0,21	101	0,29	116	0,39	108	0,42	104
AL <sub>2</sub>	0,36	172	0,41	168	0,34	94	0,50	125
KL <sub>2</sub>	0,33	155	0,46	185	0,36	102	0,46	115
A <sub>2</sub> H	0,20	97	0,25	99	0,35	98	0,49	123

Koejäsenten selitys

A = Ainespuun korjuu (min. Ø 6 cm)

K = Kokopuun korjuu

L<sub>1</sub> = Kokopuun korjuu, jossa hakkuutähteissä poistuneet N, P ja K korvattu vastaavalla ravinnemäärällä

L<sub>2</sub> = Lannoitus 900 kg/ha typpirikasta y-lannosta

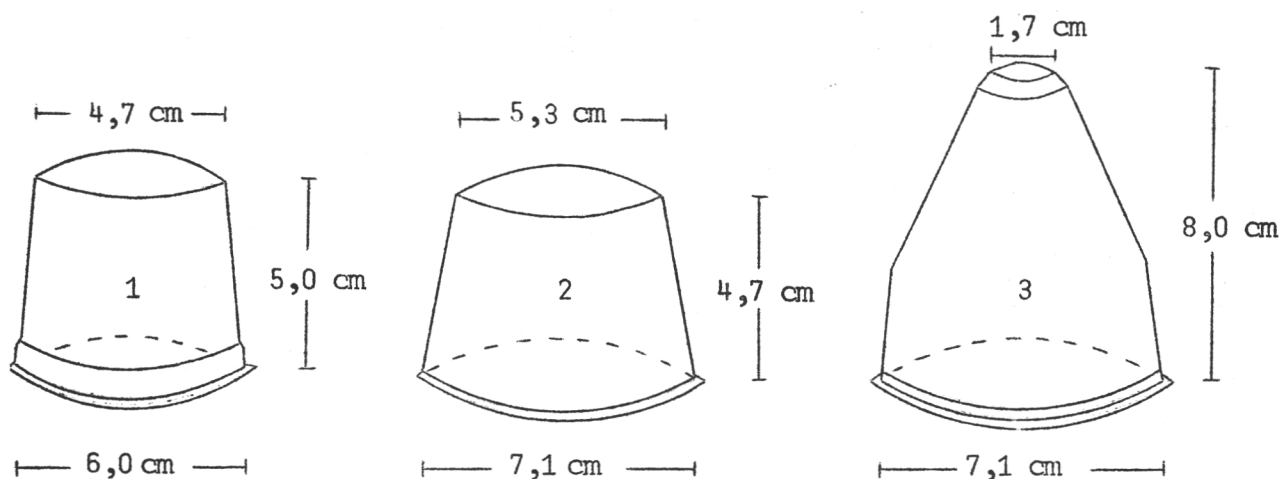
A<sub>2</sub>H = Kaksinkertainen määrä hakkuutähteitä

Pentti Savilampi

## SUOJAKYLVÖN TULOKSIA

### 1 Yleistä

Muhoksen tutkimusasema perusti Oulun läänin alueelle v. 1971 suoja- ja vakokylvökoealoja, joissa käytetty suoja oli valmistettu muovisesta ns. maistiaismukista ottamalla siitä pohja pois (suoja nro 1, kuva 1). Nämä koealat inventoitiin v. 1976, ja tulokset julkaistiin Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonannossa nro 17. Elossaolosadannes vaihteli pientareessa kasvupaikoittain niin, että suojakylvö oli paikoin parempi, paikoin heikempi kuin vakokylvö. Vastaavasti palteessa suojakylvö oli joka paikassa jonkin verran parempi kuin vakokylvö. Samat koealat inventoitiin vielä v. 1978, jolloin saadut tulokset olivat samansuuntaisia kuin edellisessä inventoinnissa. Koealojen perustamisen ja viimeisen inventoinnin välillä suoja kehittyi ja muotoutui enemmän kartiomaiseksi (suoja nro 3, kuva 1). Näillä suojilla oli prof. E. LÄHDE saanut parempia tuloksia kuin vakokylvöllä Etelä- ja Pohjois-Suomessa (LÄHDE 1974, 1976).



Kuva 1. Tutkimuksissa käytetyt kylvösuojat.



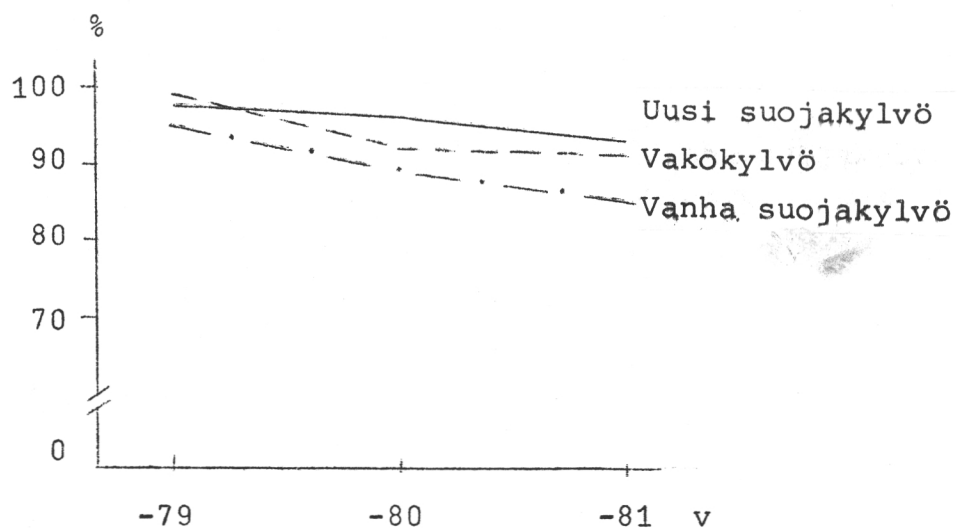
## 2 Vanhan ja uuden suojan vertaaminen

Uudet koealat perustimme v. 1979. Halusimme verrata niissä vanhaa suojaa uuteen sekä samalla myös vakokylvöön. Koealat ovat neljällä paikkakunnalla: Pyhäjärvellä, Muhoksella, Puolangalla ja Taivalkoskella. Kaikki viljelyt yhdellä paikkakunnalla on arvottu kolmen aurasvaon pientareisiin siten, että yksi ruutu muodostuu aurasvaon pätkästä, jossa on 20 kylvöpaikkaa. Samaa viljelytapaa on viisi ruutua. Vanha suoja (nro 2, kuva 1) on lähes sama kuin v. 1971 perustetuissa kokeissa käytetty, ja uusi suoja on markkinoilla oleva tehdasvalmisteinen (suoja nro 3, kuva 1). Uusi suoja laitettiin maahan sitä varten kehitetyllä kylvölaitteella, jolla samanaikaisesti voitiin suorittaa kylvö. Vanhempi suoja oli asetettava maahan käsin, mutta kylvö tehtiin edellä mainitulla kylvölaitteella, joka säädettiin annostelevaan siemeniä 6 - 7 kpl itävyydestä riippuen. Vakokylvö tehtiin normaaliin tapaan vakorautaa käyttäen. Siemeniä laitettiin 20 - 25 kpl kylvöpaikkaa kohti, ja päälle ripoteltiin ohut kerros maata.

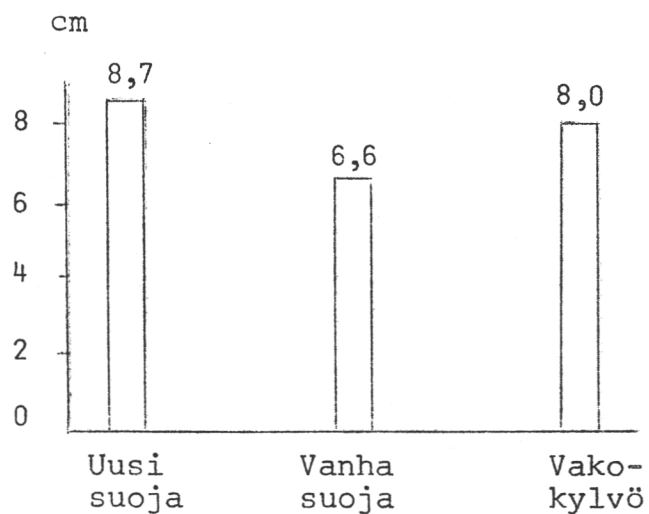
## 3 Tulokset

Koealat on inventoitu kolmena syksynä. Uuden suojakylvön taimet näyttävät pysyvän elossa hyvin. Taimia on kuollut vain vähän. Vanhan suojakylvön taimia on kuollut jonkin verran enemmän, ja syksyllä 1981 ero oli 8 %. Vakokylvössä elossaoloprosentti näyttää vakiintuneen toisen syksyn jälkeen (kuva 2). Varianssi-analyysin mukaan ei elossaolossa ollut tilastollisesti eroja eri kylvötapojen välillä ( $p = 0,136$ ), mutta paikkakuntien välillä erot olivat melkein merkitseviä ( $p = 0,020$ ).

Parhaiten taimet kasvoivat uudessa kylvösuojaissa (kuva 3). Varianssi-analyysin mukaan pituuksien erot olivat erittäin merkitseviä ( $p = 0,000$ ) eri kylvötapojen sekä myös paikkakuntien välillä. Parhaiten taimet kasvoivat Pyhäjärvellä ja huonoimmin Puolangalla. Pyhäjärvellä vakokylvön taimet olivat suojakylvön taimiin verrattuna jonkin verran pitempiä, kaikilla muilla paikkakunnilla sen sijaan lyhyempiä.



Kuva 2. Taimien elossaoloprosentit kolmen vuoden ajalta.



Kuva 3. Taimien pituudet kolmen kasvukauden jälkeen syksyllä 1981.

#### 4 Suojakylvön vertaaminen vako- ja hajakylvöön Koillismaalla

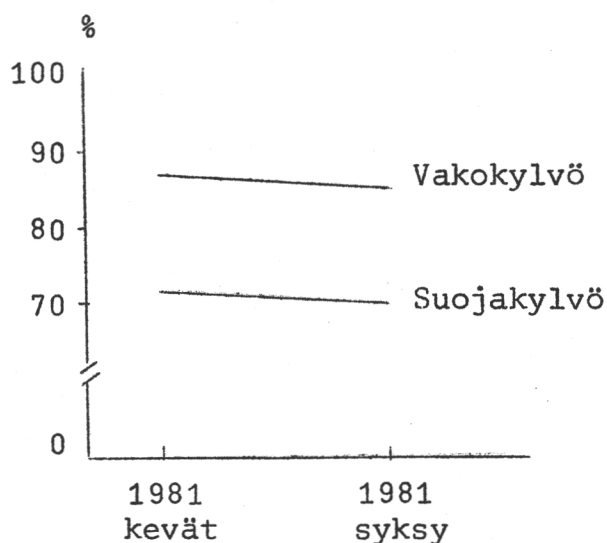
Keväällä 1980 perustettiin Kuusamon pohjois- ja eteläosaan (280 ja 320 m merenpinnan yläpuolella) suoja-, vako- ja hajakylvökoalat. Toistoja on neljä, joissa jokaisessa on samaa viljelytapaa kolme ruutua, ja niissä jokaisessa 25 kylvöpaikkaa. Suojakylvössä käytettiin suojaa nro 3 (kuva 1). Siemenmäärä suojaa kohden oli 7 kpl, vakokylvössä sen sijaan 10 kpl. Hajakylvössä käytettiin siemeniä 1,5 kg/ha. Siemenet levitettiin vain muokkausjälkeen. Maasto oli paikoin erittäin kivistä, kunnollista palleeta ei ollut, paikoin ei piennartakaan. Kylvöpaikat jakaantuivat pientareen ja palteen kesken seuraavasti:

	Piennar	Palle
Suojakylvö	49 %	51 %
Vakokylvö	53 %	47 %

#### 5 Tulokset

Ensimmäisen kerran koealat inventoitiin keväällä 1981, jolloin suojakylvön elossaoloprosentti oli 72 ja vakokylvön 87. Suojakylvön alhaisempi elossaoloprosentti johtunee kuivasta keväästä (taulukko 2). Vakokylvön taimet peitettiin ohuella maakerroksella, mikä lienee edesauttanut itämistä. Syksyllä 1981 koealat inventoitiin uudestaan ja molemmissa kylvöissä oli taimia kuollut 2 % lisää (kuva 4).

Ensimmäisen vuoden aikana suojakylvön kuolleet taimet jakaantuivat siten, että palteessa oli 68 % ja pientareessa 32 %. Vakokylvössä vastaavat luvut olivat 60 % ja 40 %. Toisena kesänä kuolleet taimet jakaantuivat lähes tasan pientareen ja palteen kesken molemmissa kylvöissä.



Kuva 4. Suoja- ja vakokylvön elossaolo keväällä ja syksyllä 1981.

Kevään 1981 inventoinnin yhteydessä merkitsimme ne kylvöpaikat, joissa ei ollut taimia ja samalla suoritimme täydennysviljelyn. Syksyllä 1981 inventoimme myös täydennysviljelyt, jolloin suojakylvön taimia oli kuollut muutama prosentti, kun vakokylvön kaikki täydennysviljelyt olivat elossa (taulukko 1).

Taulukko 1. Täydennysviljelyn elossaoloprosentit.

	Piennar	Palle
Suojakylvö	96 %	98 %
Vakokylvö	100 %	100 %

On huomattava, että nämä täydennysviljelyn elossaoloprosentit eivät ole täysin vertailukelpoisia keskenään, sillä suojakylvössä on hieman yli kaksi kertaa enemmän taimia kuin vakokylvössä. Taimien vähäinen kuoleminen toisena kasvukautena johtunee sateisesta kesästä (taulukko 2).

Taulukko 2. Keskilämpötilojen, °C, ja sademäärien, mm, poikkeamat keskiarvoista (1931 - 1960) Kuusamon kirkonkylällä kesäkuukausina 1979 - 1981. + = yli normaalin, - = alle normaalin.

	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu
Keskilämpötila, °C				
1979	+1,8	+1,0	-0,6	+0,2
1980	+0,3	+3,9	-0,5	-1,4
1981	+1,4	-1,7	-0,3	-2,0
Sademäärä, mm				
1979	+30	-11	+40	+37
1980	-9	-13	-37	-9
1981	+3	+81	0	+69

Kylvökohdasta mitattiin valtataimen pituus silmun kärkeen syksyllä 1981. Täydennysviljelyn taimien pituuksia ei mitattu. Suojakylvön taimet olivat vakokylvön taimia pitempiä niin palteessa kuin pientareessakin (taulukko 3). Pientareen suojakylvön taimet ovat 22 % pitempiä kuin vakokylvön taimet. Vastaava luku palteessa on 11 %. Pienet taimet näyttävät kasvavan paremmin pientareessa, kun taas isompien taimien tiedetään kasvavan paremmin palteessa.

Taulukko 3. Taimien pituudet (cm) syksyllä 1981.

	Piennar	Palle
Suojakylvö	3,9	3,0
Vakokylvö	3,2	2,7

Hajakylvön taimet inventoimme ensimmäisen kerran syksyllä 1981, jolloin taimet laskettiin 20 cm x 50 cm olevan kehikon alalta. Yhdeltä ruudulta laskimme taimet 1 m<sup>2</sup>:n alalta, erikseen vaosta, pientareesta ja palteesta. Kappalemäärät hehtaarille muutimme koskemaan vain muokattua aluetta. Vaossa oli 8 080 kpl/ha, pientareessa 13 840 kpl/ha ja palteessa 4 960 kpl/ha.

## 6 Yhteenveto

Oulun läänin alueelle perustettiin v. 1971 suoja- ja vakokylvökoealoja. Käytetty suoja oli holkkimainen ns. vanha suoja. Seitsemän kasvukauden jälkeen elossaoloprosentti vaihteli eri kasvu- paikkojen pientareiden taimissa niin, että toisessa suojakylvö oli vakokylvöä parempi toisessa heikompi. Palteessa suojakylvö oli joka paikassa vakokylvöä parempi.

Vuonna 1979 aloitettiin kahden suojakylvön, uuden ja vanhan (suoja nro 3 ja 2), sekä vakokylvön vertailu keskenään pientareessa. Kolmen kasvukauden jälkeen oli uusi suojakylvö 8 % ja vakokylvö 6 % vanhaa suojakylvöä parempi elossaolon osalta. Myös pituuskasvussa oli uusi suoja paras.

Kuusamoon perustettiin v. 1980 koealoja, joissa verrattiin uutta suojaa vako- ja hajakylvöön. Yhden vuoden jälkeen oli vakokylvön taimia elossa 15 % enemmän kuin suojakylvön. Pituuskasvu suojakylvössä oli taas parempi. Hajakylvön taimia muokatulla alueella oli liki 27 000 kpl/ha kahden kasvukauden jälkeen.

Eri vuosina perustettujen kokeiden tuloksia tarkasteltaessa huomataan, kuinka niissä saattaa olla jonkin verran vaihteluja. Syyt saattanevat olla keväiden erilaisissa sääoloissa.

## Kirjallisuus

- LÄHDE, E. 1974. Suojakylvömenetelmällä parannetaan siemenen itämistä ja taimien kehitystä. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 6: 10-16.
- " 1974. The effect of seed-spot shelters and cold stratification on germination of pine (*Pinus silvertris* L.) seed. Seloste: Kylvösuojan ja kylmästratifioinnin vaikutus männyn siemenen itämiseen. *Folia For.* 196.
- " & TUOHISAARI, O. 1976. An ecological study on effects of shelters on germination and germling development of Scots pine, Norway spruce and Siberian larch. Seloste: Ekologinen tutkimus suojakylvön vaikutuksesta männyn, kuusen ja lehtikuusen itämiseen ja sirkkataimien alkukehitykseen. *Commun. Inst. For. Fenn.* 88.1.

Yrjö Norokorpi

## LAKIMETSIIEN RAJAAMISEN PERUSTEITA

### 1 Johdanto

Lakimetsinä pidetään yleensä taloudellisen toimenpiderajan yläpuolella sijaitsevia metsiä Pohjois-Suomessa. Niillä on suojametsien tai suojelualueiden luonnetta. Lyhyen ja viileän kasvukauden vuoksi puuston kasvu, koko, tiheys sekä uudistamismahdollisuudet pienenevät olennaisesti lakimetsien alarajalta metsän rajalle asti.

Suoja- ja lakimetsien rajaamisessa on päätavoitteena turvata alueiden säilyminen metsäisenä niin, ettei metsänraja laske nykyistä alemmaksi. Tämä on erityisen tärkeää varsinaisella suojametsäalueella. Lakimetsissä ei sinänsä ole kielletty hakkuita, mutta niitä on rajoitettu biologisista ja taloudellisista syistä suoritettavaksi varsin varovasti. Nykyisin metsähallituksen mailla lakimetsät on jätetty toimenpiteiden ulkopuolelle, mutta yksityismetsissä hakkuita suoritetaan. Myös lakialueiden rajaamisessa on erilaiset ohjeet metsähallituksen ja yksityismetsiä varten.

### 2 Ekologiset tekijät

Yleensä esitetään, että Suomessa havumetsänraja määräytyy kasvukauden lämpöenergiämäärän mukaan puiden nälkäräjälle. Se on keskimääräisenä lämpösummana ilmaistuna noin 600 d.d. Puuraja asettuu 550 d.d:n vaiheille. Nälkäräjäperuste pätee kuitenkin lähinnä vain suojametsäalueella. Sen eteläpuolella metsänraja laskee etelään päin ja näyttää riippuvan lumituhojen ankaruudesta (kuva 1). Mitä lähempänä Perämerta alue sijaitsee sitä alempana on ns. tykkyraja, jonka yläpuolella lumituoja esiintyy lähes vuosittain (vrt. kuva 2). Tykky tarkoittaa puihin kasautunutta



lunta, jäätä ja huurretta. Metsänraja asettuu siihen, missä lumituhot estävät kokonaan puuston kasvun ja uudistumisen.

Tykynmuodostus lisääntyy vaaranrinteillä ylöspäin, koska ilma jäähtyy nopeasti ylöspäin varsinkin syystalvella. Siksi lunta saadaan vaaroilla sitä aikaisemmin mitä korkeammalla alue sijaitsee (HEIKINHEIMO 1920, SOLANTIE 1974). Perämeri edesauttaa huomattavasti tykynmuodostusta. Sieltä purkautuu kosteaa ilmaa, joka kohdatessaan vaarajonoja joutuu nousuliikkeeseen ja jäähtyy. Vesihöyryä tiivistyy runsaasti jäähtyvistä ilmasta sekä sateeksi että huurteeksi etenkin alkutalvesta.

Pitkään jäättömänä pysyvä Perämeri viivyttää talven tuloa sitä enemmän mitä lähempänä rannikkoa alue sijaitsee. Vastaavasti se kausi pitenee, jona sataa räntää, jäätävää tihkua tai lunta normaalia lauhemmalla säällä. Puihin syntyy silloin luja lumi-, jää- ja huurrepohja, jonka varaan kasautuu lisää tykkyä talven mittaan (HEIKINHEIMO 1920). Edetessään kauemmaksi Perämerestä ilmamassat menettävät kosteutta, ja tykkyraja nousee vastaavasti.

Lapin läänin eteläosan ja Oulun läänin lakialueiden tai muiden korkeiden maiden metsien tuotosta ja uudistumista rajoittavat siis kasvukauden lämpöolojen lisäksi erityisesti talviset tekijät. Runsas lumisuus vaikuttaa myös kasvukauteen. Se viivyttää kesän tuloa. Lumen sulaminen sitoo tuntuvasti lämpöä. Runsaat sulamisvedet pitävät maan kosteana pitkälle kesään, ja myös kosteuden haihtuminen sitoo lämpöä. Maaperän kosteus ja kylmyys edistävät sammaloitumista ja kunттаantumista, mikä heikentää metsikön ekologisia oloja.

Tykky ja lumisuus vaikuttavat olennaisesti metsikön puulajisuhteisiin ja rakenteeseen. Kuusi kestää parhaimmin lumituoja. Pääosin siksi se on vallitseva puulaji varsinaisilla lumituhoalueilla ja muodostaa useimmiten havumetsänrajan lähes Saariselän tasalle asti. Myös maan kosteus ja kunттаantuminen edistävät kuusettumista. Mänty menestyy huonoimmin tykkyalueilla. Pienenä taimena se on alttiina lumikaristeelle. Viimeistään ylitettyään hankirajan se kärsii lähes vuosittain lumituoista, varsinkin

viljelytaimikoissa, ja kevätahava voi helposti tuhota sen neulas-toa.

### 3 Lakimetsien rajaaminen

Yksityismetsien käsittelyohjeissa lakimetsiksi rajataan alueet, joilla keskimääräinen lämpösumma on pienempi kuin 700 d.d. (Metsien käsittelyohjeet... 1974). Rajaus ei kuitenkaan päde edellä esitetyistä syistä Oulun läänissä ja Lapin läänin eteläosissa.

Metsähallituksen metsien käsittelyohjeissa lakimetsät jaetaan suojametsäalueen ja talousmetsäalueen lakialueiksi, joilla raja määräytyy pääsääntöisesti sijaintikorkeuden perusteella (Ohjekirje metsien... 1976). Talousmetsäalueen lakimetsillä tarkoitetaan Saariselän eteläpuolella 280 - 330 metrin ja sen pohjoispuolella 250 - 300 metrin korkeuden yläpuolella olevia metsiä. Edellinen luku tarkoittaa pohjois- ja itärinteitä sekä jälkimmäinen etelä- ja länsirinteitä. Rinteen suunnan lisäksi rajaa määritettäessä otetaan huomioon kuvionrajat, puuston ulkonäkö ja pituus sekä maaston kaltevuus. Alempaanakin sijaitsevilla, erityisesti tasaisilla mailla, joiden metsillä on lakimetsien luonne, on voimassa saman alueen lakimetsiä koskevat ohjeet.

Metsähallituksen lakimetsien rajaaminen pohjautuu paitsi liiketaloudellisiin myös biologisiin perusteisiin. Raja noudattelee lähes metsä- ja kitumaan rajaa (vrt. ROIKO-JOKELA 1980). Puuntuotoksen lisäksi em. raja ilmenee myös metsien uudistamismahdollisuuksien huononemisessa. Keskimääräisen lämpösumman pienetessä puiden siemenvuodet harvenevat ja siemensadon laatu huononee. Myös niukka hedekukinta ja puuston harveneminen vanhentavat siemensatoa, koska osa siemenaiheista jää pölyttymättä. Siitepölyn tuotos vähenee ratkaisevasti puuston valtapituuden aletessa alle 10 - 12 metrin (SARVAS 1962). ROIKO-JOKELAN (1980) mukaan metsä- ja kitumaan raja asettuu samaan kokoluokkaan ilmaistuna valtapituusboniteettina (valtapituus 100 vuoden iässä). Lakimetsäolot näyttävät rajoittavan kuitenkin metsänviljelyn mahdollisuuksia vielä enemmän kuin luontaista uudistamista.

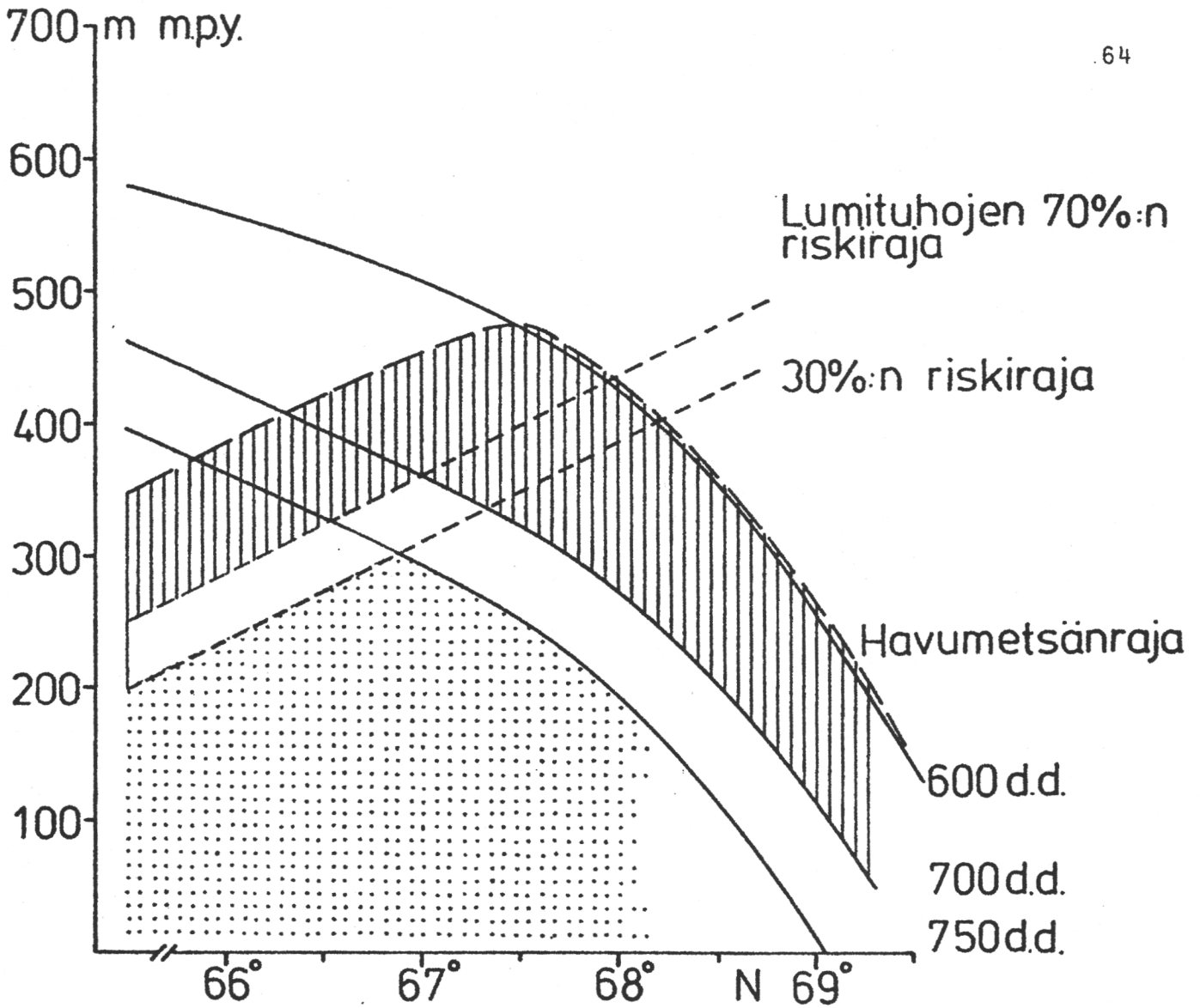
Sekä yksityismetsien että metsähallituksen lakimetsien rajaamisohjeet pätevät melko hyvin erilaisista perusteistaan huolimatta Kolari-Salla -linjan pohjoispuolella. Siitä etelään päin on aihetta tarkistaa rajausta sekä metsänuudistamisen toimenpiderajoja.

Lapin läänin eteläosan ja Oulun läänin lakialueiden raja vaihtelisi 250 - 350 metrin välillä lumituhoriskin mukaan (kuva 2). Raja sijaitsee 50 metriä varsinaisen tykkyrajan yläpuolella siinä vyöhykkeessä, missä luontaisesti syntyneen metsikön puilla on 70 %:n riski kärsiä lumituhosta. Tykkyrajalla tuhoriski on männyllä noin 30 % (vrt. kuva 1). Tämän rajan yläpuolella ei ole suositeltavaa viljellä ollenkaan mäntyä. Lakimetsissä ei ole yleensä taloudellisesti kannattavaa suorittaa hakkuita, mutta varovaiset luontaiseen uudistamiseen tähtäävät käsittelyt voitaisiin sallia.

Edellä esitetty lakimetsien rajaamissuositus ei muuttaisi nykyistä käytäntöä Pudasjärvellä eikä Taivalkoskella. Kuusamossa ja eteläisimmässä Sallassa toimenpideraja nousisi valtion metsissä nykyisestä 300 metristä 350 metriin, mutta yksityismetsissä tilanne pysyisi ennallaan. Puolangan ja Hyrynsalmen korkeimmilla vaa-roilla nykyiset toimenpiderajat alenisivat jonkin verran varsinkin männynviljelyssä.

## Kirjallisuus

- HEIKINHEIMO, O. 1920. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. Commun. Inst. Quaest. For. Finl. Ed. 3: 1-134.
- Metsien käsittelyohjeet vuodelta 1974. 1976. Metsälautakuntien tiedote nro 2: 1-31. Keskusmetsälautakunta Tapio.
- NOROKORPI, Y. 1980. Ehdotus Pohjois-Suomen lakimetsien käsittelyohjeeksi. Liite Lapin metsätaloustoimikunnan maa- ja metsätalousministeriölle jättämään selvitykseen. 9 s.
- Ohjekirje metsien käsittelyn periaatteista Perä-Pohjolan piirikunnassa. 1976. Metsähallitus nro Mh 167: 1-21.
- ROIKO-JOKELA, P. 1980. Maaston korkeus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä Pohjois-Suomessa. Folia For. 452: 1-21.
- SARVAS, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of Pinus silvestris. Seloste: Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta. Commun. Inst. For. Fenn. 53 (4).
- SOLANTIE, R. 1974. Pohjois-Suomen lumipeitteestä. Lapin ilmastokirja: 74-89. Rovaniemi. Lapin tutkimusseura.



Kuva 1. Metsänrajan ja lumituhojen esiintymisen 30 %:n ja 70 %:n riskirajan korkeus merenpinnan yläpuolella Pohjois-Suomessa suunnilleen  $27^{\circ}$  pituuspiirillä sekä ehdotus lakimetsien rajaamiseksi (▨▨▨▨▨ = lakimetsät).

17° 18° 19° 20° 21° 22° 23° 24° 25° 26° 27° 28° 29° 30° 31° 32° 33°

TILASTON POHJAKARTTA 11 1981

BASKARTAN FOR STATISTIK 11 1981

65

69

68

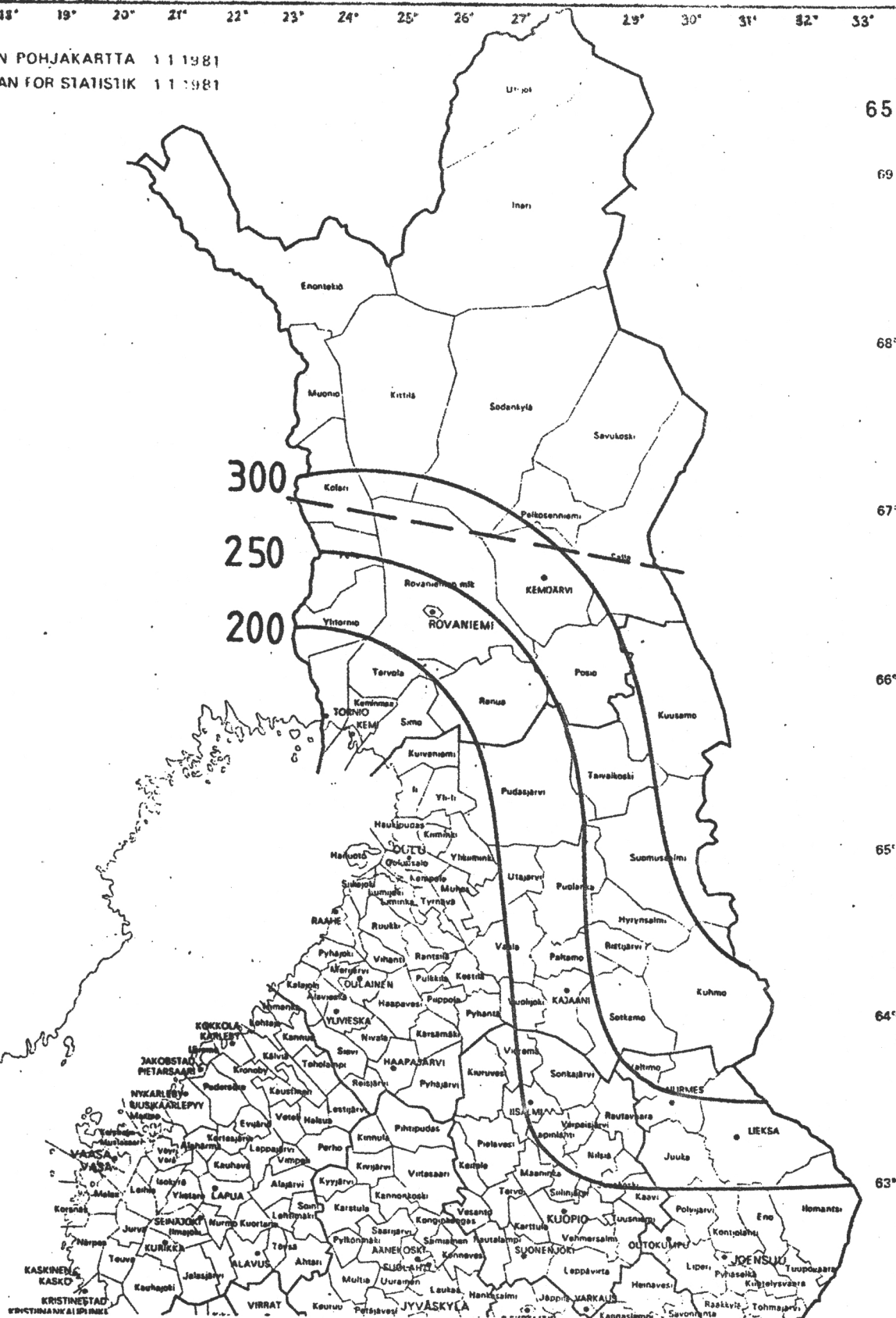
67

66

65

64

63



Kuva 2. Tykyn esiintymisen alaraja, ns. tykkyraja, metriä merenpinnan yläpuolella (SOLANTIE 1974). NOROKORVEN (1980) ehdotuksen mukaan lakimetsien alaraja sijaitsee 50 metriä em. rajan yläpuolella Kolari-Salla-linjan (katkoviiva) eteläpuolella. Männynviljely ei ole suositeltavaa tykkyrajan yläpuolella.

Jukka Valtanen

## KORKEIDEN MAIDEN METSIEN UUDISTAMINEN

### 1 Pinta-ala

Korkeiden maiden ala on Oulun läänissä yhteensä n. 130 000 ha. Valtion mailla näitä ns. lakimetsiä on 37 700 ha. Pudasjärven ja Taivalkosken yksityismetsistä (Pohjois-Pohjanmaan pml) 250 metrin yläpuolella on lähes 5 000 ha. Varsinaisia lakimetsiä niistä on puolet. Kuusamon metsät (Koillis-Suomen pml) ovat jokseenkin kokonaan 250 metrin yläpuolella. Yksityismetsistä on 70 000 ha (20 %) 300 metrin yläpuolella. Kainuun pml:n alueen yksityismetsistä ei vastaavia pinta-aloja ole laskettu.

### 2 Nykyiset käsittelyohjeet

Korkeiden maiden metsien käsittelyohjeet ovat toistaiseksi olleet varsinaisten talousmetsien ohjeiden lievennetty sovellutus. Perusteena on käytetty teoreettista ajattelua ja luonnon kirjan lukemista. Varsinaisten kokemusten varaan ei ole vielä paljon voitu rakentaa. Niinpä oppirahoja on jouduttu maksamaan ja maksetaan edelleen. Ohjeet eivät ole vielä vakiintuneet, sillä metsätalouden sisäinen kehitys, metsäteollisuuden puun käytön muutokset, yhteiskunnalliset paineet ja tiedon lisääntyminen vaikuttavat sen, että ohjeita on muutettava ja voidaan muuttaa entistä tarkoituksenmukaisemmiksi ja parempaan tulokseen johtaviksi.

Kml Tapion 1980 antamissa Pohjois-Suomen metsien käsittelyohjeissa erotetaan yleisen talousmetsäalueen yläpuolella vyöhyke Talousmetsät II, jonka alarajana on lämpösumma 800 d.d. ja ylärajana 700 d.d. Sen yläpuolella on lakimetsien vyöhyke. Talousmetsät II:ssa metsien käsittely on "huomattavasti laajaperäisempää" kuin yli 800 d.d:n alueella. Luontaista uudistamista suositaan, viljelyssä männyn kylvö asetetaan etusijalle ja lumituhoalueilla

voidaan istuttaa kuusta tai lehtikuusta männyn sijasta. Lakimetsissä (alle 700 d.d.) metsänhoidon vaatimukset ja tavoitteet ovat edellistä vielä jonkin verran lievemmat.

Lämpösummarajat 800 ja 700 d.d. eivät ole käytännössä sopivia rajoja Oulun läänin alueella paitsi Kuusamon pohjoispuoliskossa. Sen takia piirimetsälautakunnat ovat laatineet tai ovat laatimassa paikallisiin oloihin yleisohjetta paremmin sopivia ohjeita.

Kainuun pml:n ohjeet ovat jo valmiit ja käytössä. Ne poikkeavat Tapion yleisohjeesta selvästi. Lämpösummarajoja 800 ja 700 d.d. ei käytetä lainkaan, koska ne asettuvat liian korkealle (esim. Vuokatilla 440 ja 560 metriin). Korkeat maat alkavat 250 ja lakimetsät 300 metrissä. Yleisohjeena on luontainen uudistaminen kaistalehakuuta käyttäen. Kuusta tällä tavalla uudistettaessa jätetään kaistalelle pystyyn kaikki männyt ja rauduskoivut tavoitteena biologisesti kestävä sekametsän aikaansaaminen. Uudistaminen varmistetaan tehokkaalla muokkauksella (auraus), jolloin maa pysyy pitkään taimettumiskelpoisena.

Tuoreilla kankailla voidaan käyttää ja sitä paremmilla kasvupaikoilla käytetään kaistaleiden sijasta avohakkuuta, metsäaurasta ja kuusen istutusta. Kuivahkoilla ja sitä karummilla kankailla voidaan käyttää avohakkuuta, metsäaurasta ja männyn kylvää, ellei alue ole selvästi altis lumituhoille. Jos lumituhovaara on ilmeinen, uudistetaan alueet luontaisesti kaistalehakuulla tavoitteena kuusivaltainen sekametsä.

Lakimetsiä (yli 300 m) ei suositella hakattaviksi. Jos uudistushakkuu joudutaan tekemään, valitaan luontainen menetelmä. Viljelyä ei käytetä lainkaan.

Pohjois-Pohjanmaan ja Koillis-Suomen piirimetsälautakunnissa ohjeet ovat työn alla. Käytännössä Tapion yleisohjetta on sovellettu kokemuksen antaman opetuksen mukaisesti.

Metsähallitus on antanut ohjeensa metsien käsittely- ja uudistamisohjekirjeissä. Ohjekirje metsittämisestä ja metsien uudista-



misesta on vuodelta 1978. Se rajoittuu varsinaisiin talousmetsiin ja vain viittaa lakialueista annettuihin erikoisohjeisiin. Ohjekirjeessä erikoismetsistä vuodelta 1981 asetetaan ns. taloudellinen toimenpideraja Saariselällä ja sen eteläpuolella - siis Kainuuta myöten - 280 - 330 metriin. Sen yläpuoli on lakialuetta. Metsien uudistaminen todetaan ongelmalliseksi ja hakkuut supistetaan toistaiseksi minimiinsä. Tätä periaatetta voimakkaampia hakkuita voidaan toteuttaa vain piirikuntakonttorin luvalla, ja sen tulee ilmoittaa hakkuista metsähallitukselle.

Ohjekirje metsien käsittelystä Pohjanmaan piirikunnassa vuodelta 1981 määrittelee lakimaat alueiksi, jotka sijaitsevat taloudellisen toimenpiderajan yläpuolella (yli 300 m ymp.). Niillä on suojametsien ja luonnonsuojelualueiden luonne, minkä vuoksi ne on aina säilytettävä peitteellisinä.

Metsähallitus jättää siis kaikki korkeat maat jokseenkin rauhaan toistaiseksi. Yksityismetsissä näin ei voida menetellä. Laki ei hakkuita estä. Yksityismetsälakia niissäkin on kuitenkin noudatettava.

Edellä esitetystä nähdään että toistaiseksi vain Kainuun yksityismetsiä varten on annettu selväpiirteiset korkeiden maiden metsien käsittely- ja uudistamisohjeet. Käsitykseni mukaan ne johtavat yleisesti koivu-kuusikiertoon ja siten biologisesti varmaan tulokseen ja ovat taloudellisesti perusteltavissa.

### 3 Uudistamistuloksia

Muhoksen metsäntutkimusasemalla on käynnissä tutkimus "Korkeiden maiden metsien uudistaminen". Se on ajoitettu vuosille 1975 - 90. Koekenttiä on Puolangan ja Hyrynsalmen rajalla Paljakalla 280 ja 360 m:n korkeudessa ja Taivalkosken Latvavaarassa 300 m:n korkeudessa. Käsittelyt ovat 100 ja 200 rungon suojuspuuasennot, lievä, normaali ja voimakas harsinta sekä avohakkuu ja erilaiset viljeltyt. Sekä luontaista että viljelyuudistamista varten maata on sekä muokattu että jätetty muokkaamatta. Myös viljelemättä on

jätetty joitakin avohakkuualan ruutuja, jotta nähdään, mitä luonto itse tekee. Kun viljelyt tarkastettiin neljän kasvukauden jälkeen 1980, todettiin tulos siinä vaiheessa hyväksi (kuvat 1 - 3). Taimet olivat kasvaneet palteessa paremmin kuin pientareessa ja TTS-jäljessä huonoimmin. Erikoisesti rauduskoivu ja lehtikuusi kasvavat aurasalueilla hyvin. Luontainen uudistaminen näyttää olevan hidasta. Vaikka 1979 oli kuusella hyvä siemenvuosi, on taimia löydetty vasta n. 1 000 kpl/ha. Lopullisen metsittymistuloksen arviointi on kuitenkin toistaiseksi ennenaikaista.

Muhoksen tutkimusasema on usean vuoden aikana inventoinut käytännön metsänviljelyjen onnistumista eräiden kuntien alueella. Ristijärvellä inventoitiin 1980 10-vuotiaita viljelyaloja. Niistä on tarkasteltu mm. topografisen korkeuden vaikutusta (kuvat 4 ja 5). Tulosten mukaan viljelyn kannattavuus on hyvin kyseenalainen etenkin korkeilla alueilla (esitietoja Rainer HAVERISEN metsänhoidon laudaturtyöstä). Koko aineiston keskiarvo on seuraava:

	Topogr. korkeus, m	Elossa, %
Kylvö	208	30
Istutus	198	41

Istutuksissa korkeuden vaikutus on jonkin verran jyrkempi kuin kylvöksissä.

Taivalkoskella inventoitiin 1979 samoin 10-vuotisia viljelyaloja (Heikki Pelkonen, Pertti Tuomi ja Jukka Valtanen: Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Käsikirjoitus). Tulos oli heikko. Konelaikutusaloilta löydettiin elossa olevia istutustaimia keskimäärin 826, aurasaloilta 756 ja kuokkalaikutusaloilta 306 kpl/ha. Koneella käsitellyillä aloilla (valtion maat) viljelytiheyden tavoite oli ollut 1 600 ja kuokkalaikutusaloilta (yksityismaat) 2 500 tainta/ha. Elossaolosadannekset olivat siten 52, 47 ja 12. Kylvöjä oli vain yksityismailla, ja ne oli tehty kuokkatyönä. Taimellisia laikkuja oli 375 eli

sadannes oli 15. Korkealle mennessä viljelytulos aleni jonkin verran jyrkemmin kuin Ristijärvellä.

Hyrynsalmen Paljakalla 335 m:n korkeudessa on seurattu laikutetun suojuspuuasennon taimettumista ja metsittymistä. Hakkuussa 1966 - 67 jätettiin 317 kuusta hehtaarille. Ne hakattiin pois 1979 - 80. Alue laikutettiin kantokoukulla 1970 juuri ennen kuusen hyvää siemensatoa 1971. Syksyllä 1971 taimia löydettiin 79 000 kpl/ha ja seuraavana keväänä 70 000 kpl/ha. Määrä on jatkuvasti alentunut. Syksyllä 1980 taimia oli 30 000 kpl/ha. Keskipituus oli 13 cm.

#### 4 Puulajien vertailua

Kuusi on humidisen ilmaston puulaji. Se on korkeilla mailla luonnon oloissa kliimaksi. Joidenkin havaintojen mukaan se näyttää viljeltynä hyötyvän metsäaurauksesta vähintään yhtä paljon kuin mänty. Kuusta kasvatettaessa on maan hoitoon kiinnitettävä huomiota kiertoajan loppuun asti, eli koivu on välttämätön sekapuu.

Yleinen sanonta on, että männyllä on lapsuusajan vaivat, kuusella vanhuuden vaivat (lahot). Näyttää siltä, että mänty ei korkeilla mailla kohtuudella selviä lapsuusajan vaivoistaan. Vakiintumista ei saavuteta. Riukuasteella tulee tykky, joka vielä alentaa tulosta. Tykky on paha kaikkialla Oulun läänin itäpuoliskossa, ei tosin esim. Kuusamossa enää yhtä paha kuin lännempänä Pudasjärvellä ja Taivalkoskella. On todettava, että mäntyyn ei ole syytä korkeilla mailla luottaa, ellei paikallisesti ole varmoja näyttöjä onnistumisesta.

Koivut ovat luotettavia. Rauduskoivua ei kuitenkaan kannata istuttaa porojen ja hirvien takia. Hajakylvöä sillekin voitaneen käyttää. Koivu hoitaa maan kuntoon seuraavaa kuusisukupolvea varten. On viitteitä myös siitä, että oikein hoitaen koivun tuotos on paljon suurempi kuin kasvu- ja tuotostaulukoissa ilmoitetaan.

Lehtikuusi on edelleen tulevaisuuden puulaji. Se on osoittautunut nopeakasvuiseksi sekä alavilla että korkeilla seuduilla. Soistunutta kasvualustaa se ei siedä. Lumituhoille se ei ole altis, ja hirveltä se säästyy mäntyä paremmin.

Kontortamänty on toistaiseksi odotuslistalla. Ilmastollisesti sopivia alkuperiä voidaan tähänastisen kokemuksen mukaan löytää. Lähin esimerkki on Kuusamon Kuolion Poikkivaarassa, missä on 18 alkuperän koe vuodelta 1971. Siellä on muutamia hyvin menestyviä alkuperiä. Hyvistä alkukokemuksista huolimatta kontortan viljelyä ei toistaiseksi ole syytä suositella.

## 5 Uudistamistavan valinta

On todennäköistä, että uudistamisratkaisuja tehtäessä kuusen luontainen uudistaminen asetetaan etusijalle. Menetelmänä on kaistalehakkuu tai pienialaiset (1 - 2 ha) aukot. Syntyy koivukuusi-kierto, jossa koivun osuus alenee kiertoajan mittaan. Koivu on humideissa oloissa välttämätön maan kunnon ja kuusikon kasvun ylläpitäjänä. Jonkinasteinen muokkaus on tarpeellinen hyvän uudistamistuloksen turvaamiseksi. Metsäauraus on paras, koska sillä saadaan eniten kivennäispintaa ja se vaikuttaa kasvuun ilmeisesti vuosikymmenien ajan.

Mänty on ongelmapuu. Sitä ei tule asettaa muiden puulajien edelle paitsi karuilla mailla. Siellä mänty uudistetaan luontaisesti, jos metsikkö on mäntyvaltainen eli varmoja edellytyksiä hyvän mäntymetsän aikaansaamiseen on. Männyn viljelystä ainakin istuttaen on syytä luopua. Hyväkään viljelytulos ja virkeä männyntaimikko ei välttämättä merkitse tuottoisaa mäntymetsää. Jos jollakin alueella männynviljely valitaan uudistamistavaksi, on päätöksen tekijällä ja siitä vastaavalla oltava tieto ja varmuus lehtipuuvesakon taloudellisesta torjumistavasta. Tällä ei tarkoiteta lehtipuuston hävittämistä kokonaan, vaan koivua voidaan kasvattaa männyn ohessa enemmän kuin varsinaisissa talousmetsissä.

Jos uudistamistavaksi valitaan avohakkuu ja viljely, käytetään kuusen istutusta tai lehtikuusen istutusta. Erikoisesti lehtikuusella on pidettävä huolta luotettavasta alkuperästä, sillä tarjolla on sellaistaakin materiaalia, joka ei kestä vaaraseutujen kylmää ilmastoa. Kuusen oheen toivotaan koivua. Rauduskoivun hajakylvöä suositellaan, jos reunametsässä ei ole rauduskoivuja.

Maan kasvukuntoon on uudistamisen yhteydessä kiinnitettävä huomiota enemmän kuin alavilla seuduilla. Metsäauraus on maan ilmanvaihdon parantajana ja lämpötilan kohottajana avohakkuun yhteydessä tarpeellinen ja istutusta varten jopa välttämätön.

## 6 Harsinta

Harsinta on hyväksytty metsänkäsittelytapa kallioilla ja harvoissa suometsissä sekä yleensä kitumailloilla, missä puut nuoren metsän vaiheen jälkeen kasvavat yksittäin muodostamatta sulkeutunutta metsää. Kasvullisille metsämaille sitä ei ole virallisesti suositeltu.

Vaarametsät ovat luontaisen kehityksen tuloksena tai käsittelyn seurauksena paikoin eri-ikäisiä, ts. niissä on kaikenkokoisia puita. Viljelyuudistuksen kalleuden ja sen tulosten epävarmuuden takia houkutus näiden metsien käsittelyyn harsien on suuri. Tavoitteena on jatkuva eri-ikäisenä kasvattaminen, jossa uudistamiskustannusta ei oikeastaan ole. Ennenkuin tämä tapa otetaan yleiseen käyttöön, on sitä perusteellisesti harkittava. Harsintakasvatuksen edut eivät ole ilman muuta saavutettavissa eivätkä kenties lainkaan ilmaiset. Mm. seuraavia näkökohtia on otettava huomioon:

- Maa on vaaroilla yleensä viljavaa, mutta sen kunto on kuusimetsissä huono. Vain runsaalla koivusekoituksella maa saadaan kuntoon ja pysymään kunnossa. Koivu on kuusen kasvun avain.
- Koivun osuuden säilyttäminen riittävän suurena merkitsee kuusen osuuden alentamista ainakin jossakin tai joissakin metsikön

kehityksen vaiheissa. Tämä voi merkitä havupuun tuotoksen vähenemistä.

- Ei ole olemassa vertailuaineistoja, joilla voitaisiin osoittaa harsintakäsittelyn edullisuus nykyisin käytettyyn menetelmään verraten, missä puusto kasvatetaan jokseenkin tasarakenteisena kiertoajan loppuun ja uudistaminen on selvä lyhytaikainen toimenpide. Ennenkuin harsintaan laajassa mitassa siirrytään, pitää olla käytettävissä luotettavat laskelmat puuntuotoksen ja kustannusten edullisuudesta. - Samalla on todettava, että ei ole myöskään laskelmia, joilla osoitetaan nykyisen tavan edullisuus harsintaan verrattuna.
- Vanhoissa kasvunsa lopettaneissa kuusikoissa harsintaan ei ole mahdollisuuksia. Lähtökohtana pitää olla edes jonkinlainen harsintarakenne, ja puuston tulee olla elinvoimaista, ennenkuin harsintaa voidaan suositella.

## 7 Tiivistelmä

Korkeiden maiden metsien uudistaminen mäntyä viljelemällä ei ole yleisesti johtanut toivottuun tulokseen. Kuusen uudistaminen sen sijaan onnistuu, joskin se voi olla hidasta. Koivu on osoittautunut herkäksi uudistumaan ja myös ilmastollisesti kestäväksi. Hieskoivun ohessa on vaaramailla myös rauduskoivua.

Metsien uudistamisessa tulee suosia kuusta ja sen ohessa koivua. Tavoitteena on sekametsä, jossa koivun osuus vähenee kiertoajan loppua kohden. Männylle saadaan uudistaa vain ne metsiköt, joiden puustossa on runsaasti mäntyä.

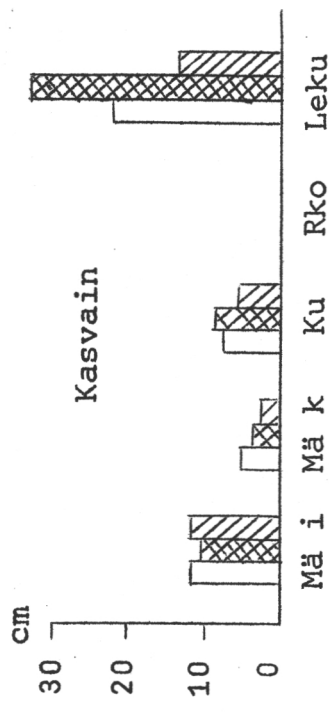
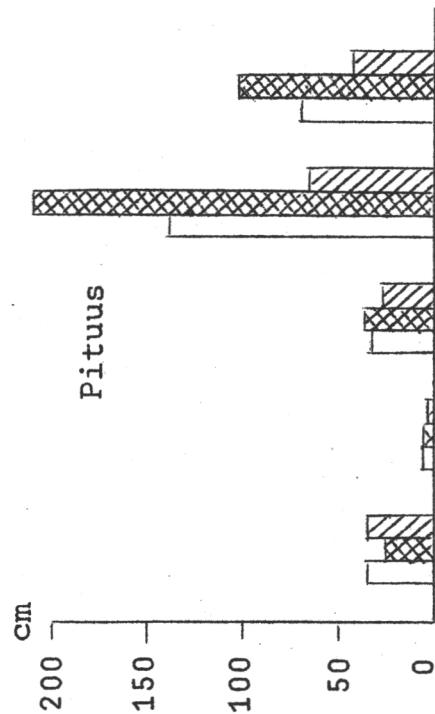
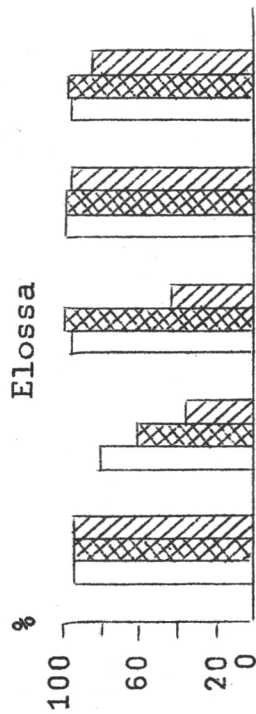
Kuuselle ja koivulle uudistushakkuutapa on kaistalehakkuu ja männylle siemenpuuhakkuu.

Jos luontaiseen uudistamiseen ei ole riittäviä edellytyksiä, on alue viljeltävä. Puulajit ovat kuusi ja lehtikuusi, jotka istutetaan. Jos rauduskoivua halutaan sekapuuksi ja sitä ei luontaisesti saada, käytetään hajakylvöä.

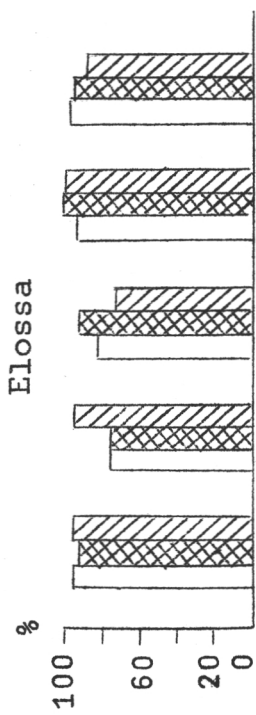
Uudistamista varten maa muokataan. Maan tiiviyden, kosteuden ja kylmyyden takia käytetään yleisesti metsäaurausta. Kuusen luontaista uudistamista varten muokkaus pyritään ajoittamaan juuri siemenvuoden edelle.

Harsintarakenteisia metsiä voidaan käsitellä harsien, mikäli puusto on elinvoimaista ja koivun osuus on riittävän suuri (keskimäärin 20 - 30 %) ja maan kunto hyvä. Koivun osuus voi vaihdella metsikön kehityksen eri vaiheissa. Jos puuston elinvoima on heikko ja maa pahoin kunttantunut, ei uudistumista tapahdu riittävän nopeasti eikä harsintarakennetta voida säilyttää. Tällöin on käytettävä selväpiirteistä uudistushakkuuta ja valittava uudistamistapa sille paikalle sopivista vaihtoehdoista.

□ = A-piennar    ▨ = A-palle    ▩ = TTS

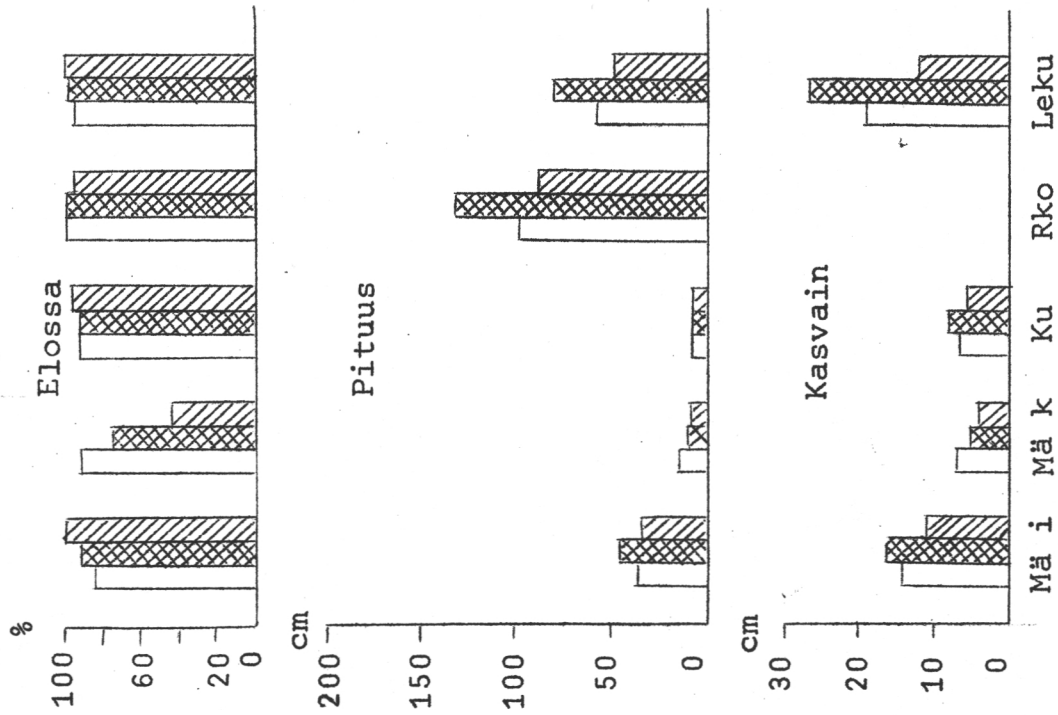


□ = A-piennar    ▨ = A-palle    ▩ = TTS

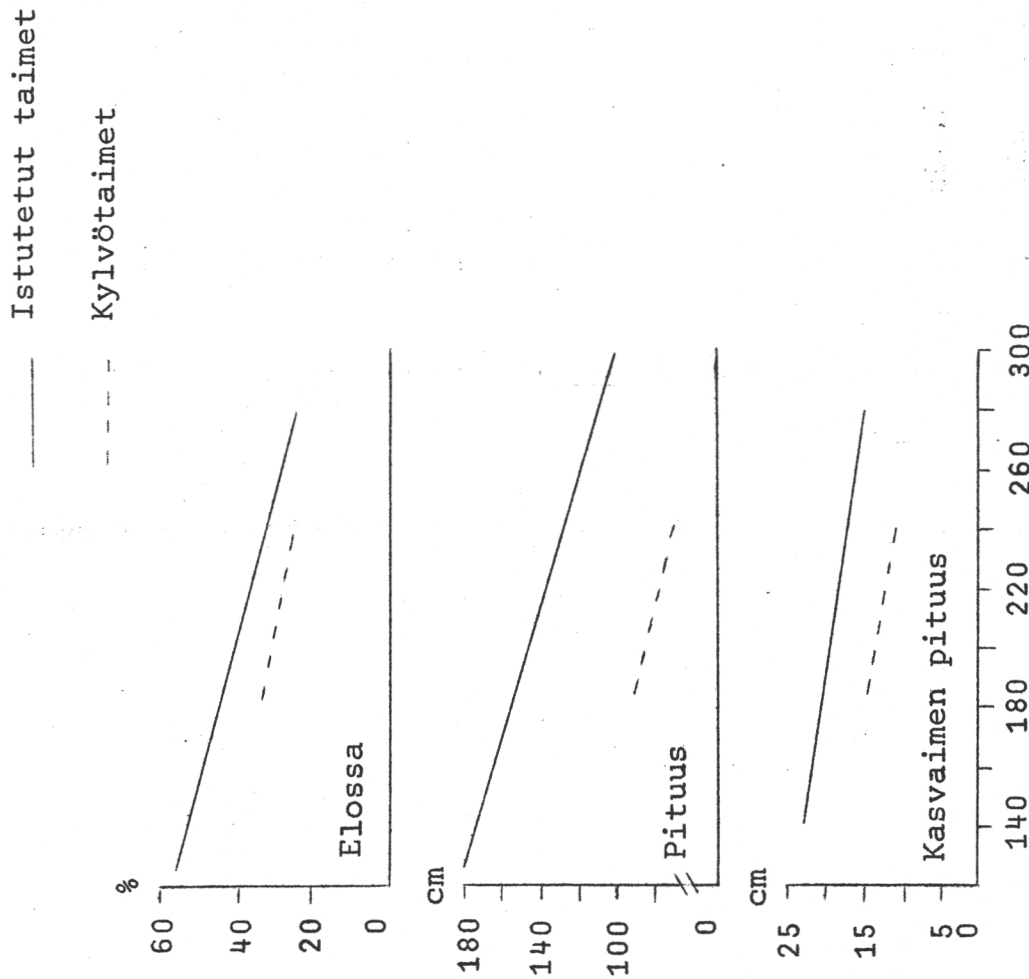




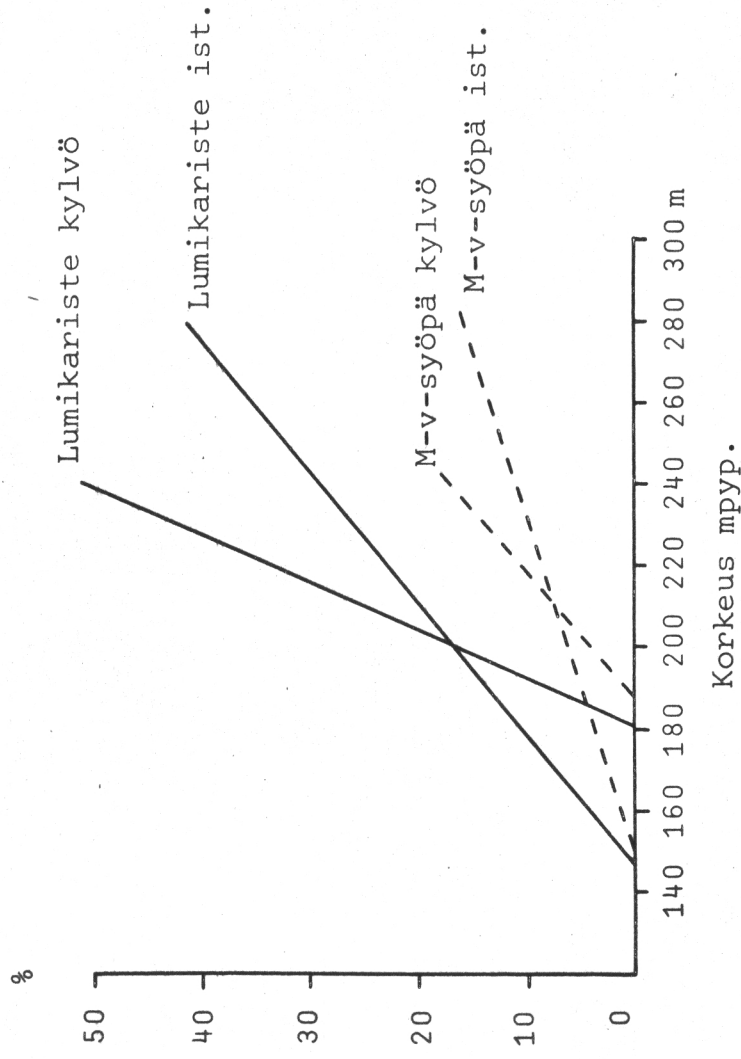
= A-piennar  
 = A-palle  
 = TTS



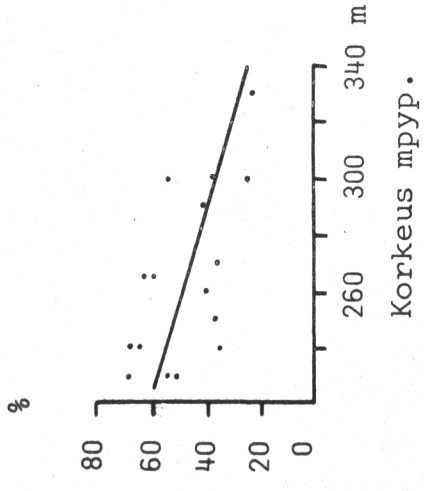
Kuva 3. Viljelyn tulos 4 kasvukauden jälkeen. Koivun kasvainta ei ole mitattu.



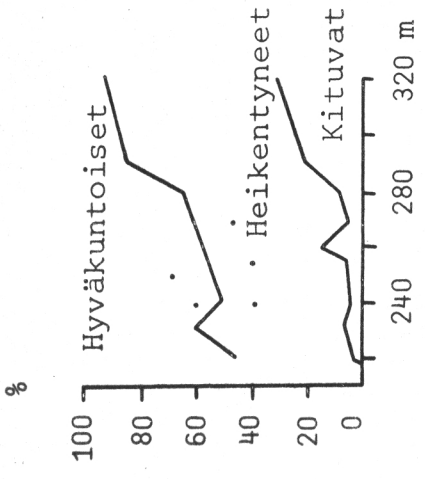
Kuva 4. Korkeuden vaikutus metsänviljelyn tulokseen 10 vuoden iällä. Ristijärvi 1980.



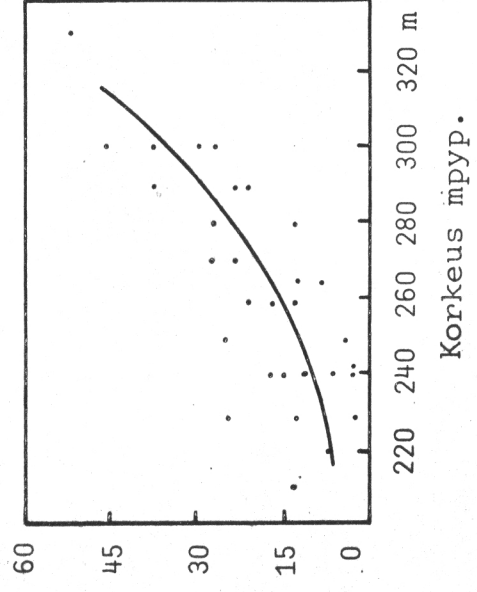
Kuva 5. Korkeuden vaikutus lumikaristeeseen ja männyn-  
versosyvän määrään. Ristijärvi 1980,  
10-vuotiaat viljelyt.



6a. Eloassaolosadannes  
tuoreiden kankaiden  
aura-alueella.



6b. Elinvoimaisuus auraus-  
aloilla.



6c. Lumikaristeeseen kuolleet taimet.

Kuva 6. Korkeuden vaikutus metsänviljelyn tulokseen  
10 vuoden iällä. Taivaalkoski 1979.

Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- 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 fosforilannoittelajikokeista. 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 metsäaureausalueilta. 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 metsänparannusalueilla. 1974.
- N:o 12. Kalevi Karsisto. Peatland forestry experiments in Pyhäkoski experimental area. 1974.
- N:o 13. Kalevi Karsisto. Ojituksen ja metsänlannoituksen vaikutus vesien saastumiseen. 1974.
- N:o 14. Tutkimuspäivän esitykset 1975.
- N:o 15. Metsäntutkimuspäivä Haapavedellä 1976.
- N:o 16. Metsäntutkimuspäivä Sotkamossa ja Ämmänsaarella 1977.
- N:o 17. Metsäntutkimuspäivä Haukiputaalla ja Muhoksella 1978.
- N:o 18. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1980.
- N:o 19. Mikko Moilanen ja Matti Oikarinen. Perkausajankohdan vaikutuksesta hieskoivun ja haavan vesomiseen kangasmaalla. 1980.
- N:o 20. Tuhka metsänlannoitteena. Toimittaneet Pekka Pietiläinen ja Markku Teronen. 1980.
- N:o 21. Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1980.

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:

- N:o 3. Jussi Saramäki. Hieskoivun kasvu ja kasvatus Pohjanmaalla ja Kainuussa. 1981.
- N:o 17. Jorma Issakainen ja Mikko Moilanen. Lentolannoituksen levitystasaisuudesta ja työjäljen valvontamenetelmän kehittämisestä. 1981.

