

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

**PYHÄKOSKEN TUTKIMUSASEMAN
TIEDONANTOJA 16**



**METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ
SOTKAMOSSA JA ÄMMÄNSAARESSA 1977**

MUHOS 1977

Kansikuva: Vasemmanpuoleisessa kuvassa terveen vuosikasvaimen halkileikkaus. Päätesilmu normaali ja solukot järjestyksessä. Oikealla kasvuhäiriöpuun vuosikasvaimen halkileikkaus. Päätesilmu kuollut ja solukot epäjärjestyksessä. Kuvat H. Raitio.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

PYHÄKOSKEN TUTKIMUSASEMAN

TIEDONANTOJA 16

TUTKIMUSPÄIVÄ SOTKAMOSSA JA

ÄMMÄNSAARESSA 1977

Muhos 1977

LUKIJALLE

Pyhäkosken tutkimusasema järjesti metsäntutkimuspäivän 25.10.1977 Vuokatissa Kajaanin, Kuhmon ja Sotkamon alueilla toimiville metsäammattimiehille ja seuraavana päivänä Ämmänsaarella Hyrynsalmen, Paltamon, Puolangan, Ristijärven ja Suomussalmen miehille. Ohjelma oli sama kumpanakin päivänä. Esitykset on koottu tähän tutkimus- aseman tiedonantoon n:o 16.

Jukka Valtanen

SISÄLLYSLUETTELO

Kari Alatalo

Kuorimittarin tarkkuudesta kuoren mittauksessa

Olavi Huikari

Metsien hivenravinnepuutteet

Jorma Issakainen

Metsänparannustoimenpiteiden vaikutus riistaan

Mikko Moilanen

Levitystasaisuus eri lannoitusmenetelmissä

Matti Oikarinen

Ruskean mäntypistiäistuhon vaikutuksesta männiköiden kasvuun

Jussi Saramäki

Vanhan vajaapuustoisien kuusikon lannoitusreaktioista ja lannoituksen kannattavuudesta

Pentti Savilampi

Tuloksia aurasalojen metsänviljelytutkimuksesta

Jukka Valtanen

Tutkimustuloksia suurten avoalojen metsittymisestä Pohjois-Suomessa

Kari Alatalo

KUORIMITTARIN TARKKUUDESTA KUOREN MITTAUKSESSA

1. Yleistä kuoren mittauksesta

Metsikön mittauksen yhteydessä selvitettävän kuoren paksuuden mittaamiseen käytetään meillä kuorimittaria. Mittaaminen tapahtuu panemalla mittarin laippa puun kylkeen, jonka jälkeen lyödään kämmenellä mittarin kourumainen terä kuoren läpi puun pintaan asti. Mittarin terä menee tällöin suhteellisen helposti kuoren läpi, mutta terän tylsän osan ollessa poikittain puun syihin nähden, ei se kevyesti lyötäessä pysty puun syitä katkaisemaan, vaan pysähtyy puun ja kuoren rajaan. Kuoren paksuus on nyt luettavissa varren millimetriasteikolta. Lomakkeelle kuori yleensä merkitään vastakkaisilta puolilta puuta mitattujen kuoren paksuuksien summana.

Puun kuoren mittausta kuorimittarilla pidetään kuitenkin yleensä verraten epätarkkana ja epävarmana keinona kuoren paksuuden selvittämiseksi. Sitä se helposti onkin, ellei mittaria käytetä oikealla tavalla ja jatkuvasti tarkkailla mittaustuloksia. Virheiden toteamiseksi suoritettiin Metsän-tutkimuslaitoksen toimesta erään kokeen yhteydessä kuoren mittausta kahdella eri tavalla.

2. Kokeen suoritustapa

Tämä mittausta, jossa kaikki mitattavat puut olivat mäntyjä, käsitti kaikkiaan 168 kaadettua koepuuta. Puiden koot vaihtelivat läpimitan rajoissa $d_{1,3}$ 11,0 - 32,0 cm. Itse koe

suoritettiin siten, että mitattiin ensin kuoren paksuudet kuorimittarilla rungon vastakkaisten puolien summana. Mittaukset suoritettiin joka kahden metrin välein tyvestä latvaan. Tämän jälkeen sahattiin rungosta vastaavilta kohdilta kiekot, joihin myös mittaussuunnat merkittiin tarkasti. Kiekot pakattiin muovipusseihin ja sisätyönä suoritettiin kuoren tarkka mitta. Tutkimus suoritettiin syyskesällä varsinaisen kasvukauden jälkeen. Ajankohdalla saattaa sikäli olla merkitystä, koska alkukesällä kasvun ollessa voimakkaimmillaan voi terän tylsä osa herkästi läpäistä uuden kasvun.

3. Tulokset

Se mikä tutkimuksessa tuli selvästi ilmi oli, että kuorimittarilla mitatut kuoren paksuudet antoivat kaikissa läpimittaluokissa keskimäärin suuremman arvon kuin tarkka kuoren paksuus oli.

Tutkittaessa onko virheen suuruudella eroavaisuuksia jaettiin koepuut kolmeen eri läpimittaluokkaan (taulukko 1.).

Taulukko 1. Mitatun ja tarkan kuoren erotukset läpimittaluokittain

d (cm)	2 x mitattu kuori (mm)	2 x tarkka kuori (mm)	erotus (mm)
11,0 - 16,9	12,6	9,0	3,6
17,0 - 23,9	17,7	14,5	3,2
24,0 - 30,9	23,9	21,7	2,2

Taulukosta nähdään että kuoren paksutessa mittaustarkkuus näyttäisi paranevan. Ohutkuorisissa puissa on taipumus lyödä mittaria suhteessa voimakkaammin, jolloin terä iskeytyy osittain puuhun.

Seuraava esimerkki kuvaa mittauksessa esille tulleen virheen vaikutusta kasvun laskennassa. Laskelmassa virheitä verrataan pohjapinta-alan kasvuun.

Esim. mä d _{1,3} 20,0 cm, viiden viimeisen vuoden sädekasvu 5 mm, kuori 10 mm.

	tarkka	mittavirhe 3 mm
läpimitta ilman kuorta (cm)	18,0	17,7
pohjapinta-ala	0,0254	0,0247
läpimitta ilman kuorta 5 v. sitten (cm)	17,0	16,7
pohjapinta-ala	0,0227	0,0219
pohjapinta-alan kasvu-%	2,13	2,20

Laskennassa on käytetty Jonsonin laskentakaavaa

$$pg = \frac{100}{n} \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right),$$

jossa n = tutkitun sädekasvun vuosimäärä sekä D = puun nykyinen ja d = n vuotta varhaisempi rinnankork. läpimitta, molemmat kuorettomina.

Kuten havaitaan ero on niin pieni, ettei sillä käytännön mittauksissa liene merkitystä. Tutkimuksen kannalta tämä kuitenkin on huomionarvoinen.

Virheen (2 x kuori \pm 3 mm) vaikutus puun kuorettoman kuutiomäärän osuuteen.

puulaji	$d_{1,3}$	virhe-%
mä	alle 20,0	1 - 2
"	yli 20,0	1
ku	alle 20,0	3
"	yli 20,0	2
ko	alle 15,0	3
"	15 - 26,0	2
"	yli 26,0	1

Laskennassa on käytetty perustana Ilvessalon taulukoissa olevia keskimääräisten kuoren paksuuksien korjausmenetelmää.

4. Kuoren mittauksen virhemahdollisuuksia

Puun kuoren paksuus muuttuu rinnankorkeuden vaiheilla melko nopeasti, joten väärä mittauskorkeus voi aiheuttaa suhteellisen suuren virheen. Mittarin vino asento puuhun nähden jättää puun ja laipan väliin tyhjää tilaa, mikä tulee mittaria luettaessa mukaan kuoren paksuuteen. Terän tylsän osan ollessa puun syiden suuntainen menee se helposti syiden väliin ja terävä osa katkaisee kohdallaan olevat syyt, joten terä menee puun sisään. Oikea lyöntivoimakkuus on aina harkittava jokaiselle puulle erikseen, kuoren paksuuden ja kovuuden mukaan. Sen oppiminen vaatii runsaasti harjoittelua ja kokeiluja. Likaisella, jäykästi liikkuvalla mittarilla ei voi mitata, vaan mittarin on aina oltava suora, puhdas ja herkästi liikkuva. Myös mittauksen ajankohta vuodesta saattaa aiheuttaa virheitä.

Mittaustarkkuutta voi tutkia esim. leikkaamalla puukolla kuoresta pieniä koepalasia ja mittaamalla niiden paksuudet viivottimella tai mittaamalla samoja puita useampaan kertaan. Perusteellinenkaan työn opastus ei vielä riitä, vaan tarkkoihin tuloksiin pääseminen vaatii jatkuvaa työn valvontaa ja tarkkailua. Tarkistuksissa täytyy erityisesti etsiä systemaattisia virhelähteitä, sillä ne ovat paljon vaarallisempia kuin satunnaiset virheet, jotka yleensä kumoavat toisiaan. Samojen puiden mittaaminen useampaan kertaan eri mittaajalla ja eri välineillä saattaa paljastaa mittausvälineiden tai mittaustapojen aiheuttamat virheet. Väärien tietojen syntymistä ei voida kokonaan estää, mutta niiden määrää voidaan huomattavasti supistaa huolellisella työllä ja tehokkaalla valvonnalla.

5. Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa voitiin havaita, että mittavirheen mahdollisuus kuorimittaria käytettäessä on aina olemassa. Lisäksi havaittiin, että virheen suunta on mitata kuori liian paksuksi. Virhe oli tässä mittauksessa keskimäärin n. 3 mm, mikä luku tarkoittaa kaksinkertaista kuoren paksuutta. Aineistosta kävi ilmi että yksittäistapauksissa sentin eroavaisuudet eivät olleet harvinaisia, vielä suurempiakin toki löytyi. Tulos viittaa myös siihen suuntaan, että ohutkuorisissa puissa saattaa olla taipumus lyödä mittaria suhteellisesti voimakkaammin, jolloin saadaan liian paksu kuoren arvo.

Näyttää siltä, ettei tämän suuruisella virheellä ole käytännön kasvun laskennassa sanottavaa merkitystä. Kuorettoman kuutiomäärän määrittämisessä vaikutus on suurempi. Tutkimuksessa kuorta mittasi kaikkiaan kolme eri henkilöä, joten mahdolliset systemaattiset virheet eivät tässä tapauksessa vaikuttane tulokseen. Mittaajilla oli lisäksi huomattava aikaisempi kokemus kuoren mittauksessa.

Olavi Huikari

METSIEN HIVENRAVINNEPUUTTEET

Metsiemme kasvun koko kuiva-ainemäärä, joka on n. 33,5 milj. tonnia, vastaa lämpöarvoltaan 16 milj. tonnia öljyä. Metsiemme puuainekseen sitoutuu paitsi valtavat määrät energiaa myöskin suuret määrät ravinteita maaperästä. Mitä täydellisempään puun korjuuseen siirrytään sitä suuremmat määrät ravinteita kulkeutuu pois metsistä.

Pääravinteiden puutteita on ryhdytty jo korjaamaan lannoituksella myös metsätaloudessa. Hivenravinteiden puutetta on osattu odottaa. Allekirjoittanut perusti ensimmäiset hivenlannoituskokeet vuonna 1950 Vilppulaan ja Muhokselle lähtien siitä olettamuksesta, että mitä tehokkaampaan viljelytalouteen myös lannoituksien avulla siirrytään sitä nopeammin törmätään myös hivenainepuutteisiin ja niistä aiheutuviin kasvun pieneemisiin tai kasvuhäiriöihin.

Metsäojituksen ja metsänlannoituksen koekentillä on ollut erittäin hyvät mahdollisuudet selvittää mitkä tekijät vaikuttavat puiden ulkoasuun ja miten ulkoasu muuttuu erilaisissa tekijäyhdistelmissä. Vähin erin on näissä tutkimuksissa ja havainnoinneissa tullut esille sellaisia ulkoasumuutoksia, joita ei ole saatu tavanomaisin keinoin korjautumaan. Ilmiötä on tarkoin varottu sekoittamasta hallavaurioihin, hyönteis- tai sienituhoihin tai eläinten aiheuttamiin tuhoihin.

Yleisimmin tällaisia kasvuhäiriöitä on ilmestynyt reheväkasvuisiin taimistoihin, joissa aikaisemmin on näkynyt korkeintaan vesioksaisuutta. Tällaista "eskimoosi"ksi ristittyä kasvu-

häiriötä esiintyy männyllä, kuusella ja koivulla. Sitä on todettu myös pajulla, katajalla, pihlajalla ja tuomella sekä myös ulkolaisilla puulajeilla mikäli niitä on istutettu paikoille, joissa luonnonpuustossa on kasvuhäiriöitä. Ilmiötä on todettu esiintyvän luonnontilaisilla ja ojitetuilla sekä lannoitetuilla alueilla samoin kuin myös mineraalimailla ja turvemilla. Eskimoosikselle on tunnusomaista, että:

- 1) Latvakasvaimen kärkiosa ruskettuu ja sen kehitys pysähtyy.
- 2) Latvakasvain kuolee. Usein myös sivukasvaimia kuolee samanaikaisesti latvuksen yläosasta.
- 3) Latvasta kuolee 1-3 vuoden viimeiset kasvaimet.
- 4) Latvakasvain jää lyhyeksi, elävät neulasen ovat kuitenkin reheviä (tupsulatva tai latvasykerö).
- 5) Kasvaimiin ilmestyy avokoroja, jotka eivät ole männyn versoruosteen tai muun tuhon aiheuttamia.

Eskimoosiksen vaikutettua joitakin vuosia saa puun ulkonäkö seuraavia piirteitä:

1. Puu on yhden tai useiden latvakatojen jälkeen monihaarainen, tasalatvainen, usein tanakkarunkoinen sekä paksuoksainen.
2. Latvus on kuolleen ja elävän oksiston rykelmä.
3. Puu menettää lähes kaikki neulasensa ja kuolee pensasmaisena.
4. Puun juuristo surkastuu ja juurten kärkien määrä vähenee.

Metsäntutkimuslaitoksen metsänparannustöiden perusteiden tutkimisen sektorille on muodostettu erikoistutkijaryhmä allekirjoittaneen johdolla selvittämään kasvuhäiriön syitä ja sen parantamismenetelmiä. Näissä tutkimuksissa on voitu todeta, että:

1. Kasvuhäiriöpuiden neulasten hivenainepitoisuudet ovat alempia kuin terveiden puiden (Huikari 1974).

2. Mitä tehokkaampaa lannoitusta typellä ja fosforilla käytetään sitä enemmän esiintyy kasvuhäiriöitä puustossa, jos kasvualusta on alunperin hivenaineköyhää (Veijalainen 1975).
3. Kasvuhäiriöpuissa on havaittavissa mikroskooppitutkimuksilla solurakennemuutoksia neulasissa (Raitio, H. & Rantala, E-M. 1977).
4. Kasvuhäiriöpuiden juuristoissa on myös havaittavissa solurakennemuutoksia (Kolari, Paavilainen ja Raitio 1977).
5. Kasvuhäiriöpuiden kasvupisteiden solunesteen pH:n on todettu olevan alempi kuin terveiden puiden. Kasvusolukoiden epämuodostumat alkavat korkeista IAA- ja fenolipitoisuuksista (Pietiläinen, 1977).
6. Suurin osa kasvuhäiriön mikroskooppisista ja makroskooppisista symptomeista on tunnistettavissa kasvifysiologisen tutkimuksen jo aiemmin hyvin tarkoin kuvaamaksi boorin puutteen symptomiksi (Kolari, 1977).
7. Kasvuhäiriö pystytään poistamaan kulotuksella, tuhkalannoituksella sekä hivenainelannoituksella.
8. Suoritettu tiedustelu ilmiön esiintymisestä on osoittanut, että sitä tavataan kaikissa osissa maamme sekä mineraali- että turvemaileda mutta eniten tulva-alueilla hiesu- ja hietamailla sekä rimpisillä ojitetuilla ja lannoitetuilla soilla. Selvästi havaittavana sitä esiintyy jo ainakin 2 500 ha:n laajuisella alalla ja piilevänä vaikeammin havaittavissa olevana varmuudella useiden kymmenien tuhansien hehtaareiden alueella. Saattaa olla mahdollista, että hivenaineiden puute on kasvua jarruttava tekijä jo hyvinkin laajoilla alueilla ja siitä aiheutuu monia seurausilmiöitä kuten mm. hyönteis- ja sienituhoja. Hivenainepuutteet aiheuttavat myös systemaattisia virheitä kenttäkokeiden tulosten tulkinnassa.

Hivenainepuutteiden vaikutusta ja niiden torjuntaa koskevat tutkimukset ovat vasta alullaan, mutta ne osoittavat jo tässä vaiheessa, että ilmiö on torjuttavissa hivenainelannoituksilla ja mahdollisesti joudutaan myös suorittamaan kalkituksia. Saattaa olla mahdollista, että hivenaineiden lisäyksellä metsämaaperiimme voimme vaikuttaa kaikkein vähimmällä työllä ja pienimmillä kustannuksilla eniten kasvua lisäävästi ja metsiemme terveyttä kohentavasti sekä marja- ja sienisatojen laatua parantavasti että myöskin riistan elinmahdollisuuksia parantaen.

Kasvuhäiriötutkimuksen julkaisuja ja raportteja

- HUIKARI, O. 1974. Hivenravinteet ja puiden kasvu. Metsä ja Puu II.
- VEIJALAINEN, H. 1974. Makro- ja mikrolannoituskoekuusen "eskimosis"-alueella.
- VEIJALAINEN, H. 1975. Kasvuhäiriöistä ja niiden syistä metsäojitusalueilla. Summary: Dieback and fertilization on drained peatlands. Suo 26(5):87-92.
- KOLARI, K. 1977. Boori kasvien fysiologiassa. Kirjallisuuskatsaus. (Litteraturförteckning). Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston julkaisu 1/1977.
- KOSONEN, R. ja SILFVERBERG, K. 1976. Havaintoja eskimosisilmiöstä männyllä Kivisuolla. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston tiedonantoja 8/1976.
- HUIKARI, O. 1976. Miksi puut kuolevat? Helsingin Sanomat 15.10.1976.
- REINIKAINEN, A. 1976. Soiden metsätalouden ekologiaa. Suomen Luonto 5.
- VEIJALAINEN, H. 1977. Micronutritional diagnosis of Scots pine stands on drained peatlands by needle analysis. Seloste: Neulasanalyysi männyn mikroravinnetarpeen määrityksessä turveilla.
- KOSONEN, R. & SILFVERBERG, K. 1977. Mikro- ja makrolannoituksen vaikutuksesta männyn kasvuhäiriöilmiön esiintymiseen Karvian Alkkiannevalla. Summary: Dieback of Scots pine as influenced of micro- and macronutrient fertilization in Alkkianneva, Karvia, Finland.
- REINIKAINEN, A. & SILFVERBERG, K. 1977. Männyn biomassan ja tuoton jakaumasta ojitusalueiden kasvuhäiriöalueilla. Summary: Distribution of biomass and production in Scots pine with disturbed growth in drained peatland areas.
- RAITIO, H. & RANTALA, E-M. 1977. Männyn kasvuhäiriön makro- ja mikroskooppisia oireita. Summary: The macro- and micro symptoms of a growth disturbance of Scots pine. Commun. Inst. Forest. Fenn. 91.1.
- KOLARI, K., PAAVILAINEN, E. & RAITIO, H. 1977. Männyn juuristo Kivisuon kasvuhäiriöalueilla. Summary: Root system of Scots pine with disturbed growth in Kivisuo, Finland.
- PIETILÄINEN, P. 1977. The phenological background of growth disturbance in pine stand.

Jorma Issakainen

METSÄNPÄRANNUSTOIMENPITEIDEN VAIKUTUS RIISTAAN

Perustan riistan säilymiselle ja lisääntymiselle muodostavat elinympäristöjen tarjoama ympärivuotinen ravinto, suoja ja viihtyisyys. Lähtökohdan riistan esiintymiselle luovat täten metsät ja niiden käsittely. Lyhyen tarkastelujakson kuluessa riistan runsaudessa tapahtuvat muutokset eivät kuitenkaan yleensä liity metsien käsittelyyn. Riistakannat tulevat vaihtelevaan tautien, vaellusten, luontaisten vihollisten ja ilmastollisten tekijöiden säätelemänä. Metsänpärannustoiminta (ojitus, lannoitus, metsänviljely, taimistonhoito ja tienrakennus) on jo sinänsä useimmissa tapauksissa riistalle edullista ja varsinkin sen yhteydessä on ilman suuria taloudellisia uhrauksia mahdollisuus ottaa huomioon riistanhoidolliset näkökohdat.

1. Metsäojitus

Luonnontilaisten soiden merkitys riistan kannalta riippuu niiden laadusta. Vain ravinnerikkaimmat suot, joilla kasvillisuus on monipuolista ja runsasta, täyttävät riistan perustarpeet ravinnon ja suojan suhteen. Tällaisten soiden osuus on varsin pieni. Ravinteisuudeltaan keskitasoa edustavia soita on pinta-alallisesti eniten. Varsinkin laaja-alaisina tällaisten soiden merkitys luonnontilaisina riistalle on melko vähäinen, koska pintakasvillisuus on niukkaa ja puusto usein yksipuolisesti mäntyä. Kaikkein niukkaravinteisimmat rämeet ja nevat ovat riistan kannalta jokseenkin merkityksettömiä. Rimpiset suot taas ovat ravinteisuudestaan riippumatta korvaamattomia vesilinnustolle. Karut rämeet ja avonevat sekä suolintujen onneksi rimpisuot ovat ojitukseen kelpaamattomia.

Ojituskelvottomien soiden lisäksi erityisesti pienialaisten luonnontilaisten soiden merkitys ravinnon ja viihtyisyyden kannalta on kiistämätön. Tällaisia suojeltavia kohteita ovat esimerkiksi suopurot varsineen ja lähteiset suot, kapeat korpijuotit, kankaiden suokosteikot, soidinpaikat, perinteelliset hillasuot sekä suon ja kankaan yhtymäkohdat.

Ojitus muuttaa pysyvästi suon kasvillisuutta. Riippuen suon ravinteisuudesta etenkin ojien varsille nousee havupuiden ohella koivua ja pajua, mutta myös leppää, haapaa, pihlajaa ja katajaa. Kenttä- ja varpukerros rehevöityvät niin, että ojien varret ovat usein jo sellaisinaan riistapeltoja. Ojituksen ansiosta riistan suosimat nuoret metsät tulevat voimakkaasti lisääntymään. Lisäksi ojaverkostot muuttavat yhdessä luonnontilaan jäävien suon osien kanssa yksitoikkoiset suuret maastokuviot monimuotoisemmiksi pikkukuvioiksi, joista muodostuu vaihteleva reunavaikutteinen maasto. Ympäristöään korkeampina männynsekaiset ojanvarsikoivikot ovat teerien suosimia, koska niistä on ravinnon lisäksi hyvä näkyvyys ja pakomahdollisuus.

Ojista on jo sinänsä monenlaista hyötyä riistalle. Ojanpenkoista linnut löytävät hyviä kylpy- ja soransaantipaikkoja. Talvella ojien seinämät säilyvät pitkään lähes lumettomina antaen mahdollisuuden ravinnon ja jauhinkivien saantiin. Seuraillessaan ojan varsia riekot mielellään kaivautuvat alkutalvella lumituiskun täyttämään ojaan. Jänisten on havaittu maajailevan lumen kattamissa jyrsinojien onkaloissa. Talvisilla ojitustyömailla metsäkanalinnut täydentävät "myllynsä" jauhinkiviä lumelle nostetuista ojamaista. Varsinkin tavit asustavat ja pesivät runsasvetisimmissä laskuojissa. Ojitusten yhteydessä tehtäville piennarteille saadaan samalla käyttökelpoinen riistapellon pohja. Myös metsäojien penkkoihin voidaan tehdä halvalla riistapeltoja.

Ojituksella saattaa riistan kannalta olla myös kielteisiä piirteitä. Ojastot voivat rajoittaa lintujen poikasten liikkumista. Paljon on puhuttu poikasten "ojakuolleisuudesta". Eniten on pelätty pystyseinäisiä jyrsinoja. Tehdyn selvityksen mukaan ei niistä näytä olevan vaaraa riistalle. Sitä paitsi niiden osuus ojituksista on mitättömän pieni. Luonnollisesti onnettomuuksia voi sattua ja suuret laskuojat lienevät tällöin vaarallisimpia. Vedensaanti voi joissakin tapauksissa vaikeutua. Yleisimmin se kuitenkin kuivana kautena on varmempaa ojista kuin luonnontilaisilta soilta etenkin jos ojiin on tehty riistaa varten juomapaikkoja.

2. Metsänlannoitus

Lannoitteet ovat kasvinravinteita, mutta ne vaikuttavat kiertoteitse samalla kaikkiin kasveja ravinnokseen käyttäviin eläimiin ja koko ravintoketjuun. Ainoana kielteisenä ilmiönä on havaittu voimakkaiden typpilannoitusten kangasmaalla saattavan ensimmäisenä kasvukautena vaikuttaa haitallisesti joihinkin hyönteisiin, matoihin ja pikkumatelijoihin "polttamalla" pintakasvillisuutta. Myöhemmin kenttäkerroksen rehevöityessä näidenkin elinmahdollisuudet paranevat. Lintujen hakeutuminen lannoitusalueille johtuneekin paljolti rehevöityneen pintakasvillisuuden houkuttelemista runsaista hyönteiskannoista sekä parantuneesta viherravinnon saannista. Tunnettuahan on, että varhaisessa poikuevaiheessa riistalinnutkin ovat täysin hyönteissyöjiä.

Lannoitus lisää lehtipuiden, etenkin koivun ja pajujen sekä heinä- ja sarakasvillisuuden määrää. Usein-marja- ja sienisadot parantuvat. Puiden, pensaiden ja varpujen lehdet, silmut sekä siemenet näyttävät kasvavan kooltaan ja samalla myös määrällisesti. Näin kaikkien metsäriistalajien ravinnon saanti ja suoja paranee.

Ravinnon paljouden ohella lannoitus lisää kasvien eri osien ravinnepitoisuutta ja parantaa ilmeisesti makua sekä aiheuttaa myös muutoksia ravinnon lajikoostumukseen. Jänikset näyttävät koekentillä syövän lumen maahan taivuttamia nopea-kasvuisia männyn latvakasvaimia ja katajan versoja. Riekon kannalta tärkeätä on vaivaiskoivun kasvun voimistuminen. Lannoituksen rehevöittävä kookkaampi vaivaiskoivikko jää lumen pinnan yläpuolelle ollen riekkojen saatavissa jopa läpi talven. Metsojen on koekentillä ja käytännön alueillakin todettu hakeutuvan talveksi lannoitettuihin männikköihin. Erikoisesti hirvet ovat mieltyneet boori-kupari-mangaani-hivenkäsittelyn saaneiden koeruutujen kasvillisuuteen. Kuusen kuori ja oksien kärjet sekä vaivaiskoivujen latvatkin ovat maistuneet. Kenttäkerroksessa tapahtuvista muutoksista mainittakoon tupasvillan rehevöityminen. Tupasvillan varsilla ja nupuilla on havaintojen mukaan tärkeä merkitys emolintujen keväisen viherravintotarpeen tyydyttäjänä. Talvella suoritettu PK-lannoitus edistää lumen sulamista, jolloin riista saa pälvistä kaipaamaansa ravintovaihtelua.

3. Metsänviljely

Metsänviljely tarjoaa lähtökohdan riistalle edullisten nuorten sekametsien aikaansaamiselle ja luontaisen kierron jatkumiselle. Etenkin vanhojen kuusikoiden uudistamisella on positiivinen vaikutus. Ukkometsojen ajoittaista oleskelua lukuun ottamatta riistaeläimet eivät viihdy tällaisissa varjoisissa aarnimetsissä, joissa kenttäkerroksen kasvillisuus on lähes olematon. Uudistusalueiden ansioista yhtenäiset metsäalueet muodostuvat monipuolisemmiksi ja samalla pensaiden sekä lehti-puuston osuus lisääntyy.

Metsäauraus on uusimpia parannusmenetelmiä ja merkitsee voimakasta luontoon puuttumista. Riistan kannalta metsämaan

vaotuksesta on sekä hyötyä että haittaa. Aurasalueelle syntyy rypypaikkoja ja maasto muuttuu myös pinnanmuodoltaan suojaisemmaksi. Soraa on tarjolla palteissa ja kohonneissa kannokoissa jopa läpi koko talven. Keväällä harjanteet paljastuvat aikaisin luoden mahdollisuuden poikastuoton kannalta tärkeän varhaisvihannan saantiin. Palteille voidaan tehdä sopiviin paikkoihin viherravintolaikkuja. Notkoihin kerääntyneestä vedestä muodostuu juomapaikkoja. Parantuneista kasvuolosuhteista johtuen olemassa oleva katajikko rehevöityy, usein myös palteet ja niiden välit heinittyvät. Istutus- tai kylvötaimien lisäksi alueelle nousee yleensä luontaisesti lehtipuuvesakkoa. Eräässä inventoinnissa havaittiin auras-alueilla luontaisesti syntyneitä lehtipuiden taimia 300 - 270 000 kpl/ha. Näin syntyy nopeasti ravintoa ja suojaa metsälinnuille, jäniksille ja hirville.

Metsäaurauksen kielteisenä puolena voidaan pitää koneiden aiheuttamaa tilapäistä häiriötä luonnossa sekä pesä- ja poikasvaurioita. Kanalinnut pesivät usein mielellään tuoreille avohakkuualueille etenkin sen reunaosille hakkuutähteiden suojaan. Jos aurausta ja koneellista laikutusta suoritetaan myös hautomisaikana, pesät ovat vaarassa tuhoutua. Etsimällä ja merkitsemällä pesät, mikä tulisikin olla käytäntönä, voidaan tämäkin haitta lähes poistaa.

4. Taimikonhoito

Käytännön taimikonhoitomenetelmissä on riistan kannalta huomattavia eroja. Myös perkaus- ja harvennusajankohdalla on oma vaikutuksensa. Syksyllä mekaanista vesakontorjuntaa käyttäen aiheutetaan seuraavaksi talveksi selvä ravinto- ja suojatilanteen heikkeneminen. Maahan lyöty vesakko ja harvennuspuusto jäävät pääosin lumen alle. Lähes kaikki riista-

eläimet joutuvat etsimään ravintonsa muualta. Talvella suoritettut risusavotoinnit ovat sitä vastoin riistalle edullisia. Kaadetut lehtipuut ja vesakko ovat helposti riistan käytettävissä. Muulloin suoritetuilla raivauksilla ei ole suurtakaan välitöntä merkitystä riistan ravinnon saantiin.

Kemiallisen vesakontorjunnan riistavaikutuksia on tutkittu usean vuoden ajan. Vesakkohormonit ovat myrkkyyinä lieviä ja hajaantuvat varsin nopeasti maastossa ja mahdollisesti ravinnon mukana eläimiin joutuneena. Pidetään jopa epätodennäköisenä riistaeläinten voivan käsitellyillä aloilla saada itseensä tappavia annoksia suoraan päälle ruiskutettunakaan. Samoin on todettu, että riistaeläinten mahdollisuudet saada ravinnon kautta vaarallisia annoksia ovat lähes olemattomat. Vesakontuhohormonien suurin haitta riistan kannalta on lehtipuuvesakon katoaminen alueelta usean vuoden ajaksi. Vesurointi sen sijaan tuottaa alueelle uutta ravintoa ja suojaa jo seuraavina vuosina.

Riistan kannalta olisi tärkeää, että taimikonhoidossa ja raivauksissa tienvarsien ulkopuolella vältettäisiin turhia kauneuskäsittelyjä. Tarkoituksellisesti voitaisiin jokaiselle metsäkuviolle jättää sopivalle kohdin muutaman aarin kolikka kokonaan perkaamatta tai myrkyttämättä. Kataja tulisi säilyttää kaikkialla. Kosteikkoja ja puron varsia kasvatettaisiin ylitiheinä sekapuustoina eikä soille tarvitsisi raivata yhdellä kertaa kaikkia sarkoja tai ojien varsia. Suurten yhtenäisten alueiden taimikonhoito tulisi ajallisesti jaksottaa sopiviin toteutuslohkoihin. Kankaan ja suon vaihtumavyöhykkeessä, peltojen reunoilla sekä vesistöjen rannoilla annettaisiin rehottaa siellä luontaisesti esiintyvää pensaikkoa. Kololintujen pesäpuut ja niiksi soveltuvat lahot "pökkölöpuut" luonnollisesti säilytetään. Havupuutaimistoihin jätettäisiin aina lehtipuu-sekoitus. Näin voitaisiin ilman taloudellisia tappioita ratkaisevasti parantaa riistaeläinten elinmahdollisuuksia.

5. Metsätiet

Metsätiet ja niiden rakentamisen yhteydessä syntyneet sora-kuopat lisäävät riistan viihtyisyyttä. Tämän huomaa usein riistan vyöhykemäisestä esiintymisestä teiden lähistöllä. Käytön jälkeen monet hiekkakuopat on mahdollista täyttää vedellä. Lisäksi kasvustoa rehevöittämällä ja viljelemällä saadaan niistä useiden riistalajien viihtyisyyttä lisääviä keitaita. Metsäkanalinnut käyvät mielellään rypemässä ja täydentämässä jauhinkiviään teillä, ojanpenkoilla ja sorakuopissa. Tiet paljastuvat lisäksi ympäristöä aikaisemmin lumesta etenkin, jos niillä on liikennettä. Tällöin emolinnut saavat pientareen pälvistä myös varhaisvihantaa. Tien reunukset, sivuojien varret ja puskumaapenkat tuottavat myös lehtipuuvesakkoa sekä heinä- ja ruohokasveja. Esimerkiksi vadelma rehevöityy usein voimakkaasti. Metsot ja teeret näyttävät syövän niiden marjoja ja jänikset talvella varsia. Metsäteiden riistaa kokoavasta vaikutuksesta johtuen tienreunusten vesakoiden hormonikäsittelyistä tulisi luopua. Sen sijaan voitaisiin sopiviin kohtiin kasvatkaa maisemallisesti kauniita teerien suosimia koivukujia.

Metsätieverkoston kielteisinä puolina mainittakoon salametsästyksen ja yleensäkin metsästyksen helpottuminen ja lisääntyminen. Vieläkin harrastetaan laitonta autosta ja tieltä ampumista. Lisäksi riistaeläimiä menehtyy aina silloin tällöin autojen alle. Erämaavaikutelma häviää etäisyyksien pienentyessä ja riistan ollessa helposti metsästäjän ulottuvilla. Vastaavasti kuitenkin alueiden valvontaa voidaan tehostaa. Samoin voidaan koko käytössä olevaa metsästysaluetta verottaa tasaisemmin. Teillä tapahtuva liikenne ja sitä kautta lisääntynyt liikkuminen luonnossa saattaa häiritä soidin- ja pesimisrauhaa. Toisaalta on tapauksia, jolloin metsot pitävät soidinta tiellä tai koppelo on valinnut pesäpaikakseen liikennöidyn

metsätien pientareen. Parantuneista kulkuyhteyksistä johtuen monet riistanhoitotyöt helpottuvat metsästyksen vastapainoksi.

Metsäammattimiehet ovat riistanhoitajina avainasemassa muodostaessaan toiminnallaan tahtomattaankin riistan elinympäristöt. Pelkästään keinoruokinnalla riistaa ei voida ajatella elätettävän ja lisättävän. Riistalle tärkeiden maastokohteiden säilyttäminen sekä laajassa mitassa tapahtuva elinympäristöjen parantaminen on todellista perustavaa laatua olevaa riistanhoitoa. Aktiivinen ote riistanhoidollisten näkökohtien huomioon ottamiseksi metsänparannuksen suunnittelussa ja toteutuksessa lisääisi riistakantoja siinä määrin, että voisimme puhua riistan tuottamisesta. Metsänparannuksella saatavista metsän sivutuotteista on lisääntynyt riistakanta yksi helpoimmin käyttöön otettavista. Innostusta sadon korjaamiseen on ainakin toistaiseksi riittänyt.

Mikko Moilanen

LEVITYSTASAISUUS ERI LANNOITUSMENETELMISSÄ

1. Johdanto

Puuraaka-aineen käytön ja tarpeen lisääntyessä on puuston kasvua ja uudistumista pyritty nopeuttamaan myös lannoituksen avulla. Metsänlannoitustoiminta vilkastuikin maassamme nopeasti 1960-luvun lopulla. Kun vuotuinen lannoitusala v. 1965 käsitti noin 20 000 ha, oli se v. 1971 yli kymmenkertainen eli 200 000 ha.

Lannoitustyömäärien kohotessa ilmestyivät käsinlevityksen rinnalle erilaiset koneelliset levitysmenetelmät, joiden osuus on sittemmin jatkuvasti kasvanut. Syinä tähän ovat vaikuttaneet ihmistyövoiman kustannustason voimakas kohoaminen sekä toisaalta miestyövoiman saannin vaikeutuminen parhaana lannoituskautena keväällä. Viime vuosina onkin mekaanisilla levitinlaitteilla lannoitettu pinta-ala ollut noin 35 % koko lannoitusosalasta.

Käytännön lannoitussuosituksot perustuvat käsinlevityksellä tehtyjen lannoituskokeiden antamiin tuloksiin. Näissä kenttäkokeissa lannoite on levitetty useimmiten 2 - 4 erässä pienille tarkasti rajatuille koeruuduille mahdollisimman tasaisesti. Koska käytännössä lannoitteiden levitystekniikka onkin yhä enemmän poikennut lannoituskokeissa käytetystä ja koska odotukset lannoituksella saatavasta puuston kasvun lisäyksestä perustuvat edelleen käsinlannoitetuilta koelohjoilta saatuihin tuloksiin, on käynyt tarpeelliseksi selvittää koneellisten levityslaitteiden levitysominaisuudet ja niiden parantamis-

mahdollisuudet. Samalla lannoitustasaisuuden biologisen vaikutuksen selvittäminen on tullut ajankohtaiseksi tutkimuskohteeksi.

Seuraavassa esittelen eri levitysmenetelmien tyäjäljen tasaisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Alustuksessa selostetaan lähinnä tohtori Jaakko Virtasen tutkimustuloksia.

2. Lannoitteen levitysmenetelmät

21. Käsinlevitys

Käsinlevityksessä lannoite levitetään alueelle joko kylvövakkaa tai ns. "Teho-Reppua" käyttäen. Levitystapaa, jossa lannoite levitetään maastoon ahkiosta lapiolla, on myös käytetty etenkin Metsähallituksen työmailla. Kylvövakalevitys on varsinaisesti ainoa työmenetelmä, jossa lannoitteen levitys todella tapahtuu käsin. Kylvövakasta levittäjä heittää lannoitteen käsin eteensä ja etuviistoon sivulle. "Teho-Reppu"-levittimessä lannoite valuu selässä kannettavasta lannoitesäiliöstä omalla painollaan taipuisaan levityspotkeen, jota heiluttamalla lannoite sinkoutuu ulos kulku-uran eteen ja sivuille.

Voidaan sanoa, että käsinlevityksessä lannoitteen levitystapoja on niin monta kuin levittäjiäkin, joten levityksen tasaisuuteen vaikuttavat lähinnä levittäjän työkokemus ja huolellisuus. Suoritetuissa levityskokeissa levittäjä teki työn sen mukaisesti mihin hän käytännön työssä kullakin lannoitteella oli tottunut. Paras tulos saatiin sekä kylvövakalla että "Teho-Repulla" maaston ollessa helppokulkuista kangasta ja lannoitteena pienen tai keskisuuren raekoon omaava lannoite, joita ovat urea ja oulunsalpietari. Sen sijaan suometsien jauhemaisen PK-lannoksen levityksessä lannoitteen pölyäminen aiheutti työn selvää hankaloitumista. Vähäinenkin sivutuuli

aiheutti huomattavan muutoksen levityskaistan poikkisuuntaiseen lannoitejakaumaan. Lisäksi jauhemaisen PK-lannoksen käsinlevitys oli levittäjän kannalta varsin epämiellyttävä lannoitteen joutuessa helposti iholle ja hengityselimiin.

22. Moottorikelkkalevitys

Moottorikelkka sopii käytettäväksi lannoitettavien alueiden ollessa suhteellisen pieniä, jolloin traktorin tai lentokoneen käyttö on vielä kannattamatonta. Keveytensä ja ketteryytensä ansiosta moottorikelkka soveltuu etenkin turvemaiden lannoitukseen talviolosuhteissa. Tasaisilla ja harvapuustoisilla soilla on moottorikelkkalevittimen yltänyt varsin mittaviin levitystuloksiin huippusaavutusten ollessa yli 10 000 kg päivässä.

Tutkittaessa moottorikelkkalevittimen levitysominaisuuksia on vetokoneena ollut yleensä Lynx 400 ja levittimenä edellisen perään kytketty ja siitä voimansa saava Lynx-lannoitteenlevitin.

Moottorikelkkalevittimen rakenteessa havaittiin sitä tutkittaessa ilmeisiä puutteita, jotka aiheuttivat epätasaisuutta työjälkeen. Ensiksikin ajolinjalle ja sen välittömään läheisyyteen ei lannoitetta levinnyt lainkaan. Toiseksi lannoitetta kasaantui ajolinjan oikealle puolelle huomattavasti enemmän kuin vasemmalle, varsinkin käytettäessä suometsien jauhemaista PK-lannosta. Lisäksi jauhemainen lannoite jäi oikealle puolen ajolinjaa verraten lyhyelle etäisyydelle (0,5 - 1,5 m) ajurasta. Sen sijaan rakeinen lannoite levisi keskipakolevittimestä huomattavasti laajemmalle ja myös tasaisemmin. Samoin kokonaislannoitemäärät ajolinjan molemmiin puoliin olivat suunnilleen samansuuruisia.

Suometsien jauhemaisen PK-lannoksen heikkoutena voi vielä mainita sen, että ravinnekomponentit fosfori ja kali joutuvat erilleen levityksessä varsinkin käytettäessä keskipakolevittintä. Kali jää hiukkasten keveyden ja pienuuden takia lähemmäksi ajolinjaa, kun taas fosfori leviää raskaampana kauemmaksi keskipakoperiaatteen mukaisesti.

Joku vuosi sitten markkinoille tulleen rakeistetun PK-lannoksen ansiosta on edellä esitettyjä epätasaisuustekijöitä voitu osittain poistaa. Lannoitejakauma on saatu tasaisemmaksi eivätkä ravinnekomponentit joudu erilleen lannoiterakeen sisältäessä molempaa ravinnetta.

Levittimen rakennetta on myös kehitetty mm. syöttöaukkojen sijaintia parantamalla. Uutta käytäntöä vetokoneen puolella edustaa kokoteloilla varustettu Terri 30 moottorikelkka, joka on järeämpää tekoa kuin yleisesti tunnettu Lynx 400.

Oikealla levitystekniikalla voidaan oleellisesti vaikuttaa levitystyön laatuun. Riittävän lannoitustasaisuuden takaamiseksi olisi ajaminen suoritettava siten, että alue saa 2 - 3-kertaisen lannoitepeiton. Ajolinjat sijoitetaan silloin niin lähekkäin että lannoitetta tulee useammalla ajokerralla samalle alueelle.

Mikäli sarkaleveys ojitusalueella pienenee alle 30 metrin, tarjoutuu vaara lannoitteen joutumiselle ojiin, vaikka ajettaisiin vain kertaalleen pitkin sarkaa sen keskiosaa. Tämä voidaan estää mm. suorittamalla ajo kohtisuoraan sarkaa vasten ja vasta yli 40 m:n saroilla niiden pituussuunnassa. Saran poikkisuuntaan ajaminen tosin lisää ajomatkaa ja työtulos aikayksikköä kohti alenee.

Tuulen vaikutus moottorikelkkalevittimen työjälkeen on usein varsin huomattava. Erityisesti hienojakoisten lannoitteiden levittäminen vastatuuleen on todettu lähes mahdottomaksi jo kohtalaisella tuulella. Lannoitteen ojiin joutumisen estämiseksi onkin tuulisella ilmalla syytä pidättäytyä kokonaan työskentelystä.

23. Traktorilevitys

Traktorikokeissa vetokoneena on käytetty puoliteloloilla varustettua maataloustraktoria ja lannoitteenlevittimenä on ollut "Metsä-Viska"-lannoitteenpuhallin, jossa lannoitesuihku leviää liikuteltavan levitintorven kautta kulku-uran molemmille puolille. Traktorin ajonopeus levityskokeissa oli 1,6 - 1,8 m/s.

Riippuen lannoitteen raekoosta levityskaistan leveys vaihteli 25 - 35 metriin, ts. mitä kookkaampi lannoiterae oli, sitä kauemmas se lensi. Parhaaseen levitystulokseen päästiin pienirakeisella lannoitteella. Todennäköisesti yhtä hyvään lannoitejakaumaan päästäisiin myös keskisuurirakeisella oulunsalpietarilla, mikäli annostus olisi n. 200 - 300 kg/ha. Yleispiirteenä nimittäin oli, että lannoitteen annostusta lisättäessä lannoitejakauma muuttui levityskaistan poikkisuunnassa jyrkästi kaksihuippuiseksi ja lannoitemäärän jakauma epäsymmetriseksi. Sama ilmiö havaittiin kaikilla levitysmenetelmillä.

Käytännössä traktorilevittimellä saavutettava lannoitustasaisuus riippuu huomattavasti lannoitettavan alueen maaston kulkuvaikkeudesta ja puuston tiheydestä. Helpossakin maastossa saattaa ajolinjojen välimatkan vakiona pitäminen olla työlästä. Traktorin olisi liikuttava tasaisella nopeudella eikä pahoja heilahduksia sivusuunnassa saisi esiintyä.

24. Lentolevitys

Edellytyksenä lentokoneen kannattavalle käytölle lannoituksessa on tarpeeksi laaja ja yhtenäinen lannoitusalue. Levitetäessä lannoitetta vaikeakulkuiseen maastoon ja kauas tiettömille metsäalueille on myös edullista käyttää lentokonetta.

Avoimessa maastossa koeolosuhteissa suoritetuissa levityskokeissa on selvitetty metsänlannoituksessa käytettyjen lentokonelevittimien levityskaistan leveyttä ja lannoitejakamaa eri lannoitelajeilla ja eri lentokorkeuksilla (15, 30 ja 60 m). Lentokorkeuden lisääntyessä levityskaista laajeni ja lannoite levisi alueelle tasaisemmin. Raekoon vaikutus levityskaistan leveyteen oli myös ilmeinen levityskaistan leveyden ollessa suurirakeisella lannoitteella 50 % suurempi kuin pienirakeisella. Jauhmainen lannoite saattoi puolestaan levitä koneen jättöpyörteiden tai tuulen mukana pitkiä matkoja alkuperäisestä kohteesta jo 15 metrin lentokorkeudella.

Käytäntöä ajatellen sivutuuli, jonka nopeus on 2 - 3 m/s, on jo haittatekijä pyrittäessä tarkkaan levitystyöhön. Sen sijaan koneen lentolinjan suuntaisella tuulella ei ole niin suurta merkitystä, jos tuulen nopeus pysyy alle 5 m/s.

Kokeessa oli mukana neljä erityyppistä levitinlaitetta: lentokoneen moottorista käyttövoimansa saava keskipakolevitin sekä kolme potkuri- ja ilmavirralla toimivaa levitintä (aura-, siipi- ja kanavalevitin). Yleisesti voidaan todeta, että parhaiten lentokonelevitykseen soveltui kaikilla tutkituilla levitintyypeillä pieni- tai keskisuurirakeinen lannoite.

Työjälki lentolannoituksessa riippuu myös käytetystä lentotekniikasta, jolloin lentäjän kokemus ja arviointikyky määräävät usein työn laadun. Vaikeuksia levitystyöhön aiheuttaa kiintopisteiden määrittäminen tasaisella maastokuvailla. Sen vuoksi

tiheään yhdensuuntaisen lentolinjaverkon noudattaminen vaatii kohteiden nykyistä näkyvämpää ja tarkempaa merkitsemistä. Levitystasaisuudesta joudutaan tinkimään usein myös ojitus-alueilla, joilla sarkaa pituussuunnassa lennettäessä lannoite voidaan pudottaa etupäässä saran keskiosiin lannoitteen ojiin joutumisen estämiseksi.

Erittäin hyvän lannoitustasaisuuden takaamiseksi olisi lentolinjat pystyttävä lentämään potku- ja ilmapirtalevittimiä käyttäen 6 - 8 metrin välein, kun tavoitteena on 300 - 600 kg:n hehtaariannostus. Tällöin alue saa 3 - 4-kertaisen lannoitepeiton. Käyttämällä hyväksi keskipakolevittimen suurempaa levitystehoa tai nostamalla lentokorkeutta voidaan lentolinjaverkkoa hieman harventaa.

Lentosuorituksessa vakioilmanopeus ja koneen vakaa lentoasento ovat edellytyksiä hyvään työsuoritukseen. Jo 20^o kallistus koneella aiheuttaa levittimessä vajaatoimintaa, jonka seurauksena alas painuneen siiven puolella levityskaista kapenee ja toisella puolen levenee koneen aiheuttamien ilmapirtausten työntäessä lannoitevanaa sivullepäin.

3. Lannoitevaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä

Vaikuttaako eri tekijöistä aiheutuva epätasaisuus levityksessä puun tai metsikön kasvuun? Aiemmin on päätelty, että puiden juurien laaja-alaisuus sallii suurtakin epätasaisuutta levitysjäljessä tuloksen silti huonontumatta. On arveltu, että esim. ureaa käytettäessä kasvutulos ei alene merkittävästi lannoitemäärän vaihdellessa 100 - 500 kg/ha.

Kuitenkin eräät ruotsalaiset ja norjalaiset tutkimukset osoittavat, että kasvutappio epätasaisesta traktori- ja lentokone-

levityksestä saattaa olla kangasmailla 20 - 30 %. Lannoittamattomia kaistoja on esiintynyt yleisesti ja 20 - 30 % alasta on saanut 3 - 4 kertaa tarkoitettua suuremman lannoitemäärän.

Lannoitustasaisuuden biologista vaikutusta eri levitysmenetelmillä on tutkittu myös Suomessa. Tuoreet tutkimustulokset osoittavat, että kaikki yleisesti käytössä olevat levitysmenetelmät ovat käyttökelpoisia metsälannoituksessa ja että lannoitustasaisuuden parantuminen ilmeisesti tehostaa lannoituksen vaikutusta.

Pyhäkosken metsäntutkimusasemalla on selvitetty levitystasaisuutta ja sen vaikutusta puuston kasvuun. Tarkoitus on ollut koeolosuhteissa järjestää eriasteista epätasaisuutta levitysjälkeen alkaen mahdollisimman tasaisesta käsinlevityksestä aina ns. juovalannoitukseen, jossa lannoitejuovien väliin jää lannoittamattomia kaistoja. Alustavat tulokset viittaavat siihen, että täysin lannoittamattomat 3 - 4 metrin levyiset kaistat pudottavat ratkaisevasti kasvutulosta n. 20 %. Sen sijaan tiettyä epätasaisuutta voidaan sallia kasvun silti taantumatta, ts. lannoitemäärä voi vaihdella melkoisesti, kunhan vain ei esiinny kokonaan lannoittamattomia alueita.

Matti Oikarinen

RUSKEAN MÄNTYPISTIÄISTUHON VAIKUTUKSESTA MÄNNIKÖIDEN KASVUUN

1. Johdanto

Vuosina 1974 - 75 esiintyi ruskean mäntypistiäisen tuhoja n. 35 000 ha alueella Puolangan, Vaalan ja Vuolijoen kunnissa. Puuntuotostutkimuksen piirissä on vakavasti harkittu kasvututkimuksen suorittamista tuhoalueella, mutta ajatuksesta on alustavan selvityksen perusteella luovuttu. Tässä yhteydessä on tullut esiin aikaisempi mäntypistiäisen tuhoja koskeva kotimainen kasvututkimus, jonka voidaan katsoa soveltuvien osin kuvaavan nykyistäkin tilannetta.

Mäntypistiäistuhon aiheuttaa pistiäistoukka syömällä voimakkaan tuhon sattuessa kaikki edellisten vuosien neulaset. Ruskean mäntypistiäisen toukkavaihe sattuu kesäkuuhun, jolloin sen kesän kasvaimet ja neulaset ovat keskenkasvuisia, eivätkä kelpaa toukkien ruuaksi. Tällä seikalla on ratkaiseva merkitys puiden toipumisen kannalta. Männyllä on keväällä ennen kasvukauden alkua 3 - 4 neulaskertaa, jotka pistiäistoukat voivat syödä kokonaan niin, että vain saman kesän neulasisto jää jäljelle. Puun yhteyttävästä neulasistosta vain 20 - 25 % on siten tuhokesänä toiminnassa. Kasvutappiot eivät kuitenkaan ole suoraan rinnastettavissa neulasiston menetykseen, sillä nuorimman neulasiston yhteyttämisteho on paras ja se heikkenee neulasiston vanhetessa. Lisäksi tuho pienentää vuosikasvain-ten pituutta ja sitä kautta uusien neulasten määrää ja kokoa, minkä seurauksena tuhon vaikutus kasvuun kestää pitempään kuin neulasiston uudistumisen vaatiman ajan. Voidaan kuitenkin havaita myös toisensuuntaisia vaikutuksia. Harventuneessa

latvustossa jäljellä olevien neulasten valonsaanti paranee ja toukkien ulosteilla, joita syntyy huomattavia määriä, täytyy olla selvä lannoitusvaikutus, mitkä seikat lisäävät kasvua ja helpottavat toipumista.

2. Vuosien 1960 - 62 mäntypistiäistuhon Etelä-Pohjanmaalla kasvututkimuksen valossa

Tohtori Paavo Tiihonen on tutkinut vuosina 1960 - 62 Etelä-Pohjanmaalla sattuneen laajan mäntypistiäistuhon vaikutusta männiköiden kasvuun. Tutkimuksessa vertailtiin tuhon alkamista edeltäneen ja sitä seuranneen 5-vuotisjakson kasvua kasvuindeksien avulla. Tuhon voimakkuuden vaihtelu peräkkäisinä vuosina aiheutti sen, ettei kasvutulosten ja tuhon voimakkuuden riippuvuuden tutkiminen ollut mahdollista, vaan rajoitettiin keskimääräisvaikutuksen tarkasteluun. Kasvunmittaukset suoritettiin 19 koealalla, jotka jakaantuivat eri tuhoasteisiin suurin piirtein niiden esiintymisrunsauden suhteessa.

Tiihosen tutkimuksen perusteella mäntypistiäistuhon jälkeisen 5-vuotiskauden keskimääräinen kuutiokasvusadannes oli tuhoa edeltäneen 5-vuotiskauden vastaavaa arvoa keskimäärin 20 % pienempi, mikä vastaa yhden vuoden kasvua. Tuho oli lievin VT-männiköissä, joissa kasvun menetys oli 10 - 15 %, kun taas CT:llä ja rämeillä vastaava lukema kohosi 25 %:iin.

Samaan aikaan koealojen puista oli tuhon seurauksena kuollut 3,4 %, joista pääosa oli aivan pieniläpimittaisia, alimpien latvuserrosten puita, joilla ei ollut merkittävää vaikutusta kyseisten männiköiden kehitykseen.

Neulasmäärän vähenemisen, osittain lähes täydellisen tuhoutumisen valossa kasvun pieneneminen ja puiden kuolleisuus oli Tiihosen mielestä suorastaan yllättävän vähäistä. Lisäksi pahimmat tuhot sattuivat kuivilla, usein erittäin karuilla kangasmailla, rämeillä ja järvien kallioisilla tai kivisillä rannoilla ja saarissa. Tiihonen arvioi, että tutkimuksen piiriin kuuluneiden metsien vuotuinen kasvu olisi ollut ilman tuhoa n. 2 - 2,5 m³/ha, mikä siis vastaisi tuhon aiheuttamaa kasvutappiota 5 vuoden kuluessa.

3. Arvio vuosien 1974 - 75 mäntypistiäistuhon aiheuttamista kasvutappioista Kainuussa

Jos oletetaan Kainuun mäntypistiäistuhon voimakkuudeltaan vastanneen Etelä-Pohjanmaan tuhoa, ja lisäksi oletetaan kasvutappion olevan molemmissa tapauksissa samaa suuruusluokkaa, saadaan - vaikkakin hyvin summittainen - arvio tuhon aiheuttamista kasvutappioista. Tohtori Pentti Koivisto on tutkimuksessaan arvioinut Pohjanmaa-Kainuun kasvillisuusvyöhykkeen kuivan kankaan (ECT) männikön potentiaalisesti keskimääräiseksi vuotuiseksi kuutiokasvuksi 1,9 m³/ha. Edellytyksenä on tasainen kehitysluokkajakaantuma ja riittävä puustopääoma. Kainuun tuhoalueet ovat miltei yksinomaan kuivia, osin karukkokankaita, joiden kasvua kivisyys, soistuneisuus ja aukkoisuus voi vielä alentaa. Alueen keskikasvuksi ilman tuhon vaikutusta voidaan suurella todennäköisyydellä antaa 1,5 - 2,0 m³/ha vuodessa, mikä Tiihosen tutkimuksen mukaan vastaisi myös 5 vuoden kasvutappiota. Kertomalla saatu luku puustokuutiometrin kantohinnalla saadaan karkea arvio yksityistaloudellisista menetyksistä pinta-alayksikköä kohti. Tällä perusteella voidaan arvioida erilaisten torjuntatoimien kannattavuutta metsänomistajan kannalta. Koko kansantalouden kannalta tappiot ovat tietenkin huomattavasti suuremmat, mikä voi olennaisesti muuttaa esim. metsähallituksen laskelmia.

4. Mäntypistiäisen joukkoesiintymiseen vaikuttavista tekijöistä ja sen torjunnasta

Ruskean mäntypistiäisen joukkoesiintymisten on todettu seuraavan yhtä tai useampaa tavallista lämpimämpää kesää. Myös 70-luvun alkupuolen kesät ovat Kainuussa olleet keskimääräistä lämpimämpiä, vuosi 1972 jopa poikkeuksellisen lämmin. Lisäksi kova pakkanen tappaa männyn neulasissa talvehtivia munia suurin joukoin, minkä vuoksi leudot talvet ovat myös joukkoesiintymisen edellytyksenä. Tässä lienevät pääasiallisimmat syyt siihen, että mäntypistiäistuhot ovat harvinaisia Kainuun korkeudella. Joukkoesiintyminen kestää yleensä 1 - 3 vuotta. Sen päättymiseen vaikuttavat sääsuhteiden lisäksi lukuisat luontaiset viholliset virustaudeista ja loisista lintuihin ja jyrsijöihin saakka.

Ruskean mäntypistiäisen torjuntaan kehitetty monisärmiövirusvalmiste tehoaa vain tähän lajiin, eikä sillä ole minkäänlaisia haittavaikutuksia muulle luonnolle. Sen käyttöä voidaan sen vuoksi suositella aina, mikäli metsänomistaja pitää torjuntatoimenpiteitä tarpeellisina.

Tuhojen ennaltaehkäisy kannalta tulisi metsäluonto säilyttää mahdollisimman monipuolisena, rikkaana ja tasapainoisena. Esimerkiksi sekametsiköt vaikuttavat kolmella tavalla. Ne antavat mäntypistiäisen monille luontaisille vihollisille hyvät mahdollisuudet säilyttää kantansa reagoimiskykyisinä, ja tuhon sattuessa se kohdistuu vain yhteen puulajiin sekapuulajien kasvuedellytysten vastaavasti parantuessa. Lisäksi sekapuusto vaikeuttaa tuhon leviämistä pienentämällä toukkien ravintomateriaalin määrää pinta-alayksikköä kohti. Nämä tekijät vaikuttavat mm. siihen, että tuhot esiintyvät yleensä tasaikäisissä puhtaissa männiköissä. Toisaalta tuhoalueet ovat niin karuja, että sekametsiköiden kasvattaminen tuottaa niillä ymmärrettäviä vaikeuksia. Yleensä tuhojen ennaltaehkäisyntressit ovat samansuuntaiset kuin järkevän luonnon- ja ympäristönsuojelun, metsien moninaiskäytön ja riistanhoidon.

Jussi Saramäki

VANHAN VAJAAPUUSTOISEN KUUSIKON LANNOITUSREAKTIOISTA JA LANNOITUKSEN KANNATTAVUUDESTA

1. Johdanto

Lannoitus vaikuttaa parhaiten hyvässä kasvukunnossa oleviin metsiin. Vajaapuustoisia ja yli-ikäisiä metsiä pidetään huonoina lannoituskohteina. Tiedetään että ne reagoivat lannoitukseen, mutta kasvunlisäys on huomattavasti heikompi kuin kasvatusmetsissä. Kyseiset metsiköt luetaan vajaatuot-
toisiksi alueiksi, jotka olisi uudistettava välittömästi. Kuitenkin puuston arvo on niin vähäinen, että uudistamis-
kustannusten jälkeen käytettäväksi jäävä rahamäärä on hyvin pieni. Nyt esiteltävässä tutkimuksessa selvitetään lannoit-
uksella saatavia kasvunlisäyksiä ja lannoituksen kannatta-
vuutta vanhoissa harsien vajaatuottoisiksi saatetuissa
kuusikoissa sekä nuoremmassa aiemmin ylitiheinä kasvaneissa
kuusikoissa.

2. Kokeen yleistiedot

Koekentät sijaitsevat Metsähallinnon Sotkamon hoitoalueen
mailla Haapalehdossa ja Oravivaaralla. Haapalehdon koekentän
metsätyyppi on tuore kangas (pMT). Metsikön ikä oli keski-
määrin 120 vuotta ja puuston määrä koetta perustettaessa
vuosina 1961 ja 1964 noin $65 \text{ m}^3/\text{ha}$ sekä pohjapinta-ala noin
 $10 \text{ m}^2/\text{ha}$. Oravivaaran koe on hieman karummalla maapohjalla;
metsätyyppi on VMT. Metsikön ikä oli 50 - 70 vuotta ja
kuutiomäärä nuoremmassa toistossa noin $30 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja vanhemmassa

toistossa noin $65 \text{ m}^3/\text{ha}$ sekä pohjapinta-alat vastaavasti noin $6 \text{ m}^2/\text{ha}$ ja noin $10 \text{ m}^2/\text{ha}$. Haapalehdon koekenttää oli harvennettu 5, 30 ja 55 vuotta ennen kokeen perustamista ja Oravivaaran kenttää 5 vuotta ennen kokeen perustamista. Kokeet on perustettu vuosina 1961 ja 1964 syksyllä ja lannoitukset suoritettiin seuraavana keväänä. Jatkolannoitukset tehtiin keväällä 1972. Annetut lannoitemäärät ja lannoitusajat käyvät ilmi liitteestä 1.

3. Lannoitusreaktiot

Vuonna 1961 perustetuissa kokeissa ovat lannoitusreaktiot jääneet varsin pieniksi. Vain suurimman typpimäärän (135 kg N/ha) saaneet ruudut ovat reagoineet hyvin lannoitukseen (kuvat 1 ja 2). Jatkolannoituksen jälkeen ovat yli 100 kg typpeä saaneet ruudut reagoineet selvästi lannoitukseen, kun taas pienimmän typpimäärän saaneet ruudut eivät ole hyötäneet lannoituksesta. Näillä koealoilla jatkolannoitus on tehty vasta 10 vuoden kuluttua ensimmäisestä lannoituksesta ja alle 100 kg:n typpiannosten lannoitusvaikutus on jo ehtinyt mennä ohi. Vuonna 1964 perustetuissa kokeissa käytetyt typpimäärät olivat suuremmat ja myös lannoitusreaktiot selvemmat (kuvat 3 ja 4). Jatkolannoitus on tehty 7 vuoden kuluttua ja puuston reaktio siihen on ollut parempi kuin lannoitusvälin ollessa 10 vuotta.

Puuston kuutiomäärien ja puutavaralajisuhteiden kehitystä esittävät kuvat 5 - 8. Niissä on merkille pantavaa tukkipuusuuden nousu kaikilla koeruuduilla. Nuorimmalla toistolla (kuva 6) tällä nousulla ei ole vielä sanottavaa merkitystä, mutta muilla koealoilla puiden siirtyminen paperipuusta tukkipuuksi nostaa metsikön hakkuuarvoa. Lannoitus on nopeuttanut

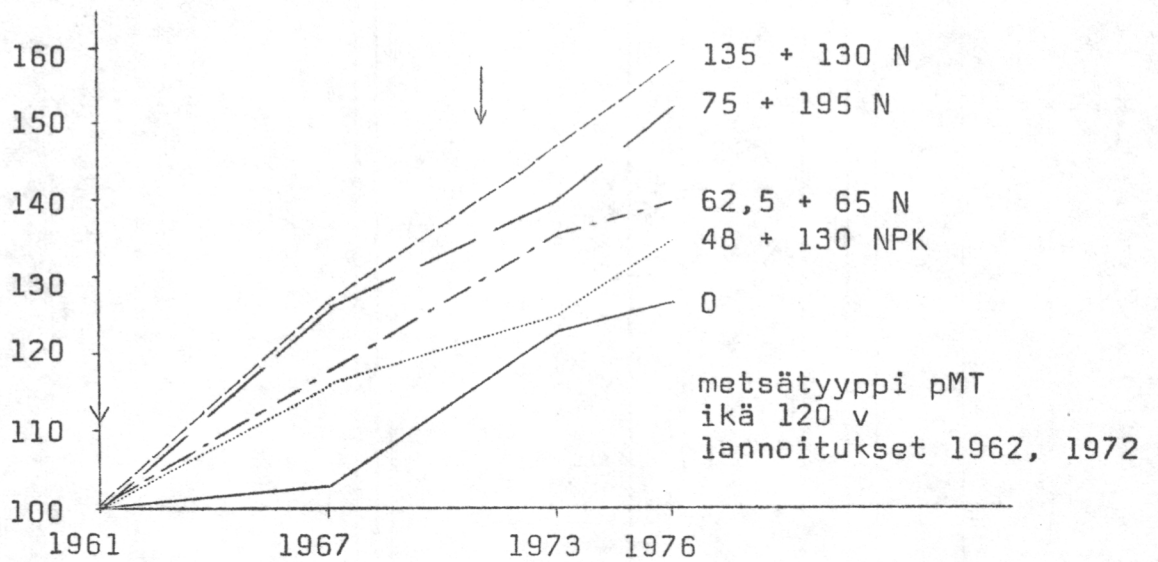
siirtymää huomattavasti. Lannoituksella on parannettu kasvua kaikilla koealoilla lukuunottamatta nuorinta toistoa (kuva 9). Kun jatkolannoitus on tehty 7 vuoden kuluttua on kasvun lisäys koko lannoitusjaksolla ollut lannoituksesta riippuen 1,2 - 4,5 m³/ha/v (kuva 9).

4. Lannoituksien kannattavuus

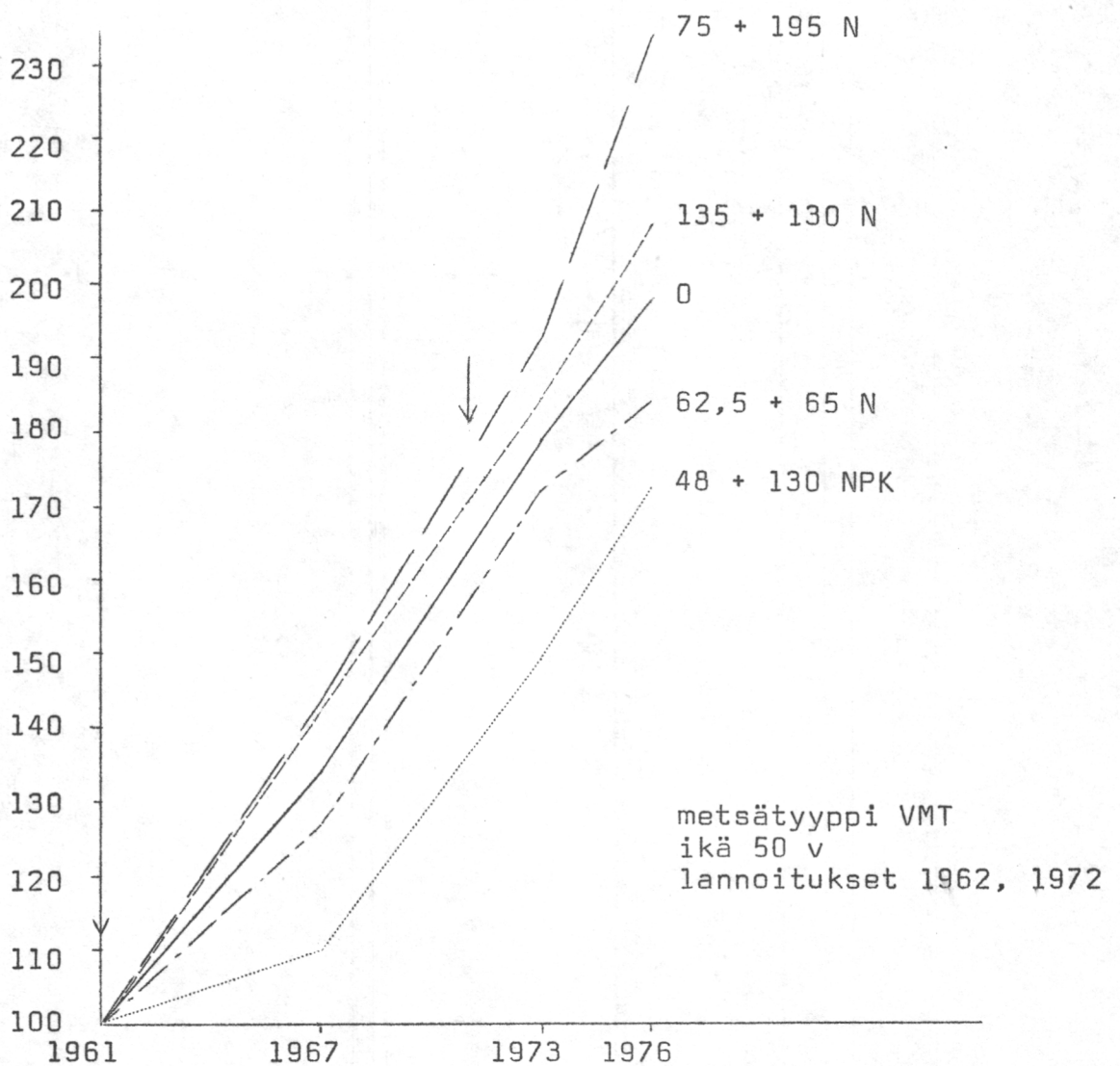
Lannoituksien kannattavuutta tarkastellaan seuraamalla metsiköiden hakkuuarvojen kehitystä mittausjakson aikana. Metsiköt on hinnoitettu käyttäen Kainuun alueen keskimääräisiä kantohintoja hakkuukautena 1975/76. Ne olivat: havusahapuu 81,60 mk/m³, kuusikuitupuu 48,00 mk/m³ ja mäntykuitupuu 42,00 mk/m³. Lannoituskustannukset on laskettu marraskuun 1975 lannoitehintojen mukaan ja levityskustannuksena on käytetty 11 p/kg. Kuvat 10 - 13 esittävät hakkuuarvojen kehityksen: pylväiden ylin osa kuvaa lannoitekustannusten osuutta, kun kustannuksille on laskettu 5 %:n korko; tummennettu osa esittää puustopääomalle laskettua 3 %:n korkoa. Kuvasta 10 voidaan todeta lannoituskustannusten tulevan kaikissa lannoituksissa peitetyiksi, mutta puustopääomalle ei saada kolmen prosentin korkoa. Kuvan 11 esittämä nuorin koemetsikkö ei ole reagoinut hyvin lannoitukseen ja siinä lannoitus ei ole ollut kannattavaa. Kun lannoitus on toistunut 7 vuoden kuluttua, on arvokasvu ollut lannoituksen ansiosta hyvä. Nykysuosittelujen mukaisilla lannoiteannoksilla on tällöin lannoituskustannuksille ja pääomalle saatu laskenta-arvoja suurempi korko (kuvat 12 ja 13). Korkoa korolle laskettu arvokasvuprosentti on ollut lannoitetuilla ruuduilla 0,3 - 1,6 %-yksikköä suurempi kuin lannoittamattomilla, kun lannoitus on uusittu 10 vuoden välein. Kun uusinta on tehty 7 vuoden välein, on arvokasvu ollut 0,8 - 4,1 %-yksikköä suurempi.

5. Yhteenveto

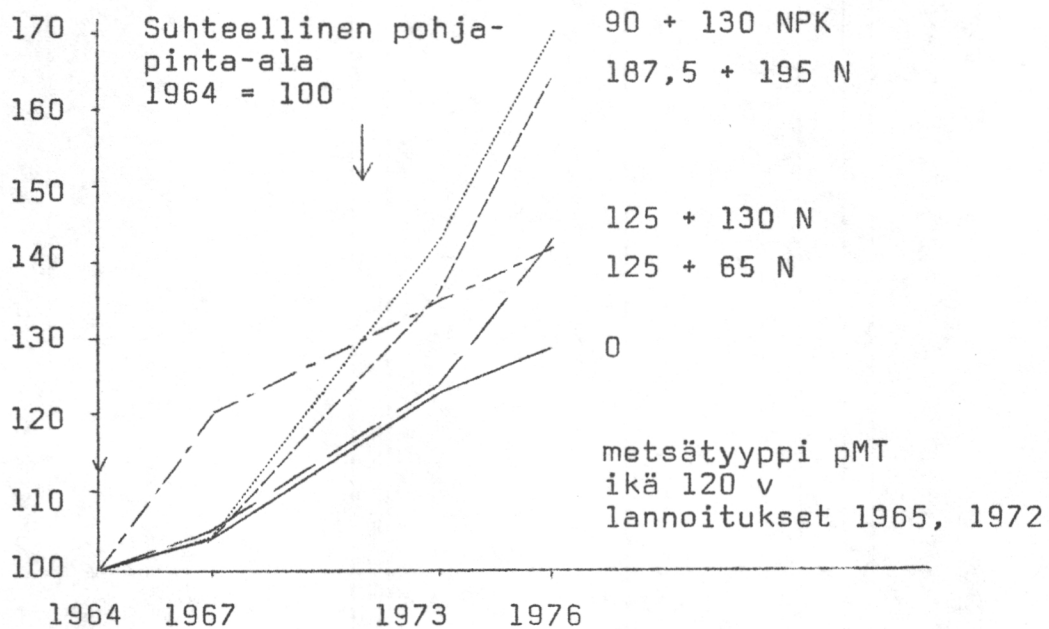
Vajaapuustoisen vanhan kuusikon lannoitus on kannattava toimenpide, mikäli puusto on lähellä tukkikynnystä ja latvusto on kunnollinen. Nuoren heikossa kasvukunnossa olevan vajaapuustoisen kuusikon lannoitus ei kannata. Lannoitus kannattaa useissa tapauksissa uusia 6 - 8 vuoden kuluttua, sillä toisella lannoituksella saadaan vielä hyvä lannoitusreaktio ja puuston arvo nousee.



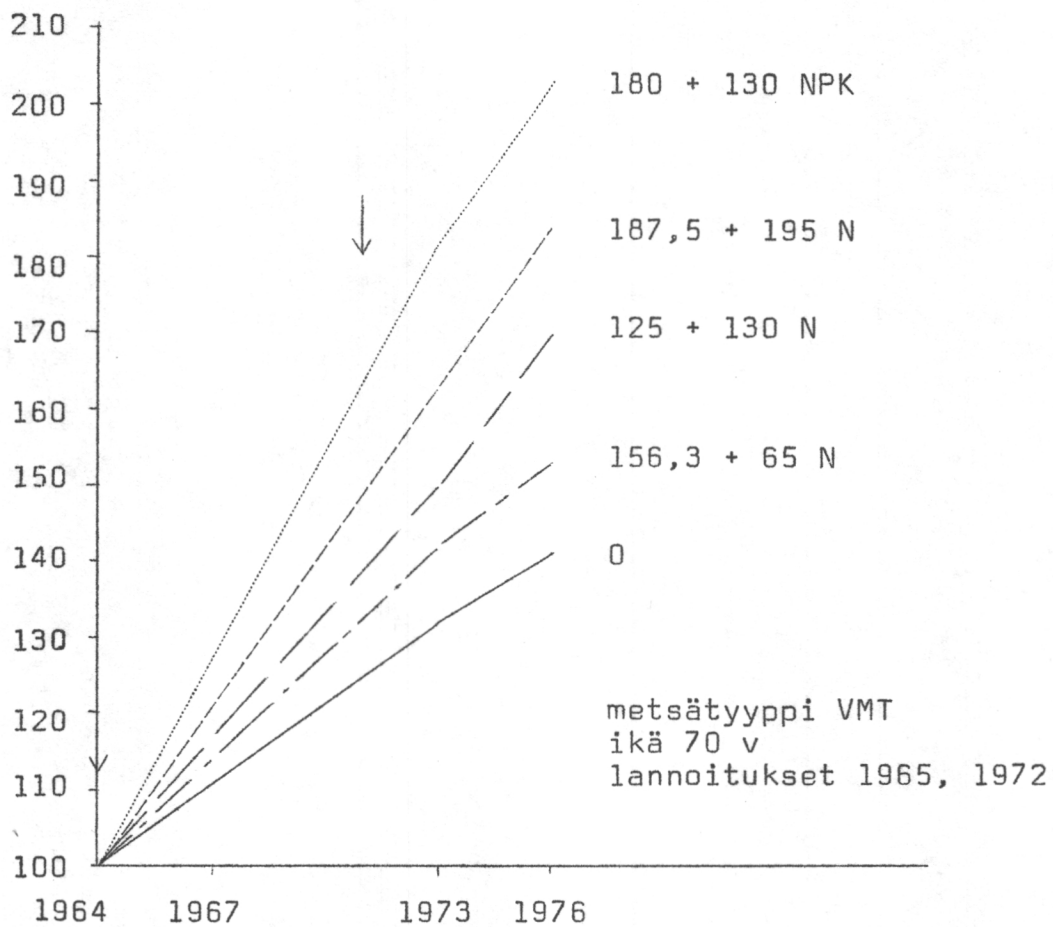
Kuva 1. Pohjapinta-alan suhteellinen kehitys koealoilla 1 - 5 (pohjapinta-ala syksyllä 1961 = 100). Nuolet osoittavat lannoitusvuosia. Annetut typpimäärät ilmoitettu viivojen päissä.



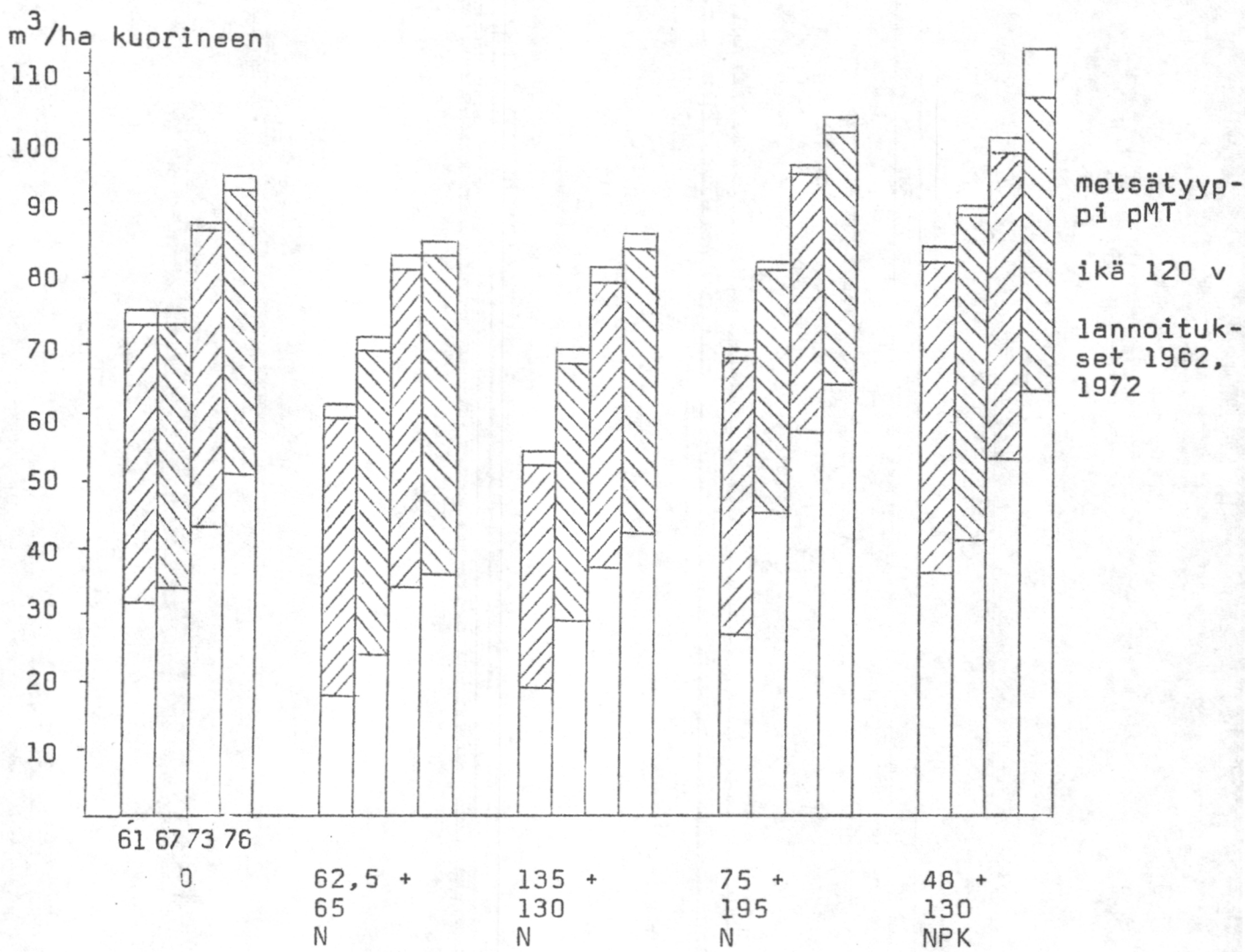
Kuva 2. Pohjapinta-alan suhteellinen kehitys koealoilla 8 - 12. Selitykset ks. kuva 1.



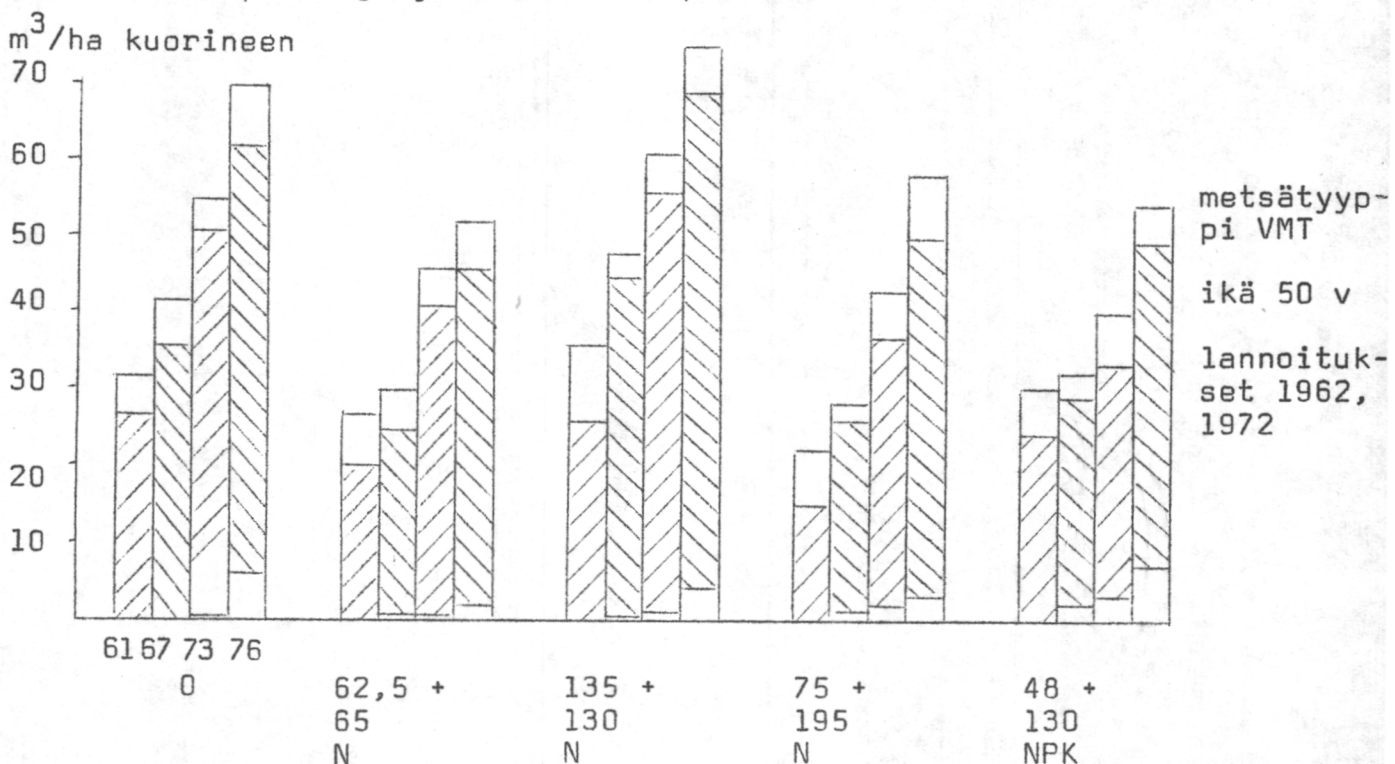
Kuva 3. Pohjapinta-alan suhteellinen kehitys koealoilla 15 - 19 (pohjapinta-ala syksyllä 1964 = 100). Muut selitykset ks. kuva 1.



Kuva 4. Pohjapinta-alan suhteellinen kehitys koealoilla 20 - 24. Selitykset ks. kuva 1.



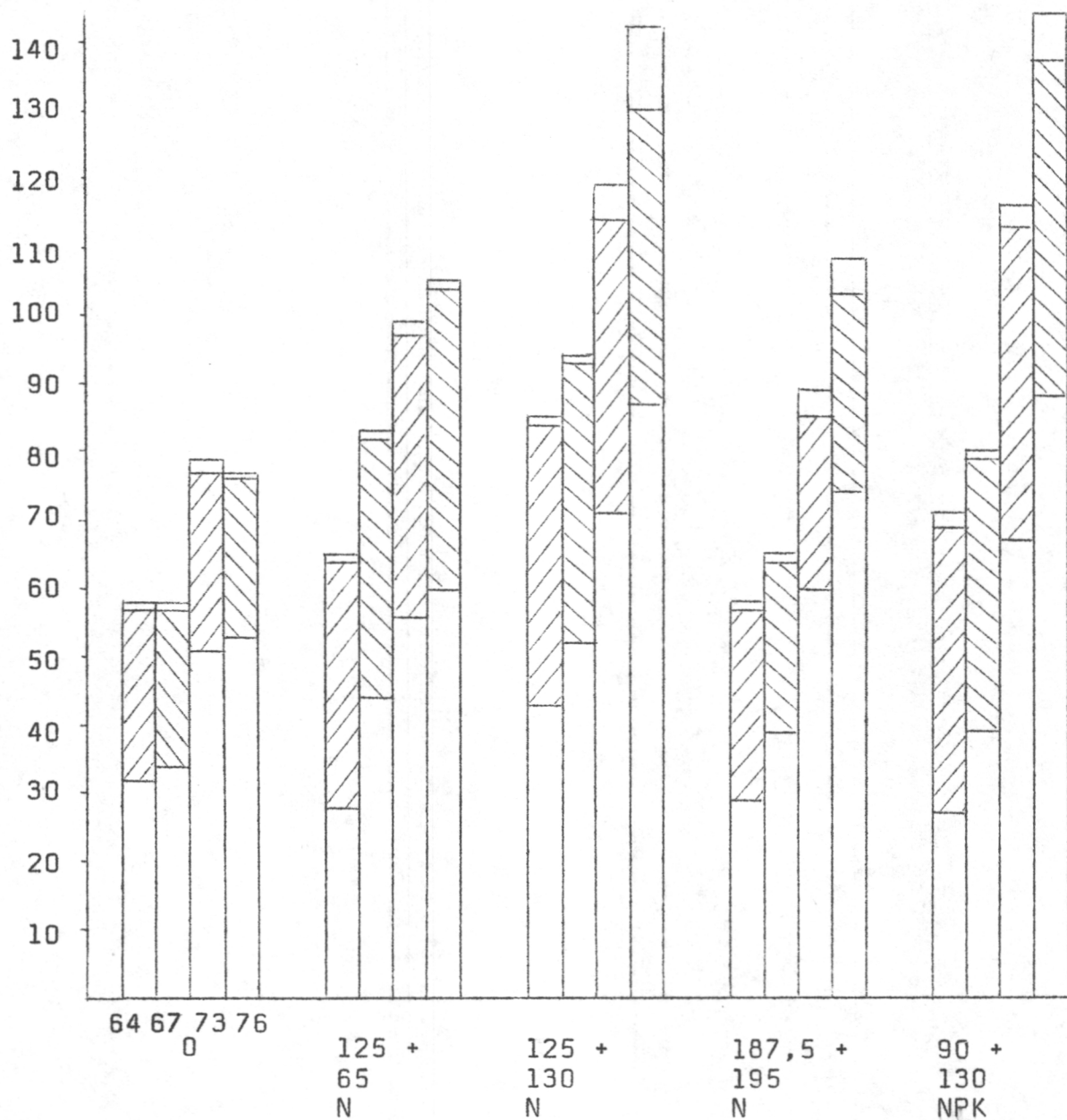
Kuva 5. Kuutiomäärien ja puutavaralajijakauman kehitys koealoilla 1 - 5. Pylväiden alin osa tukkipuuta, tummennettu osa kuitupuuta ja ylin osa hukkapuuta.



Kuva 6. Kuutiomäärien ja puutavaralajijakauman kehitys koealoilla 8 - 12. Selitykset ks. kuva 5.

m³/ha kuorineen

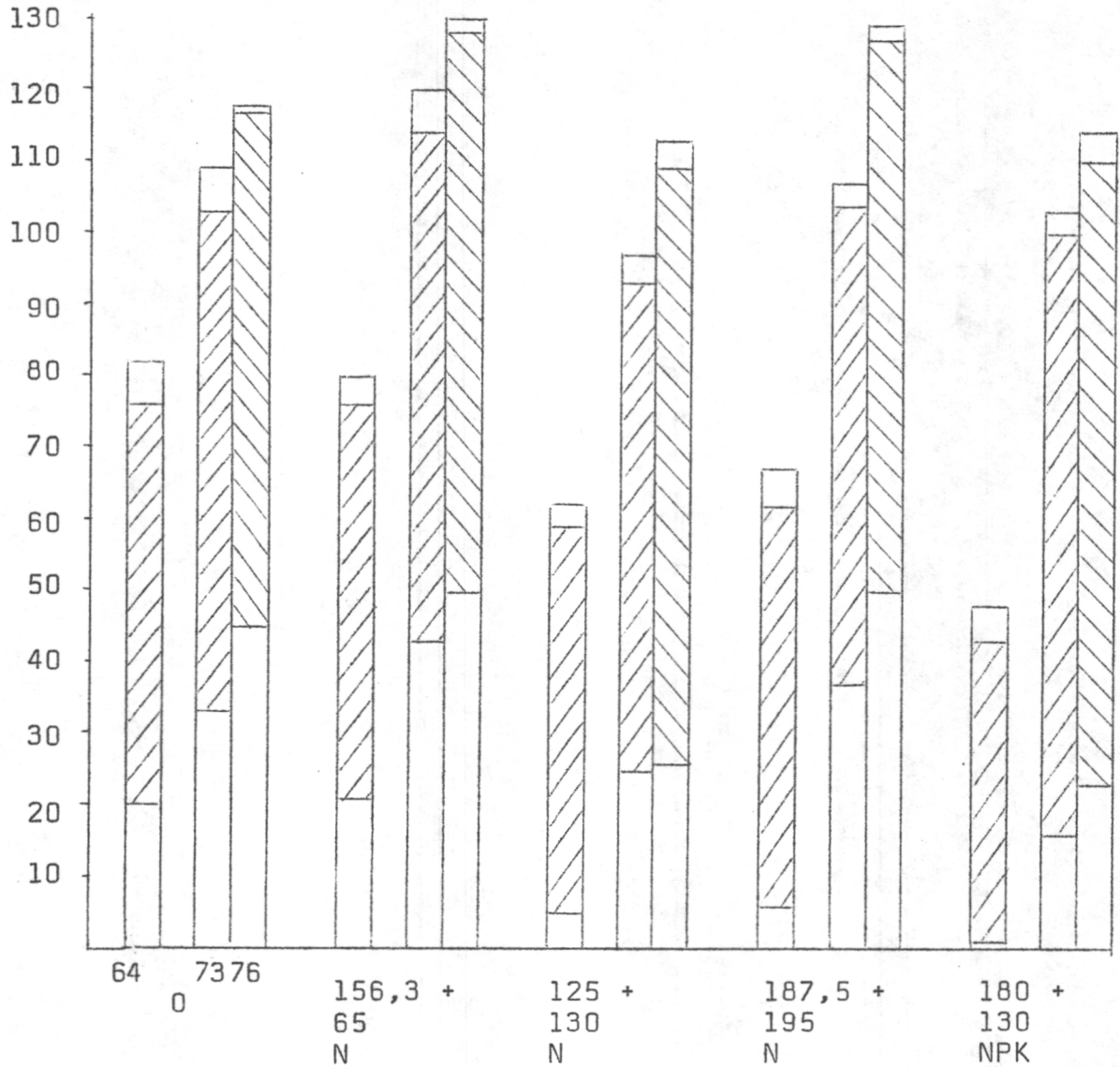
metsätyyppi pMT
ikä 120 v
lannoitukset 1965, 1972



Kuva 7. Kuutiomäärien ja puutavaralajijakauman kehitys koealoilla 15 - 19. Selitykset ks. kuva 5.

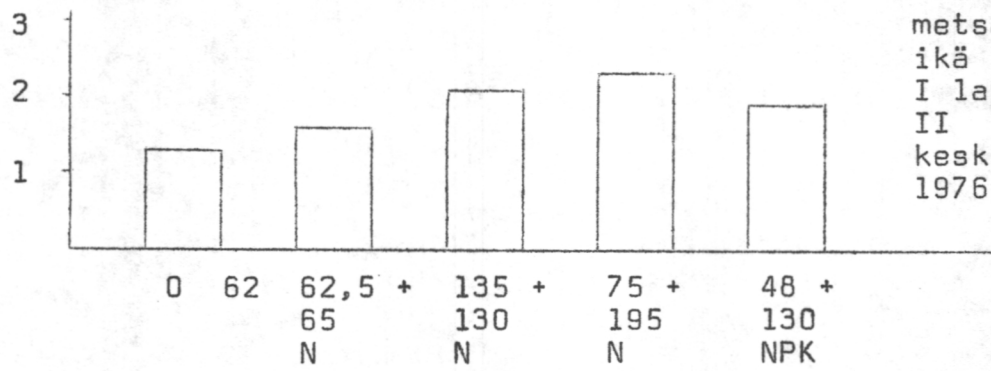
m³/ha
kuorineen

metsätyyppi VMT
ikä 70 v
lannoitukset 1965,
1972

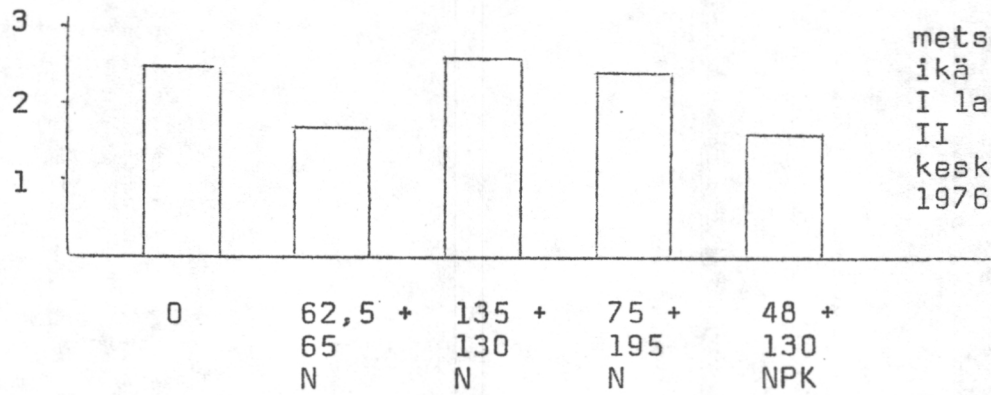


Kuva 8. Kuutiomäärien ja puutavaralajijakauman kehitys koe-
aloilla 20 - 24. Selitykset ks. kuva 5.

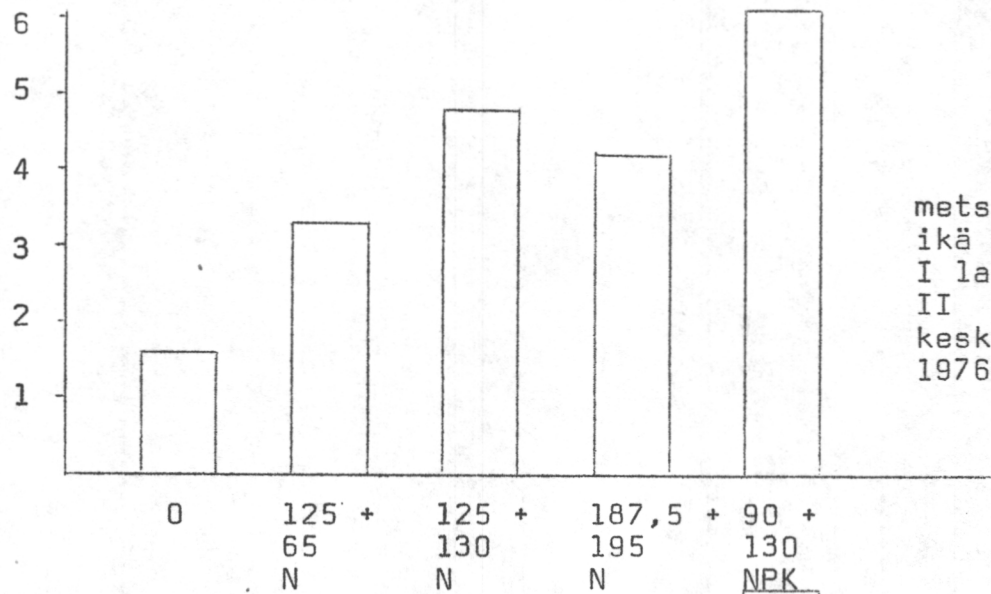
m³/ha/v
kuorineen



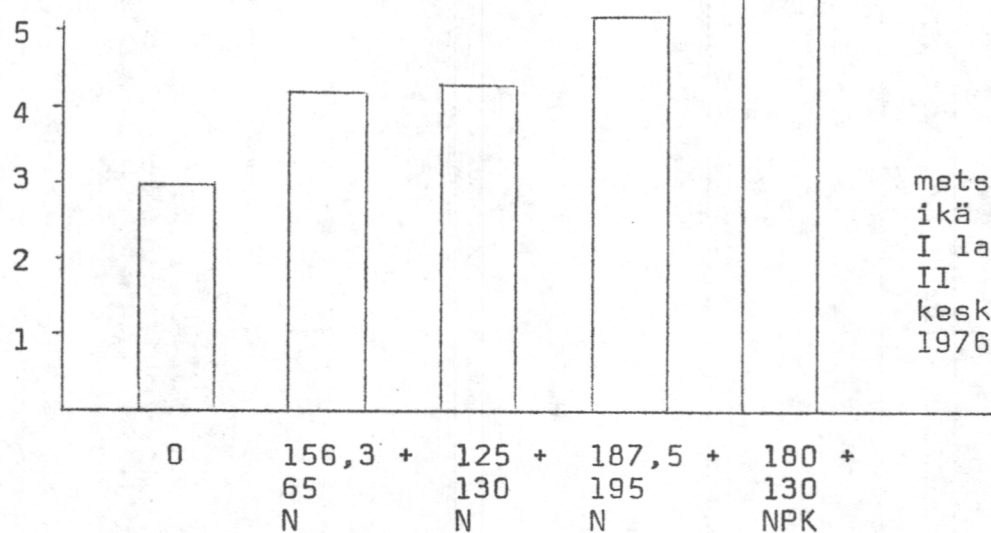
metsätyyppi pMT
ikä 120 v
I lannoitus 1962
II " 1972
keskikasvu 1962 -
1976



metsätyyppi VMT
ikä 50 v
I lannoitus 1962
II " 1972
keskikasvu 1962 -
1976

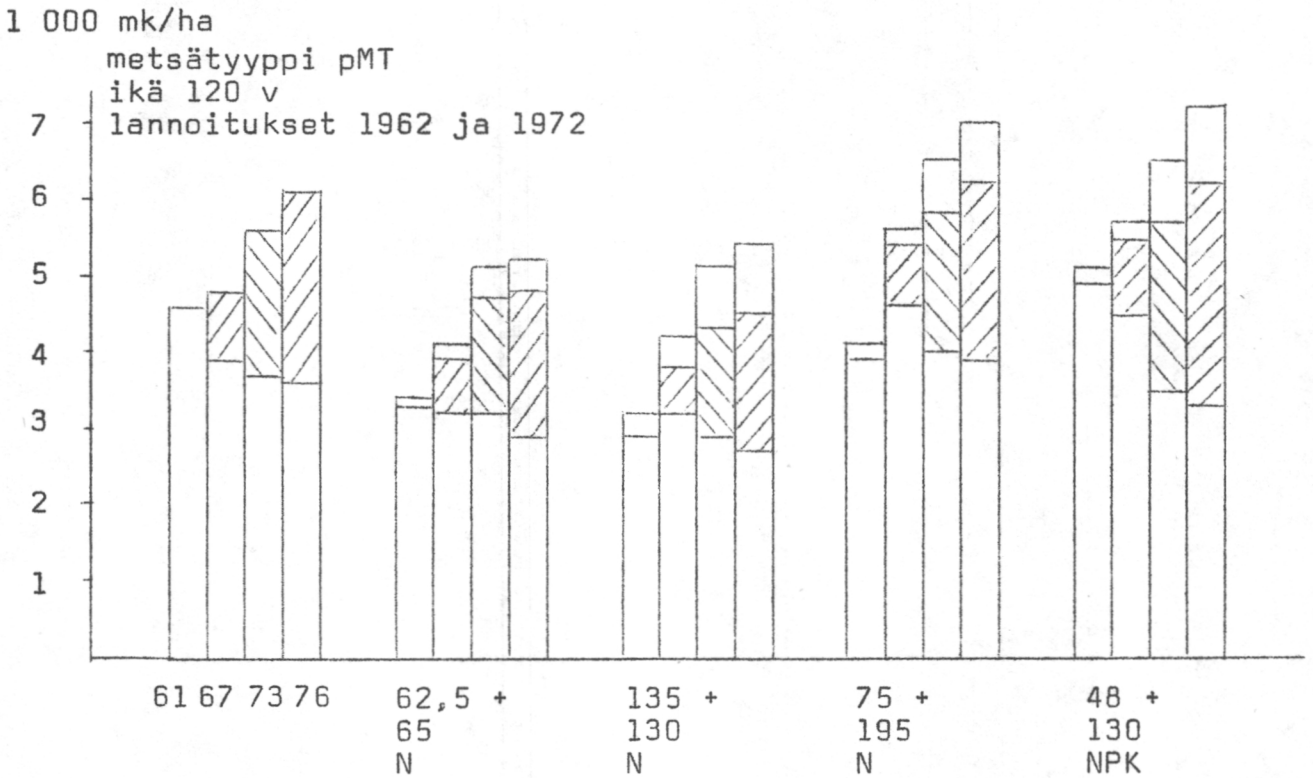


metsätyyppi pMT
ikä 120 v
I lannoitus 1965
II " 1972
keskikasvu 1965 -
1976



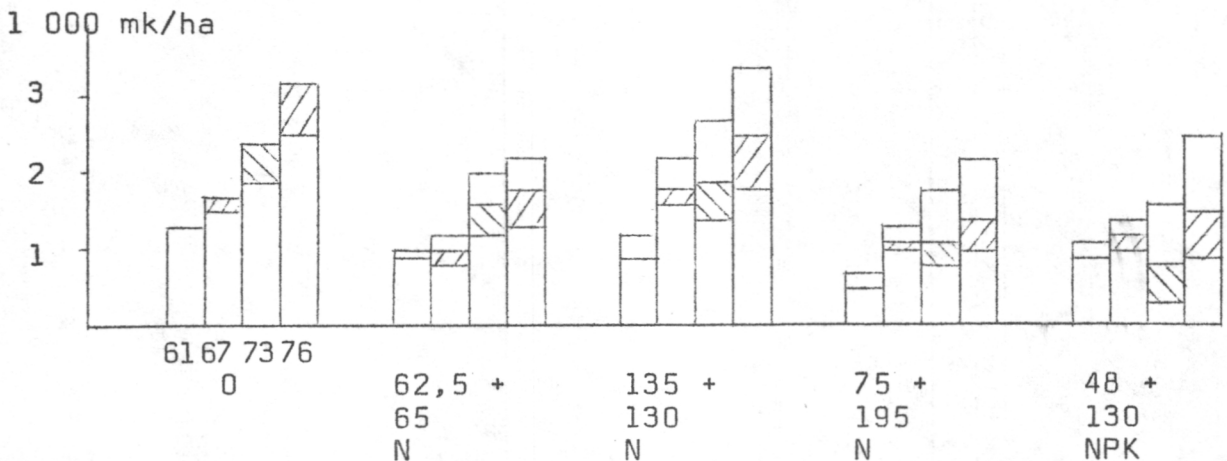
metsätyyppi VMT
ikä 70 v
I lannoitus 1965
II " 1972
keskikasvu 1965 -
1976

Kuva 9. Keskimääräinen vuotuinen kasvu mittaussjakson aikana (m³/ha/v kuorineen).



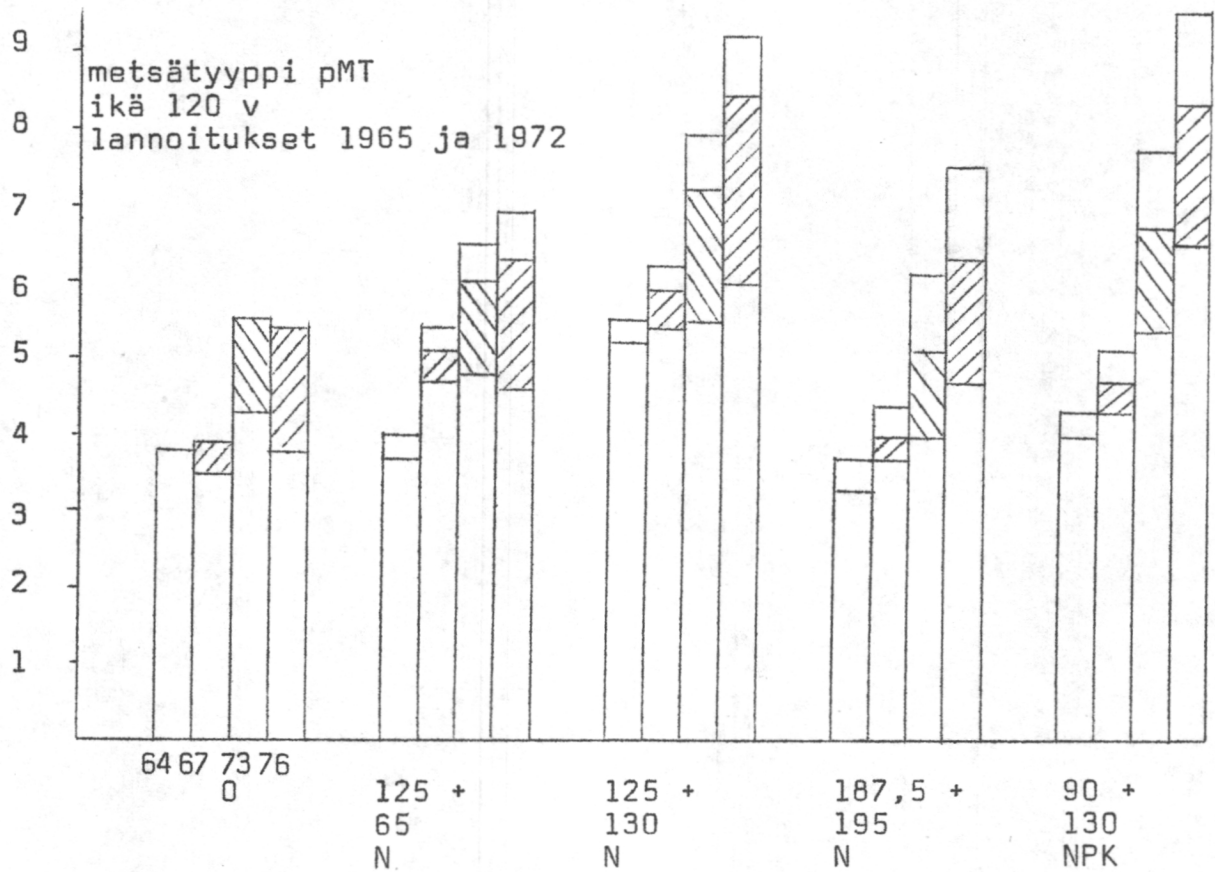
Kuva 10. Hakkuuarvojen kehitys koealoilla 1 - 5. ³Kantohinnat: havusahapuu 81,60 mk/m³, kuusikuitupuu 48,00 mk/m³ ja mäntykuitupuu 42,00 mk/m³. Lannoituskustannukset syksyn 1975 hintatason mukaan. Pylvään ylin osa: lannoituskustannus 5 %:n korokseen, tummennettu osa: puustopääoman korko 3 %:n mukaan.

metsätyyppi VMT
 ikä 50 v
 lannoitukset 1962 ja 1972



Kuva 11. Hakkuuarvojen kehitys koealoilla 8 - 12. Selitykset ks. kuva 10.

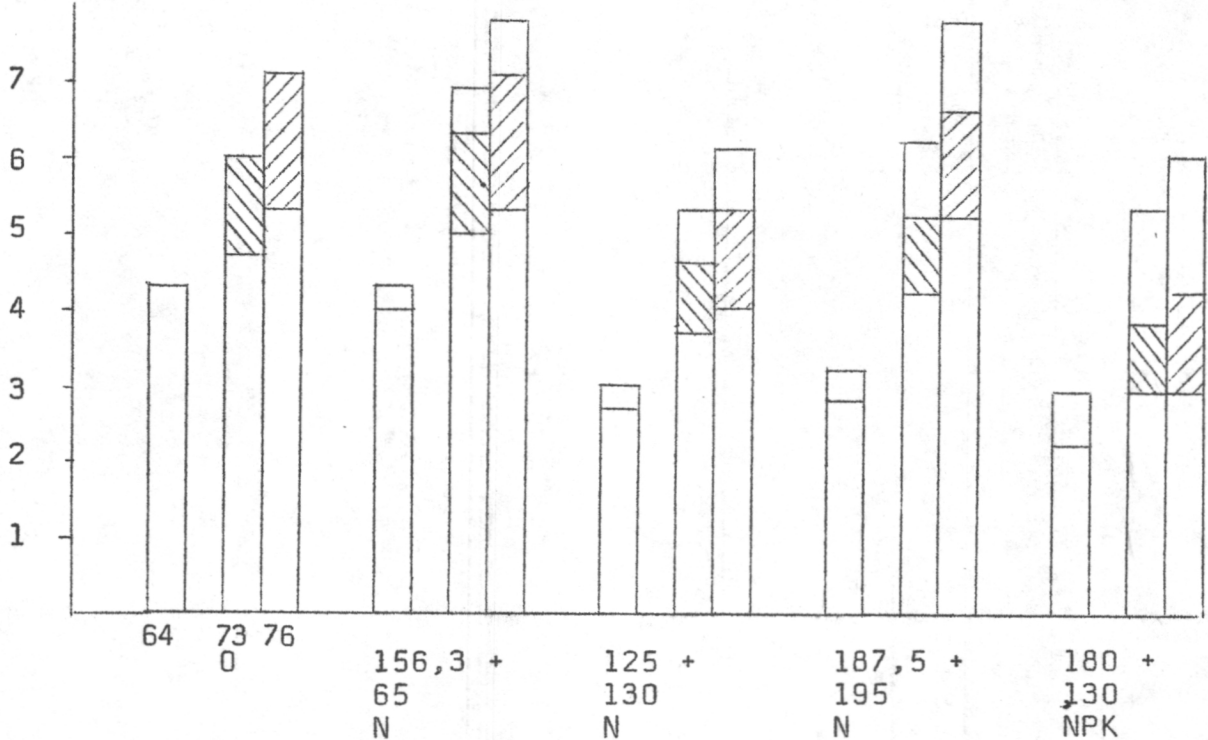
1 000 mk/ha



Kuva 12. Hakkuuarvojen kehitys koealoilla 15 - 19. Selitykset ks. kuva 10.

metsätyyppi VMT
ikä 70 v
lannoitukset 1965 ja 1972

1 000 mk/ha



Kuva 13. Hakkuuarvojen kehitys koealoilla 20 - 24. Selitykset ks. kuva 10.

Liite 1. Lannoituskäsittelyt

Koeala	Aika	N	Lannoitus		Kalkki	Kuvissa käytetyt lyhenteet
			P ₂ O ₅	K ₂ O		
1	k 1962	135	165	-	2000	135 + 130 N
	k 1972	130	-	-	-	
2	k 1962	-	-	-	-	0
	k 1972	-	-	-	-	
3	k 1962	62,5	82,5	-	2000	62,5 + 65 N
	k 1972	65	-	-	-	
4	k 1962	48	32	16	2000	48 + 130 NPK
	k 1972	130	65	65	-	
5	k 1962	75	66	29	2000	75 + 195 N
	k 1972	195	-	-	-	
8	k 1962	48	32	16	4000	48 + 130 NPK
	k 1972	130	65	65	-	
9	k 1962	62,5	82,5	-	2000	62,5 + 65 N
	k 1972	65	-	-	-	
10	k 1962	75	66	29	2000	75 + 195 N
	k 1972	195	-	-	-	
11	k 1962	-	-	-	-	0
	k 1972	-	-	-	-	
12	k 1962	135	165	-	2000	135 + 130 N
	k 1972	130	-	-	-	
15	k 1965	90	60	30	750	90 + 130 NPK
	k 1972	130	65	65	-	
16	k 1965	125	-	-	-	125 + 130 N
	k 1972	130	-	-	-	
17	k 1965	187,5	-	-	-	187,5 + 195 N
	k 1972	195	-	-	-	
18	k 1965	-	-	-	-	0
	k 1972	-	-	-	-	
19	k 1965	125	165	-	-	125 + 65 N
	k 1972	65	-	-	-	
20	k 1965	180	120	60	-	180 + 130 NPK
	k 1972	130	65	65	-	
21	k 1965	187,5	-	-	-	187,5 + 195 N
	k 1972	195	-	-	-	
22	k 1965	125	-	-	-	125 + 130 N
	k 1972	130	-	-	-	
23	k 1965	-	-	-	2000	0
	k 1972	-	-	-	-	
24	k 1965	156,3	123,8	-	-	156,3 + 65 N
	k 1972	65	-	-	-	

Pentti Savilampi

TULOKSIA AURASALOJEN METSÄNVILJELYTUTKIMUKSESTA

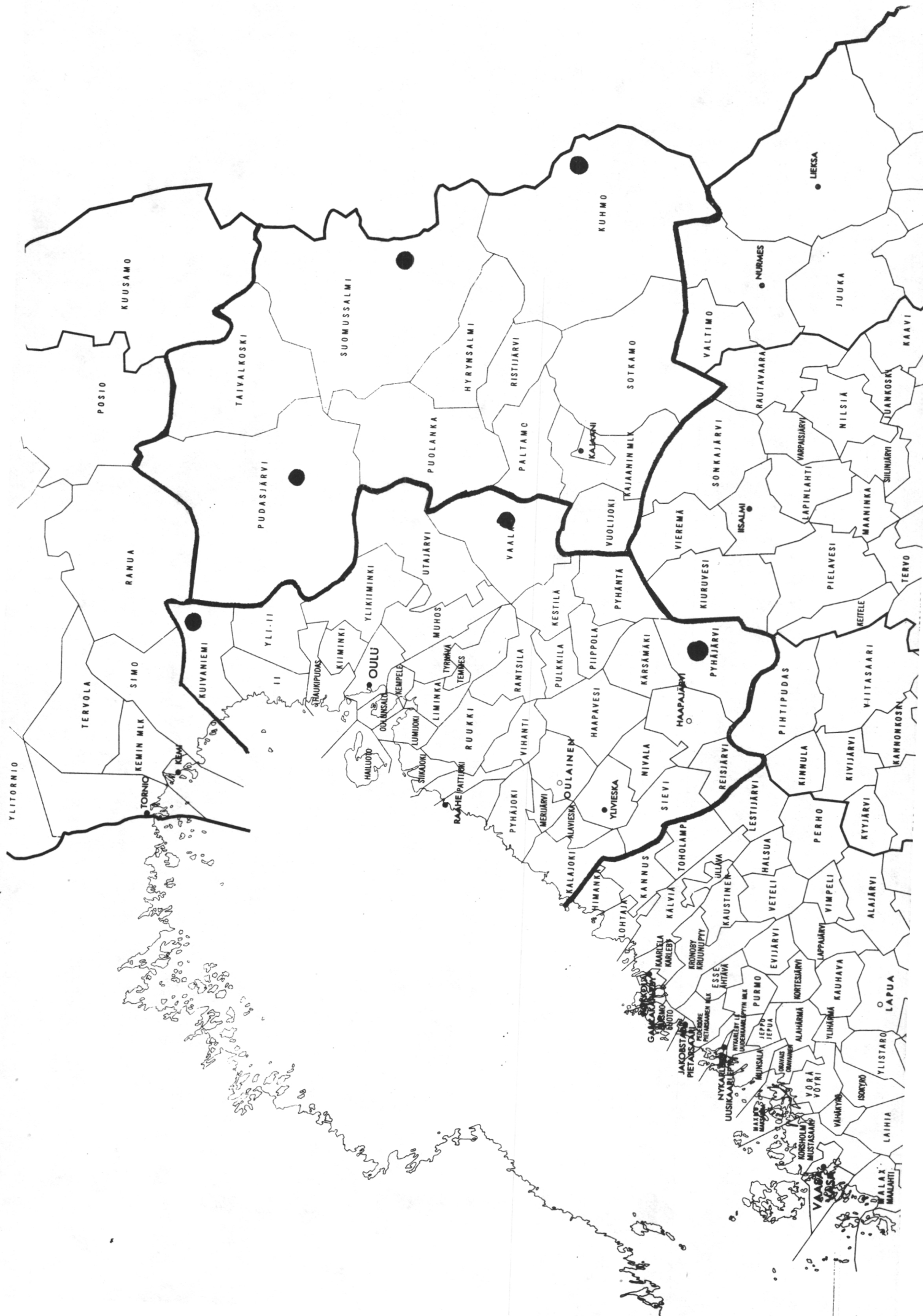
1. Tutkimuksen tarkoitus

Pohjois-Suomen metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosaston toimesta v. 1970 tutkimus, jossa pyrittiin selvittämään viljelyn onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä aurasaloilla.

2. Tutkimuksen toteutus

Tutkimusta varten Pohjois-Suomi jaettiin viiteen alueeseen eli regiooniin, joista Muhoksen tutkimusasema hoiti kahta aluetta, Pohjois-Pohjanmaata ja Kainuuta. Koekentät perustettiin metsähallinnon maille siten, että kullekin alueelle tuli kolme koealakeskitystä. Jokaisesta keskityksestä valittiin kolme eri kasvupaikkatyyppiä: karu moreenikangas, viljava moreenikangas ja viljava soistunut moreenikangas. Yksi kasvupaikkatyyppi muodosti yhden koealan, joka koostui neljästä toistosta. Koealueet aurattiin v. 1969 ja viljelyt suoritettiin 1970 - 72. Jokaista taimilajia viljeltiin pientareeseen ja palteeseen. Taimet mitattiin ja inventoitiin viimeisen kerran v. 1976.

3. Tuloksia



YLITORNIO

TORNIO

KEMIN MLK

TERVOLA

SIMO

KUIVANIEMI

YLI-
II

STRUKKIPUDAS

KIIIMINKI

OULU

HALLUOTO

OUENSALO

KEMPELÖ

SIIRAJOKI

LUMIOJOKI

RAAHENPÄÄTÖ

RUUKKI

VIHANTI

PYHÄJOKI

MENIÄRVI

KALAJOKI

ALAVESKI

OULAINEN

HIMANKI

LOHTAJA

KANNUS

KÄLVIA

TOHOLAMP

MAAROLA

MAURELA

ARONBY

KRUUNUPY

ESSI

ÄHTÄVA

NYKÄLÄ

UUSIKAUPUN
KUNTA

UUSIKALLIO

MASSALA

JEPPA

JEPVA

ORVAS

ALAHARMA

KORTESJÄRVI

YLIHARMA

KAUHAVA

YLTORNIO

TORNIO

KEMIN MLK

TERVOLA

SIMO

KUIVANIEMI

YLI-
II

STRUKKIPUDAS

KIIIMINKI

OULU

HALLUOTO

OUENSALO

KEMPELÖ

SIIRAJOKI

LUMIOJOKI

RAAHENPÄÄTÖ

RUUKKI

VIHANTI

PYHÄJOKI

MENIÄRVI

KALAJOKI

ALAVESKI

OULAINEN

HIMANKI

LOHTAJA

KANNUS

KÄLVIA

TOHOLAMP

MAAROLA

MAURELA

ARONBY

KRUUNUPY

ESSI

ÄHTÄVA

NYKÄLÄ

UUSIKAUPUN
KUNTA

UUSIKALLIO

MASSALA

JEPPA

JEPVA

ORVAS

ALAHARMA

KORTESJÄRVI

YLIHARMA

KAUHAVA

YLTORNIO

TORNIO

KEMIN MLK

TERVOLA

SIMO

KUIVANIEMI

YLI-
II

STRUKKIPUDAS

KIIIMINKI

OULU

HALLUOTO

OUENSALO

KEMPELÖ

SIIRAJOKI

LUMIOJOKI

RAAHENPÄÄTÖ

RUUKKI

VIHANTI

PYHÄJOKI

MENIÄRVI

KALAJOKI

ALAVESKI

OULAINEN

HIMANKI

LOHTAJA

KANNUS

KÄLVIA

TOHOLAMP

MAAROLA

MAURELA

ARONBY

KRUUNUPY

ESSI

ÄHTÄVA

NYKÄLÄ

UUSIKAUPUN
KUNTA

UUSIKALLIO

MASSALA

JEPPA

JEPVA

ORVAS

ALAHARMA

KORTESJÄRVI

YLIHARMA

KAUHAVA

YLTORNIO

TORNIO

KEMIN MLK

TERVOLA

SIMO

KUIVANIEMI

YLI-
II

STRUKKIPUDAS

KIIIMINKI

OULU

HALLUOTO

OUENSALO

KEMPELÖ

SIIRAJOKI

LUMIOJOKI

RAAHENPÄÄTÖ

RUUKKI

VIHANTI

PYHÄJOKI

MENIÄRVI

KALAJOKI

ALAVESKI

OULAINEN

HIMANKI

LOHTAJA

KANNUS

KÄLVIA

TOHOLAMP

MAAROLA

MAURELA

ARONBY

KRUUNUPY

ESSI

ÄHTÄVA

NYKÄLÄ

UUSIKAUPUN
KUNTA

UUSIKALLIO

MASSALA

JEPPA

JEPVA

ORVAS

ALAHARMA

KORTESJÄRVI

YLIHARMA

KAUHAVA

YLTORNIO

TORNIO

KEMIN MLK

TERVOLA

SIMO

KUIVANIEMI

YLI-
II

STRUKKIPUDAS

KIIIMINKI

OULU

HALLUOTO

OUENSALO

KEMPELÖ

SIIRAJOKI

LUMIOJOKI

RAAHENPÄÄTÖ

RUUKKI

VIHANTI

PYHÄJOKI

MENIÄRVI

KALAJOKI

ALAVESKI

OULAINEN

HIMANKI

LOHTAJA

KANNUS

KÄLVIA

TOHOLAMP

MAAROLA

MAURELA

ARONBY

KRUUNUPY

ESSI

ÄHTÄVA

NYKÄLÄ

UUSIKAUPUN
KUNTA

UUSIKALLIO

MASSALA

JEPPA

JEPVA

ORVAS

ALAHARMA

KORTESJÄRVI

YLIHARMA

KAUHAVA

YLTORNIO

TORNIO

KEMIN MLK

TERVOLA

SIMO

KUIVANIEMI

YLI-
II

STRUKKIPUDAS

KIIIMINKI

OULU

HALLUOTO

OUENSALO

KEMPELÖ

SIIRAJOKI

LUMIOJOKI

RAAHENPÄÄTÖ

RUUKKI

VIHANTI

PYHÄJOKI

MENIÄRVI

KALAJOKI

ALAVESKI

OULAINEN

HIMANKI

LOHTAJA

KANNUS

KÄLVIA

TOHOLAMP

MAAROLA

MAURELA

ARONBY

KRUUNUPY

ESSI

ÄHTÄVA

NYKÄLÄ

UUSIKAUPUN
KUNTA

UUSIKALLIO

MASSALA

JEPPA

JEPVA

ORVAS

ALAHARMA

KORTESJÄRVI

YLIHARMA

KAUHAVA

YLTORNIO

TORNIO

KEMIN MLK

TERVOLA

SIMO

KUIVANIEMI

YLI-
II

STRUKKIPUDAS

KIIIMINKI

OULU

HALLUOTO

OUENSALO

KEMPELÖ

SIIRAJOKI

LUMIOJOKI

RAAHENPÄÄTÖ

RUUKKI

VIHANTI

PYHÄJOKI

MENIÄRVI

KALAJOKI

ALAVESKI

OULAINEN

HIMANKI

LOHTAJA

KANNUS

KÄLVIA

TOHOLAMP

MAAROLA

MAURELA

ARONBY

KRUUNUPY

ESSI

ÄHTÄVA

NYKÄLÄ

UUSIKAUPUN
KUNTA

UUSIKALLIO

MASSALA

JEPPA

JEPVA

ORVAS

ALAHARMA

KORTESJÄRVI

YLIHARMA

KAUHAVA

YLTORNIO

TORNIO

KEMIN MLK

TERVOLA

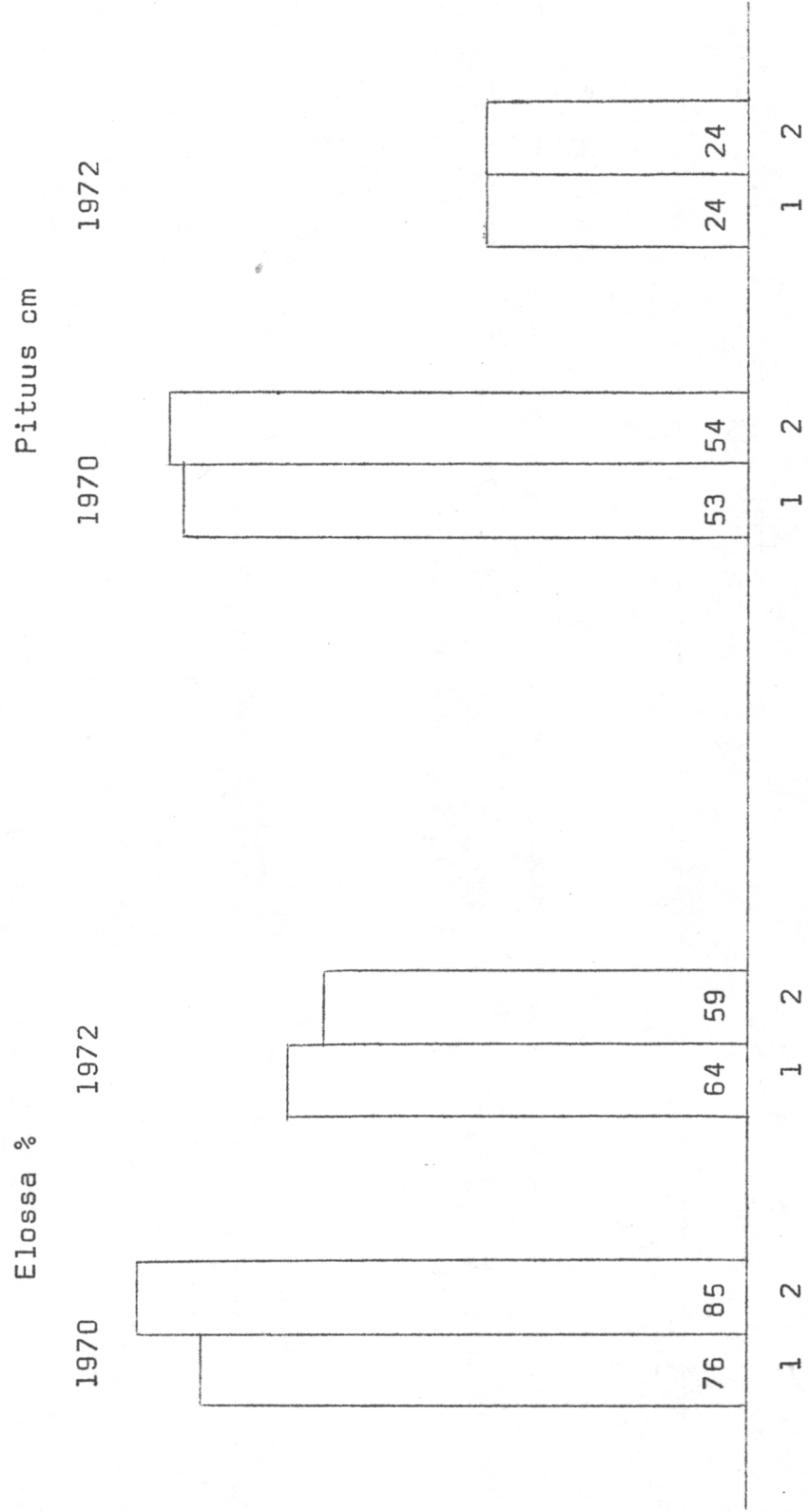
SIMO

KUIVANIEMI

YLI-
II

STRUKKIPUDAS

1 = tavallinen männyn siemen
 2 = stratifioitu "

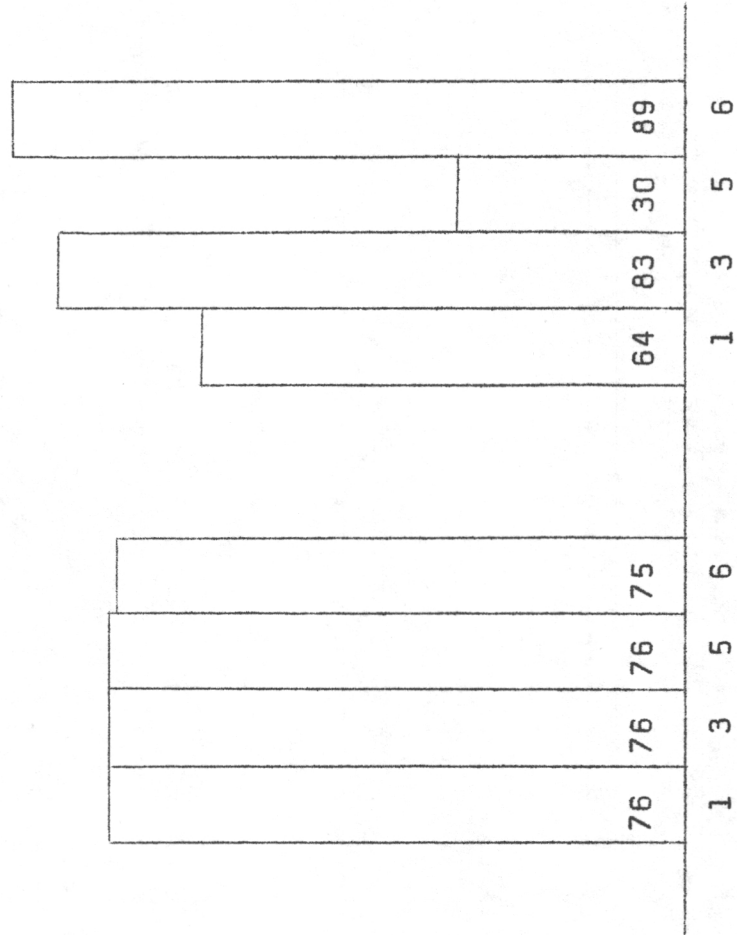


Kuva 1. Stratifioinnin vertailu

Elossa %

1970

1972



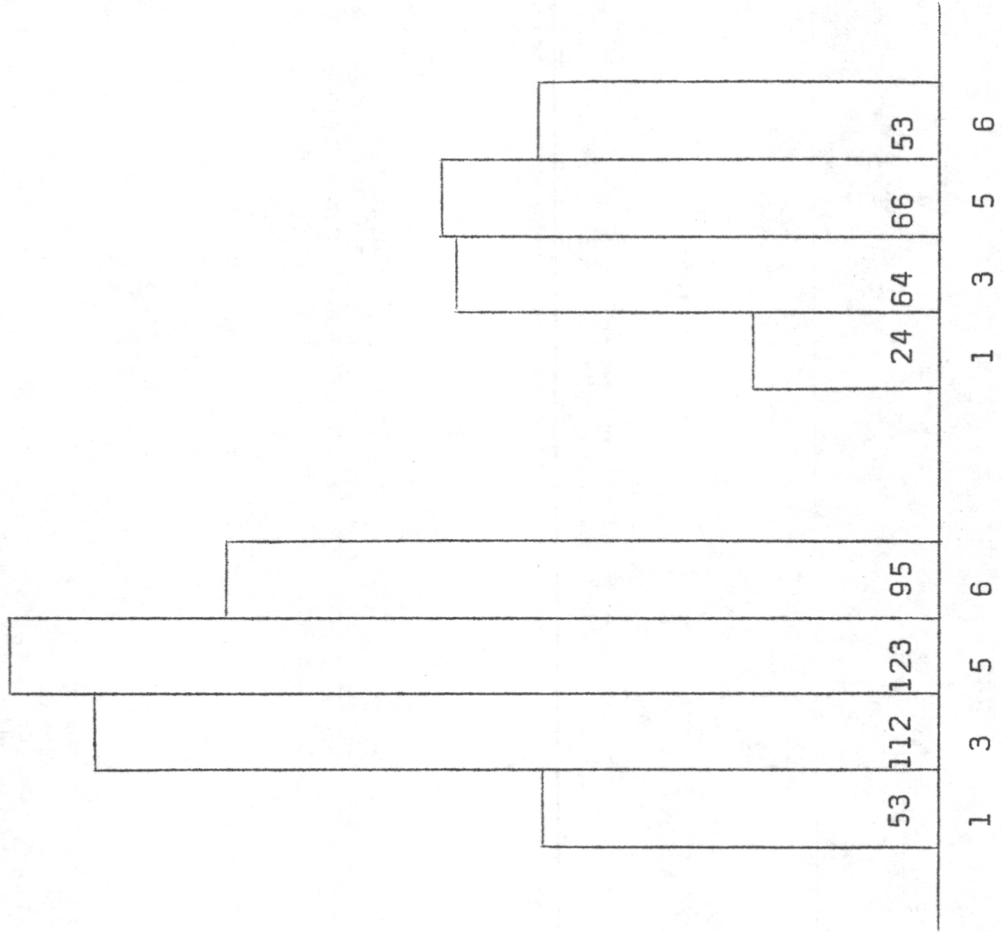
- 1 = mä kylvö
- 3 = " paljasjuurinen
- 5 = " rullataimi
- 6 = " kennotaimi

Kuva 2. Männyn materiaaliivertailu

Pituus cm

1970

1972



1 = mä kylvö

3 = " paljasjuurinen

5 = " rullataimi

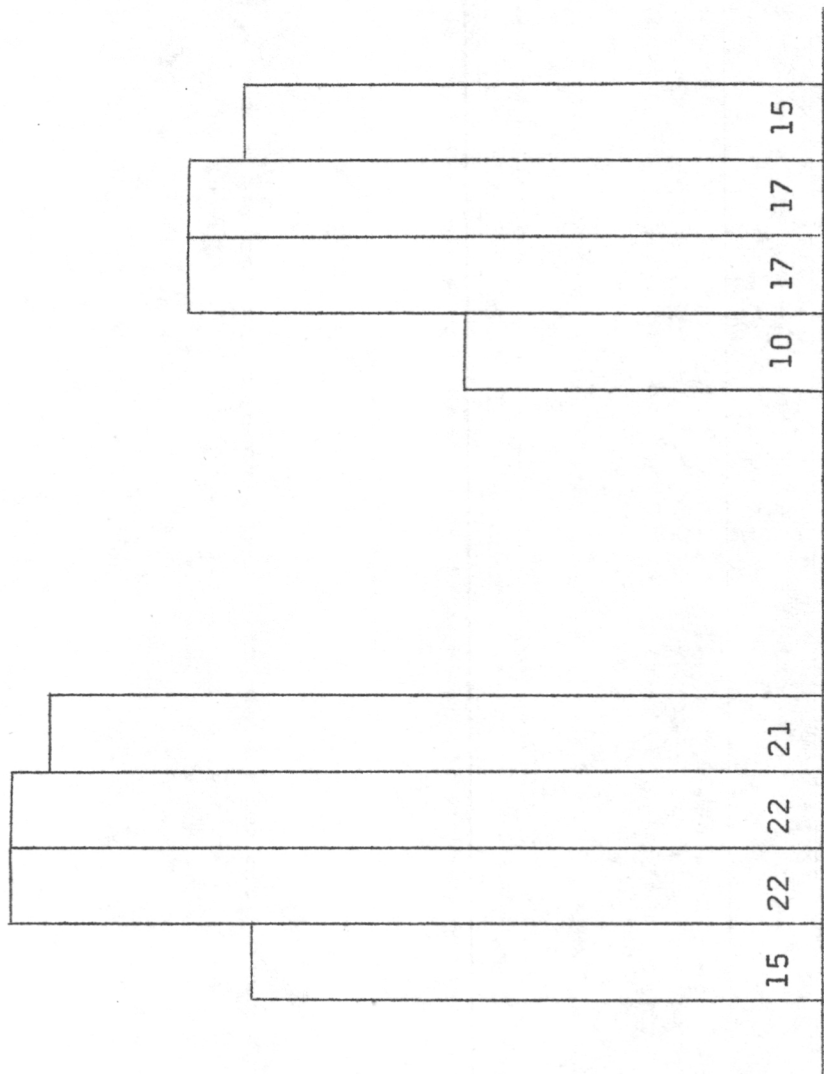
6 = " kennotaimi

Kuva 3. Männyn materiaalivertailu

Kasvain cm

1970

1972



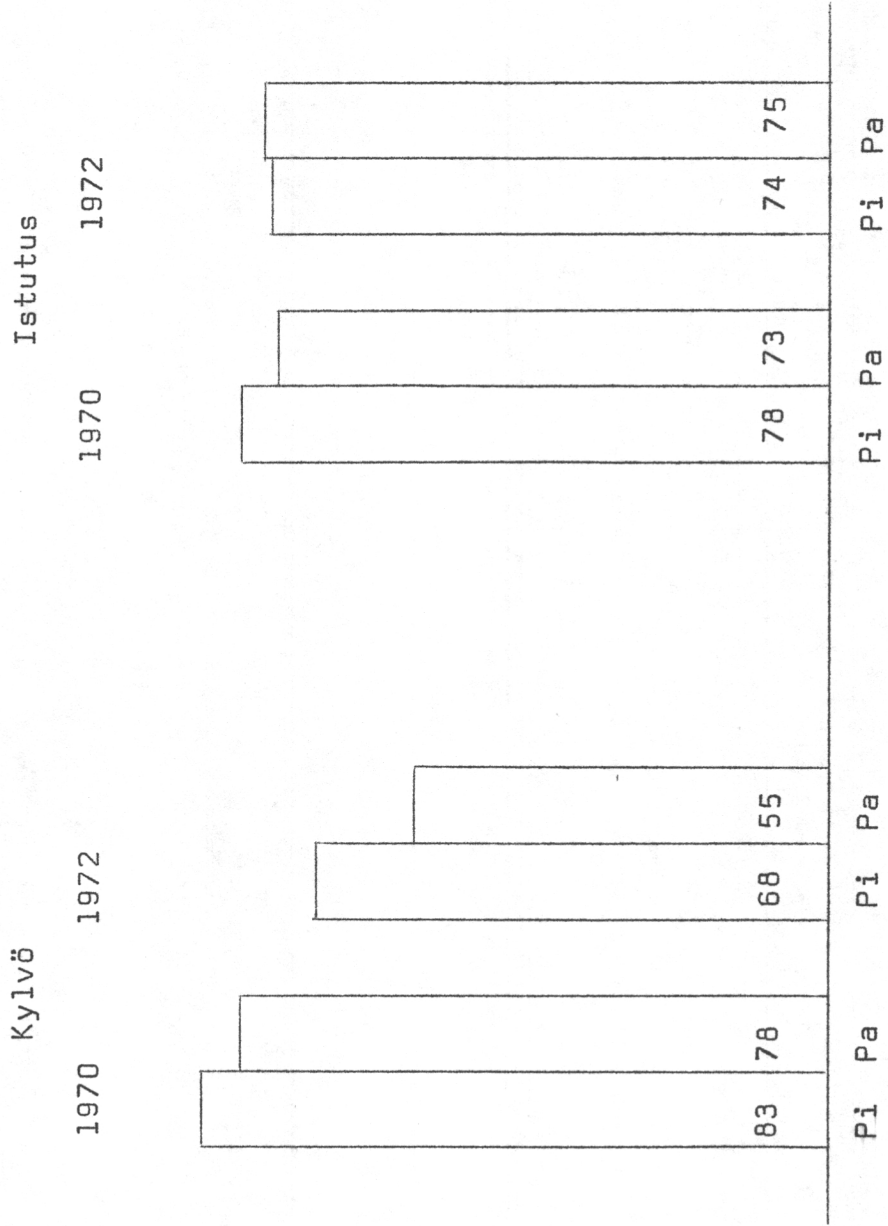
- 1 = mä kylvö
- 3 = " paljasjuurinen
- 5 = " rullataimi
- 6 = " kennotaimi

1 3 5 6

1 3 5 6

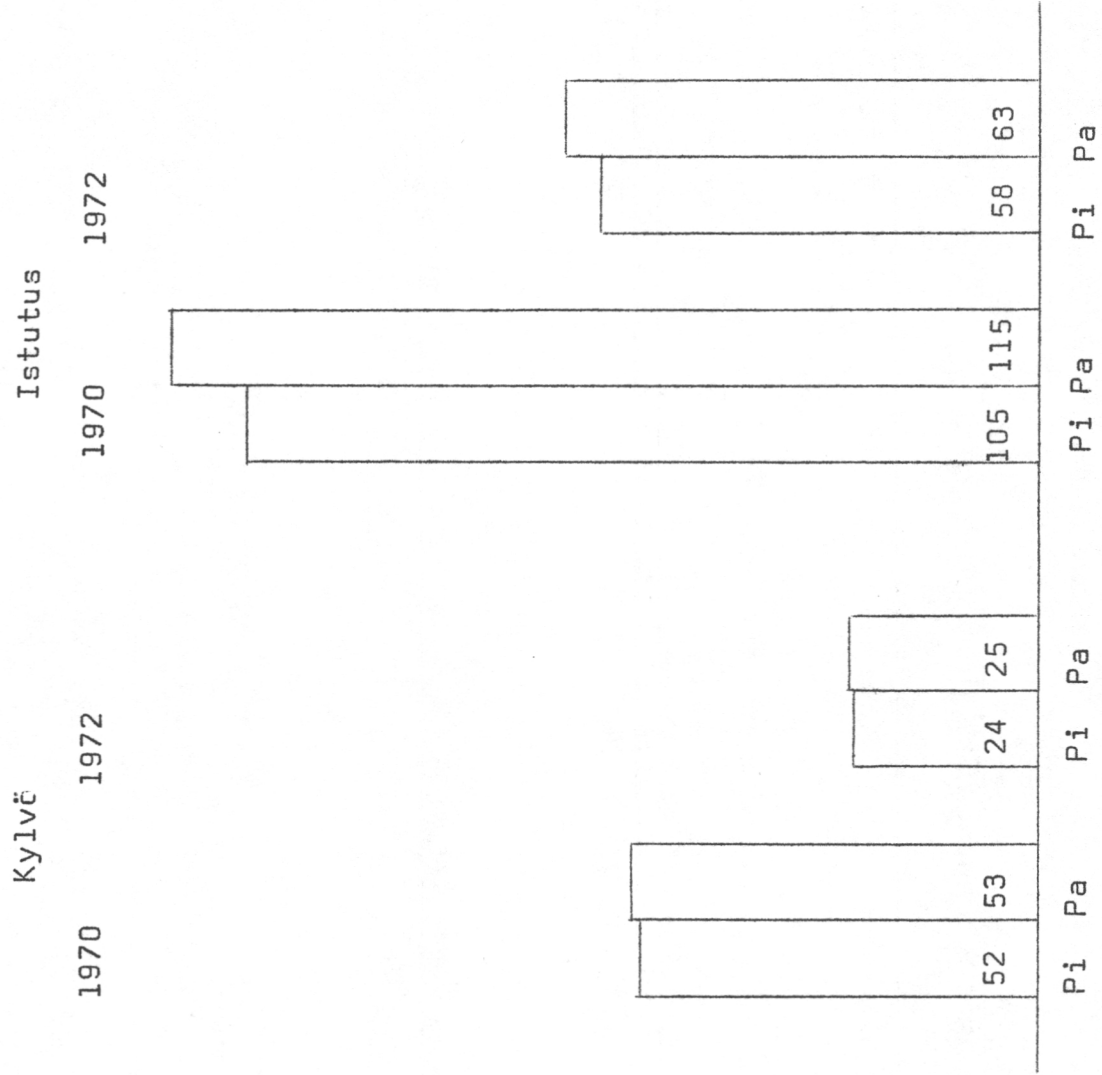
Kuva 3 a. Männyn materiaaliivertailu

Elossa %



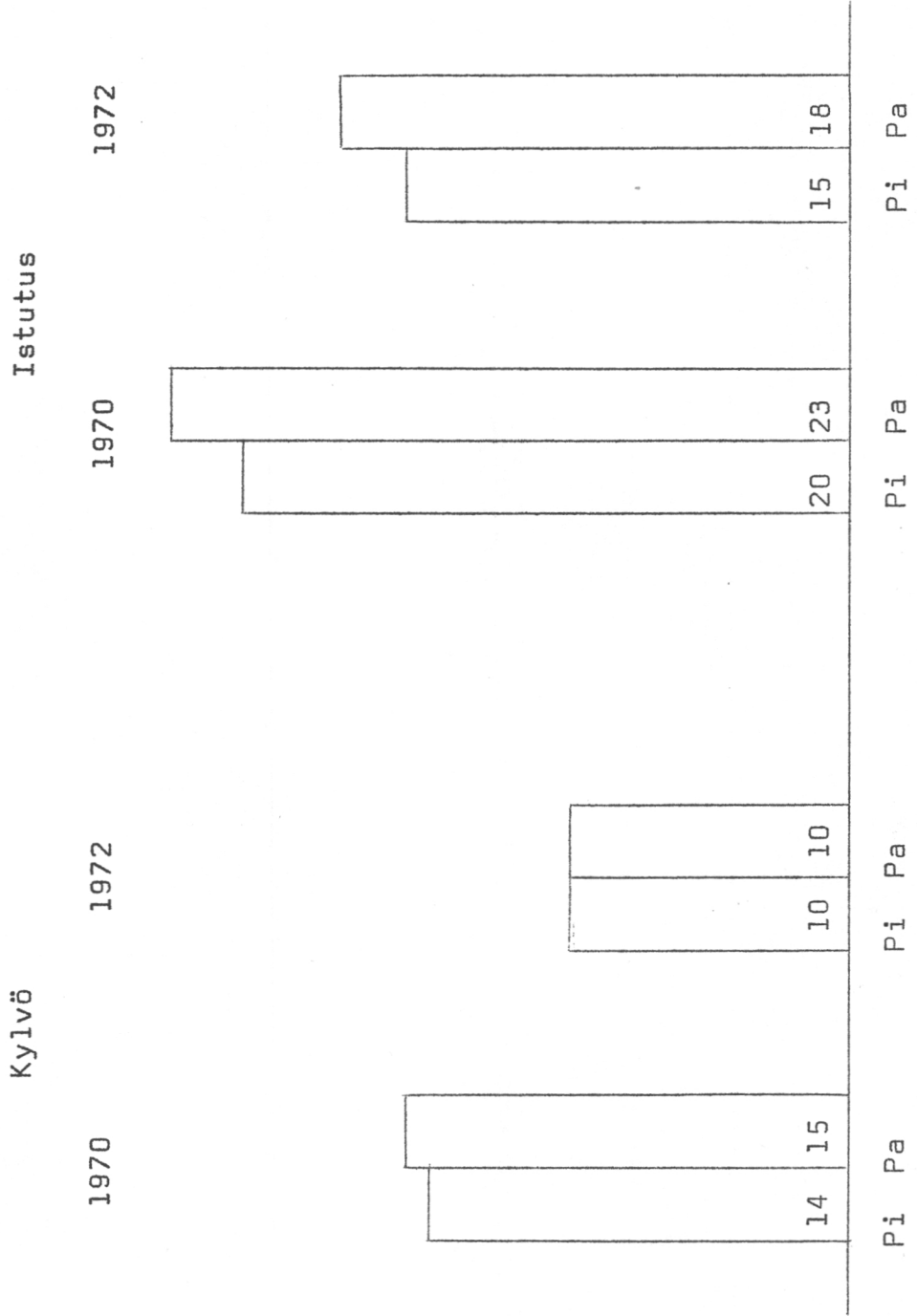
Kuva 4. Männyn viljelykohtavertailu

Pituus cm



Kuva 5. Männyn viljelykohtavertailu

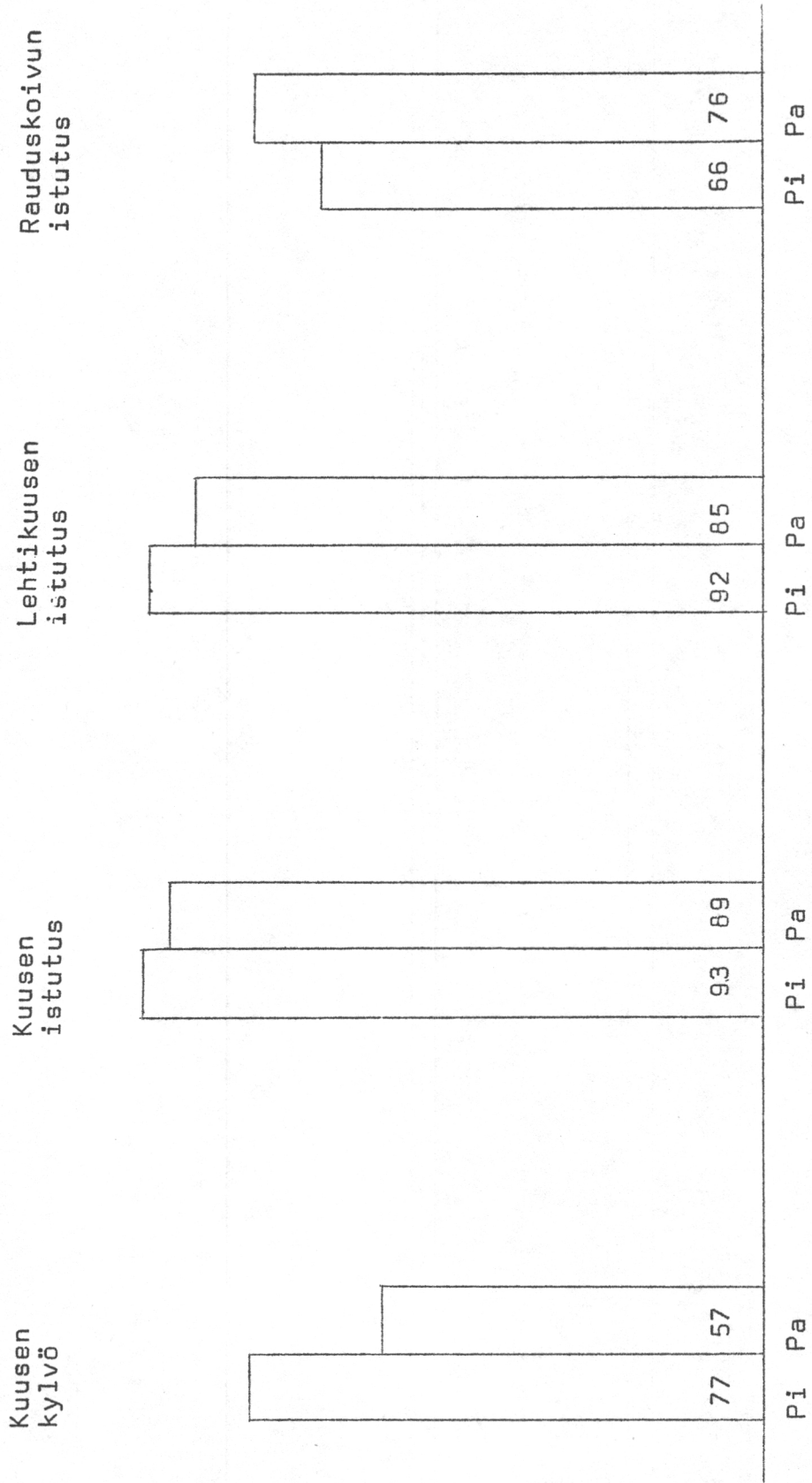
Kasvain cm



Kuva 6. Männyn viljelykohtavertailu

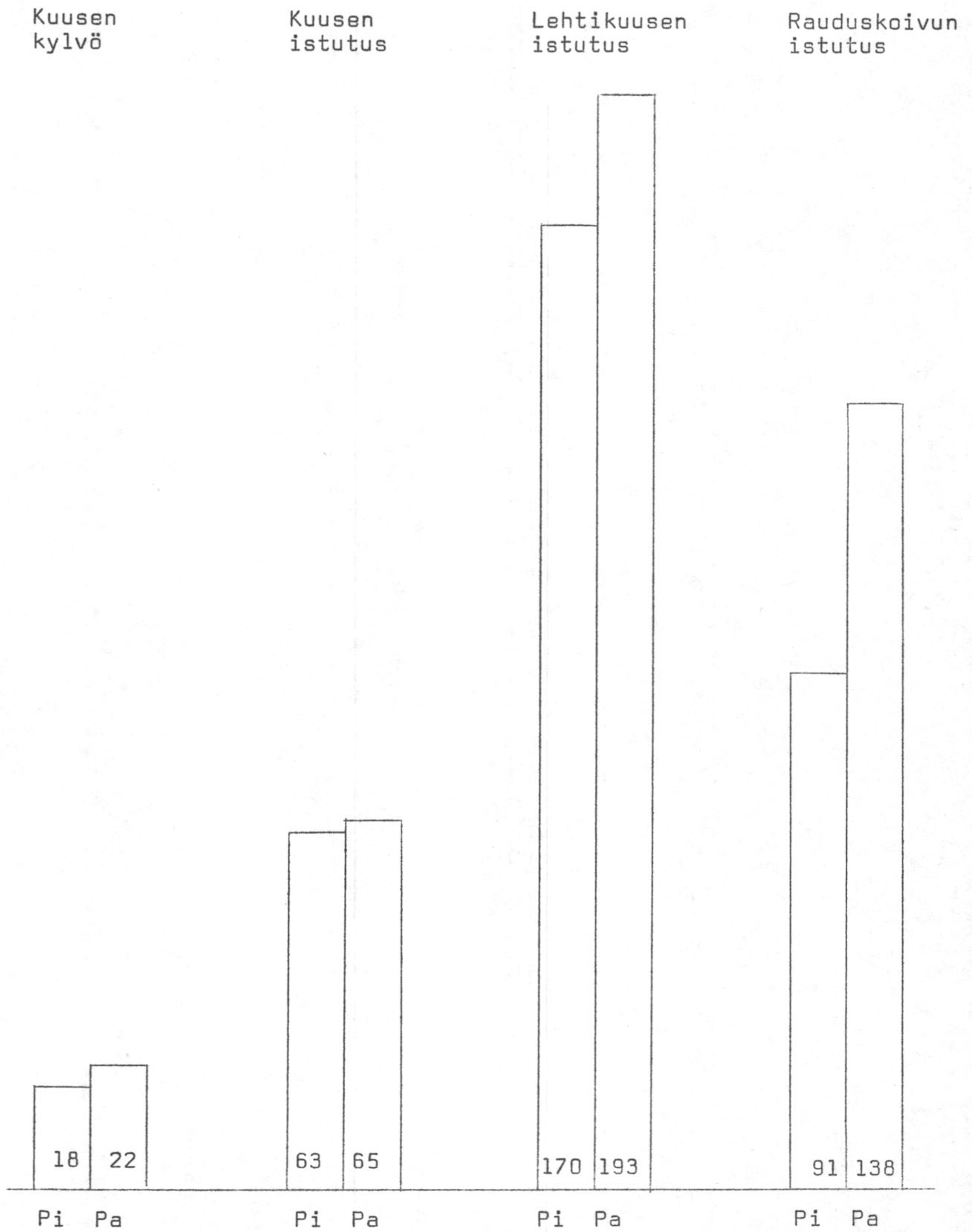
Elossa %

1971



Kuva 7. Eri puulajien viljelykohtaavertailu

Pituus cm
1971



Kuva 8. Eri puulajien viljelykohtavertailu

Kasvain cm

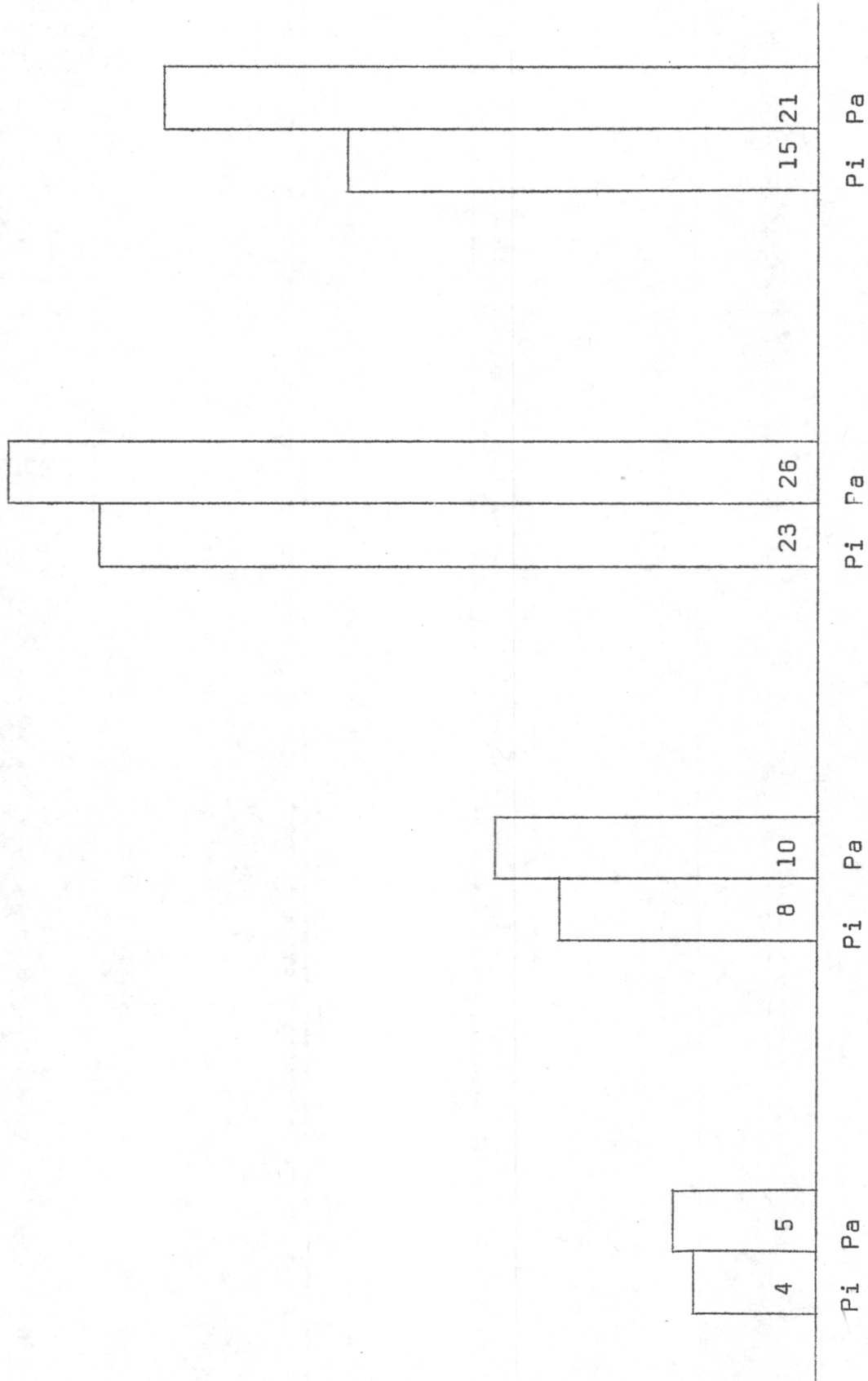
1971

Kuusen
kylvö

Kuusen
istutus

Lehtikuusen
istutus

Rauduskoivun
istutus



Kuva 9. Eri puulajien viljelykohtavertailu

4. Johtopäätöksiä

Männyn siemenen stratifioinnista ei ole mitään hyötyä (kuva 1).

Männyn materiaalivertailussa kylvön ja istutuksessa paljasjuurisen taimen, rulla- ja paperikennotaimen välillä ei onnistumisprosentissa ollut suuria eroja v. 1970 viljelyssä. Kun taas v. 1972 viljelyssä rullataimen heikko menestyminen johtunee siitä, että taimet olivat heikossa kunnossa taimitarhalta otettaessa. Kennotaimi menestyi parhaiten ja paljasjuurinen taimi oli vain 7 ja kylvö peräti 28 prosenttiyksikköä heikompina kuin kennotaimi (kuva 2). Pituudessa rullataimi on jonkin verran parempi paljasjuurista ja selvästi parempi kennotainta, kylvön ollessa pahasti jäljessä. Kaikki tämä johtuu siitä, että jo istutusvaiheessa taimien pituus on ollut samansuuntainen kuin nyt ja vuosien varrella erot ovat vain kasvaneet (kuva 3). Kasvaimessa ei paljasjuurisen ja rullataimen välillä ole enää eroa ja kennotaimikin on saavuttanut kahta edellä mainittua, eron ollessa enää vain 5 % (kuva 3a).

Männyn viljelykohtavertailu osoittaa, että kylvön onnistumissadannes on pientareessa parempi kuin palteessa. Istutetuilla taimilla ei ole suuria eroja palteen ja pientareen välillä (kuva 4). Pituus ja kasvain on jonkin verran parempi palteessa kuin pientareessa kylvössä, mutta selvästi parempi istutuksessa (kuvat 5 ja 6).

Eri puulajien viljelykohtavertailussa kuusen kylvössä ja istutuksessa sekä lehtikuusen istutuksessa on onnistumissadannes pientareessa parempi kuin palteessa, mutta rauduskoivulla päinvastoin (kuva 7). Kuusen kylvössä on taimen pituus 18 % parempi palteessa kuin pientareessa, mutta kuusen istutuksessa ero on vain 3 %. Lehtikuusella palteen paremmuus

pientareeseen verrattuna pituudessa on 12 % ja rauduskoivulla palle on jopa 34 % parempi piennarta (kuva 8). Kuusen kylvössä ja kuusen istutuksessa on latvakasvain viidesosan parempi palteessa kuin pientareessa. Lehtikuusella ero on 12 % ja rauduskoivulla jopa 29 % parempi palteessa kuin pientareessa (kuva 9).

Lopuksi on todettava, että kylvöjen onnistumissadannes on pientareessa niin paljon parempi palletta, että kylvöpaikkaa valittaessa palteesta on siinä oltava tarpeeksi paksusti kivennäismaata, etteivät kesän kuivana aikana kylvötaimet pääse kuolemaan. Männyn, kuusen ja lehtikuusen istutukset ovat myös elossaolon osalta onnistuneet pientareessa jonkin verran paremmin kuin palteessa. Taimien vuosikasvaimet kuitenkin kertovat, että kasvupaikkana palle on piennarta parempi. On kuitenkin ilmeistä, ettei istutustaimi kuole aivan niin herkästi kuivana aikana ohuessa palteessa kuin kylvötaimi. Onhan istutustaimella heti alkuun pitemmät juuret, joten minimi veden saanti on paremmin turvattu. Kuitenkin taimia istutettaessa on palteesta käytettävä vain sellaiset istutuspaikat, joissa aura on nostanut tarpeeksi kivennäismaata. Piennarta on käytettävä apuna viljelykseen vain silloin, kun palteeseen ei saada tarpeeksi taimia viljeltyä. Näin saadaan korkea onnistumissadannes ja samalla taimien kasvu on paras mahdollinen.

Jukka Valtanen

TUTKIMUSTULOKSIA SUURTEN AVOALOJEN METSITTYMISESTÄ POHJOIS-SUOMESSA

1. Suurten avoalojen historiaa

Sodan jälkeen 1940-luvun lopulla ja 1950-luvun alkupuolella tapahtunut mittava jälleenrakennustyö toteutettiin Pohjois-Suomessa suureksi osaksi metsien avulla. "Puulla parempiin päiviin" oli silloin yleinen iskusana. Valtion metsät olivat laajat ja yleensä yli-ikäiset. Yleinen oli käsitys, että Lapin ja Kainuun puuvarat ovat lähes rajattomat. Oli niin ollen hyvin luonnollista, että metsähallinto sai vastuulleen pääosan työllisyyden hoidosta pohjoisessa. Nimenomaan pahan työttömyyden mutta myös valtion heikon rahatilanteen takia valtioneuvosto velvoitti metsähallituksen ylittämään vahvistetut hakkuusuunnitteet usean vuoden aikana.

Kuljetusolot olivat 20 - 30 vuotta sitten toiset kuin nykyään. Lähes ainoa kaukokuljetustapa oli uitto, ja lähikuljetukseen käytettiin hevosta. Traktorit yleistyivät vasta 1950-luvulla. Erämaat olivat tiettömät; monet Pohjois-Suomen maantiet ja useimmat metsäautotiet ovat syntyneet vasta sitten, kun hakkuut on jo toteutettu tai ovat olleet jo hyvää vauhtia menossa.

Noissa oloissa, koska taloudellisuus oli toiminnan ensimmäisenä johtotähtenä, hakkuut luonnollisesti keskittyivät hyvin yksille paikoille. Hevoskuljetus rajoitti hakkuut lähelle uittojokia. Pisin hevosajomatka oli yleensä 7 - 8 km. Ns. tossuraha eli ylipitkästä työmatkasta jätkälle maksettava kulkemiskorvaus rajoitti hakkuut neljän kilometrin säteelle kämpästä. Teoriassa näin

syntyi muutamassa vuodessa halkaisijaltaan 8 km:n aukko eli 4000 - 5000 ha:n suuruinen avoala. Käytännössä ei näin puhdasta tapausta liene kuitenkaan ollut.

Kun hakkuita ei enää kämpältä yletetty suorittamaan, siirrettiin kämpä uuteen paikkaan ja alettiin uuden aukon teko. Myös oli käytössä semmoinen tapa, että oli yksi pääpirtti ja sen ympärillä usean kilometrin päässä yksi tai useampia sivupirttejä. Tämäntyyppisen suursavotan hoidolla oli omat hyvät puolensa.

Jo hakkuitten aikana 1940-luvun lopulta alkaen ja myöhemminkin on esitetty runsaasti kritiikkiä näitä suuria aukeita kohtaan. Ns. suuri yleisö reagoi pääasiassa hakkuualojen suuruuteen. Monet metsäammattimiehet arvelivat, että ilmasto suurilla avoaloilla muuttuu pienille taimille lähinnä kuivattavan tuulen takia niin epäedulliseksi, että uutta metsää ei synny. Esitettiin, että toiminnan olisi pitänyt olla varovaisempaa ja hakkuut hajauttaa huomaamattomiksi pikku aukoiksi. Tähän voidaan vastata, että

1. jos metsähallitus olisi saanut toimia omien suunnitteittensa mukaisesti, ei näin suuria aukeita olisi syntynyt, ja
2. koska puuta oli saatava paljon, ei silloisilla edellytyksillä voitu muuta kuin ottaa sitä yksiltä paikoilta ja vain kaukokuljetusreittien ääreltä.

Metsäammattimiesten omassa keskuudessa esiintyi kritiikkiä ja arviointia myös siitä, oliko valittu uudistushakkuutapa paras. Vallankin alkuaikoina pyrittiin luontaiseen uudistamiseen, vaikka elinvoimaisia siemenpuuta oli monin paikoin niukalti. Ilman edelläkäyneitä valmistushakkuuta olivat siemenpuut tuuleen tottumattomia, ja niinpä myrsky paikoin kaatoi niitä. Maanmuokkauskalustoa ei silloin vielä ollut, joten taimettuminen oli paikoin hyvin vajaata. Luontaisessa uudistamisessa koettiinkin runsaasti epäonnistumisia.

Ammattimiesten arvostelua herätti myös se, että yli-ikäisten metsien ohessa hakattiin joskus myös lähellä hakkuukypsyyttä olevia vielä elinvoimaisia metsiköitä, jotka tosin olivat kokonaisuuteen verrattuna pienialaisia. Näin jälkeinpäin on mahdotonta ratkaista, olisiko noiden pienien metsiköiden säästämistä ollut taloudellista hyötyä tai muuta etua.

Uudistamistavaksi valittiin alkuaikoina siis yleensä luontainen uudistaminen, jos edellytyksiä vähänkin oli. Muuten käytettiin kylvöä ja vähän myös istutusta. 1950-luvulla taimituotannon lisääntyessä kasvoi istutusten osuus.

Ns. rästeistä valtion mailla on puhuttu paljon. Rästillä tarkoitetaan sitä, että hakkuun jälkeen alue jätetään sikseen, ts. roskapuustoa ei raivata, joten luontainen uudistuminen ei onnistu, eikä aluetta tietenkään viljellä. Rästialueita syntyi jo sota-aikana ja sen jälkeen aina 1950-luvun puoliväliin asti siitä syystä, että eduskunta ei myöntänyt metsähallitukselle riittäviä metsänhoitorahoja. Hakkuut etenivät, mutta osa alueista jäi keskeneräisiksi. 1960-luvun alusta alkaen metsähallitus alkoi saada pyytämänsä määrärahat, ja rästejä on sen jälkeen otettu kiinni. Jonkin verran niitä on vieläkin siitä syystä, että alueet ovat niin kaukana teistä ja syrjässä muusta toiminnasta, että niitä ei toistaiseksi ole kannattanut ottaa työn alle, tai siksi, että roskapuusto on alueella elpynyt niin hyvin, että se kannattaa mieluummin kasvattaa kuin hakata pois.

2. Viljelykokeet

1920- ja 1930-luvuilla tehdyt pienialaiset metsänviljelytyöt olivat yleensä tuottaneet hyvän tuloksen. 1950-luvun suurilla työmailla ei yleensä päästy yhtä hyvin tuloksiin. Pieniä

taimia kuoli runsaasti, ja joitakin alueita jouduttiin täydennysviljelemään pariinkin kertaan. Epäonnistumisien syyksi arveltiin lähinnä avoalojen suuruudesta johtuva ilmastotekijäin muutos.

Vuosina 1962 - 65 perustettiin ongelmien selvittämiseksi koealut Valtimolle, Pudasjärvelle ja Savukoskelle. Koealut sijoitettiin sekä suurille avohakkuualoille että niille vertailuksi pieniin, muutaman hehtaarin suuruisiin metsän aukkoihin sekä kulotetuille että kulottamattomille maille. Esim. Pudasjärvellä koealoja on ns. suomenennätysaukealla, jonka laajuus on n. 10 000 ha eli 100 km².

Koealut viljeltiin neljänä vuotena (1962 - 65) neljänä kuukautena (V, VI, IX ja X) käyttäen kolmea viljelytapaa (kylvö, pienet 2+0-v. taimet ja isot 2+1-v. taimet). Lohkossa on siten 48 ruutua (= 4 vuotta x 4 kuukautta x 3 materiaalia). Yhteen ruutuun viljeltiin 70 tainta tai kylvölaikkua. Neljä lohkoa muodosti yhden koealan. Kaikkiaan viljelymäärä oli n. 167 000 kpl.

Koealan kaavakuva

				Lohko I				
Lohko III		48 ruutua, jotka täyttyivät 4 vuoden aikana.						
		Ruutujärjestys arvottiin.						
Lohko IV	Lohko II							

Taimistojen kehitystä on seurattu mittauksin ja inventoinnein vuosittain. Loppumittaus oli v. 1975.

3. Viljelykokeiden tulokset

Seuraavassa tarkastellaan kevätviljelyjä (V ja VI), jotka vastaavat normaaleja käytännön viljelyjä.

31. Avoalan suuruuden vaikutus

	Elossa %		Pituus cm		Latvakasvain cm	
	Pieni	Suuri	Pieni	Suuri	Pieni	Suuri
Valtimo	30	36***	227	234	27	29***
Pudasjärvi	41	47***	133	146***	14	18***
Savukoski	40	37	113	125***	18	20***
Ka.	37	40	158	168	20	22,5

Lukujen mukaan suuret avoalat ovat edullisempia kasvupaikkoja kuin pienet. Tulos ei ole ehdottomasti kritiikin kestävä, sillä kemiallisten maa-analyysien mukaan viljavuudessa on pieni ero. Paikkojen valinta ei siis ole osunut täysin oikeaan.

32. Kulotuksen vaikutus

	Elossa %		Pituus cm		Latvakasvain cm	
	K+	K-	K+	K-	K+	K-
Valtimo	34	32	224	237***	28	29
Pudasjärvi	39	41***	120	157***	11	21***
Savukoski	42	36***	131	107***	20	18***
Ka.	38	39	159	167	20	22

Pudasjärvellä kulotettujen maitten taimistot ovat menestyneet huonosti, Savukoskella hyvin. Eron syy voi olla maaperässä.

33. Viljelykuukauden vaikutus

	Elossa %		Pituus cm		Latvakasvain cm	
	V	VI	V	VI	V	VI
Valtimo	34	32	232	229	28	28
Pudasjärvi	46	42*	143	136**	16	16
Savukoski	38	39	124	114**	19	19
Ka.	39	38	166	160	21	21

Toukokuu on ehkä hivenen verran kesäkuuta parempi viljelyaika.

34. Viljelymateriaalin vaikutus

k = kylvö i = 2+0-taimi I = 2+1-taimi

	Elossa %			Pituus cm			Latvakasvain cm		
	k	i	I	k	i	I	k	i	I
Valtimo	27	28	44***	178	233	280***	22	29	34***
Pudasjärvi	53	41	37***	94	152	172***	13	17	18***
Savukoski	73	28	18***	95	126	137***	18	20	20***
Ka.	51	32	33	122	170	196	18	22	24

Pohjoisessa kylvö on ylivoimainen sekä ellossaolon että kasvun puolesta istutukseen verrattuna. Etelässä isojen taimien istutus on edullisinta.

35. Keskiarvot paikkakunnittain

	Elossa %	Pituus cm	Latvakasvain cm
Valtimo	32,8	230	28
Pudasjärvi	43,8	139	16
Savukoski	38,6	119	19
Ka.	38,4	163	21

4. Muut havainnot

41. Tuhot

Koekentillä on ollut runsaasti erilaisia eläin- ja sienituhoja. Linnut ja hyönteiset hävittivät usein pääosan kylvösiemenistä jo ensimmäisen vuorokauden aikana. 1967 - 72 teki männynversosyöpä pahaa jälkeä. Lumikariste vaivasi taimistoja kolmena talvena peräkkäin 1973 - 75. Se teki tuhoja eniten laajoilla kulotetuilla avoaloilla.

On ilmeistä, että kylvötuhot olisi voitu pääosaksi välttää, jos olisi käytetty ns. vakoruutukylvöä l. siemen olisi peitetty. Myös istutustulos olisi nyky menetelmillä ilmeisesti parempi. Myöhemmät tutkimukset ovat nimittäin osoittaneet, että maan muokkaaminen (metsäauraus) on taimien alkukehityksellä edullista. Taimien kasvunopeus ja kunto on aurausalueella parempi kuin muokkaamattomalla maalla. Se merkitsee suurempaa kestävyyttä monia sienitauteja vastaan ja nopeampaa karkuunpääsyä lumikaristeelta. Vuosina 1962 - 65 ei metsäauraa vielä ollut käytettävissä.

42. Muut puulajit

Koelat on viljelty männylle. Lehtipuun vesakkoa on noussut paikoin runsaasti, mutta se on poistettu 2 - 3 kertaan. V. 1975 kasvipeiteanalyysissä saatiin silti koivujen määräksi 988 kpl/ha. Pääosa oli hieskoivua. Raudusta oli Pudasjärven kulotetuilla koealoilla enemmän kuin hiestä.

5. Metsän uudistamisen onnistumisesta Pohjois-Suomessa

Useiden Pohjois-Suomessa tehtyjen viljelyalueiden inventointien mukaan viljelytulos on 10 - 15 vuoden iällä ollut vain 30 - 50 % eli samanlainen kuin nyt selostetussa tutkimuksessa.

Se on kiusallisen alhainen. Uudistumistulos ei silti ole näin huono, sillä luonnontaimet korjaavat hyvin yleisesti ihmisen työssä esiintyvät puutteet. Vain muutamassa poikkeustapauksessa metsittyminen on jäänyt todella vajaaksi.

Esitetyn tutkimuksen tulos on valtion metsähallinnon kannalta eräessä mielessä ilahduttava, sillä se joskus aika räikeäkin sanankäyttö, mikä metsähallintoon on suurten avoalojen takia kohdistettu, on osoittautunut virheelliseksi ainakin siltä osin kuin on kysymys puhtaasti ammattitaidollisista ratkaisuista.

- 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 fosforilannoitelajikoista. 1973.
- N:o 5. Kalevi Karsisto. Lannoitteiden levitystasaisuudesta moottorikelkkaa käytettäessä. 1973.
- N:o 6. Kalevi Karsisto. Kokeita typpilannoitteiden häviämisestä säkeistä. 1973.
- N:o 7. Kalevi Karsisto. Isorakeisen typpilannoitteen uppoamisesta lumeen. 1975.
- N:o 8. Markku Turtiainen ja Jukka Valtanen. Metsänviljelytutkimuksen välituloksia Pohjanmaan ja Kainuun metsäaurausalueilta. 1974.
- N:o 9. Jukka Valtanen. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. 1974.
- N:o 10. Esteri Ohenoja ja Niilo Takkunen. Alustavia tietoja lannoituksen vaikutuksesta kangasmetsien sienisatoon. 1974.
- N:o 11. Kalevi Karsisto ja Jorma Issakainen. Riistan tuottaminen 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.

