



Teuvo Levula ja Risto Heikkilä

MAANMUOKKAUKSEN VAIKUTUS
MÄNNYNTAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN
POHJOIS-KARJALASSA



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA
Maantutkimusosasto

Teuvo Levula ja Risto Heikkilä

MAANMUOKKAUKSEN VAIKUTUS MÄNNYNTAIMIEN ALKUKEHITYKSEEN
POHJOIS-KARJALASSA

TIIVISTELMÄ

V. 1978 istutettiin 1M + 1 A -männyn taimia Nurmeksessa ja Sotkamossa sijaitseville koealueille, joilla koejäseninä ovat pääkäsittelyinä muokkaamaton, palleanaurattu sekä auran jälkeen jyrsitty kasvualusta. Alakäsittelyistä tehtiin ennen istutusta peruslannoitus. Kahden kasvukauden jälkeen suoritettiin inventointi, missä todettiin taimien kasvaneen ensimmäisenä kesänä keskimäärin 5 - 7 cm ja toisena 5 - 10 cm. Toisena kesänä muokkaus lisäsi pituuskasvua 3 - 4 cm ja peruslannoitus 1 cm. Taimikuolleisuus oli 4 - 9 % eikä muokkauksella tai lannoituksella ollut mainittavaa vaikutusta taimien elossapysymiseen kaikkiaan. Huomattava osa tuhoista oli tukkikärsäkkäiden (*Hylobius* spp.) aiheuttamia. Näiden hyönteisten tekemiä etenkin voimakkaimpia vaurioita tavattiin eniten muokkaamattomalla sekä jyrsityllä ja vähiten palleanauratulla kasvualustalla.

1 JOHDANTO

Metsien käsittelyssä tapahtui 1960-luvulla kolme kiisteltä suunnamuutosta: kulotukset vähenivät, avohakkuut lisääntyivät ja männyn kylvöt muuttuivat istutuksiksi. Koska kunnostamattomalle avohakkuualalle on vaikea istuttaa taimia, yleistyi metsämaan muokkaus nopeasti. Muokkauskoetoiminta käynnistyi Suomessa 1960-luvun lopulla. Monet muokkauskokeet ovat osoittaneet taimien elossapysymisen parantuneen ja pituuskasvun suureneen muokkauksen johdosta (esim. MÄLKÖNEN 1976, MUTKA ja LÄHDE 1977, POHTILA 1977, LEVULA ja HEIKKILÄ 1979). Toisaalta varsinkin voimaperäisellä muokkauksella on selviä haittoja: muokkausjäljet ovat rumia, haittaavat liikkumista ja metsän moninaiskäyttöä. Muokkaus lisää taimikon perkaustarvetta (RAULO ja MÄLKÖNEN 1976) ja tekee kemiallisen vesakontorjunnan tarpeelliseksi.

Vanhimmatkin muokkauskokeet ovat vielä varsin nuoria. Koko kiertoaikaa ajatellen voivat kokeiden tulokset antaa liian hyvän kuvan kasvun paranemisesta. Muokkaus lisää huuhtoutuvan veden ravinnemääriä ja tämän johdosta maan ravinnetase voi heiketä. Muokkauksen aiheuttaman hajotustoiminnan nopeutuminen (VOSS-LAGERLUND 1976) ja käyttökelpoisen typen nopea lisääntyminen voivat aiheuttaa kehityshäiriöitä pienissä taimissa (RAITIO 1980).

Männyn istutustaimille alkuvuosina vaarallisten tukkikärsäkkäiden (*Hyllobius* spp.) aiheuttamia tuhoja on auratulla maalla todettu vähemmän kuin sellaisilla maanmuokkausaloilla, joilla taimien ympärillä on suhteellisen vähän kivennäismaata paljaana (HEIKKILÄ 1975). Myyrätuhoja on voimaperäisesti muokatuilla aloilla Pohjois-Suomessa havaittu vähemmän kuin muokkaamattomilla (LEVULA ja HEIKKILÄ 1979).

Oikean muokkaustason valitsemiseksi koko kiertoaikaa silmällä pitäen on Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosaston, Metsähallituksen ja Kemira Oy:n yhteistyönä vuodesta 1973 alkaen pe-

rustettu laajaa muokkauskoesarjaa. Pohjois-Karjalaan perustettiin kaksi koetta, jotka inventoitiin kahden kasvukauden kuluttua istutuksesta. Tässä työssä tarkastellaan tämän inventoinnin tuloksia.

2 KOEJÄRJESTELY

Kokeet sijaitsevat Nurmeksen ja Sotkamon kunnissa (kuva 1). Koealueet avohakattiin vuosina 1975 ja 1976 ja ne muokattiin ja peruslannoitettiin kesällä 1976. Kokeille istutettiin 1M + 1A -männyn taimia keväällä 1978. Siemenet oli kerätty Lieksan pohjoisosasta. Taimet suojattiin taimitarhalla hyönteistuhuja vastaan lindaanilla siten, että taimipenkit ruiskutettiin ylhäältä päin.

Koejärjestelynä käytettiin split-plot-menetelmää (esim. JEFFERS 1960 ss. 42 - 49). Pääkäsittelyinä on kolme koejäsentä: muokkaamaton, palleanauraus sekä palleanaurauksen jälkeen ketjujyrsimellä jyrsitty. Alakäsittelyinä on neljä koejäsentä: lannoittamaton, peruslannoitus, yksipuolinen typpilannoitus sekä perus- ja moniravinnelannoitus. Kokeen perustamisvaiheessa tehtiin vain peruslannoitus (3000 kg kalkkikivijauhetta ja 800 kg raakafosfaattia hehtaarille) (kuva 2). Auratuille koealoille annettiin peruslannoitus ennen muokkausta, ketjujyrsimellä muokatuille koealoille aurauksen jälkeen ennen jyrshintää. Typpi- ja moniravinnelannoitus suoritetaan myöhemmin, joten ne eivät vielä vaikuta tämän inventoinnin tuloksiin. Koetoistojen määrä on tässä vaiheessa kahdeksan. Typpi- ja moniravinnelannoituksen tultua tehdyksi on toistoja neljä.

Kummallekin kokeelle istutettujen männyntaimien määrä oli n. 36 000 kpl (n. 750 kpl koealalle). Vuonna 1979 syksyllä suoritettua inventointia varten valittiin istutetuista taimista 25 %:n systemaattinen otos siten, että esim. koealalla olevista 12 auranvaosta inventoitiin toinen, kuudes ja kymmenes vako. Jokaisesta otokseen tulleesta elävästä taimesta mitattiin pituus inventointihetkellä sekä yhtä ja kahta vuotta aikaisemmin.

Lisäksi taimista määritettiin männyn lumikaristeen (*Phacidium infestans* Karst.), tukkikärsäkkäiden (*Hylobius* spp.) ja myyrien (*Microtidae*) aiheuttamat tuhot. Tuhojen voimakkuusaste määriteltiin kolmeen luokkaan: ankarat tuhot, joiden seurauksena taimi oli joko kuollut tai pahoin kituva, keskinkertaiset tuhot, joissa vaurio oli huomattava, mutta taimen kunto kohtalainen sekä lievät tuhot.

Pituuskasvut laskettiin jakamalla koealan yhteenlaskettu pituuskasvu elävien taimien määrällä. Kuolleisuuden eri tuhojen prosentuaaliset osuudet laskettiin elävien ja kuolleiden tainten yhteismäärästä.

3 TAIMIEN PITUUSKASVU JA TAIMITUHOT

Istutusta seuranneena kesänä taimien kasvu oli 5 - 7 cm. Tuulos oli lähes sama muokkauksesta tai lannoituksesta riippumatta. Toisena kesänä istutuksen jälkeen pituuskasvu oli 5 - 10 cm ja muokkaus lisäsi kasvua keskimäärin 3 - 4 cm ja peruslannoitus 1 cm (kuva 3).

Taimikuolleisuus oli koealoilla 4 - 9 prosenttia eikä muokkauksella tai lannoituksella ollut mainittavaa vaikutusta taimien elossapysymiseen (kuva 4). Huomattava osa tuhoista oli tukkikärsäkkäiden aiheuttamia (kuva 5). Näistä havupuiden taimia kuorta syömällä vaurioittavista hyönteisistä yleisin laji on tukkimiehen täi (*Hylobius abietis* L.). Kärsäkäs vioituksia tavattiin koealoilla kaikkiaan n. 20 - 35 %:lla taimista maanmuokkaustavasta riippuen. Eniten varsinkin taimille tuhoisimpia vaurioita löytyi muokkaamattomalla sekä jyrskyillä kasvu- alustalla. Sen sijaan pallean auratuilla aloilla, joilla kivennäismaata oli taimien ympärillä suhteellisen runsaasti paljaana, *Hylobiusten* puremia oli vähemmän ja ne olivat lievempiä. Tuhoja esiintyi verraten paljon siihen nähden, että taimet oli suojattu ja että hakkuun ja istutuksen väli oli melko pitkä. Tämä johtui todennäköisesti suojaamistavasta. Lannoitus ei vaikuttanut tuhojen määrään.

Muita bioottisia tuhonaiheuttajia tavattiin vain paikoittain. Sen sijaan esiintyi jonkin verran taimien kuivumista, jonka syyksi monessa tapauksessa epäiltiin istutuskohdan kuivuutta. Tämä ei kuitenkaan kuivumiselle ilmeisesti eniten alttiissa istutuskohdassa palteessakaan muodostunut kovin merkittäväksi tuhoa aiheuttavaksi tekijäksi.

4 TULOSTEN TARKASTELUA

Taimien pituuskasvun lisäys muokkauksen tehostuessa johtunee maan ominaisuuksien paranemisesta ja pintakasvillisuuden kilpailun vähenemisestä. Muokatun maan lämpötila kohoaa (LEIKOLA 1974) ja huokostila sekä tuuletusominaisuudet paranevat (RITARI ja LÄHDE 1978) ja maan pieneliötoiminta vilkastuu (VOSS-LAGERLUND 1976). Orgaanisen aineen hajoamisen nopeutuessa kasvavat maaveden ravinnepitoisuudet suuresti ja taimilla on ravinteita suurempaa kasvua varten.

Merkille pantavaa inventoinnin tuloksessa on peruslannoituksen myönteinen vaikutus taimien kasvuun. Kangasmaiden metsänviljelyn yhteydessä tehty fosforilannoitus tai kalkitus ei yleensä ole lisännyt taimien kasvua (esim. VIRO 1966, LEVULA ja HEIKKILÄ 1979). Poikkeuksen tekee POHTILAN (1972) Sallan alueelta Lapista saama tulos, jolloin fosforilannoitus lisäsi istutus-taimien kasvua hieman. Yleisesti otaksutaan, että kylmässä ilmastossa fosforilla olisi edullinen vaikutus kasvuun (esim. BERGMAN ja NEUBERT 1976). Toisaalta sekä raakafosfaatti että kalkkikivijauhe ovat sangen hitaasti liukenevia lannoitteita. Aivan samanlaisissa kokeissa Lapissa eivät LEVULA ja HEIKKILÄ (1979) saaneet fosforilannoituksella ja kalkituksella lainkaan kasvunlisäystä. Tämän kokeen perusteella ei voida päätellä, johtuisiko lisäkasvu fosforin tai kalkin lisäyksestä tai molemmista yhdessä. Asiaan saataneen myöhemmin lisäselvitystä, kun näiden koealueiden maan ravinteisuutta voidaan verrata keskenään.

Taimikuolleisuus oli kahden kasvukauden jälkeen kaikkiaan suh-

teellisen vähäistä, mihin on ilmeisesti vaikuttanut se seikka, että istutustyön huolellisuuteen kiinnitettiin poikkeuksellisen suurta huomiota. Muokkaus ei aikaisemmista havainnoista poiketen (esim. LEVULA ja HEIKKILÄ 1979, KINNUNEN 1979) vaikuttanut taimien elossapysymiseen. Ilmeisesti istutusajankohtana vallinneen erittäin kuivan sään vaikutus korostui auranpalteessa ja ketjujyrsimen tekemässä penkissä, jolloin muokkaamattomaan maahan istutetut taimet saattoivat olla paremmassa asemassa istutuksen jälkeisten päivien vedensaannissa.

Koska istutus oli suoritettu vasta kolmantena keväänä hakkuun jälkeen, olivat tukkikärsäkkäiden tuhot ilmeisesti suureksi osaksi koealueiden kannoista kuoriutuneiden yksilöiden aiheuttamia (BEJER-PETERSEN ym. 1962). Pahimmat tuhot esiintyvät yleensä hakkuun jälkeisenä kasvukautena istutetuilla taimilla (JUUTINEN 1962), mutta kylmissä olosuhteissa kannot saattavat houkutella hyönteisiä tavallista pitempään. Aurauksen tuhoja vähentänyt vaikutus on yhdenmukainen aikaisempien havaintojen kanssa, joissa *Hyllobius*-tuhoja on havaittu vähiten istutuskohdissa, missä taimien ympärillä on ollut runsaasti kivennäismaata paljaana (HEIKKILÄ 1975, SÖDERSTRÖM 1976). Koska taimet oli suojattu ruiskuttamalla ylhäältä päin, toimenpiteen teho ilmeisesti heikkeni, sillä torjunta-aineen joutuminen taimien tyviin on tällöin vähäisempää kuin upotusmenetelmässä.

Selityksenä muiden tuhojen vähyyteen voidaan mainita, että runsas myyrävuosi oli tutkimusalueilla vuotta ennen istutusta (TEIVAINEN 1979). Sienitaudeista runsaslumisilla seuduilla haitallinen lumikariste alkaa tavallisesti vaivata vasta muutama vuoden ikäisiä taimia.

Metsien moninaiskäyttöä ajatellen pienenevät muokkauksen haittavaikutukset jäljen vanhetessa. Samalla on kuitenkin odotettavissa, että muokkauksen puun kasvua lisäävä vaikutus vähenee ja mahdolliset haittavaikutukset tulevat esiin. Tällaisia saatavat olla taimikon perkaustarpeen lisääntyminen (RAULO ja MÄLKÖNEN 1976) ja metsikön ravinnetaseen heikkeneminen lisäänty-

neen huuhtoutumisen johdosta. Koska huuhtoutuminen riippuu paljon maan vedenläpäisykyvystä ja karkeajakoiset maat huuhtoutuvat helpommin, pitäisi helposti vettä läpäisevillä mailla välttää tehokasta muokkausta. Huuhtoutumisvaaran vuoksi olisi metsänviljely tehtävä nopeasti muokkauksen jälkeen ja samasta syystä pitäisi sallia jonkin verran lehtipuuvesakkoa uudistusaloilla. Lehtipuut ottanevat ravinteita syvemmältä ja palauttavat ne karikkeiden ja raivauspuun myötä takaisin luonnon kiertokulkuun.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- BEJER-PETERSEN, B., JUUTINEN, P., KANGAS, E., BAKKE, A., BUTOVITSCH, V., EIDMANN, H., HEDQVIST, K.J. & LEKANDER, B. 1962. Studies on *Hylobius abietis* L. I. Development and life cycle in the Nordic countries. Selostus: Tutkimuksia tukkimiehentäistä (*Hylobius abietis* L.) I. Yksilönkehitys ja sukupolviaika Pohjoismaissa. Acta Ent. Fenn. 17: 1 - 107.
- BERGMAN & NEUBERT. 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse zur Ermittlung von Ernährungsstörungen und des Ernährungszustandes der Kulturpflanzen. Jena. Gustav Fisher Verlag. 711 s.
- HEIKKILÄ, R. 1975. Männyn viljelytaimistojen eläintuhoista Pohjois-Suomessa. Pyhäkosken tutk.as. tied. 14: 20 - 26.
- JEFFERS, J. N. R. 1960. Experimental design and analyses in forest research. Stockholm. 172 s.
- JUUTINEN, P. 1962. Tutkimuksia metsätuhojen esiintymisestä männyn ja kuusen viljelytaimistoissa Etelä-Suomessa. Referat: Untersuchungen über das Auftreten von Waldschäden in den Kiefern- und Fichtenkulturen Südfinnlands. Commun. Inst. For. Fenn. 54(5): 1 - 80.
- KINNUNEN, K. 1979. Eri taimilajien menestyminen mätästetyllä kivennäismaalla. Parkanon tutk.as. tied. 8: 1 - 6.
- LEIKOLA, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effect of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration

areas in Northern Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 84(2): 1 - 64.

LEVULA, T. & HEIKKILÄ, R. 1979. Maankäsittelyn vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Lapissa. Rovaniemen tutk.as. tied. 18: 1 - 12.

MUTKA, K. & LÄHDE, E. 1977. Effect of soil treatment, liming and phosphate fertilization on initial development of barerooted Scots pine transplants. Seloste: Maan käsittelyn, kalkituksen ja fosforilannoituksen vaikutus paljasjuuristen männyntaimien alkukehitykseen. Commun. Inst. For. Fenn. 91(3): 1 - 57.

MÄLKÖNEN, E. 1976. Markberedningens ekologi och inverkan på planteringsresultatet. Forskningsstiftelsen och skogsarbeten. Redogörelse 6: 11 - 15.

POHTILA, E. 1972. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa. Tulokset vuosina 1967 - 68 tehdyistä männyn kylvö- ja istutuskokeista. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 6: 1 - 97.

RAULO, J. & MÄLKÖNEN, E. 1976. Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla. Summary: Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil. Folia For. 252: 1 - 15.

RAITIO, H. 1980. Monilatvaisuusilmiö taimitarhalla. Parkanon tutk.as tied. 9: 1 - 4.

RITARI, A. & LÄHDE, E. 1978. Effect of site preparation on physical of the soil in a thick-humus spruce stand. Seloste: Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. Commun. Inst. For. Fenn. 92(7): 1 - 36.

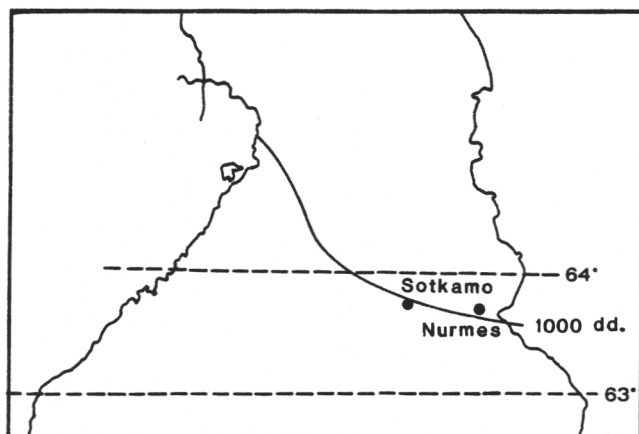
SÖDERSTRÖM, V. 1976. Analys av markberedningseffekterna vid plantering på några färska hyggen. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 2 - 3: 1 - 333.

TEIVAINEN, T. 1979. Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaloilla ja metsitetyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973 - 76. Summary: Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years

1973 - 76. Folia For. 387: 1 - 23.

VIRO, P. J. 1966. Kangasmaan taimiston lannoitus. Summary:
Manuring of young plantations. Commun. Inst. For. Fenn.
61(4): 1 - 30.

VOSS-LAGERLUND, K. 1976. Effect of soil preparation on the
bacterial population in forest soil. Seloste: Muokkauk-
sen ja lannoituksen vaikutus metsämaan mikrobistoon.
Commun. Inst. For. Fenn. 86(7): 1 - 35.

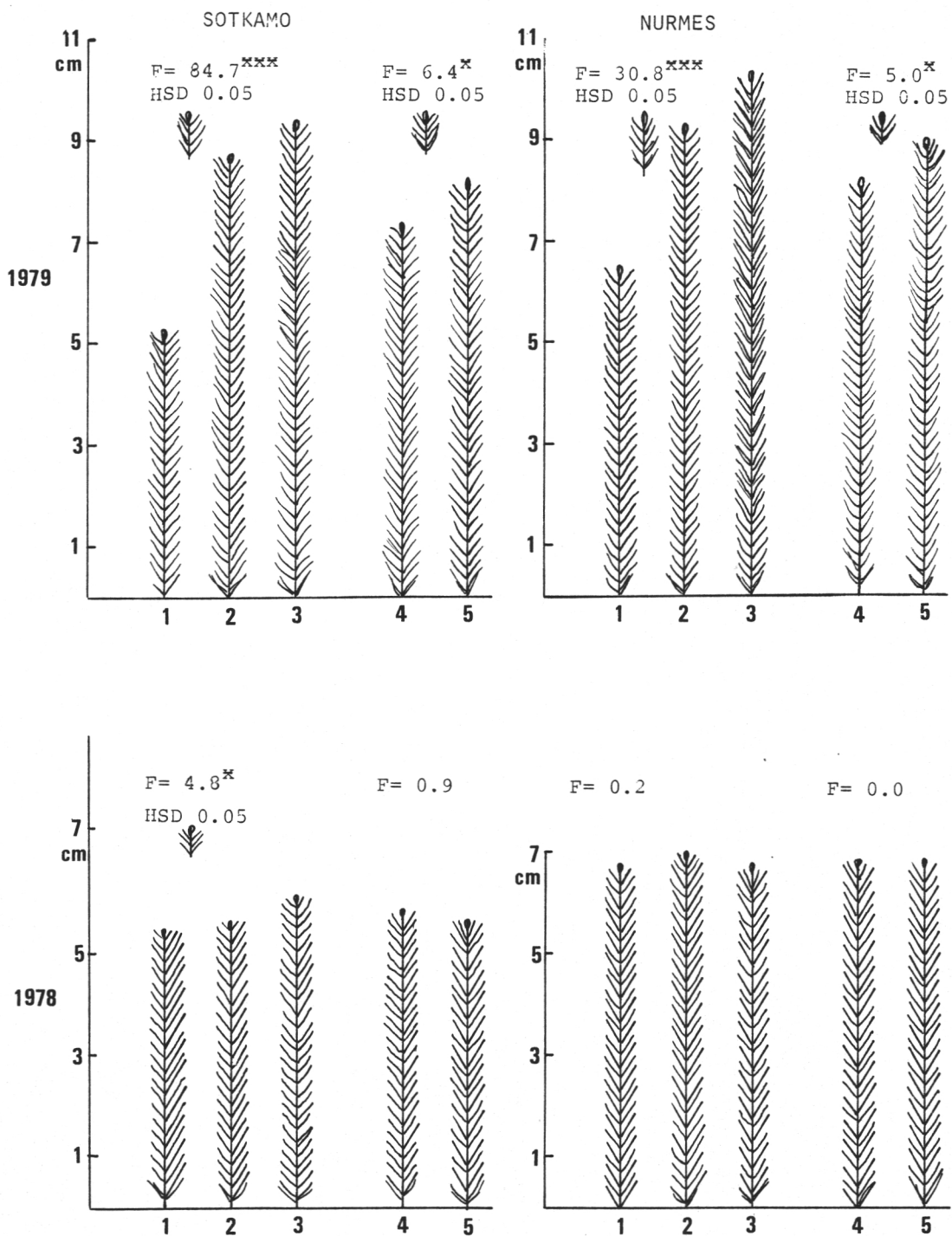


Kuva 1. Kokeiden sijainti

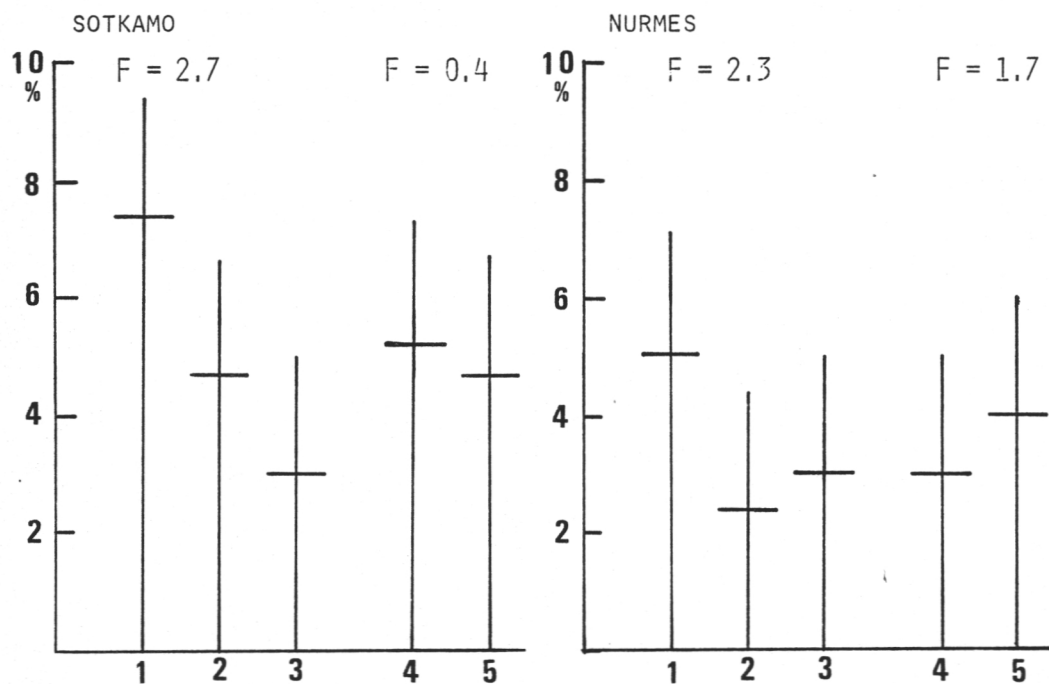
Y1	N	1	0	M		0	Y1	N	Y1	J	M = Muokkaamaton
0	Y1	N	1	A		1	0	Y	N	M	A = Palleauraus
N	1	0	Y	J		N	1	0	Y1	A	J = Palleauraus ja ketjujyrsintä
											0 ja N = Lannoittamaton
											Y1 ja 1 = 3000 kg kalkkikivi-
											jauhetta ja 800 kg raakafos-
											faattia / ha

Y1	0	1	N	A		0	1	N	Y1	M	
1	N	Y1	0	J		Y1	0	1	N	J	
N	Y1	0	1	M		1	N	Y1	0	A	

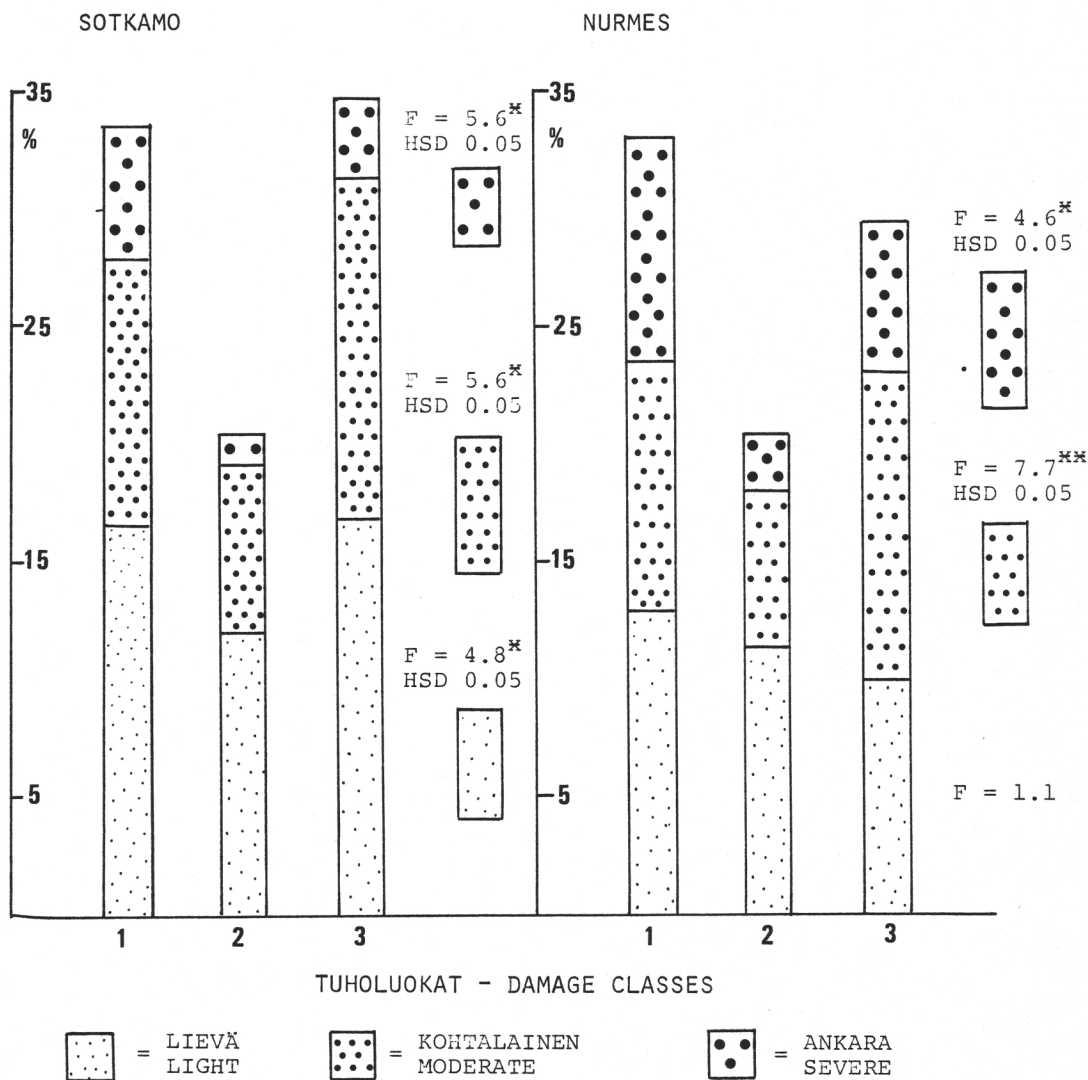
Kuva 2. Muokkaus- ja lannoituskokeen kaavio



Kuva 3. Taimien pituuskasvu ensimmäisenä (1978) ja toisena kesänä (1979) istutuksen jälkeen: 1 = muokkaamaton, 2 = palleauraus, 3 = palleauraus ja ketjujyrsintä, 4 = lannoittamaton, 5 = 3000 kg kalkkikivijauhetta ja 800 kg raakafosfaattia / ha.



Kuva 4. Kuolleiden suhteellinen osuus istutettujen taimien määrästä: 1 = muokkaamaton, 2 = palleauraus, 3 = palleauraus ja ketjujyrsintä, 4 = lannoittamaton, 5 = 3000 kg kalkkikivijauhetta ja 300 kg raakafosfaattia/ha.



Kuva 5. Tukkikärsäkkäiden (*Hylobius* spp.) tuhojen suhteellinen osuus istutettujen tainten määrästä: 1 = muokkaamaton, 2 = palleanauraus, 3 = palleanauraus ja ketjujyrsintä

