

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA**

244

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA



ANTTI MAUKONEN

**YLISPUUHAKKUUN TAIMIKOLLE
AIHEUTTAMAT VAURIOT**

SUONENJOKI 1987

Kuva: Pertti Harstela

ISBN 951-40-0866-9
ISSN 0358-4283

1987 Suonenjoen Kirjapaino Ky

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 244

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

Antti Maukonen

YLISPUUHAKKUUN TAIMIKOLLE AIHEUTTAMAT VAURIOT

SISÄLLYS

1.	JOHDANTO	3
2.	TUTKIMUSAINEISTO JA MITTAUSMENETELMÄ	4
	21. Männyntaimikot	4
	22. Kuusentaimikot	8
3.	TAIMIKOIDEN VAURIOITUMINEN	11
	31. Vaurioituneiden taimien määrä	11
	32. Korjuuvaurioiden aiheuttajat	15
	33. Vaurioitumistapa	16
	34. Vaurioituneiden taimien sijainti	16
4.	ERI TEKIJÖIDEN VAIKUTUS VAURIOITUMISEEN	17
5.	TULOSTEN TARKASTELUA	23
6.	YHTEENVETO	26
	KIRJALLISUUS	28
	SUMMARY	29

MAUKONEN, A. 1987. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. Summary: Damage of seedlings caused by the logging of seed trees.

Tutkimuksessa selvitettiin taimikon vaurioitumista ylispuuhakkuun yhteydessä nykyisin käytettävillä korjuumenetelmillä. Keskimääräinen vaurioprosentti männyntaimikoissa oli 17 vaihdellen 4:stä 57:ään %. Kuusentaimikoissa vaurioitui keskimäärin 33 % taimista (luontaisesti syntyneissä taimikoissa 31 %, istutetuissa 35 %) vaihtelun ollessa 12 - 74 %.

Tärkeimmät vaurioprosenttiin vaikuttavat tekijät olivat hakkuukertymä, ajouramäärä ja leimikon pinta-ala.

Huolellisen ylispuunkorjuun lisäksi taimikon hakkuun jälkeinen kasvatuskelpoisuus riippuu ratkaisevasti taimikon hakkuuta edeltävästä kunnosta. Tiheä ja tasaisesti taimettunut alue on suurella todennäköisyydellä kasvatuskelpoisessa kunnossa ylispuuhakkuun aiheuttamista vaurioista huolimatta.

Damage to seedlings in conjunction with the logging of seed trees was studied with harvesting methods in use today. The mean damage percentage in Scots pine seedling stands was 17, ranging from 4 to 57 %. For Norway spruce seedling stands, an average of 33 % seedlings were damaged (naturally regenerated spruce seedling stands 31 %, planted seedling stands 35 %), ranging from 12 to 74 %.

The most important factors affecting the damage percentage were the volume of cut, the length of strip roads and the area of the stand marked for harvesting.

In addition to careful logging of seed trees, the health of the seedling stand after harvesting depends greatly on the condition of the stand before harvesting. A dense and evenly regenerated area has a high probability of being in a healthy growing condition in spite of the damage caused by the harvesting of seed trees.

1. JOHDANTO

Metsänviljelyn yleistyessä on luontaisen uudistamisen osuus vastaavasti pienentynyt (kuva 1). Esimerkiksi vuonna 1984 33 % vuosittain uudistettavasta metsäpinta-alasta uudistui luontaisesti, 54 % istutettiin ja 12 % uudistettiin kylvään (Metsätilastollinen vuosikirja 1985).

Oikein valituilla kohteilla luontainen uudistaminen on kuitenkin edelleen varteenotettava vaihtoehto. Nykyaikaiset metsämaan muokkausmenetelmät ovat avanneet luontaiselle uudistamiselle aivan uusia mahdollisuuksia. Maan muokkaamisella varmistetaan uudistusalueen riittävä taimettuminen monilla sellaisillakin alueilla, joiden luontainen taimettuminen ei muuten olisi riittävää.

Metsätilastollisen vuosikirjan (1985) mukaan oli siemen- ja suojuspuiden poistohakkuuta vuonna 1984 noin 70 000 metsähehtaarilla, mikä vastaa 14 prosenttia hakkuin käsitellystä pinta-alasta.

Sen sijaan varsinaisia siemen- ja suojuspuuasentoon hakkuuta oli samana vuonna vain noin 42 000 metsähehtaarilla, mikä vastasi 9 %:a hakkuupinta-alasta. Näistä valtaosa (84 %) tehtiin männyn uudistamiseksi (Metsätilastollinen vuosikirja 1985). Siemenpuiden poiston ja siemenpuuhakkuiden pinta-alojen ero selittyy pitkälti sillä, että suuri osa luontaisista taimikoista kehittyy ilman varsinaista luontaiseen uudistamiseen tähtäävää hakkuuta. Vuosittaisista hakkuuvaihteluista johtuen ovat edellä mainitut pinta-alaerot tosin vertailukelpoisia vain pitkän ajanjakson keskiarvoina.

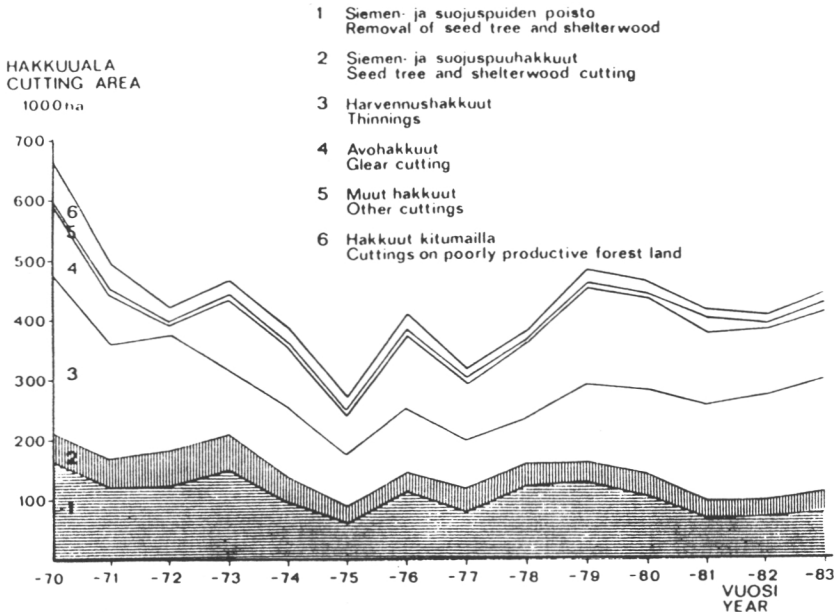
Metsänviljelyn suosiminen perustunee paljolti siihen, että avohakkuuta pidetään luontaiseen uudistamiseen tähtääviä hakkuuta yksinkertaisempänä. Varsinaisen luontaisen uudistumisen onnistumisen lisäksi pelätään usein ylispuiden poiston taimikolle aiheuttamia vaurioita.

Tässä tutkimuksessa selvitetään taimikon vaurioitumista ylispuiden poiston yhteydessä nykyisin käytettävillä korjuumenetelmillä. Tutkimus käsittää ylispuunkorjuun sekä männyn- että kuusentaimikoista.

Aineiston keruussa ja käsittelyyn eri vaiheissa oli mu-

kana metsätyönjohtaja Kari Kautto. ATK-käsittelyyn osallistui myös ohjelmoija Hannu Aaltio. Tekstinkäsittelyn hoiti operaattori Tuula Konttinen. Englannin kielen käännöksen teki Elva Nurmi. Apua leimikoiden paikallistamisessa ja tarvittavien tietojen hankinnassa antoivat monet metsänhoitoyhdistysten, piirimetsälautakuntien, metsähallituksen, teollisuuden ja metsäntutkimuslaitoksen kokeilualuetoimiston metsäammattimiehet.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja neuvoja antaneet prof. Pentti Hakkila, MMT Pertti Harstela, MMT Sven-Eric Appelroth ja MML Timo Saksa. Kaikille tutkimuksessa avustaneille esitän lämpimät kiitokseni.



Kuva 1. Eri hakkuutavoin käsitellyt metsäpinta-alat vuosina 1970-1983 (Metsätilastollinen vuosikirja 1970-1983).

Fig. 1. Forest areas treated with different harvesting methods from 1970-1983 (Yearbook of forest statistics 1970-1983).

2. TUTKIMUSAINEISTO JA MITTAUSMENETELMÄ

21. Männyntaimikot

Tutkimukseen valittiin 39 hakkuukautena 1983-1984 korjattua ylispuuleimikkoa.

Korjuun toteuttaja	Leimikoita, kpl
Yhtiö	22
Metsähallitus	9
Metsäntutkimuslaitos	5
Yksityinen metsänomistaja	3
Yhteensä	39

Suurin osa työmaista sijaitsi Keski-Suomen ja Kuopion lääneissä. Pääosa metsähallituksen korjaamista leimikoista oli Kainuussa. Nurmeksessa oli ryväs lähinnä yhtiöiden korjaamia leimikoita.



Kuva 2. Ylispuiden poisto saattaa aiheuttaa aukkoisuutta taimikkoon.

Fig. 2. Removing of seed trees may cause openings in the stand.

Inventoitujen leimikoiden kokonaispinta-ala oli 128 ha ja keskimääräinen leimikon koko 3,3 ha (vaihtelu 0,4 - 14,8 ha).

Leimikot olivat pääosin kuivahkoilla kankailla ja vaajaalla puolella niistä maa oli muokattu. Leimikoista 12 luokiteltiin kivisiksi ja 4 erittäin kivisiksi. Hakkuukauden 1983-1984 korjuuolosuhteiden vuoksi jäivät heikosti kantavat ylispuualueet yleensä korjaamatta.

Metsäkuljetuksen maastoluokituksessa oli 1- ja 2-luokkien leimikoita molempia 18. Loput 3 kuuluivat maastoluokkaan 3.

Yhtä poikkeusta lukuunottamatta (pääosin kuusiylispuusto) leimikoilla oli mäntysiemenpuut. Siemenpuuiden hehtaarikohtainen lukumäärä oli keskimäärin 93 (29-318). Hakkuukertymä oli $65 \text{ m}^3/\text{ha}$ (17-159 m^3/ha) ja rungon keskikoko $0,65 \text{ m}^3$ (0,40-1,29 m^3). Oksaisuusluokka oli yleensä 2. Neljässä kohteessa oksaisuus arvioitiin luokkaan 1 ja yhdessä tapauksessa luokkaan 3.

Suurin osa leimikoista (25) korjattiin talviaikaan. Korjuunaikainen leimikkokohtainen lumen paksuus oli enimmillään 85 cm ja lämpötila alimmillaan $-23 \text{ }^\circ\text{C}$.

Metsäkuljetusvälineenä oli yleensä keskiraskas metsätraktori (21). Kevyt metsätraktori oli käytössä 12 leimikolla, ja kolmessa tapauksessa oli metsäkuljetusvälineeksi valittu raskas kone. Kaksi leimikkoa korjattiin maataloustraktorilla ja yksi hevosella. Hakkuu tapahtui miestyönä.

Yleensä tutkitut uudistusalat olivat taimettuneet erittäin hyvin. Tämä johtuu osittain siitä, että tutkimukseen ei valittu heikosti taimettuneita ja siten varmuudella täydennysistutusta vaativia uudistusaloja. Lisäksi taimimääriin luettiin tietyissä tapauksissa mukaan myös pieniä (alle 10 cm:n pituisia) taimia.

Taulukko 1. Leimikkokohtaiset taimitiedot. Männyntaimikot.
Table 1. Seedling data by stands. Scots pine seedling stands.

Puulaji Tree species	Taimimäärä, kpl/ha Seedlings, no./ha			Keskipituus, cm Average height, cm			Osuus taimista, % Share of seedlings, %		
	Keski- arvo Aver- age no.	Pienin arvo Mini- mum no.	Suurin arvo Maxi- mum no.	Keski- arvo Aver- age no.	Pienin arvo Mini- mum no.	Suurin arvo Maxi- mum no.	Keski- arvo Aver- age no.	Pienin arvo Mini- mum no.	Suurin arvo Maxi- mum no.
Mänty Pine	8202	1633	18792	41	8	172	69	26	98
Kuusi Spruce	2680	0	15216	38	7	210	23	0	71
Raudus- koivu Silver birch	857	0	11216	97	31	516	7	0	26
Hieskoivu Pubescent birch	99	0	1868	290	50	571	1	0	10
Leppä Alder	70	0	914	218	50	700	0	0	8
Kaikki Total	11908	3458	43529	48	11	213	100	0	98

Männyntaimien osuus kaikista taimista oli lähes 70 %. Kuusentaimia, joiden keskipituus oli jonkin verran mäntyjä pienempi, oli hieman yli 20 %. Taulukossa 1, kuten tässä tutkimuksessa myöhemminkin esitettävät taimia koskevat tunnuksat, on laskettu kaikkien mitattujen taimien aritmeettisinä keskiarvoina.

Korjuu- ja leimikkotiedot saatiin osittain asianomaisilta korjuutyönjohtajilta. Puuttuvat kohdat täytettiin varsinaisen inventoinnin yhteydessä. Korjuuajan lämpötilat laskettiin Ilmatieteen laitoksen asemaverkoston mittauksista.

Taimikot inventoitiin linjoittaisella ympyräkoelaa-arvioinnilla kesällä 1984. Linja- ja koelaväli määriteltiin soveltuvin osin Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon osaston taimikoiden inventointiohjeen mukaisesti (Metsänuudistamisen tutkimus 1983). Koelalan koko oli 6 m². Kaikkiaan mitattiin 2238 koelaa joilla oli taimia yhteensä 15 990 kpl.

Jokaiselta koelalalta laskettiin taimilajeittain taimimäärät ja keskipituudet. Vaurioituneista taimista arvioitiin lisäksi kasvatuskelvosten ja -kelvottomien

osuudet, vaurion kohde (esim. nurin, katkennut jne.) sekä vaurion aiheuttaja.

Usein taimikkoinventoinnissa ei ole laskettu mukaan alle 10 cm:n pituisia taimia (Sarvas 1950, Kinnunen & Linninmäki 1977). Tässä tutkimuksessa on mukaan otettu myös vallitsevassa jaksossa olevat alle 10 cm:n taimet, koska niillä on katsottava olevan uudistamisen kannalta usein ratkaisevaa merkitystä (vrt esim. Lehto 1969). Taimien pituudet mitattiin ilman mittauskeulan pituuskasvua.

Männynntaimien lisäksi luettiin myös kuusentaimet sekä kookkaat siemensyntyiset rauduskoivuntaimet. Jos muita taimia ei ollut lähettyvillä saatettiin eräissä poikkeustapauksissa ja sopivalla kasvupaikalla hyväksyä myös muita lehtipuita.

Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeen (Etelä- ja Pohjois-Suomen metsien käsittelyohjeet 1981) mukaisesti lehtipuiden on oltava havupuutaimikossa selvästi havupuun taimia pienempiä. Muuten ne etukasvuisina haittaavat taimikon tulevaa kehitystä. Kookkailla taimilla katsottiin olevan kuitenkin tutkimuksen kannalta merkitystä.

Kaikkien taimien löytämiseksi koko ympyräkoeala puhdistettiin hakkuutähteistä. Varsinaisten korjuuvaurioiden lisäksi kartoitettiin myös muita taimikkotuhoja.

Ennen linjoittaisen arvioinnin aloittamista mitattiin ja merkittiin leimikolta ajourat. Ne, samoin kuin linja- sekä koealavälitkin, mitattiin lankamittalaitteilla.

22. Kuusentaimikot

Ylispuuston korjuuolosuhteet männyn- ja kuusentaimikoissa poikkeavat monessa suhteessa toisistaan. Siksi tutkimusta päätettiin kesän 1984 inventoinnin pohjalta laajentaa kuusentaimikoihin. Valtakunnallisesti kuusen ylispuuhakkuita on huomattavasti männyn vastaisia vähemmän. Ylispuitten poistoa pidetään kuusikossa yleisesti ongelmallisempänä.

Leimikoita valittiin 27. Pääosa niistä sijaitsi Joensuu ympäristössä: Liperin, Polvijärven ja Tohmajär-

ven metsänhoitoyhdistysten alueella. Loput (12) olivat Rautalammilla, Hankasalmen ja Tervossa. Leimikot korjattiin hakkuukaudella 1984-1985.

Yleensä taimikko oli perustettu istuttamalla ylispuuston alle, mutta joukossa oli myös muutama (7) luontaisesti syntynyt taimikko. Inventoitujen leimikoiden kokonaispinta-ala oli 44,0 ja keskimääräinen koko 1,6 ha (luontaiset taimikot 1,0, istutetut 1,8 ha) (vaihtelu 0,5 - 4,0 ha).

Kasvupaikkatyypiltään alat olivat yleensä tuoreita kankaita (18) tai sitä parempia (6). Kaksi leimikkoa oli turvemaalla, ja yksi leimikko luokiteltiin kuivahoksi kankaaksi.

Maastoltaan leimikot olivat verraten helppoja. Metsäkuljetuksen maastoluokka oli yleensä 1 (22 kpl) loppujen ollessa luokkaa 2.

Männyn siemenpuuleimikoihin verrattuna oli ylispuuston rakenne huomattavasti vaihtelevampaa. Keskimääräinen hakkuukertymä oli $133 \text{ m}^3/\text{ha}$ (luontaiset 151 , istutetut $126 \text{ m}^3/\text{ha}$) (vaihtelu $40-232 \text{ m}^3/\text{ha}$). Eniten leimikoilla oli koivua (kaikki leimikot $56 \text{ m}^3/\text{ha}$, luontaiset 36 , istutetut $64 \text{ m}^3/\text{ha}$), mutta myös kuusta (kaikki leimikot $32 \text{ m}^3/\text{ha}$, luontaiset 81 , istutetut $13 \text{ m}^3/\text{ha}$) ja mäntyä (kaikki leimikot $25 \text{ m}^3/\text{ha}$, luontaiset 33 , istutetut $22 \text{ m}^3/\text{ha}$) oli joukossa huomattavasti. Tukkirunkojen keskikoot olivat koivulla $0,230 \text{ m}^3$ (luontaiset $0,260$, istutetut $0,220 \text{ m}^3/\text{ha}$), männyllä $0,300 \text{ m}^3$ (luontaiset $0,470$, istutetut $0,220 \text{ m}^3$) ja kuusella $0,390 \text{ m}^3$ (luontaiset $0,740$, istutetut $0,230 \text{ m}^3$).

Suurin osa leimikoista korjattiin sulan maan aikana (16). Metsäkuljetusvälineenä oli useimmiten keskirasakas metsätraktori.

Koska suurin osa taimikoista oli istutettuja, taimimäärät olivat huomattavasti männyn vastaavia pienemmät.

Taulukko 2. Leimikkokohtaiset taimitiedot. Luontaisesti syntyneet kuusentaimikot
 Table 2. Seedling data by stands. Norway spruce seedling stands.

Puulaji Tree species	Taimimäärä, kpl/ha Seedlings, no./ha			Keskipituus, cm Average height, cm			Osuus taimista, % Share of seedlings, %		
	Keski- arvo Aver- age no.	Pienin arvo Mini- mum no.	Suurin arvo Maxi- mum no.	Keski- arvo Aver- age no.	Pienin arvo Mini- mum no.	Suurin arvo Maxi- mum no.	Keski- arvo Aver- age no.	Pienin arvo Mini- mum no.	Suurin arvo Maxi- mum no.
Kuusi Spruce	6147	3310	12611	113	77	246	86	72	97
Mänty Pine	462	37	3389	95	30	170	6	0	19
Raudus- koivu Silver birch	244	0	909	151	81	330	3	0	15
Hieskoivu Pubescent birch	334	0	1444	408	386	800	5	0	12
Kaikki Total	7187	3905	17500	127	83	247	100	0	97

Taulukko 3. Leimikkokohtaiset taimitiedot. Istutetut kuusentaimikot.
 Table 3. Seedling data by stands. Planted Norway spruce seedling stands.

Puulaji Tree species	Taimimäärä, kpl/ha Seedlings, no./ha			Keskipituus, cm Average height, cm			Osuus taimista, % Share of seedlings, %		
	Keski- arvo Aver- age no.	Pienin arvo Mini- mum no.	Suurin arvo Maxi- mum no.	Keski- arvo Aver- age no.	Pienin arvo Mini- mum no.	Suurin arvo Maxi- mum no.	Keski- arvo Aver- age no.	Pienin arvo Mini- mum no.	Suurin arvo Maxi- mum no.
Kuusi Spruce	1594	720	2518	241	102	703	93	59	100
Mänty Pine	100	0	588	249	78	600	6	0	31
Raudus- koivu Silver birch	16	0	196	314	180	600	1	0	10
Hieskoivu Pubescent birch	8	0	156	600	600	600	0	0	9
Kaikki Total	1719	761	2660	244	104	699	100	0	100

Inventointi suoritettiin pääosin samalla tavalla kuin männyntaimikoissa. Taimet olivat kuitenkin keskimäärin huomattavasti pitempiä, eikä alle 10 cm:n taimia otettu huomioon. Kuusentaimikoissa pyrittiin hakkuutähteiden alla olevista taimista arvioimaan, miten suuri osa niistä olisi tähteet raivaamalla pelastettavissa.

Koaloja mitattiin yhteensä 1 745 kpl, ja niillä oli taimia 2 829 kpl.

3. TAIMIKOIDEN VAURIOITUMINEN

31. Vaurioituneiden taimien määrä

Vaurioiden määrä laskettiin vaurioituneiden taimien suhteellisena osuutena koko taimimäärästä. Vaurion vakavuusasteen mukaan taimet luokiteltiin lisäksi kasvatuskelpoisiin ja -kelvottomiin. Rajana pidettiin arviota siitä, kasvaako vauriotaimi ainespuun mittoihin.

Lievien vaurioiden merkityksestä puun tulevaan kehitykseen ei ole olemassa varmaa kokeellista tietoa. Yleinen käsitys kuitenkin on, etteivät taimivaiheessa sattuvat vauriot ole kovin vahingollisia. Esim. maannousemasieni vaatii iskeytyäkseen sydänpuuta, jota taimissa ei vielä ole kehittynyt (MML Pekka Tamminen 1985, Metsäntutkimuslaitos, maantutkimusosasto).

Taulukko 4. Vaurioiden määrä tutkituissa männynntaimikoissa.
Table 4. Amount of damage in studied Scots pine seedling stands.

	Keskiarvo Average	Pienin arvo Minimum	Suurin arvo Maximum
Vaurio, % Damage, %	17	4	57
Kehityskelvottomien osuus, % Share of growth retarded seedlings, %	68	32	89
Täysin vahingoittumattomat taimet, kpl/ha Completely unharmed seedlings, no./ha	10320	2319	36260
Vahingoittumattomat + kehityskelpoiset taimet, kpl/ha Unharmed + slightly damaged seedlings, no./ha	11017	2840	38431
Taimia kaikkiaan, kpl/ha Total no. of seedlings /ha	11908	3458	43529
0-ruutuja ennen korjuuta, % Empty sampling plots before harvesting, %	13	0	38
0-ruutuja korjuun jälkeen, % Empty sampling plots after harvesting, %	18	0	40

Taulukko 5. Vaurioiden määrä tutkituissa kuusentaimikoissa.
Table 5. Amount of damage in Norway spruce seedling stands.

	Luontaiset kuusen- taimikot Naturally regen- erated spruce seed- ling stands			Istutetut kuusen- taimikot Planted spruce seed- ling stands		
	Keski- arvo Aver- age	Pienin arvo Mini- mum	Suurin arvo Maxi- mum	Keski- arvo Aver- age	Pienin arvo Mini- mum	Suurin arvo Maxi- mum
Vaurio, % Damage, %	31	12	74	35	13	61
Kehityskelvottomien taimien osuus, % Share of growth retarded seedlings, %	79	50	98	59	25	78
Täysin vahingoittu- mattomat taimet, kpl/ha Completely unharmed seedlings, no./ha	4963	1563	15383	1117	412	1636
Vahingoittumattomat + kehityskelpoiset tai- met, kpl/ha Unharmed + slightly damaged seedlings, no./ha	5427	1653	16219	1363	492	1975
Taimia kaikkiaan, kpl/ha Total no. of seedlings /ha	7164	3905	17500	1719	761	2660
0-ruutuja ennen korjuuta, % Empty sampling plots before harvesting, %	22	0	36	31	10	62
0-ruutuja korjuun jälkeen, % Empty sampling plots after harvesting, %	38	7	64	43	13	73

Männynntaimikoissa keskimääräinen vaurioprosentti oli 17 ja kuusentaimikoissa huomattavasti korkeampi 33 (luontaiset 31 %, istutetut 35 %). Kasvatuskelvottomien taimien osuus vaurioituneista oli 68 %.

Taimikon jatkokehityksen kannalta ei vaurioprosentti kuitenkaan ole hyvä tunnus, vaikka se kuvastaneekin sangen hyvin puunkorjuun toteutusta. Olennaisinta on jäljelle jäävien kasvatuskelpoisten taimien lukumäärä ja jakautuminen.

Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeiden mukaan (Etelä- ja Pohjois-Suomen metsien käsittelyohjeet 1981) katsotaan taimikko kasvatuskelpoiseksi ilman täydennysistu-

tusta, mikäli kasvatuskelpoisia taimia on Etelä-Suomessa likipitään tasaisesti jakautuneena puolukkatyypillä vähintään 1400 kpl/ha ja mustikkatyypillä ja sitä paremmilla kasvupaikoilla 1600 kpl/ha. Mikäli taimikon keskipituus on yli 2 metriä (männyllä yli 1 m), ei sen täydennysistutusta enää suositella. Tällöin on tarvittaessa harkittava taimikon uudelleenperustamista.

Aukkoisuutta mitataan yleensä tyhjien koealojen suhteena kaikista koealoista. Koealan koon ollessa 6 m² tyhjien koealojen osuus ei saa olla mustikkatyypillä yli 28 ja puolukkatyypillä yli 32 prosenttia (Kinnunen & Linninmäki 1977). Mainitut nollaruutusadannekset tuntuvat käytännössä melko ankarilta.

Edellä mainittujen kriteerien perusteella arvosteltuna oli kaikissa tutkituissa männyntaimikoissa korjuun jälkeen riittävästi kasvatuskelpoisia taimia. Kasvatuskelpoisiksi taimiksi katsottiin korjuussa täysin vahingoittumattomat tai lievästi vaurioituneet taimet. Sen sijaan aukkoisuus olisi edellyttänyt kuudessa taimikossa täydennysistutusta tai taimien siirtelyä aukkopaikkoihin. Yksi näistä taimikoista oli keskipituudeltaan jo niin kookas, ettei sen täydennys ollut enää mahdollista.

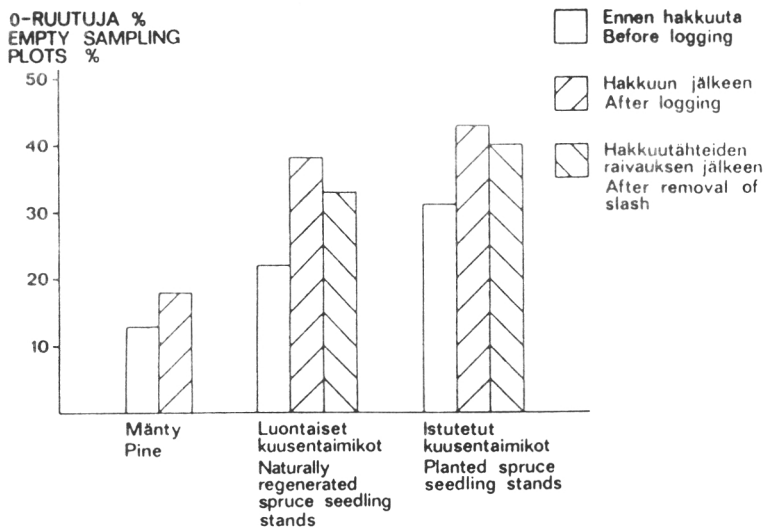
Neljässä taimikossa täydennystarve oli aiheutunut nimenaan ylispuiden korjuusta, mutta kahdessa tapauksessa oli aukkoisuutta liikaa jo ennen hakkuutakin.

Kuusentaimikoista oli suurelta osin alhaisesta lähtötiheydestä johtuen ainoastaan kolme taimikkoa (2 luontaista, 1 istutettu) korjuun jälkeen kasvatuskelpoisessa kunnossa. Taimimäärä oli 15 taimikossa (kaikki istutettuja) liian alhainen, ja 23 tapauksessa (5 luontaista, 18 istutettua) oli liikaa aukkoisuutta. Taimien keskipituus oli 16 tapauksessa niin suuri, ettei täydennysistutus ollut mahdollista. Näistä kaksi oli taimitiheydeltään sellaisia, että ne on Keskusmetsälautakunta Tapion ohjeiden mukaan metsitettävä uudelleen. Usein uudelleenmetsitys koskee kuitenkin vain osaa uudistusosalasta.

Ennen ylispuuhakkuun aiheuttamia vaurioita olisi 11 kuusentaimikkoa (5 luontaista, 6 istutettua) ollut kasvatuskelpoisessa kunnossa.

Aukkoisuutta osoittavien nollaruutujen osuus männy-

taimikoissa oli ennen korjuuta keskimäärin 13 % (0-38 %) ja korjuun jälkeen 18 % (0-40 %). Kuusentaimikoissa vastaavat luvut olivat 30 % (luontaiset 22, istutetut 31 %)(vaihtelu 0-62 %) ja 42 % (luontaiset 38, istutetut 43 %)(vaihtelu 7-73 %). Jos koaloilta olisi hakkuutähteitä raivaamalla pelastettu niiden alla olevia taimia, olisi korjuunjälkeinen nollaruutujen osuus ollut kuusentaimikoissa keskimäärin 39% (luontaiset 33, istutetut 40 %). Siten aukkoisuus johtuu yleensä kuitenkin enemmän muista tekijöistä kuin puunkorjuusta (esim. taimettuminen, viljelyn onnistuminen, muut tuhot jne.).



Kuva 3. Tyhjien koalojen osuus ja sen muuttuminen ylispuunkorjuun seurauksena tutkituissa taimikoissa.

Fig. 3. The share of empty sampling plots and the change of this share as a consequence of the seed tree harvest.

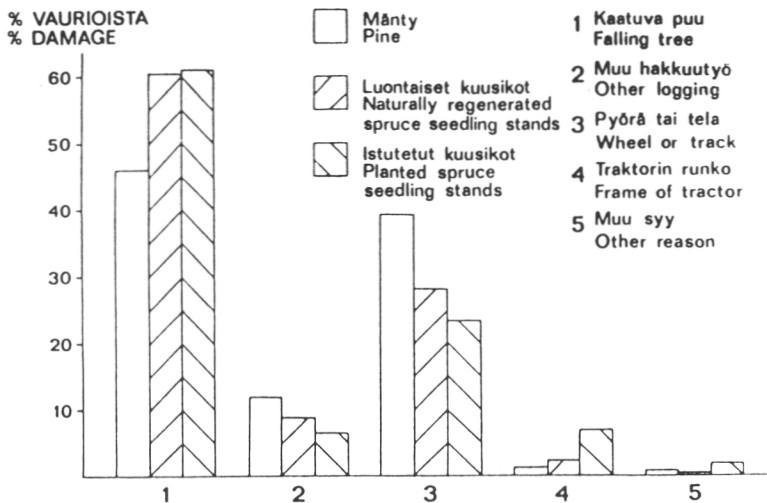
Inventoinnin yhteydessä selvitettiin myös muut kuin korjuusta aiheutuneet tuhot. Männyntaimikoissa näitä vaurioita oli 10 (0-32) prosentissa taimista. Yleisimmät syyt olivat lumikariste (52 % muista vaurioista) ja muut neulaskaristeet (19 %). Vakavuusasteeltaan muut vauriot olivat hieman korjuun aiheuttamia lievempiä kasvatuskelvottomien taimien osuuden ollessa keskimäärin 53 %.

Koska edellä esitettyjä tuhoja ei otettu huomioon aikaisemmin taimikoiden kasvatuskelpoisuutta arvioitaessa, saattaisi täydennystarve männyntaimikoissa niiden vuoksi hieman nousta. Kuusentaimikoissa oli muiden tuhojen osuus sen sijaan hyvin vähäinen (keskimäärin 3 %).

32. Korjuuvaurioiden aiheuttajat

Suurin osa vaurioista syntyy hakkuuvaiheessa. Männyntaimikoissa lähes 60 % ja kuusella vastaavasti noin 70 % vaurioista aiheutui jo hakkuun yhteydessä. Yleisin tuhon aiheuttaja oli kaatuva puu (männyntaimikoissa 47 % vaurioista, luontaisissa kuusentaimikoissa 60 % ja istutetuissa kuusentaimikoissa 62 %).

Metsäkuljetusvaiheessa syntyvät taimivauriot keskittyvät hyvin suppealle alueelle. Pahinta vaurioituminen on raiteiden kohdalla. Pyörän tai telan vaurioittamien taimien osuudet olivat männyntaimikoissa 39 % ja kuusentaimikoissa 26 % (luontaiset 28 %, istutetut 23 %). Kookkaassa taimikossa myös traktorin runko kaataa taimia (männyntaimikoissa 1 % vaurioista, luontaisissa kuusentaimikoissa 2 %, istutetuissa 7 %).

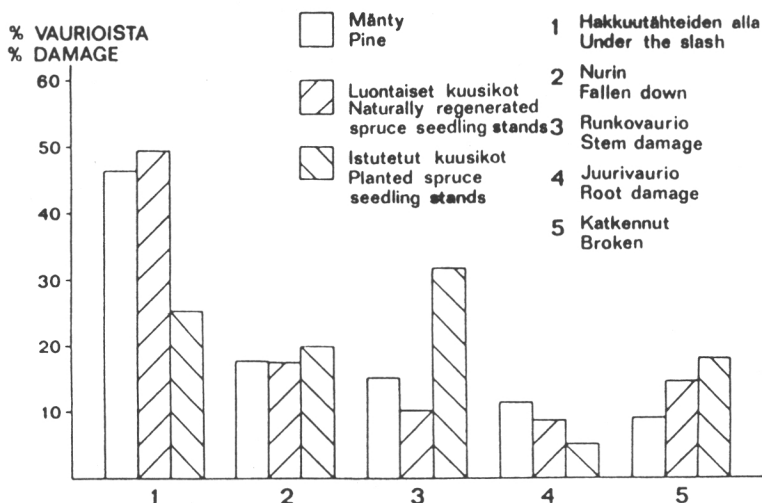


Kuva 4. Vaurioiden aiheuttajat.
Fig. 4. Damage-causing agents.

33. Vaurioitumistapa

Yleisin vaurioitumistapa oli taimien jääminen hakkuutähteiden alle (männyntaimikoissa 47 % vaurioista, luontaisissa kuusentaimikoissa 50 % ja istutetuissa 25 %). Mitä pienempiä taimet ovat, sitä suurempi on tähteiden alle jäävien osuus. Kuusentaimikoissa arvioitiin 49 %:n (luontaiset 51 %, istutetut 47 %) tähteiden alle jääneistä taimista olevan pelastettavissa poistamalla hakkuutähteet taimien päältä.

Juurivaurioilla (kuva 5) tarkoitetaan tässä tutkimuksessa lähinnä kallistuneita taimia. Varsinaisia katkojuuriahan ei taimikoissa yleensä ole.

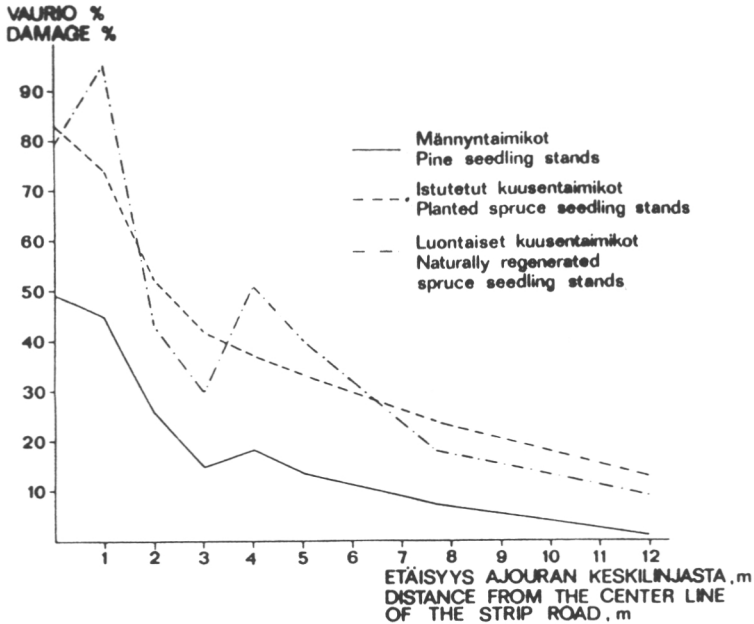


Kuva 5. Vaurioitumistapa.
Fig. 5. Ways of damage

34. Vaurioituneiden taimien sijainti

Taimikon särkyminen on selvästi pahinta ajourilla ja niiden välittömässä läheisyydessä. Taimia vaurioitui traktorin pyörien alla, ja kookkaammassa taimikossa aiheuttaa traktorin runko urilla täydellisen tuhon.

Koska ylispuut pyritään kaatamaan suunnatusti ajourien tuntumaan, ovat myös hakkuutyöstä johtuvat tuhot urien läheisyydessä suurimmillaan.



Kuva 6. Vaurioprosentin riippuvuus etäisyydestä ajouraan.

Fig. 6. The damage percentage dependent on the distance from the strip road.

4. ERI TEKIJÖIDEN VAIKUTUS VAURIOITUMISEEN

Taimien vaurioitumisen yhteyttä eri tekijöihin selvitettiin regressiomallien avulla. Vaurioituminen riippuu hyvin monista tekijöistä, ja hajonta leimikoiden välillä oli suuri. Tämän vuoksi regressioyhtälöiden selitysaste jäi verraten alhaiseksi.

Männnyntaimikoissa vaurioitumista selitti parhaiten hakkuukertymä (m^3/ha) (kuva 7). Lähes yhtä hyvä selittäjä oli hehtaarikohtainen ajouramäärä (kuva 9).

Parhaan selitysasteen antoi seuraava regressioyhtälö:

$$y_1 = 0.154 x_1 *** + 0.027 x_2 *** - 3.83$$

$$100 R^2 = 55.2$$

y_1 = vaurioprosentti männyntaimikoissa

x_1 = hakkuukertymä, m³/ha (F=24.5)

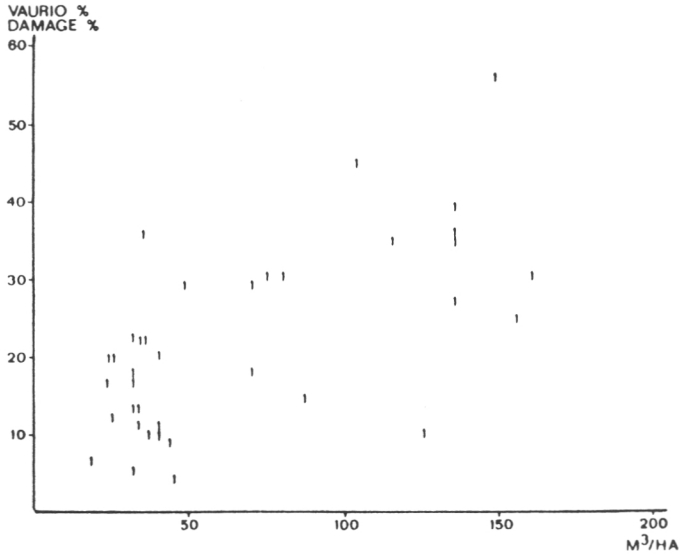
x_2 = ajouramäärä, m/ha (F=13.4)

Tutkimuksessa ajouramäärä ilmaistiin tarkkuussyistä urien hehtaarikohtaisena yhteispituutena (m/ha). Sen riippuvuus ajouravälistä käy selville seuraavasta asetelmasta, joka perustuu männyntaimikoissa tehtyihin mittauksiin.

Hehtaarikohtaisen ajouramäärän riippuvuus ajouravälistä

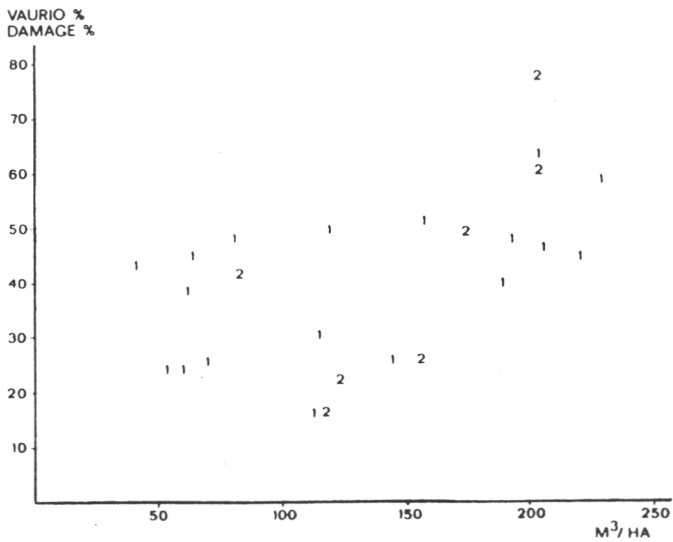
Ajouraväli, m	Hehtaarikohtainen ajouramäärä, m
10	1 000
20	700
30	350

Kuusentaimikoissa leimikon pinta-ala oli paras tuhojen selittäjä. Leimikon koon kasvaessa vaurioprosentti pieneni. Selitys isojen leimikoiden pieniä parempaan korjuujälkeen on ilmeisestikin korjuun suunnittelussa. Laajalle leimikolle esimerkiksi tarkoituksenmukaisen ajouraverkon suunnittelu on helpompaa kuin pienipinta-alaiselle ja epäsäännöllisen muotoiselle alueelle. Hehtaarikohtainen ajouramäärä selitti vaurioitumista myös kuusentaimikoissa melko hyvin (kuva 10). Sen sijaan hakkuukertymä ei vaikuttanut vaurioitumiseen yhtä selvästi kuin männyntaimikoissa (kuva 8).



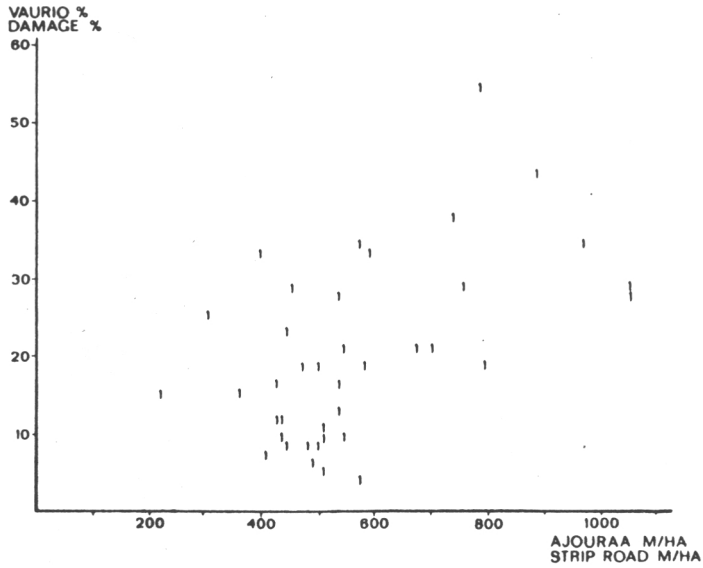
Kuva 7. Hakkuukertymän vaikutus vaurioprosenttiin männyntaimikossa.

Fig. 7. The effect of the volume of cut on the damage percentage in pine seedling stands.



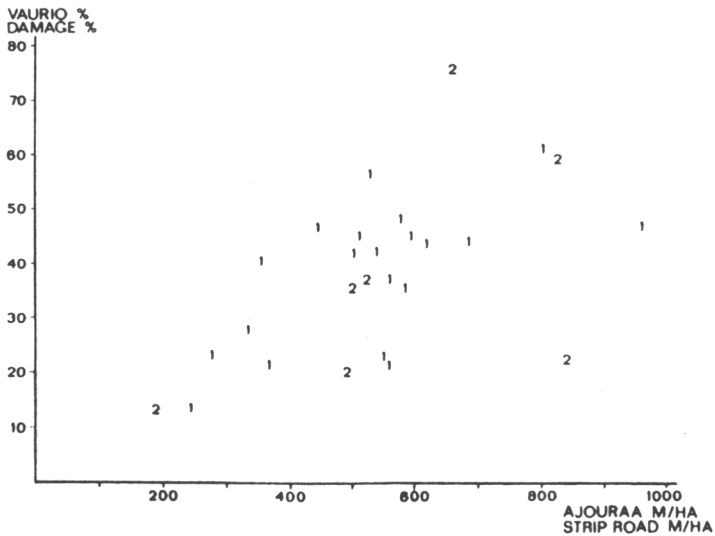
Kuva 8. Hakkuukertymän vaikutus vaurioprosenttiin kuusentaimikoissa (1 = istutustaimikot, 2 = luontaiset taimikot).

Fig. 8. The effect of the volume of cut on the damage percentage in spruce seedling stand (1 = planted spruce seedling stands, 2 = naturally regenerated spruce seedling stands).



Kuva 9. Ajouramäärän vaikutus vaurioprosenttiin männyntaimikoissa.

Fig. 9. The effect of the length of strip roads on the damage percentage in pine seedling stands.



Kuva 10. Ajouramäärän vaikutus vaurioprosenttiin kuusentaimikoissa (1 = istutustaimikot, 2 = luontaiset taimikot).

Fig. 10. The effect of the length of strip roads on the damage percentage in spruce seedling stands (1 = planted spruce seedling stands, 2 = naturally regenerated spruce seedling stands).

Paras selitysaste oli seuraavalla yhtälöllä:

$$y_2 = 0.030 x_3 * - 7.370 x_4 ** + 33.38$$

$$100 R^2 = 45.4$$

y_2 = vaurioprocentti kuusentaimikoissa

x_3 = ajouramäärä, m/ha
(F = 4.97)

x_4 = leimikon pinta-ala, ha (F = 8.76)

Luontaisesti syntyneiden taimikoiden vähäisestä lukumäärästä johtuen (7) ei niille syntynyt riittävän hyvin selittävää yhtälöä. Sen sijaan istutustaimikoiden korjuuvaurioita kuvaa melko hyvin seuraava regressioyhtälö:

$$Y_3 = 0.026 X_5 - 7.455 X_6 * + 37.48$$

$$100 R^2 = 63.4$$

Y_3 = vaurioprocentti istutetuissa kuusentaimikoissa

X_5 = ajouramäärä, m/ha (F= 5.17)

X_6 = leimikon pinta-ala, ha (F=14.88)

Männyntaimikoissa aiheutti sulan maan aikainen korjuu 64 % enemmän vaurioita talvikorjuuseen verrattuna. Kuusentaimikoissa missä taimet olivat pitempiä eivätkä siten talvellakaan lumen suojaamia, oli kesäkorjuu sen sijaan hieman talvikorjuuta hellävaraisempaa (17 %). Regressiomalleihin korjuuajankohta ei kuitenkaan tullut mukaan merkitsevänä tekijänä.

Muiden leimikko- ja korjuutietojen (rungon koko, lumen paksuus, korjuuajan lämpötila, metsäkuljetusväline jne.) yhteys taimikon vaurioitumiseen oli edellä mainittuja huomattavasti epämääräisempi. Tämä ei kuitenkaan välttämättä osoita sitä, etteikö eräillä niistä olisi vaikutusta vaurioitumiseen. Erityisesti korjuuajan lämpötilalla ja lumen paksuudella on varmasti vaikutusta. Käytännön syistä nämä muuttujat jouduttiin mittaamaan leimikkokohtaisina keskiarvoina, jolloin leimikon sisäinen vaihtelu saattaa olla niin suurta, etteivät ko. tekijät tule mukaan malleihin merkitsevinä tekijöinä. Rungon koon vaikutuksesta taimikon vaurioitumiseen on Frilander (1985) saanut tämän tutkimuksen kanssa yhdenmukaisen tuloksen. Sen sijaan Tervon (1979) mukaan on taimikon vaurioituminen

pienikokoisen verhopuuston hakkuun yhteydessä ollut huomattavan vähäistä.

Taimikon tiheydellä ja pituudella ei ollut vauriopro-senttiin merkitystä. Siten kuusentaimikoiden männyn-taimikoita pahempi särkyminen ei suinkaan johdu niiden suuremmasta keskipituudesta vaan pikemminkin monen muun tekijän yhteisvaikutuksesta (hakkuukertymä, ylis-puiden oksaisuus, kuljettajan pyrkimyksestä välttää vaurioita ym.).

Taulukossa 6 tarkastellaan eräitä korjuu-, leimikko- ja taimikkotietoja korjuun jälkeen hyväksyttävässä ja epätydyttävässä kunnossa olleissa taimikoissa. Reg-ressiomallien ilmaisemien selittäjien lisäksi on luon-nollisesti korjuuta edeltävällä taimimäärällä ja auk-koisuudella selvä yhteys täydennystarpeeseen.

Taulukko 6. Eräitä keskiarvotietoja hyväksyttävässä ja epä-tydyttävässä kunnossa olleista taimikoista.
Table 6. Some average data on seedling stands in acceptable and unacceptable condition.

	Männyn- taimikot Pine seedling stands		Kuusentaimikot Spruce seedling stands	
	Täyden- nettävät (6) Needing replen- ishment (6)	Hyväksyt- tävät (33) Accept- able (33)	Täyden- nettävät (24) Needing replen- ishment (24)	Hyväksyt- tävät (3) Accept- able (3)
Taimien keski- pituus, cm Height of seedlings, cm	58	46	189	179
Taimia, kpl/ha Seedlings, no./ha	6169	14766	1770	10161
0-ruutuja ennen hakkuuta, % Empty sampling plots before harvesting, %	28	10	33	8
Ylispuita, m ³ /ha Over-stoey trees, m ³ /ha	84	62	141	125
Ajouramäärä, m/ha Length of strip roads, m/ha	834	504	567	320
Kesäleimikoiden osuus, % Share of summer harvest, %	50	33	58	67
Leimikon pinta- ala, ha Stand area, ha	1.9	3.5	1.7	1.4

5. TULOSTEN TARKASTELUA

Ylispuunkorjuun onnistuminen riippuu toisaalta taimikon kunnosta ennen puunkorjuuta sekä ylispuustosta ja toisaalta itse korjuun toteutuksesta. Hyvään lopputulokseen pääsemiseksi tulisi kaikin tavoin pyrkiä saamaan uudistettavalle alalle riittävän tiheä ja yhtenäinen taimikko. Soita sekä aivan kivisimpiä ja karuimpia kangasmaita lukuunottamatta tulisi kasvualusta muokata taimettumisen varmistamiseksi. Taimikossa on oltava "ylimääräisiä" taimia, koska huolellisessakin korjuussa aina osa niistä tuhoutuu.

Selvä osoitus maankäsittelyn taimettumista edistävästä vaikutuksesta on Saksan (1985) tutkimus muokattujen metsänviljelyalojen taimettumisesta. Sen mukaan esim. Pohjois-Karjalan, Etelä-Savon, Keski- ja Lounais-Suomen äestetyillä ja auratuilla männynviljelyaloilla oli luontaisia männyntaimia 9 % viljeltyjä enemmän.

Myös käsilläolevassa tutkimuksessa kävi muokkauksen taimettumista edistävä vaikutus selvästi esille. Muokatuilla männyn siemenpuualoilla oli taimia 50 % enemmän kuin muokkaamattomilla.

Maanmuokkauslaitteiden kehityttyä nykyiselle tasolleen saattaisikin olla aiheellista tarkistaa luontaisen uudistamisen ohjeita ajanmukaisiksi. Reunametsän siementävään vaikutukseen voitaisiin luottaa kenties aiempaa enemmän. Samoin tultaneen toimeen entistä vähemmällä siemenpuumäärällä. Molemmat toimenpiteet vähentäisivät myöhemmässä vaiheessa ylispuiden poiston aiheuttamia vaurioita.

Ylispuuhakkuun onnistunut toteuttaminen hyvin taimettuneella alueella ei ole erityisen vakava ongelma. Vaurioituneiden taimien suhteellinen määrä kaikista taimista ei riipu taimikon tiheydestä. Siksi hyvin taimettuneella alueella jää riittävästi myös vahingoittumattomia taimia. Jos taimia on sen sijaan harvassa ja epätasaisesti jakautuneena, on tilanne toinen.

Korjuun suunnittelussa tulee päähuomio kiinnittää erityisesti ajouriin. Taimikon vaurioituminen lisääntyy näet hyvin selvästi uraverkoston tihentyessä. Laskennallisesti ajouraverkko vaatii 30 metrin uravälillä leimikosta riippuen vain 200-300 metriä uraa hehtaa-

rille. Tutkituissa leimikoissa uraa oli yleisesti tarpeettoman paljon. Männyntaimikoissa keskimääräinen hehtaarikohtainen ajouramäärä oli 555 m (211-1040m) ja kuusentaimikoissa 540 m (194-956 m). Alle 500 m:n ajourametrin leimikoiden osuus oli männyntaimikoissa vain 51 % ja kuusentaimikoissa vieläkin vähemmän eli 26 %. Kahdella mänty-ylispuuleimikolla ajouraa oli jopa yli 1000 m hehtaarilla. Keinoina harvaan uraväliin pääsemiseksi tulevat kysymykseen suunnattu kaato ja pitkäulotteisen kuormaimen käyttö. Tutkimusleimikoilla oli ajouraa 30-40 % enemmän, kun pitkäulotteisen kuormaimen asemasta käytettiin lyhyttä kuormainta.

Pienillä ja epämääräisen muotoisilla leimikoilla saattaa tarkoituksenmukaisen ajouraverkon suunnittelu olla vaikeaa. Siksi etenkin näillä aloilla tulisi mahdollisuuksien mukaan turvautua reunametsän siemennykseen.

Vaikka ylispuuleimikoilla ei ole juuri ajoa haittaavaa puustoa, tulee metsäkoneen kuljettajan malttaa ajaa mahdollisimman tarkasti aina samoja jälkiä. Turha "koukkailu" lisää aina taimikon vaurioitumista. Taimikon vaurioitumista voidaan myös vähentää sopivan korjuuajankohdan valinnalla (lämpötila, lumi). Hakkuuvaiheessa vaurioita voidaan vähentää lähinnä huolellisella suunnatulla kaadolla. Osavastuu korjuun onnistumisesta lankeaa myös metsänuudistamissuunnitelman laatijalle. Jos alueelle on jätetty tarpeettoman paljon siementävää puustoa, vaikeutetaan sillä kaato-työtä.

Ylispuukorjuu on yleisen käytännön mukaan tehty heti alueen riittävästi taimetuttua ja taimien ollessa vielä aivan pieniä. Tällöin paras korjuuajankohta on talvella taimien ollessa lumen suojassa. Jos taimet ovat kuitenkin päässeet jostain syystä kasvamaan yli-pitkiksi, on korjuu pyritty tekemään sulan puun aikaan.

Hyvin taimettuneilla aloilla voitaisiin ylispuuleimikot tämän tutkimuksen tulosten perusteella korjata kantavilla mailla aivan hyvin myös kesäaikaan. Ainoastaan huonosti taimettuneilla ja keskipituudeltaan lyhyissä taimikoissa hakkuu on paras toteuttaa talvel-la. Kovimmilla pakkasilla (Roiko-Jokelan 1983 mukaan raja on -15°C) ei ylispuuhakkuuta erityisesti kook-kaissa taimikoissa tule suorittaa.

Koska suurin osa siemenpuuleimikoista sijaitsee hyvin

kantavilla mailla, tasoittaisi niiden kesäkorjuu hie-
man hakkuiden vuodenaikaista vaihtelua. Puunkorjuuor-
ganisaatiossa saattaa sopivan korjuusään valinta tal-
viaikaan tuottaa myös vaikeuksia. Jos lunta on pal-
jon, on hakkuukin pienen kertymän vuoksi hankalaa.

Korjuun lisäksi taimet harventuvat myöhemmin myös mui-
den tuhojen seurauksena. Esimerkiksi karistetuhot ja
hirvien aiheuttamat tuhot voivat olla joskus hyvinkin
merkittäviä. Tämän vuoksi saattaa monessa tapaukses-
sa, mikäli tuhoja on odotettavissa, olla paikallaan
antaa taimikon varttua jonkin verran tavanomaista
kookkaammaksi ennen siemenpuiden poistoa. Taimien pi-
tuudellahan ei tutkimuksen mukaan ollut merkitystä
niiden vaurioalttiuteen. Kysymys lienee enemmänkin
ulkonäöstä: isojen taimien vaurioituminen huomataan
pieniä paremmin. Lyhyistä taimista kuitenkin suuri
osa on vain hautautuneena hakkuutähteiden alle. Näis-
tä huomattava osa voidaan haluttaessa pelastaa poista-
malla hakkuutähteet taimien päältä.

Kuten aiemmin on jo käynyt ilmi, ei ylispuunkorjuu hy-
vin taimettuneilla alueilla yleensä ole kovin vakava
ongelma. Sen sijaan huonosti taimettuneet alat joudu-
taan usein korjuun jäljiltä täydentämään ja joskus jo-
pa viljelemään uudestaan. Vaikka uudelleenviljelyyn
ei tarvitsisikaan turvautua, niin kookkaissa taimi-
koissa alin hyväksyttävä taimitiheys on niin pieni,
että siitä aiheutuu melkoisia kasvu- ja tuotostappioi-
ta. Näiden lisäksi myös korkeat ensiharvennuskustan-
nukset kohoavat pienen kertymän vuoksi entisestäänkin.
Vaikka keskimääräinen runkoluku on alhainen, on ti-
heikköpaikat kuitenkin harvennettava ajallaan.

Taulukko 7. Ensiharvennuspuun korjuukustannusten riippuvuus hakkuu-
kertymästä. Runon koko 0.05 m³. (Metsä- ja uittoalan työehto-
sopimus 1984. Tavoiteansioon perustuvat puutavaran metsätraktori-
kuljetusmaksut 1985.).

Table 7. Harvesting costs of first commercial thinning dependent
on volume of cut. Stem size 0.05 m³. (Forestry and floating labour
agreement 1984. Forwarding costs of sawn goods based upon objective
income 1985).

	Hakkuukertymä, m ³ /ha Volume of cut, m ³ /ha			
	40	30	20	15
Puulaji Tree species	Suhteelliset puunkorjuukustannukset /m ³ Relative harvesting costs/m ³			
Mänty Pine	100	101	104	109
Kuusi Spruce	109	110	113	118

Ylispuunkorjuun ongelma-alueita, joissa työ tulisi tehdä erityisen huolellisesti, ovat yleensä muokkaamattomaan maahan ylispuiden alle istutetut kuusentaimikot (alhainen lähtötiheys). Luontaisesti uudistuneet kuusentaimikot ovat yleisesti aukkoisuuden ja suuren hakkuutähdemäärän vuoksi hankalia tapauksia. Myös muokkaamattomilla männyn siemenpuualoilla taimia on usein liian vähän ja epätasaisesti jakautuneena.

6. YHTEENVETO

Tutkimuksessa selvitettiin taimikon vaurioitumista ylispuuhakkuun yhteydessä nykyisin käytettävillä korjuumenetelmillä. Aineisto koostui 66 ylispuuleimikosta, joista 39 oli männyn- ja 27 kuusentaimikoissa. Kuusentaimikoista 7 oli luontaisesti syntyneitä, ja 20 taimikkoa oli perustettu istuttamalla ylispuuston alle. Taimikoiden yhteispinta-ala oli 172 ha.

Keskimääräinen vaurioprosentti männyntaimikoissa oli 17 vaihtelun ollessa 4 - 57. Kuusentaimikoissa vaurioitui korjuussa vastaavasti keskimäärin 33 % (luontaisesti syntyneet taimikot 31 %, istutetut 35 %) taimista (vaihtelu 12-74 %). Vaurioituneista taimista luokiteltiin kehityskelvottomiksi 68 %.

Nykyisten ohjeistojen mukaan 6 männyn- ja 24 kuusentaimikkoa (5 luontaista, 19 istutettua) oli korjuun jälkeen ilman lisätoimenpiteitä epätyytyttävässä kunnossa. Näistä 11 tapauksessa tilanne aiheutui nimenomaan ylispuiden korjuusta.

Yleisimmin vaurion aiheutti kaatuva puu (männyntaimikoissa 47 % ja kuusella 61 % vaurioista) tai traktorin pyörä ja tela (männyntaimikot 39 %, luontaiset kuusentaimikot 28 % ja istutuskuusikot 23 %). Yleisin vaurioitumistapa oli taimen jääminen hakkuutähteiden alle (mänty 47 %, luontaiset kuusikot 50 % ja istutuskuusikot 25 %). Kuusella näistä 49 % arvioitiin olevan pelastettavissa hakkuutähteet poistamalla. Näin voidaankin taimikon hakkuunjälkeistä tilaa usein ratkaisevasti parantaa.

Merkittäväintä tuhoutuminen oli ajourilla ja niiden välittömässä läheisyydessä. Yli viiden metrin etäisyydellä ajouran keskikohdasta oli särkyminen jo huomattavan vähäistä. Korjuun suunnittelussa ja toteutuk-

sessä onkin huolellinen ajouraverkon suunnittelu ja uramäärän minimointi tehokkain tapa vähentää korjuutuhjoja.

Vaurioprosentti riippuu selvästi myös hakkuukertymästä sekä leimikon pinta-alasta ja muodosta. Taimikon vaurioituminen lisääntyy hakkuukertymän kasvaessa ja vastaavasti leimikon pinta-alan pienentyessä. Nykyaikaiset maanmuokkauslaitteet mahdollistavat pienillä ja epämääräisen muotoisilla alueilla entistä tehokkaamman reunametsän siementävän vaikutuksen hyväksikäytön. Siemenpuuasennonkaan ei tarvinne hyvin muokatulla alalla olla tiheä, jolloin ylispuunkorjuu helpottuu.

Taimikon kasvatuskelpoisuus korjuun jälkeen riippuu ratkaisevasti taimikon korjuuta edeltävästä kunnosta. Vaurioprosentti ei riipu tutkimuksen mukaan taimikon tiheydestä ja keskipituudesta. Siemenpuualueelle tulee kaikin tavoin pyrkiä aikaansaamaan mahdollisimman tiheä ja tasainen taimikko. Koska huolellisestikin toteutetun korjuun yhteydessä syntyy aina tuhoja, tulisi alueilla olla "ylimääräisiä" taimia. Tällöin turvataan myös taimikon ylispuunkorjuun jälkeinen riittävä tiheys.

Ylispuunkorjuun ongelma-alueita, missä työt tulisi tehdä erityisen huolellisesti, ovat nimenomaan runsasylispuustoiset harvat ja aukkoiset taimikot. Hyvin taimettuneet alat voidaan tarvittaessa korjata myös lumettomana aikana, vaikka lyhyille taimille tällöin aiheutuukin talvikorjuuta enemmän vahinkoa. Ainoastaan harvoissa ja keskipituudeltaan lyhyissä taimikoissa on ylispuuhakkuu paras suorittaa taimien ollessa lumen suojassa. Pitkässä taimikossa lumi ei suojaa, mutta pakkanen (jäätynyt puu) aiheuttaa lisätuhjoja.

Mahdollisten täydennysistutus- ja jopa uudelleenmetsityskustannusten lisäksi voi ylispuiden korjuu aiheuttaa perustetulle metsikölle kasvu- ja tuotostappioita. Vauriot voivat myös välillisesti hakkuukertymän pienentyessä nostaa tulevia ensiharvennuskustannuksia.

Pääsyynä taimikkojen mahdolliseen huonoon hakkuunjälkeiseen tilaan voidaan kuitenkin yleensä pitää epäonnistumisia tai suoranaisia laiminlyöntejä jo hakkuuta edeltäneenä ajanjaksona.

KIRJALLISUUS

- Etelä- ja Pohjois-Suomen metsien käsittelyohjeet 1981. Tapio 3:1-20.
- Frilander, O. 1985. Pienikokoisen lehtiverhopuuston korjuun kuusentaimikolle aiheuttamat vauriot. Metsäteknologian pro gradu-työ. Helsingin yliopisto.
- Kinnunen, K. & Linninmäki, J. 1977. Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa. Summary: Success of Forest Regeneration and Initial Development of Sapling Stands in Northern Karelia. Folia Forestalia 329:1-32.
- Lehto, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemen- ja suojuspuumenetelmällä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 67(4):1-140.
- Metsä- ja uittoalan työehtosopimus ja sen mukaiset m³-perustaiset metsäpalkkojen taulukot. Palkkausalue 4. 29.3.1984-28.2.1986.
- Metsänuudistamisen tutkimus 1983. Taimikoiden inventointi. Metsäntutkimuslaitos, metsänhoidon tutkimusosasto. Suonenjoki. Moniste 21 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1970-1985. Metsäntutkimuslaitos. Folia Forestalia.
- Roiko-Jokela, P. 1983. Taimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1983. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105:72-82.
- Saksa, T. 1985. Männyn viljelytaimikoiden alkukehitys Etelä-Suomessa muokatuilla metsänuudistusaloilla. Metsänhoidon tutkimusosaston työretkeilymoniste 24-26.9.1985. 2 s.
- Sarvas, R. 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsinnalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in Northern Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 38(1):1-84.
- Tervo, L. 1979. Havaintoja verhopuuston kasauksesta. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 29:1-17.

SUMMARY

Damage to seedlings caused by the logging of seed trees with harvesting methods in use today was studied. The data consisted of 66 stands marked for seed tree harvesting, of which 39 were in Scots pine and 27 in Norway spruce seedling stands. The total area of the stands was 172 ha.

The mean damage percentage for pine seedling stands was 17, ranging from 4 to 57. In contrast, an average of 33 % of seedlings in spruce seedling stands (naturally regenerated seedling stands 31 %, planted seedling stands 35 %) were damaged (12-74 %). 68 % of the damaged seedlings were declared growth retarded.

According to present regulations, 6 pine and 24 spruce seedling stands (5 naturally regenerated seedling stands, 19 planted seedlings stands) were, without additional measures in unsatisfactory condition. The situation in 11 of these cases was caused specifically by the harvesting of seed trees.

In most cases the damage was caused by a falling tree (47 % in pine seedling stands and 61 % with spruce) or by a tractor's wheel or track (pine 39 %, spruce 26 %). The most common cause of damage was that the seedling was left under the slash (pine 47 %, naturally regenerated spruce seedling stands 50 % and planted spruce seedling stands 25 %). With spruce 49 % of these were considered salvageable by removing the slash.

The most significant destruction was on the strip roads and their immediate vicinity. The breakage was quite a lot less already at a distance of more than five meters from the center line of the strip road. The most effective way of reducing harvesting damage is really the careful planning of the strip road network and minimizing length of strip roads during the planning and carrying out of harvesting operations.

The damage percentage also depends clearly on the volume of cut as well as on the size and shape of the stand marked for harvesting. Modern soil preparation equipment enables more effective use of the surrounding forest as a seed source for small and irregularly shaped areas. A seed tree stand does not need to be

dense on a well prepared site, which makes it easier to harvest seed trees.

The health of the seedling stand after harvesting depends decisively on its condition before harvesting. The damage percentage does not, according to the study, depend on the density of the seedling stand. On seed tree areas it is necessary to try to achieve as dense and evenly seeded a seedling stand as is possible. Because, damage occurs in conjunction with even carefully carried out harvesting operations, it is necessary there be "extra" seedlings. Sufficient seedling density after the logging of seed trees is in this way ensured.

Problem areas in the harvesting of seed trees, where work must be done carefully, are specifically sparse and open seedling stands. Well seeded areas may, when necessary, also be harvested when the ground is thawed, although more damage is caused to small seedlings during this time than in winter harvesting. Only when the seedling stand is sparse and the seedlings are short in average the harvesting of seed trees should be carried out when the seedlings are protected by snow. Snow does not protect taller seedlings, but frost (frozen tree) causes additional damage.

The logging of seed trees will lead to losses in growth and output as well as costs of possible additional plantings and even reforestation. By reducing the volume of cut, damage may also indirectly raise future first commercial thinning costs.

The main reason for a seedling stand possibly being in bad condition after harvesting can nevertheless generally be said to be failure or direct negligence already during the period preceding harvesting.

- N:o 1 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten II. 1972.
- N:o 2 Matti Leikola. Silmujen ja neulasten poiston vaikutus männyn ja kuusen pituuskasvuun. 1972.
- N:o 3 Kim von Weissenberg. Kokemuksia Murray männyn viljelystä Suomessa. 1972.
- N:o 4 Terttu Koponen. Peltomyyräpopulaation rakenteesta. 1972.
- N:o 5 Pentti Nisula. Erilaisten rullataimien menestymisestä viljelyaloilla. 1972.
- N:o 6 Veikko Koski ja Jyrki Raulo. Ennakkotuloksia rauduskoivun jälkeläiskokeesta. 1972.
- N:o 7 Matti Leikola. Havaintoja taimipakkauksissa esiintyvistä lämpötiloista välivarastoinnin aikana. 1973.
- N:o 8 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Pellolle istutettujen männyn ja kuusen ja rauduksen taimien alkukehityksestä. 1973.
- N:o 9 Etelä-Suomen metsänviljelytutkijoiden neuvottelupäivillä pidetyt alustukset. 1973.
- N:o 10 Jyrki Raulo. Rauduskoivun taimilajien 1 A + 1 A tuottaminen. 1974.
- N:o 11 Matti Leikola ja Olavi Huuri. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runkotutkimuksesta vv. 1970—1973. 1974.
- N:o 12 Tutkimuspäivän alustukset v. 1974. 1974.
- N:o 13 Martti Ruottinen. Suonenjoen ja Pieksämäen taimitarhojen taimitoimitukset vuosina 1971 ja 1972. 1975.
- N:o 14 Jyrki Raulo. Lannoitetun täytemaan käytöstä rauduskoivun viljelystä. 1975.
- N:o 15 Matti Leikola. Näkökohtia lyhytkiertoviljelmiä ja -kokeita perustettaessa. 1976.
- N:o 16 Risto Rikala. Jauhetun kuorihumuksen käyttökelpoisuus lumen sulattamiseen taimitarhalla. 1976.
- N:o 17 Matti Leikola ja Pekka Suolahti. Ennakkotuloksia männyn taimien välivarastointikokeesta. 1976.
- N:o 18 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. 1976.
- N:o 19 Matti Leikola ja Pekka Rossi. Paju- ja poppeipistokkaiden menestyminen Suonenjoen taimitarhalla kesällä 1976. 1977.
- N:o 20 Matti Leikola. Muovihylsytaimien menestyminen Suonenjoella vv. 1971—1976. 1977.
- N:o 21 Pertti Harstela. Taimitarhatyöntekijöiden mielipiteitä työmenetelmistä ja työjärjestelyistä. 1977.
- N:o 22 Carl Johan Westman ja Päivi Hänninen. Kemiaallinen maa-analyysi paljasjuuristen taimien tuotannossa - ennakkotiedonanto. 1977.
- N:o 23 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Kuusen taimien juurten leikkaus noston yhteydessä. 1977.
- N:o 24 Risto Rikala. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. 1978.
- N:o 25 Jari Parviainen ja Kyösti Konttinen. Männyn avomaataimien koulinta-ajankohtakoe. 1978.
- N:o 26 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurtuminen. Tuloksia vuoden 1976 juurruttamiskokeista. 1979.
- N:o 27 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurruttaminen taimitarhalla. Kirjallisuuteen ja havaintoihin perustuvat ohjeet. 1979.
- N:o 28 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Eräiden herbisidien käytöstä havupuiden kylvöaloilla. 1979.
- N:o 29 Leo Tervo. Havaintoja verhopuuston kasauksesta. 1979.
- N:o 30 Päivi Hänninen. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksia koulittujen taimien kasvatuksessa. 1979.

- N:o 31 Risto Rikala. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Tiedusteluun pohjautuva selvitys. 1979.
- N:o 32 Jyrki Raulo ja Leo Tervo. Rauduskoivun taimilajin 1 (Lk+A) tuottaminen Etelä-Suomessa. 1980.
- N:o 33 Jari Parviainen (toim.). Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutusta koskevia vii-meaikaisia tutkimuksia. 1980.
- N:o 34 Päivi Hänninen. Männyn koulintataimien kasvuerot ja niihin vaikuttaneet tekijät Suonenjoen taimitarhalla. 1980.
- N:o 35 Taimitarhan sienitautipäivä 14.8. 1980.
- N:o 36 Havaintoja Keski-Eurooppaan tehdyttä opintomatkalta 14.6.-1.7.1980. Jari Parviainen ja Leo Tervo. Metsäpuiden taimien tuottaminen. Pekka Rossi. Lyhytkiertoviljelyn puulajien lisääminen ja viljely. 1980.
"Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja" -sarja ilmestyy vuoden 1981 alusta "Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja" -sarjassa.
- N:o 15 Hannu Raitio ja Risto Rikala. Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. 1981.
- N:o 26 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Ennakkotuloksia pistokkaiden istutuksesta auraavilla istutuskoneilla ja käsin. 1981.
- N:o 34 Taimitarha-aineiston geneettiset ominaisuudet. Tutkimuspäivän 1981 esitelmät. 1981.
- N:o 49 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Paljasjuuristen taimien tuotannon teknologia. 1982.
- N:o 62 Marja-Liisa Juntunen. Tuhkan levityksen terveydellisten haittojen arviointi. 1982.
- N:o 76 Pekka Rossi. Hirvien aiheuttamat satomenetykset pajuviiljelmillä. 1982.
- N:o 104 Risto Rikala ja Kimmo Vähänurmi. Kasvatusalustan vaikutus yksivuotiaiden männyn kennotaimien kehittymiseen. 1983.
- N:o 117 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Tuloksia rikkakasvien kemiallisesta torjunnasta rauduskoivun koulinta-alalla turvemaalla. 1983.
- N:o 118 Juha Lappi ja Heikki Smolander. AKTA-aineistojen kuvallisen ja tilastollisen analyysin ohjelma. 1983.
- N:o 142 Antti Maukonen. Kulotusteknologian kehittäminen. 1984.
- N:o 164 Leo Tervo. Uudelleenkierrätysperiaatteella toimiva kasvinsuojeluruisku taimitarhalla. 1984.
- N:o 181 Harvennuspuun korjuu ja metsikön tuleva tuotto. Vuoden 1984 tutkimuspäivän esitelmät. 1985.
- N:o 189 Marja-Liisa Juntunen. Työnjohto metsäyhtiöissä. Tapaustutkimus puunhankintaorganisaatioiden piirien toimihenkilöiden työjärjestelyistä. 1985.
- N:o 212 Leo Tervo. Vastukset kevyitä juontolaitteita käytettäessä. Friction in the use of light skidding equipment. 1986.
- N:o 221 Risto Rikala. Lannoituksen vaikutus männyn paakkutaimien kehittymiseen. 1986.
- N:o 241 Versosyöpä taimitarhalla ja taimitarhapäivän 1985 posterit. 1986.

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
77600 SUONENJOKI
Puh. 979-11741