

FOLIA FORESTALIA 528

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1982

MATTI SIRÉN

PUUSTON VAURIOITUMINEN
HARVENNUSPUUN KORJUUSSA
KUORMAINPROSESSORILLA

STAND DAMAGE IN THINNING OPERATION
WITH A GRAPPLE LOADER PROCESSOR



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 528

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1982

Matti Sirén

PUUSTON VAURIOITUMINEN HARVENNUSPUUN KORJUUSSA KUORMAINPROSESSORILLA

Stand damage in thinning operation with a grapple
loader processor

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. TUTKIMUSAINEISTO	3
3. TUTKITUT KORJUUMENETELMÄT JA TUTKIMUSLEIMIKOT	4
4. PUUSTON VAURIOITUMINEN	5
41. Vaurioiden määrä	5
42. Vaurioiden sijainti ja laatu	5
421. Sijainnin ja laadun merkitys	5
422. Vaurioiden laatu	6
423. Vaurioiden koko	6
424. Vaurioiden sijainti	7
43. Vaurioituneiden puiden sijainti	8
44. Vaurioitumisen syyt	8
45. Vaurioitumisen aiheuttaneet kone-elimet	10
5. ERI TEKIJÖIDEN VAIKUTUS VAURIOITUMISEEN	11
51. Leimikon rakenteen vaikutus vaurioitumiseen	11
52. Korjuuajan vaikutus vaurioitumiseen	11
53. Kaatotavan vaikutus vaurioitumiseen	11
6. KEINOJA VAURIOIDEN VÄHENTÄMISEKSI	12
61. Korjuun suunnittelu	12
62. Korjuuajan valinta	13
63. Kaadon suoritus	13
64. Ammattitaidon merkitys	13
7. KORJUUSSA METSÄÄN JÄÄNYT PUUTAVARA	13
8. TULOSEN TARKASTELUA	13
9. SELOSTE	14
KIRJALLISUUS	15
SUMMARY	16

SIRÉN, M. 1982. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa kuormainproessorilla. Summary: Stand damage in thinning operation with a grapple loader processor. *Folia For.* 528:1—16.

Tutkimuksessa on selvitetty puuston vaurioitumista harvennuspuun korjuussa kuormainproessorilla. Tutkimuksessa inventoitiin 15 kuormainproessorilla hakattua harvennusleimikkoa yhteispinta-alaltaan 75,45 ha. Keskimääräinen vaurioprocentti tutkimuksessa oli 11,1 vaihtelun ollessa 5,5—21,9. Vaurioituneita puita oli keskimäärin 74 kpl/ha vaihdellen 35—135 kpl/ha.

Tutkimusleimikot edustivat kahta kuormainproessorilla käytettävää kaatotapaa, ns. latva-tyvi kaatotapaa sekä Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n metsäosaston kehittämää kaatotapaa. Kaatotapojen välillä ei ollut huomattavampia eroja vauriomäärissä.

Vauriomääriin vaikuttaviksi tekijöiksi osoittautuivat jäävän puuston määrä ja korjuuaika. Keinoina vaurioiden vähentämiseksi nähtiin huolellinen korjuun suunnittelu, oikea korjuuaika, huolellinen kaadon suoritus ja ammattitaitoisen työvoiman käyttö harvennuksissa.

Damage caused to trees by a grapple loader processor during thinnings has been investigated in this study. 15 thinning stands were inventoried the total area of which was 75.45 ha. The average damage-% in the study stands was 11.1, varying between 5.5—21.9. The number of damaged trees was on the average 74 trees/ha, varying between 35—135 trees/ha.

The stands were felled by two felling methods used in conjunction with a grapple loader processor, so called latva-tyvi method and the felling method developed by the forest group of Yhtyneet Paperitehtaat Ltd. The differences in damage-% between the methods were not great.

The factors found to have an effect on the damage-% were the number of trees remaining and logging time. The most common reasons for damages were softish ground, narrow strip road and driver's carelessness. The best ways of reducing damage would be better planning of logging, correct logging time, precise felling and processor working and the use of skilled labour in thinnings.

ODC 462
ISBN 951-40-0582-1
ISSN 0015-5543

Helsinki 1982. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Ihmistyövaltaiset hakkuumenetelmät ovat Suomessa vielä tällä hetkellä täysin vallitsevina harvennushakkuissa. Monitoimikoneita on käytetty harvennuksiin lähinnä kokeilumielessä. Lähivuosikymmeninä on kuitenkin edessä mittava harvennusurakka, jonka selvittämisessä tarvitaan myös harvennuksiin soveltuvia monitoimikoneita.

Harvennuksissa on kokeiltu useita erilaisia koneketjuja. Näistä mainittakoon kokopuuhaketuksen perustuva korjuuketju, pientraktoripohjaiset ketjut sekä erilaiset monitoimikoneketjut. Uusi lupaavaksi osoittautunut ratkaisu on monitoimiosan sijoittaminen traktorin kuormaimen paikalle, jolloin harvennuksissa ongelmallinen pitkän puun siirtely vähenee. Näitä kuormainprosessoreita edustavat ruotsalais-suomalainen Valmet BM 450 (Skogsjan) sekä suomalaiset Finko ja Lako. Kuormainprosessorien suurimpia etuja verrattuna perinteisiin prosessoreihin ovat soveltuvuus sekä harvennuksiin että avohakkuihin sekä alhaisempi hankintahinta. Monitoimiosa voidaan kuormainprosessoriin asentaa käytetyn metsäkoneen päälle, ja tällöin hankintahinta on alhaisempi. Kuormainprosessorit helpottavat täten käytettyjen metsäkoneiden hyväksikäyttöä.

2. TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimusaineisto kerättiin syyskesällä 1981. Tutkimuksessa inventoitiin 15 leimikkoa, joista 8 sijaitsi Ruokolahdella, 5 Jämsän seudulla ja 2 Kolarissa. Leimikoiden yhteispinta-ala oli 75.45 ha leimikoiden koon vaihdellessa 0,75—11,6 ha:n välillä. Yleistiedot leimikoista saatiin leimikot korjanneilta yhtiöiltä. Yhtiöiltä saatiin tiedoksi leimikoiden pinta-ala, puumäärä ennen korjuuta ja hakattu puumäärä. Jäljellä olevan puuston kuutiomäärä, koko ja runkoluku saatiin mittaamalla relaskoopikoaloja leimikoilta. Tässä yhteydessä selvitettiin myös puulajijakaumat sekä oksaisuutta koskevat tiedot. Maaston osalta arvioitiin ajon maastoluokka, maalaji, kiviisyys, kaltevuus ja upottavuus korjuuaikana. Myös metsätyyppi määritettiin.

Tiedot kaatotavasta, korjuukoneista, koneiden varusteista ja kuljettajista, korjuuajasta ja korjuuajan sää- ja lumiolosuhteista saatiin haastatteleamalla

Harvennusten koneellistamisen edetessä ovat myös korjuussa jäävälle puustolle syntyvät vauriot nousseet tärkeäksi kysymykseksi. Monitoimikoneiden käytön esteenä on pidetty alhaisesta hakkuukertymästä aiheutuvien korkeiden kustannusten lisäksi jäävän puuston vaurioitumisriskiä. Kuormainprosessorit poikkeavat kuitenkin työkentelytavaltaan ja rakenteeltaan perinteisistä prosessoreista. Tämän vuoksi on kuormainprosessoriin arveltu olevan jäävälle puustolle ystävällisempi kone. Tämä ja kuormainprosessorien odotettavissa oleva yleistyminen harvennushakkuissa antoivat aiheen tutkia kuormainprosessoriin aiheuttamia korjuuvaurioita.

Tutkimusaineisto kerättiin Imatran, Jämsänkosken ja Kolarin ympäristössä. Aineiston keruuseen osallistui metsätöyönjohtaja Jussi Korhonen. Apua leimikoiden paikallistamisessa ja taustatietojen antamisessa antoivat lukuisat Enso-Gutzeit Oy:n, Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n ja Metsäliitto-Yhtymän metsäammattimiehet. Erityisesti haluan kiittää korjuupäällikkö Leo Erlundia Enso Gutzeit Oy:stä, piirimetsänhoitaja Osmo Räisästä Yhtyneet Paperitehtaat Oy:stä sekä hankintametsänhoitaja Hannu Peltolaa Metsäliitto-Yhtymästä.

Englanninkielen tarkastuksesta huolehti MMK John Derome ja konekirjoituksesta rouva Aune Rytönen. Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja arvokkaita neuvoja antaneet prof. Pentti Hakkila ja tutkimusaseman johtaja, MMT Pertti Harstela. Kaikille edellmainituille haluan esittää lämpimät kiitokseni.

korjuusta vastannutta henkilöä. Myös tiedot leimikon suunnittelijasta ja hänen kokemuksestaan saatiin korjuun vastuuhenkilöltä. Ajourien suunnittelun arvosteli inventoija leimikolla.

Vauriot inventoitiin liikkumalla leimikko läpi ajouria pitkin. Erityistä huomiota kiinnitettiin ajourien ympäristöön, joissa vaurioita saattaa olla varsin kaukanakin urasta. Tämän vuoksi inventointityö oli varsin aikaavievää. Jokaisesta vauriosta kirjattiin vaurion laatua, kokoa ja sijaintia koskevia tietoja. Vauriopuun sijainti mitattiin puun etäisyytenä ajouran keskipisteestä. Myös todennäköisin vaurion syy ja vaurion aiheuttanut elin pyrittiin määrittelemään. Tutkimuksessa ei pyritty erittelemään prosessorin ja kuormatraktorin aiheuttamia vaurioita, koska tämä on korjuun jälkeen tehtävässä inventoinnissa mahdollonta.

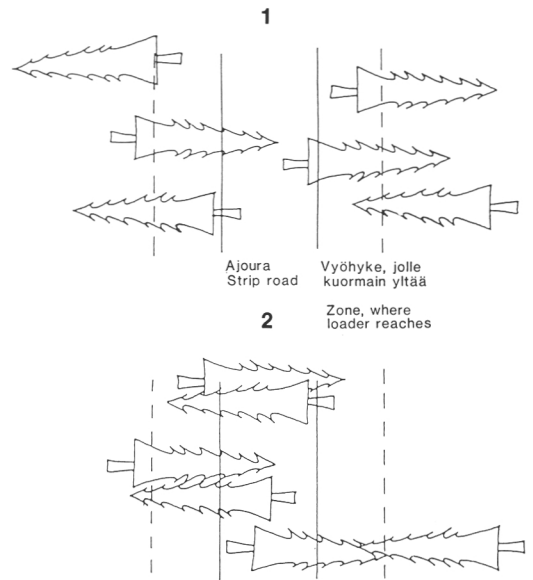
3. TUTKITUT KORJUUMENETELMÄT JA TUTKIMUSLEIMIKOT

Tutkimusleimikot edustivat kahta kuormainproessorilla käytettävää kaatomenetelmää. Tutkimusleimikoissa käytetyt kaatotavat olivat ns. latva-tyvi-kaatotapa sekä Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n metsäosaston kehittämä kaatotapa. Kaikilla leimikoilla kaato oli tehty miestyönä eikä esijuontoa ollut käytetty. Seuraavassa kaatotapojen lyhyt kuvaus:

Latva-tyvi kaatotavassa (kuva 1) kaato tehdään siten, että puut, joihin kone ulottuu uralta, kaadetaan pois päin uralta. Koneen ulottumattomissa olevat puut kaadetaan taas uralle päin.

Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n metsäosaston kehittämässä kaatotavassa kaadetaan kaikki puut, myös uran vieressä olevat, uran päälle. Menetelmä on esitetty kuvassa 2.

Tutkimusleimikoista 10 oli kaadettu latva-tyvi-kaatotavalla ja 5 Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n kaatotavalla. Leimikot jaettiin korjuuajan perusteella siten, että talvileimikoina pidettiin joulu—huhtikuussa korjattuja leimikoita ja kesäleimikoina touko—marraskuussa korjattuja leimikoita. Taulukossa 1 on tutkimusleimikoiden lyhyt esittely.



Kuvat 1 ja 2. Tutkimustyömailla käytetyt kaatomenetelmät.

Fig. 1 and 2. Felling methods in the studied stands.

1. Latva-tyvi menetelmä
Latva-tyvi method
2. Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n menetelmä
Method of Yhtyneet Paperitehtaat Ltd

Taulukko 1. Yleistietoja tutkimusleimikoista.
Table 1. General information about the studied stands.

Korjuuaika/kaatotapa Logging time/ felling method	Leimikoiden lukumäärä Number of stands	Puuta Trees m ³ /ha	Leimikoiden keskikoko Medium size of stands	Poistuma m ³ /ha	Jäävän puuston runkoluku/ha Number of trees remaining/ha	Puulajisuhteet Proportional distribution of tree species			Rungon keskikoko, dm ³	Ajoura- leveys, m Strip road width, m	Ajouraväli Distance between strip roads
						kuusi spruce	mänty pine	koivu birch			
Kesäleimikot Summer stands	10										
— kaatotapa 1 — felling method 1	9	189	4,6	62	885	25	75	—	240	4,8	23
— kaatotapa 2 — felling method 2	1	286	11,0	54	595	85	10	5	390	4,7	23
Talvileimikot Winter stands	5										
— kaatotapa 1 — felling method 1	1	249	2,0	89	330	40	60	—	490	5,3	25
— kaatotapa 2 — felling method 2	4	270	5,3	85	617	82	16	2	315	4,6	22
Yhteensä Total	15	221	5,0	69	758	45	54	1	287	4,75	23

4. PUUSTON VAURIOITUMINEN

41. Vaurioiden määrä

Vaurioiden määrä laskettiin vaurioituneiden puiden lukumääränä hehtaarilla ja niiden prosentiosuutena jäävän puuston runkoluvusta. Tuloksissa on leimikko luokiteltu männiköksi tai kuusikoksi, jos pääpuulajin osuus on ollut yli 70 % kuutiomäärästä.

Keskimääräinen vaurioprocentti, siis vaurioituneiden puiden lukumäärän osuus jäävän puuston runkoluvusta, oli tutkimuksessa 11,1. Alhaisin vaurioprocentti tutkimuksessa oli 5,5 ja korkein 21,9. Vaurioituneiden puiden lukumäärä/ha oli keskimäärin 74 kpl vaihdellen 35 puusta 135 puuhun. Vaurioista 12,9 % oli raapaisuja, joilla ei ole merkitystä puun tulevaa kehitystä ajatellen. Täten kuormainprosessori oli aiheuttanut 9,7 %:lle jäävästä puustosta vaurioita, joilla voi olla seurausvaikutuksia.

Vaurioprocentteja selvitettiin myös puulajeittain eri vuodenaikoina, joskin aineisto oli tähän tarkoitukseen riittämätön. Vaurioprocentit puulajeittain eri vuodenaikoina ilmenevät seuraavasta taulukosta (taulukko 2).

Tuloksista voidaan havaita kuusen suuri vaurioherkkyys erityisesti kesäaikana, jolloin kuori irtoaa herkästi ja juurivaurioriski on ilmeinen. Erityisesti juurivaurioiden määrä riippuu korjuun ajankohdasta. Kesäaikana korjatuissa kuusikoissa juurivaurioituneiden puiden lukumäärän osuus jäävän puuston runkoluvusta oli 9,8. Vastaava luku kesäaikana korjatuissa männiköissä oli 1,5 %.

42. Vaurioiden sijainti ja laatu

421. Sijainnin ja laadun merkitys

Vaurioiden seurausvaikutukset riippuvat vaurion laadusta, sijainnista ja koosta. Nilssonin ja Hyppelin (1968) mukaan vaurion syvyys on seurausvaikutusten kannalta tärkeämpi tekijä kuin vaurion pinta-ala. On kuitenkin selvää, että pinta-alaltaan suuri haava kylestyvät hitaammin kuin pieni.

Juurivauriot aiheuttavat menetyksiä sekä kasvutappioiden että lahon muodossa. Juurivaurioiden aiheuttamat kasvutappiot voivat olla varsin merkittäviä. Fries (1976) päätyi tutkimuksessaan 2,3...6,7 m³ kasvutappioihin hehtaarilla korjuuta seuranneen viisivuotiskauden aikana. Friesin tulokset ovat kuitenkin saaneet osakseen voimakasta kritiikkiä (Kardell 1978, Kärkkäinen 1978).

Juurivaurioista syntyy myös helposti lahoa. Vielä 150 cm:n etäisyydellä juureniskasta olevat juurivauriot aiheuttavat yleensä nopeammin etenevän lahon kuin runkovauriot (Harvennuspun... 1972). Laho voi kuudessa edetä jopa 80 cm vuodessa (Kallio 1978). Vaurioituneen puun läpimitta vaikuttaa olennaisesti seurausvaikutuksiin. Alle 2 cm:n läpimittaisten juurten on todettu vaurioituessaan aiheuttavan vain värikkä (Nilsson ja Hyppel 1968, Isomäki 1972).

Runkovauriot ovat erityisen vaarallisia kuusella ja koivulla. Kuusi saa tutkimusten mukaan kirvesleimasta lahon miltei poikkeuksetta (Hakkila ja Laiho 1967). Erityi-

Taulukko 2. Vaurioprocentit puulajeittain eri vuodenaikoina. Suluissa leimikoiden määrä.

Table 2. Damage-% by tree species in different seasons. Number of cutting areas given in brackets.

Korjuu aika Logging time	Vaurioprocentti — Damage-%			Juurivaurioprocentti Root damage-%		
	Männikkö Pine stand	Kuusikko Spruce stand	Sekapuusto Mixed stand	Männikkö Pine stand	Kuusikko Spruce stand	Sekapuusto Mixed stand
Tammi—huhtikuu January—April	—(0)	8,8(3)	9,0(2)	—(0)	0,9(3)	0,2(2)
Kesä—syyskuu June—September	10,7(7)	21,1(2)	5,7(1)	1,5(7)	9,8(2)	0,4(1)

sesti kesäaikana leimatut puut ovat herkkiä laholle. Runkovaurioissa on tärkeä tekijä vaurion syvyys. Kärkkäisen (1971) mukaan laho etenee syvästä vauriosta varsin nopeasti. Päin vastoin kuin kuusella ja koi-vulla, vaurio ei männällä johda lahovikaan.

422. Vaurioiden laatu

Tutkimuksissa vauriot on jaettu laatunsa puolesta seuraaviin luokkiin.

Raapaisuiksi on luokiteltu puun pinnassa olevat naarmut ja lievät kolhaisut, joissa puun kuori ei kuitenkaan ole irronnut. Raapaisuilla tuskin on vaikutusta puun kasvuun tai puuaineen laatuun, mutta niiden voidaan olettaa kuvaavan vaurioherkkyyttä eri menetelmissä.

Pintavaurioiksi on luokiteltu vauriot, joissa puun kuori on irronnut, mutta itse puuaines on säilynyt vahingoittumattomana. Esimerkki pintavauriosta on kuvassa 3.

Syvävaurioissa itse puuaineeskin on kolhaisun seurauksena vahingoittunut. Syvävaurioita voidaan pitää hyvin haitallisina puun kehitykselle. Tyypillinen syvävaurio nähdään kuvassa 4.

Juurivaurioissa on edellisten vaurioryhmien lisäksi myös luokka katkojuuri, jolloin juuri on katkennut.

Vaurioiden jakautuminen eri laatuluokkiin on esitetty seuraavassa asetelmassa. Vertailun vuoksi asetelmassa on mukana vaurioiden jakautuminen eri laatuluokkiin maataloustraktorilla ja metsätraktorilla (Sirén, 1981).



Kuva 3. Tyypillinen pintavaurio. Kuori irronnut, mutta puuaines säilynyt vahingoittumattomana.
Fig. 3. Typical superficial damage. Bark detached, but wood undamaged.

	Raapaisu Scratch	Vaurion laatu			Yhteensä Total
		Pintavaurio Superficial damage	Syvävaurio Deep damage	Katkojuuri Broken root	
		Jakauma, %	— Distribution	%	
Kuormainproessori Grapple loader processor	12,9	55,6	20,0	11,5	100,0
Maataloustraktori Farm tractor	6,9	39,3	48,2	5,6	100,0
Metsätraktori Forwarder	3,2	34,6	51,8	10,4	100,0

Jos verrataan vaurioiden laatua metsätraktorin aiheuttamiin vaurioihin (Sirén 1981), voidaan todeta raapaisuja ja pintavaurioita syntyvän prosessorilla huomattavasti metsätraktoria enemmän. Tämä johtuu siitä, että käsiteltävä puu aiheuttaa prosessorilla varsin paljon raapaisuja ja pintavaurioita.

423. Vaurioiden koko

Runko- ja juurenniskavaurioiden jakautuminen kokoluokkiin on esitetty taulukossa 3. Pääosa vaurioista on ollut pieniä, alle

300 cm² vaurioita. Kokoluokkiin 0—300 cm² sijoittuu 90 % vaurioista, ja kokoluokan alle 100 cm² osuus on yli 70 % vaurioista. Jos verrataan vaurioiden kokoa Sirénin (1981) tutkimukseen maatalous- ja metsätraktoreiden aiheuttamista vaurioista, voidaan pieniä vaurioita todeta prosessorilla syntyvän suhteellisesti enemmän kuin kuormatraktoreilla.

Juurivaurioiden koko mitattiin vaurioituneen juuren läpimittana vauriokohdassa. Tutkimuksessa ei inventoitu alle 1 cm:n läpimittaisia vaurioituneita juuria, koska nii-



Kuva 4. Tyypillinen syvä vaurio. Myös puuaines vahingoittunut.

Fig. 4. Typical deep damage. Wood also damaged.

Taulukko 3. Runko- ja juurenniskavaurioiden jakautuminen eri kokoluokkiin.

Table 3. Distribution of stem and root collar damage in different size classes.

Kokoluokka, cm ² Size class, cm ²	Raapaisu Scratch	Pinta- vaurio Superficial damage % vaurioista —	Syvä vaurio Deep damage % of damages	Yhteensä All
100	94,3	73,8	36,6	71,5
200	4,1	14,0	16,0	12,6
300	0,7	5,4	11,3	5,5
400	0,4	2,5	8,7	3,1
600	0,3	1,9	9,1	2,8
800	0,2	0,8	5,1	1,4
1000	0,0	0,8	5,5	1,4
1200	0,0	0,3	2,0	0,5
1400	0,0	0,2	1,4	0,3
1600	0,0	0,1	1,6	0,3
yli over 1600	0,0	0,2	2,6	0,5
Yhteensä Total	100,0	100,0	100,0	100,0

den vaurioitumista on vaikea todeta. Juuri-
vaurioiden kokojakaumat on esitetty taulu-
kossa 4. Lämpimitaluokkiin 1—5 cm sijoittui
76 % juurivaurioista.

Tutkimuksessa selviteltiin myös korjuu-
ajan vaikutusta vaurioiden kokoon. Koska
aineisto käsitti vain 15 leimikkoa, ei leimi-
koita sattunut kaikille korjuukuukausille.
Kuitenkin kaikki vuodenaajat ovat aineis-
tossa edustettuina. Vaurioiden keskikoko
korjuukuukausittain on esitetty taulukossa
5. Tuloksesta näkyy, että nila-aikana, kesä-
kuussa, vaurioiden keskikoko on muita
aikoja suurempi. Talvella vauriot taas ovat
keskimääräistä pienempiä. Samansuuntaisia
tuloksia ovat saaneet Meng (1978) ja Sirén
(1981).

Eri kone-elinten aiheuttamien vaurioiden
koko selvitettiin myös. Koneen pyörät tai
telat olivat aiheuttaneet keskimääräistä
suurempia vaurioita. Yli 30 % pyörän ai-
heuttamista vaurioista oli kooltaan yli
300 m². Keskimääräistä pienempiä olivat
hakkuutyön ja käsiteltävän puun aiheutta-
mat vauriot. Noin 80 % käsiteltävän puun
ja hakkuutyön aiheuttamista vaurioista oli
kooltaan alle 100 cm².

424. Vaurioiden sijainti

Korjuussa syntyneistä vaurioista koh-
distuu runkoon 64 %, juurenniskaan 3 %
ja juuristoon 33 %.

Vaurioiden etäisyys juurenniskasta on esi-
tetty kuvassa 5. Runkovaurioista 80 % si-
jaisi alle 2 m korkeudella juurenniskasta.
Vaurioita syntyi kuitenkin myös melko kor-
kealle runkoon, sillä 1 % vaurioista sijaisi
yli 5 m korkeudella juurenniskasta. Juuri-
vauriot keskittyivät juurenniskan läheisyy-
teen. Puolet juurivaurioista sijaisi alle 1 m
etäisyydellä juurenniskasta.

Jos verrataan vaurioiden sijaintia Sirénin
(1981) maatalous- ja metsätraktorivertai-
lussa saamiin tuloksiin näyttää prosessori
aiheuttavan suhteellisesti enemmän runko-
vaurioita kuin kuormaakantavat koneet.
Vauriot sijaisivat prosessorilla myös laa-
jemmalla alueella puussa kuin kuorma-
kantavien koneiden aiheuttamat vauriot.

Taulukko 4. Juurivaurioiden jakautuminen eri kokoluokkiin.
 Table 4. Distribution of root damage in different size classes.

Vaurioituneen juuren läpimitta, cm <i>Diameter of damaged root, cm</i>	Raapaisu <i>Scratch</i>	Pintavaurio <i>Superficial damage</i>	Syvä vaurio <i>Deep damage</i>	Katkojuuri <i>Broken root</i>	Yhteensä <i>All</i>
	% vaurioista — % of damages				
1	44,2	22,5	2,2	43,0	24,7
3	29,2	32,9	19,8	37,3	30,5
5	3,3	19,5	32,5	13,9	20,6
7	5,0	8,0	15,8	3,9	8,7
9	5,0	6,3	11,3	1,4	6,0
11	3,3	3,8	5,9	0,5	3,2
13	2,5	1,6	5,6	0,0	2,2
15	2,5	1,1	2,7	0,0	1,3
17	0,0	0,4	0,9	0,0	0,4
yli over	5,0	3,7	3,3	0,0	2,3
Yhteensä <i>Total</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Taulukko 5. Vaurioiden keskikoko eri kuukausina.
 Table 5. Mean extent of damage in different months.

Kuukausi <i>Month</i>	Vaurioiden keskikoko, cm ² <i>Mean extent of damage, cm²</i>
Helmikuu — <i>February</i>	77,5
Maaliskuu — <i>March</i>	92,8
Kesäkuu — <i>June</i>	264,7
Heinäkuu — <i>July</i>	117,5
Elokuu — <i>August</i>	153,2
Syyskuu — <i>September</i>	223,2

43. Vaurioituneiden puiden sijainti

Vaurioituneiden puiden sijainti mitattiin etäisyytenä ajouran oletetusta keskipisteestä. Jos raiteet olivat näkyvissä, ajo-uran keskipisteestä pidettiin raiteiden puoli-väliä.

Runkoon vaurioituneista puista sijaitsi 62 % alle 300 cm etäisyydellä uran keskipisteestä. Jos verrataan kuormainprosessori-korjuussa runkoon vaurioituneiden puiden sijaintia manuaalisessa hakkuussa ja sen jälkeisessä metsäkuljetuksessa vaurioituneiden puiden sijaintiin (Sirén 1981), ero on varsin huomattava. Prosessori vaurioittaa myös kauempana urasta olevia puuta, kun taas metsäkuljetuksen vauriot keskittyvät uran varteen. Prosessorin runkoon vaurioittamista puista yli 10 % sijaitsi yli 5 metrin etäisyydellä uran keskipisteestä ja yksittäisiä vaurioita esiintyi aina 10 metrin etäisyyteen saakka uran keskipisteestä.

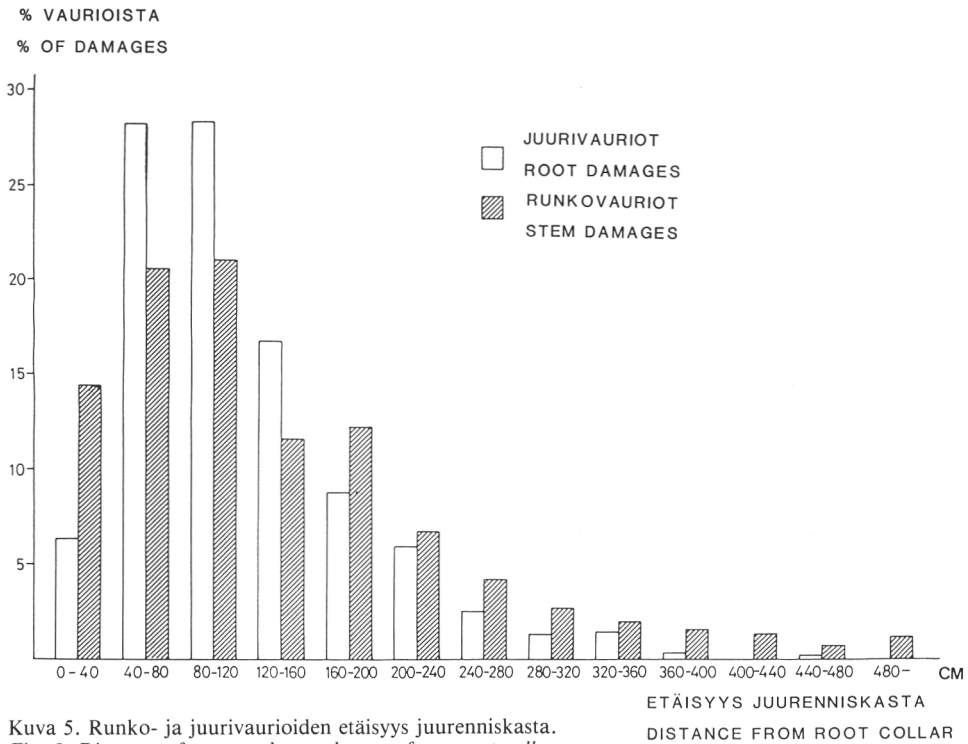
Juurenniskaan vaurioituneet puut keskittyivät runkovaurioituneita puuta enemmän uran varteen. Lähes 90 % juurenniskaan vaurioituneista puista oli alle 300 cm etäisyydellä uran keskipisteestä. Etäisimmät juurenniskaan vaurioituneet puut sijaitsivat 850 cm etäisyydellä uran keskipisteestä.

Juurivaurioituneet puut keskittyivät pääasiallisesti uran läheisyyteen. Yli 80 % juurivaurioituneista puista sijaitsi alle 300 cm:n etäisyydellä uran keskipisteestä. Yksittäisiä juurivaurioita esiintyi aina 10 m etäisyyteen saakka. Vaurioituneiden puiden sijainti etäisyytenä uran keskipisteestä on esitetty kuvassa 6.

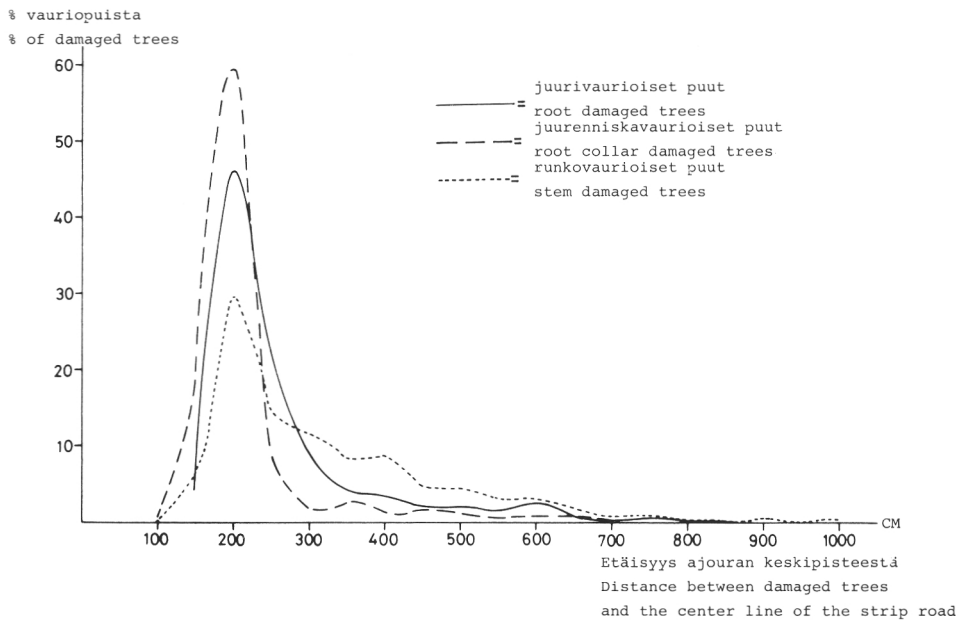
Tutkimuksessa selvitettiin myös eri syistä vaurioituneiden ja eri koneenelinten vaurioittamien puiden sijaintia. Selvitettäessä vaurion syyn vaikutusta vaurion sijaintiin, todettiin keskimääräistä kauempana urasta sijaitsevan puut, joiden vaurioitumiseen oli syynä kaltevuus sekä kuljettajan huolimattomuus. Kuormain, käsiteltävä puu sekä prosessoriosa aiheuttivat vaurioita keskimääräistä kauempana urasta. Sen sijaan pyörinen ja koneen rungon aiheuttamat vauriot sijaitsivat uran välittömässä läheisyydessä.

44. Vaurioitumisen syyt

Koska leimikot on inventoitu korjuun jälkeen, ei vaurioitumisen syytä pystytä täysin varmasti määrittämään, mutta kussakin tapauksessa on todennäköisin syy otettu



Kuva 5. Runko- ja juurivaurioiden etäisyys juurenniskasta.
Fig. 5. Distance of stem and root damage from root collar.



Kuva 6. Vaurioiden etäisyys ajouran keskipisteestä.
Fig. 6. Distance between damaged trees and the center line of the strip road.

huomioon. Oletetut vaurioitumisen syyt jaettiin 12 luokkaan, joiden osuudet runko-, juurenniska- ja juurivaurioista on esitetty taulukossa 6. Useimmiten vaurio on useamman tekijän yhteisvaikutuksen tulos. Esimerkiksi uran samanaikainen kapeus ja kaltevuus muodostavat vaarallisen yhdistelmän.

Suurimpana syynä juurivaurioihin oli pehmeikkö, jonka osuus juurivaurioista oli 54 %. Myös kuljettajan huolimattomuus, jonka osuus juurivaurioista oli yli 20 %, ja ajouran kapeus yli 9 % osuudellaan olivat keskimääräistä useammin syynä juuriston vaurioitumiseen.

Juurenniskaan kohdistuneisiin vaurioihin oli yleisimmin syynä ajouran kapeus, jonka osuus oli 31 % vaurioista. Kuljettajan huolimattomuus oli juurenniskavaurioissakin huomattava vaurioitumisen syy kattauen yli 22 % vaurioista. Liian ahtaat liittymät olivat syynä 14 %:iin vaurioista. Myös mutkat, kaltevuus ja poikkeaminen uralta olivat aiheuttaneet juurenniskavaurioita.

Taulukko 6. Vaurioiden syy.
Table 6. Cause of damage.

Vaurion syy Cause of damage	Vaurion kohde — Damage point			
	Juuri Root	Juurenniska Root collar	Runko Stem	Kaikki All
1. Ei tiedossa <i>Unknown</i>	0,0	0,8	1,4	0,9
2. Kivi <i>Stone</i>	5,7	4,5	1,5	3,0
3. Kanto <i>Stump</i>	0,6	4,2	1,2	1,1
4. Kuoppa <i>Hole</i>	1,0	0,4	0,1	0,4
5. Kaltevuus <i>Slope</i>	2,2	4,5	4,5	3,7
6. Pehmeikkö <i>Softish ground</i>	53,9	3,0	0,5	18,0
7. Ajouran kapeus <i>Narrow strip road</i>	9,3	30,9	8,7	9,5
8. Mutka <i>Curve</i>	2,1	7,2	2,6	2,6
9. Liittymä <i>Intersection</i>	2,3	14,3	3,4	3,4
10. Kuljettajan huolimattomuus <i>Drivers carelessness</i>	20,1	22,3	68,2	51,1
11. Poikkeaminen uralta <i>Turning off strip road</i>	2,3	7,2	3,4	3,1
12. Muu syy <i>Other reason</i>	0,5	0,8	4,5	3,1
Yhteensä <i>All</i>	100,0	100,0	100,0	100,0

Runkovaurioihin oli suurimpana syynä kuljettajan huolimattomuus. Kuljettajan huolimattomuus on tässä yhteydessä kuitenkin suhteellinen käsite, sillä on selvää, että monitoimikoneella työskentely harvenusmetsässä on kuljettajalle varsin vaativa tehtävä ja erehdyksiä pakostakin sattuu. Kuljettajan huolimattomuus on kuitenkin merkitty syyksi silloin kun muuta näkyvää syytä ei ole ollut löydettävissä. Kuljettajan huolimattomuus kattoi lähes 70 % runkovaurioista. Muita huomattavia syitä runkovaurioihin olivat ajouran kapeus ja kaltevuus.

45. Vaurioitumisen aiheuttaneet kone-elimet

Tutkimuksessa eriteltiin 10 kone-elintä, joiden katsottiin olevan mahdollisia vaurion aiheuttajia. Taulukosta 7 ilmenee, että vauriot keskittyvät muutaman kone-elimien osalle.

Juurivaurioista 80 % oli pyörän tai telan aiheuttamia. Muita runsaasti juurivaurioita aiheuttaneita kone-elimä olivat kuormain 17 %:n osuudellaan ja käsiteltävä puu, joka oli aiheuttanut yli 3 % juurivaurioista.

Taulukko 7. Eri kone-elinten osuus vaurioista.
Table 7. Proportion of damage caused by different machine parts.

	Vaurion kohde — Damage point			
	Juuri Root	Juurenniska Root collar	Runko Stem	Kaikki All
	Jakautuma % — Distribution %			
1. Ei tiedossa <i>Unknown</i>	0,0	0,8	0,9	0,6
2. Pyörä <i>Wheel</i>	79,8	76,2	15,7	38,4
3. Runko <i>Frame</i>	0,0	0,4	1,4	0,9
4. Pankko <i>Bunk</i>	0,0	0,0	5,4	3,5
5. Kuormain <i>Loading device</i>	16,8	0,0	1,2	6,3
6. Vinski <i>Winch</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
7. Käsiteltävä puu <i>Tree under processing</i>	3,1	17,7	47,6	32,2
8. Prosessori-osa <i>Processor device</i>	0,2	4,5	23,6	15,4
9. Hakkuutyö <i>Felling</i>	0,0	0,4	3,7	2,4
10. Muu <i>Other</i>	0,0	0,0	0,7	0,4
Yhteensä <i>All</i>	100,0	100,0	100,0	100,0

Juurenniskavaurioista yli 75 % oli pyörän tai telan aiheuttama. Käsiteltävä puu oli aiheuttanut 18 % ja prosessoriosa lähes 5 % juurenniskaan kohdistuneista vaurioista.

Runkovauriot poikkesivat juuri- ja juurenniskavaurioista vaurion aiheuttaneen kone-elimien osalta. Suurin runkovaurioiden aiheuttaja oli käsiteltävä puu, jonka osalle tuli lähes puolet runkovaurioista. Prosessoriosan osuus vaurioista oli hieman alle neljännes. Muita huomattavia runkovau-

rioiden aiheuttajia olivat pyörä tai tela sekä pankot. Käsiteltävän puun suuri vauriosuus johtunee monitoimiosan suuresta syöttönopeudesta. Kun syöttönopeus saattaa olla jopa 4 m/s, on kuljettajan vaikeata ennakoita pitkän puun liikkeitä, ja näin kolhuja syntyy helposti.

Kun kaikkia vaurioryhmiä tarkastellaan yhdessä, ovat pyörä tai tela ja käsiteltävä puu tärkeimmät vaurioita aiheuttaneet elimet. Myös prosessoriosa ja kuormain aiheuttavat muita elimiä enemmän vaurioita.

5. ERI TEKIJÖIDEN VAIKUTUS VAURIOITUMISEEN

Eri tekijöiden vaikutusta vaurioprosenttiin tutkittiin valikoivalla regressioanalyysillä. Tällöin merkitseviä tekijöitä olivat jäävän puuston runkoluku/ha ja korjuuaika

$$y = 0,12424 - 0,000063519^{**} + x_1 + 0,05282 + x_2^{*}$$

$$100R^2 = 56,25$$

jossa x_1 = jääneen puuston runkoluku/ha

$$x_2 = 0, \text{ talvella korjattu leimikko} \\ 1, \text{ kesällä korjattu leimikko}$$

51. Leimikon rakenteen vaikutus vaurioitumiseen

Jäävän puuston lisääntyessä myös vauriopuiden määrä kasvoi. Vaurioprosenttiin jäävän puuston runkoluvun lisääntyminen vaikutti siten, että runkoluvun lisääntyessä vaurioprosentit pienenevät. Tämä on selitettävissä vaurioprosentin suhteellisuudella, tiheissä puustoissa vaurioita voi olla harvaa puustoa huomattavasti enemmän, ja silti tiheän leimikon vaurioprosentti voi olla alhaisempi. Vauriopuiden määrä ja vaurioprosentti jäävän puuston runkoluvun suhteen on esitetty kuvissa 7 ja 8.

52. Korjuuajan vaikutus vaurioitumiseen

Korjuuajalla on tutkimuksen mukaan huomattava vaikutus puuston vaurioitumiseen. Vaurioita syntyy sulan maan aikana huomattavasti talviaikaa enemmän. Kesäkuukausina korjatuissa leimikoissa vaurioprosentti oli tutkimuksessa 12,3 ja talvi-leimikoissa 8,9. Myös aiemmissa vaurioinventoinneissa on saatu samansuuntaisia

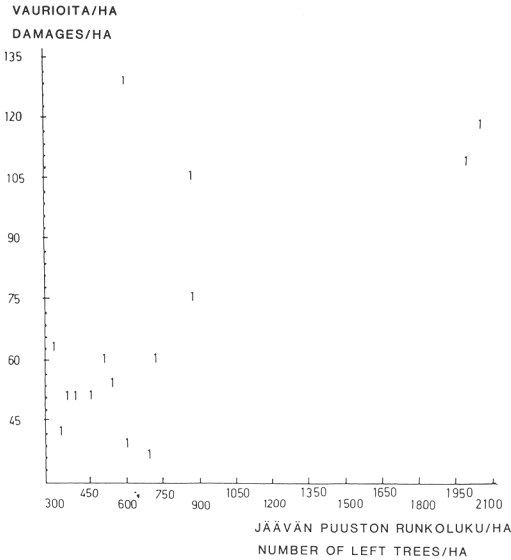
tuloksia (Hannelius ja Lillandt 1970, Sirén 1981).

Jos tarkastellaan eri vauriolajeja, havaitaan suurimmat erot eri vuodenaikoina juuriston vaurioitumisessa. Juurivaurioituneiden puiden osuus jäävän puuston runkoluvusta oli kesällä 2,3 ja talvella 0,7. Sen sijaan juurenniska- ja runkovaurioiden määrissä ei ollut suuria vuodenaajoittaisia eroja. Suurin ero oli vaurioiden koossa, joka kesäaikana oli huomattavasti talviaikaa suurempi (taulukko 5, sivu 8).

Jos tarkastellaan vuodenajan vaikutusta vaurioitumiseen puulajeittain, on vuodenajan merkitys suurin kuusikoissa. Tämä johtuu kuusen juuriston vaurioherkkyydestä. Kesäaikana korjatuissa kuusikoissa vaurioprosentti oli keskimäärin 21,1 ja talvella korjatuissa 8,7. Kuusikoiden juurivaurioprosentti oli kesällä 9,8 ja talvella 0,9. Vaikka aineisto onkin niukka, tulokset antavat kuvan kesäaikaisen korjuun vaaroista. Kuormainprosessorin käyttöä kuusikoiden harvennuksissa kesäaikana tulee nykyisellään välttää, joten koneet on pyrittävä työllistämään avohakkuilla ja hyvin kantavien mäntymaiden harvennuksilla. Tämä saattaa olla kuitenkin hankalaa, sillä kuormainprosessori on kilpailukykyisimmillään varttuneissa harvennuskuusikoissa, ja kalliille koneelle olisi löydettävä sopivaa työtä ympärivuotisesti.

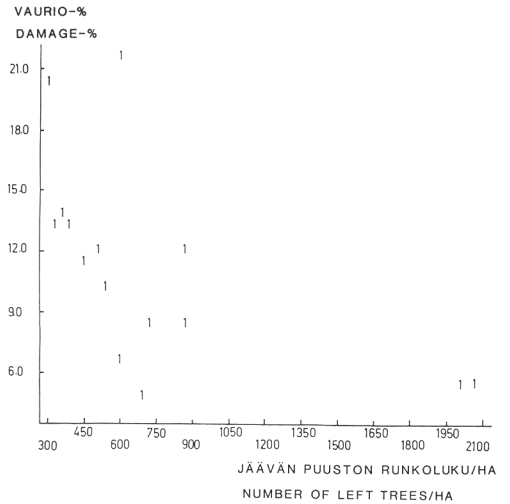
53. Kaatotavan vaikutus vaurioitumiseen

Inventoiduista leimikoista 10 oli kaadettu latva-tyvi-kaatotavalla ja 5 Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n metsäosaston kehittämällä



Kuva 7. Jäävän puuston runkoluvun vaikutus vaurioiden määrään.

Fig. 7. Effect of the number of trees remaining on the number of damaged trees.



Kuva 8. Jäävän puuston runkoluvun vaikutus vaurio-prosenttiin.

Fig. 8. Effect of the number of trees remaining on damage-%.

kaatomenetelmällä. Kaatotapojen välillä ei tutkimuksessa ilmennyt suuria eroja vaurio-prosenteissa. Latva-tyvi-kaatotavalla keskimääräinen vaurio-prosentti oli 11,4 vaihdellen välillä 5,5—20,4. Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n metsäosaston kehittämällä kaatotavalla keskimääräinen vaurio-prosentti

oli 10,6 vaihdellen 5,0—21,9. Koska tutkimusaineisto oli kuitenkin verraten pieni eivätkä leimikoiden olosuhteet olleet vertailukelpoisia, kaatotavan vaikutusta vaurioitumiseen ja myös koneen tuotokseen tullaan selvittämään Metsäntutkimuslaitoksella tehtävässä jatkotutkimuksessa.

6. KEINOJA VAURIOIDEN VÄHENTÄMISEKSI

61. Korjuun suunnittelu

Harvennuspuun korjuussa ja erityisesti monitoimikoneita käytettäessä korjuutulokset riippuu paljon suunnittelusta. Kuormainprosessoria on maassamme käytetty harvennuksissa vasta lyhyen aikaa, ja tämän vuoksi kokemuksia leimikon suunnittelusta kuormainprosessoriille on kertynyt varsin vähän. Usein leimikot suunnitellaan manuaalista hakkuuta varten ja jostain syystä monitoimikone tuodaankin palstalle. Tällöin ei lopputulos ole aina paras mahdollinen.

Keskimääräinen ajouraleveys tutkimuksessa oli 475 cm vaihdellen 400—690 cm. Uraväli oli keskimäärin 23 m. Ajouraleveys tuntuu täysin riittävältä, leveämpiä uria ei voida harvennuksissa suositella. Ajouraväli oli Keskusmetsälautakunta Tapion

suosituksia pienempi, joten sitäkin on mieluummin pyrittävä lisäämään kuin pienentämään. Toisin kuin manuaalisessa hakkuussa ja sen jälkeisessä metsäkuljetuksessa, vaurioita syntyy myös varsin kauas urasta, joten pelkästään uria leventämällä ei vaurioita voida estää. Tärkeää on suunnitella urat siten, että koneen ei tarvitse poiketa uralta. Koneen joutuessa poikkeamaan uralta vaurioriski on ilmeinen ja tuotoskin kärsii.

Kaltevuus aiheutti tutkimuksen mukaan suhteellisen paljon vaurioita. Erityisesti sivukaltevassa maastossa prosessorin työskentely vaikeutuu ja vaurioita syntyy helposti. Tämän vuoksi tulisi urat sijoittaa siten, että sivukaltevuudelta vältyttäisiin.

Varsin suureen osaan vaurioista oli syynä maaperän huono kantavuus. Ajouran kan-

tavuus joutuu koville kuormainprosessoriin perustuvassa korjuuketjussa, koska prosessori ja sen jäljessä tuleva metsätraktori rasittavat uraa. Toisaalta kuormainprosessorilla korjattaessa hakkuutähde kertyy uralle, ja tämä osaltaan parantaa kantavuutta. Havut olisikin pyrittävä mahdollisimman suuressa määrin saamaan ajouralle karsimalla puut ajouran päällä. Heikosti kantavia maastokohtia olisi urien suunnittelussa pyrittävä mahdollisuuksien mukaan välttämään.

62. Korjuuajan valinta

Korjuuajalla on varsin suuri merkitys korjuun onnistumista ajatellen. Harvennuspuiden korjuussa tulisi kuusikoiden ja heikosti kantavien maiden korjuu keskittää talvikuukausiin. Jos hakkuu tehdään kesällä, seuraukset näkyvät lisääntyvinä juurivaurioina ja kasvatappioina. Tutkimuksessa esiintulleet, yli 20 % vauriomäärät ovat syntyneet juuri kesäaikana korjatuissa kuusikoissa, joten kuusikoiden harvennuksia kesällä pitäisi välttää.

63. Kaadon suoritus

Huolellinen kaato on edellytys kuormainprossessorikorjuun onnistumiselle. Tehdään kaato millä kaatotavalla tahansa, on tärkeää, että kaikki kaadetut puut ovat kuormainprossessorin ulottuvilla. Jos puu kaatuu koneen ulottumattomiin, on kaatomiehen valmistettava se tavaralajeiksi ja kasattava uran varteen. Jos kone joutuu poikkeamaan uralta yltääkseen kaadettuihin puihin, on siitä seurauksena miltei poikkeuksetta vaurioita jäävälle puustolle.

64. Ammattitaidon merkitys

Monitoimikoneella työskentely harvennusemetsässä on varsin vaativa tehtävä koneen kuljettajalle. Varsin huomattava osa vaurioista johtuu kuljettajan huolimattomuudesta. Tämän vuoksi kuljettajien ammattitaitoon olisi kiinnitettävä vakavaa huomiota. Kokenut kuljettaja hyvin suunnitellulla leimikolla antaa korjuutuloksen, joka tyydyttää myös vaurioita pelkäävää metsänomistajaa.

7. KORJUUSSA METSÄÄN JÄÄNYT PUUTAVARA

Inventoinnin yhteydessä inventoitiin myös metsään käsittelemättä jäänyt kaadettu puumäärä sekä hakattu, mutta ajamatta jäänyt puu. Käsittelemättä jäänyttä puuta löytyi leimikoilta keskimäärin 0,17 m³/ha. Hakattua puutavaraa oli jäänyt metsään keskimäärin 0,20 m³/ha. Tästä määrästä tukin osuus oli 0,05 m³/ha ja kuiturangan 0,15 m³/ha. Leimikoittain ja korjuuajoittain metsään jääneen puutavaran määrä

vaihteli huomattavasti. Talvileimikoissa puuta oli lumisen talven johdosta jäänyt käsittelemättä ja ajamatta normaalia enemmän. Suurimmillaankin metsään jääneen puutavaran määrä oli vain 1,30 m³/ha, joten korjuujälki oli tässä suhteessa varsin hyvä. Osasyynä lienee se, että rankakasat on huomattavasti helpompi havaita kuin lyhyen kuitupuun pienimmät kourakasat.

8. TULOSTEN TARKASTELUA

Tutkimuksen vauriomäärät olivat korkeita, jos verrataan vauriomääriä manuaalisessa hakkuussa ja sen jälkeisessä metsäkuljetuksessa syntyviin vauriomääriin. Käytettäessä manuaalista hakkuuta ja kuorma-traktorikuljetusta on Boström (1978) saanut Ruotsissa keskimääräiseksi vaurioprosentiksi 3,8. Ruotsin valtakunnan metsien inven-

toinnin yhteydessä saatiin keskimääräiseksi vaurioprosentiksi 3,1 (Eriksson 1981). Käytettäessä liukupuomia harvennuksissa on vaurioprosentti vaihdellut välillä 4,7—8,9 (Taipale ja Thesslund 1979). Sirénin (1981) korjuuvauriotutkimuksessa maatalous- ja metsätraktoreista oli vaurioprosentti keskimäärin 1,8. Pientraktorit ovat kuorma-

juontokoneina aiheuttaneet tutkimusten mukaan varsin vähän vaurioita. Thesslund (1978) sai Makeri-pientraktorin vaurioprosentiksi 0,4—1,0. Vertailevassa tutkimuksessa Valonen ja Harstela (1980) saivat pientraktorille vaurioprosentiksi 3,6 ja keskiraskaalle kuormatraktorille 4,7 samalla leimikolla.

Monitoimikoneiden aiheuttamia korjuuvaurioita on aiemmin tutkittu varsin pintapuolisesti. Tietoja on olemassa lähinnä yksittäisistä koneista, joiden aiheuttamia vaurioita on selvitetty tuotostutkimusten yhteydessä. Tutkimuksissa vaurioprosentit ovat vaihdelleet varsin paljon. Valmet BM 450 kuormainprossessorin aiheuttamia vaurioita on tutkittu Svenska Cellulosa AB:n harvennuskokeissa yhdessä Kockum 82-55 prosessorin kanssa (Kvist 1980). Vaurioprosentit olivat tällöin varsin alhaisia. Valmet BM 450:n vaurioprosentit vaihtelivat 2,8—4,0. Kockum 82-55 aiheutti hieman enemmän vaurioita vaurioprosentin ollessa 4,5—5,5. Arvidsson ja Johansson (1979) tutkivat Ruotsissa Valmet BM 450 prosessorin tuotosta pienellä aineistolla, ja saivat samalla vaurioprosentiksi 8,0. Myös muutamien muiden prosessorien aiheuttamia korjuuvaurioita on selvitetty. ÖSA-705-prossessorilla väljennyshakkuussa sai Mikkonen (1978) vaurioprosentiksi 11,3—16,6. Högnäs (1981) tutki Bruunett Mini 578-P prosessoria, ja kahdella leimikolla, vaurioprosentit olivat 6,0 ja 22,8. Kotanen (1976) tutki Tvigge-prossessoria harvennushakkuussa ja kolmen tutkimusleimikon vaurioprosentit olivat 5,7, 9,7 ja 14,0. Valonen ja Harstela (1980) saivat Makeri-harvesterilla ensiharvennuksessa 12—19 % vauriomäärät, joista suurin osa oli juurivaurioita. Olosuhteissa, joissa juuret eivät ole olleet alttiina vaurioille, runkovaurioprosentit ovat olleet 0,6—5,9 (Melkko 1979, Hakkila ja Wöjck 1980). Makeri tosin on nuorten harvennusmetsien kone ja nyt tutkittu kuormainprossessori varttuneisiin kasvatusmetsiin paremmin

sopiva. Tutkimuksissa on täten saatu varsin vaihtelevia tuloksia koneesta ja olosuhteista riippuen, mutta yleensä vaurioprosentit ovat olleet korkeammat kuin ihmistyövaltaisessa korjuussa.

Tässä tutkimuksessa Valmet BM 450 -kuormainprossessorilla saadut vauriomäärät olivat varsin korkeita, jopa yli 20 % vaurioprosentit ovat aivan liian korkeita hyväksyttäviksi. On kuitenkin muistettava, että tässä ovat mukana myös metsätraktorien aiheuttamat vauriot, mutta jos pidetään Ruotsin tapaan sallittavana vaurioiden enimmäismääränä 5 %, on ketju ylittänyt tämän määrän jokaisella inventoidulla leimikolla.

Syytä korkeisiin vauriomääriin voidaan löytää useita. Korkeimmat vauriomäärät syntyivät kesäaikana korjatuissa kuusikoissa, joissa juurivaurioita oli syntynyt runsaasti. Nämä vauriot olisi voitu välttää valitsemalla korjuuaika oikein. Eräs syy runsaisiin vaurioihin on varmasti kokemattomuus. Konetyyppi on uusi sekä koneen käyttäjille että sille leimikoita suunnittelevalle työnjohdolle. Harvennuksissa joutuu monitoimikoneen kuljettajan ammattitaito kovalle koetukselle. Lisäksi sattuu varsin usein, että leimikko on suunniteltu manuaalista hakkuuta silmälläpitäen, ja kuitenkin leimikko joudutaan hakkaamaan prosessorilla. Tällöin ei korjuun lopputulos voi tietenkään olla paras mahdollinen. Näin oli käynyt myös muutamilla tutkimusleimikoilla.

Tutkimusaineisto, 15 leimikkoa, on liian suppea antaakseen tyhjentävän vastauksen puuston vaurioitumisesta kuormainprossessorikorjuussa. Tulokset antavat kuitenkin aihetta kuormausprossessorin työmenetelmien ja leimikon suunnittelun tarkempaan tutkimiseen. Aiheesta on luvassa lisäselvityksiä myös Metsäntutkimuslaitoksella. Ennakkotulokset niistä osoittavat, että varsin vähilläkin vaurioilla voidaan selvittää.

9. SELOSTE

Tutkimuksessa selvitettiin jäävän puuston vaurioitumista kuormainprossessoriin perustuvalla korjuuketjulla suoritettussa harvennuksessa. Tutkimusaineisto käsitti 15 harvennusleimikkoa yhteispinta-alaltaan 75,45

ha. Tutkimusleimikoista 10 oli kaadettu ns. latva-tyvi -kaatotavalla ja 5 leimikkoa oli kaadettu Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n metsäosaston kehittämällä kaatotavalla.

Keskimääräiseksi vaurioprosentiksi tutki-

muksessa saatiin 11,1 vaihtelun ollessa 5,5—21,9. Vaurioituneiden puiden lukumäärä oli keskimäärin 74 kpl/ha vaihdellen 35—135 kpl/ha. Kaatotapojen välillä ei tutkimuksessa havaittu suurta eroa vaurioitumisen suhteen. Latva-tyvi -kaatotapaa käytettäessä vaurioprosentti oli keskimäärin 11,4 vaihdellen 5,5—20,4. Yhtyneet Paperitehtaat Oy:n metsäosaston kehittämällä kaatotavalla keskimääräinen vaurioprosentti oli 10,6 vaihdellen 5,0—21,9. Koska kaatotapoja oli käytetty erilaisissa olosuhteissa ja eri kuljettajilla ja aineisto on verraten pieni, jää kaatotavan vaikutusten tarkempi selvittäminen jatkokutkimusten varaan.

Laadultaan vauriot jakautuivat siten, että raapaisuja, joilla ei ole puun kehityksen kannalta merkitystä, mutta joiden voidaan olettaa kuvaavan vaurioherkkyyttä menetelmällä, oli vaurioista 12,9 %. Pintavaurioita, joissa kuori oli irronnut, mutta puuaines säilynyt vahingoittumattomana, oli vaurioista 55,6 %. Syvävaurioita vaurioista oli 20,0 % ja katkojuuria 11,5 %. Syvävaurioiksi laskettiin vauriot, joissa myös puuaines oli vahingoittunut.

Kooltaan vauriot keskittyivät pieniin kokoluokkiin. Kokoluokkiin 0—300 cm² sijoittui 90 % vaurioista, ja kokoluokan alle 100 cm² osuus oli 70 % vaurioista. Juurivaurioiden koko mitattiin vaurioituneen juuren läpimittana vaurioitumiskohdassa. Läpimittaluokkiin 1—5 cm sijoittui 76 % juurivaurioista.

Vauriot sijaitsivat puissa siten, että runkoon kohdistui 64 %, juurenniskaan 3 % ja juuristoon 33 % vaurioista. Runkovaurioista 80 % sijaitsi alle 2 m korkeudella juurenniskasta. Vaurioita oli syntynyt myös melko korkealle puuhun, sillä 1 % vaurioista sijaitsi yli 5 m korkeudella juurenniskasta. Juurivauriot keskittyivät juurenniskan läheisyyteen. Puolet juurivaurioista sijaitsi alle 1 m etäisyydellä juurenniskasta.

Vaurioituneiden puiden sijainti mitattiin puiden etäisyytenä ajouran oletetusta keskipisteestä. Runkoon vaurioituneista puista sijaitsi 62 % alle 300 cm etäisyydellä uran keskipisteestä. Runkoon vaurioituneista puista 10 % sijaitsi yli 5 metrin etäisyydellä uran keskipisteestä, ja yksittäisiä vaurioita oli aina 10 m etäisyyteen saakka uran keskipisteestä. Juurenniskaan ja juuristoon vaurioituneet puut keskittyivät uran varteen. 90 % juurenniskaan vaurioituneista ja 80 % juuristoon vaurioituneista puista sijaitsi alle 300 cm:n etäisyydellä uran keskipisteestä.

Juurivaurioihin oli yleisimmin syynä pehmeikkö, joka kattoi yli puolet juurivaurioista. Juurenniskaan kohdistuneisiin vaurioihin oli yleisimmin syynä ajouran kapeus, joka oli syynä lähes kolmannekseen vaurioista. Myös kuljettajan huolimattomuus ja ahtaat liittymät aiheuttivat runsaasti juurenniskavaurioita. Runkovaurioihin oli yleisimmin syynä kuljettajan huolimattomuus, joka kattoi lähes 70 % runkovaurioista.

Tarkasteltaessa eri kone-elinten osuuksia vaurioista, todettiin juurivaurioiden ja juurenniskavaurioiden olevan pääosin pyörän tai telan aiheuttamia. Suurin runkovaurioiden aiheuttaja oli käsiteltävä puu, mutta myös prosessoriosa ja pyörä tai tela aiheuttivat runsaasti runkovaurioita.

Tutkittaessa eri tekijöiden vaikutusta vaurioitumiseen osoittautuivat vaurioitumiseen vaikuttaviksi tekijöiksi jäävän puuston runkoluku ja korjuuaika. Jäävän puuston lisääntyessä myös vaurioiden määrä kasvoi. Kesäaikainen korjuu lisäsi vaurioriskiä johtuen juuriston vaurioherkkyydestä kesäaikana.

Keinoina vaurioiden vähentämiseksi nähtiin tutkimuksessa huolellinen korjuun suunnittelu, korjuuajan oikea valinta, kaadon huolellinen suorittaminen ja korjuuväen ammattitaidon kohottaminen.

KIRJALLISUUS

ARVIDSSON, A. & JOHANSSON, J. 1979. RK-450 Skogsjan — en prestations- och metodstudie. Institutionen för skogsteknik. Skogshögskolan. Stencil nr 77.

BOSTRÖM, C. 1978. Skador i praktiskt utförda gallringar. Skogsarbeten. Preliminär sammanställning. s. 1—8.

ERIKSSON, L. 1981. Stickvägar och körskadur i gallringbestånd. Summary: Strip roads and damages caused by machines when thinning stands.

Institutionen för skogsteknik. Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport nr. 137:1—44.

FRIES, J. 1976. Körskadur och produktionsförluster. Summary: Transport damage and yield losses. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 40:1—64.

HAKKILA, P. & LAIHO, O. 1967. Kuusen lahoaminen kirvesleimasta. Summary: On the decay caused by axe marks in Norway Spruce. Commun. Inst. For. Fenn. 64(3):1—34.

- & WÓJCIK, T. 1980. Thinning young pine stands with the Makeri tractor in Poland. *Seloste: Makeri pientraktori nuoren männikön harvennuksessa Puolassa. Folia For.* 433:1—29.
- HANNELIUS, S. & LILLANDT, M. 1970. Puuston vaurioituminen harvennusleimikoiden koneellisuudessa korjuussa. Summary: Damaging of stand in mechanized thinning. *Helsingin yliopiston metsätieteologian laitos. Tiedonantoja* 4:11—32.
- Harvennuspuun korjuun koneellistamistoimikunta, 1972. Harvennuspuun korjuu. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahaston projekti. Helsinki.
- HÖGNÄS, T. 1981. Brunett mini 578-P prosessori. *Metsätehon katsaus* 8:1—8.
- ISOMÄKI, A. 1972. Puun korjuun aiheuttamat vauriot harvennusmetsissä. *Työtehoseuran metsätiedotus* 194:1—2.
- KALLIO, T. 1978. Rötutveckling efter skador i gran. *Esitelmä s.* 1—5.
- KARDELL, L. 1978. Traktorskadorna och tillväxtförstärklust hos gran — analys av ett 10 årigt försök. Summary: Increment losses of Norway Spruce caused by tractor logging. *Sveriges SkogsFörbund. Tidskrift. Häfte* 3:305—321.
- KOTANEN, V-M. 1976. Tvigg-prosessorin käytöstä harvennushakkuissa. *Metsätehon katsaus* 17:1—4.
- KVIST, G. 1980. Gallringsexursion. *Svenska Cellulosa Aktiebolaget. Moniste. Lycksele.*
- KÄRKKÄINEN, M. 1971. Lahon leviäminen puunkorjuun aiheuttamista kuusen runko- ja juurivaurioista. Summary: Decay following logging injury in stems and roots of Norway Spruce. *Silva Fenn.* 5(3):226—233.
- 1978. Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa — uskomusten vyyhti. *Metsäkoneurakoitsija* 9:16—21.
- MELKKO, M. 1979. Makeri-harvesteri. Summary: Makeri harvester. *Metsätehon katsaus* 6:1—8.
- MENG, W. 1978. Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei der Holzernte. Ausmass und Verteilung. Folgeschäden am Holz und Versuch ihrer Bewertung. *Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Band* 53:1—159.
- MIKKONEN, E. 1978. ÖSA-705 prosessori väljennushakkuissa. *Metsätehon seloste* 2:1—13.
- NILSSON, P.O. & HYPPEL, A. 1968. Studier över rötangrepp i särskadorna hos gran. *Sveriges Skogsv. Förb. Tidskr.* 66:675—713.
- SIRÉN, M. 1981. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa. Summary: Stand damage in thinning operations. *Folia For.* 474:1—23.
- TAIPALE, I. & THESSLUND, O. 1979. Liukupuomi-kuormaimen vaikutus metsäkuljetustuotokseen harvennusmetsäolosuhteissa. Summary: The effect of the slideboom loader on the forest haulage output in thinning conditions. *Metsätehon tied.* 353:1—19.
- THESSLUND, O. 1978. Jäävän puuston vaurioituminen Makeri-pientraktoriolla suoritetussa harvennuspuun lähikuljetuksessa. *Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koesel.* 125:1—6.
- VALONEN, P. & HARSTELA, P. 1980. Pientraktori harvennushakkuissa. Summary: Small tractor in thinnings. *Metsäntutkimuslaitos. Metsätieteologian tutkimusosasto* 5/1980:1—50.

SUMMARY

Damage caused by a grapple loader processor to trees left standing during thinnings was investigated in this study. The material included 15 thinning stands having a total area of 75.45 ha. 10 of the studied stands were felled by the latva-tyvi felling method and 5 stands by the felling method developed by the forest group of Yhtyneet Paperitehtaat Ltd.

The mean damage percentage for all stands was 11.1, varying between 5.5—21.9. The number of damaged trees was on the average 74 trees/ha, varying between 35—135 trees/ha. The differences in damage percentage between the felling methods studied were not great. The average damage-% with the latva-tyvi felling method was 11.4, varying between 5.5—20.4. The average damage-% with the felling method of Yhtyneet Paperitehtaat Ltd was 10.6, varying between 5.0—20.9. Since the felling methods were studied in different stands and the material was comparatively small, the effect of felling methods requires further study in the future.

As regards the severity of damage, 12.9 % of the damages were scratches, which are of no importance for the future development of tree. Superficial damage, where the bark was loosened, but the underlying wood not damaged, accounted for 55.6 % of the damage. 20.0 % of the damage was deep damage and 11.5 % of the damage broken roots.

Most of the damage occurred in small size classes. 90 % of the damage was in the size class 0—300 cm². The extent of root damage was measured as the diameter of the damaged root at the damaged point.

76 % of the root damage was in diameter classes 1—5 cm.

Damage to different parts of trees was distributed as follows: stem damage 64 %, root collar damage 3 % and root damage 33 %. The distance between each damaged tree and the middle point of the strip road was measured. 62 % of the trees with stem damage were situated less than 300 cm from the middle point of the strip road. 10 % of the trees with stem damage were at a distance of over 500 cm from the middle point of the strip road. Trees with root collar and root damage were growing near the strip road. The most common reason for root damage was softish ground. A narrow strip road was the most common reason for root collar damage, but also driver's carelessness and narrow intersections caused much of the damage. The most common reason for stem damage was driver's carelessness. Root and root collar damage was almost exclusively caused by wheels or tracks. The most common cause of stem damage was tree under processing but also the processor device and wheels and tracks caused a lot of damage.

The number of trees remaining and logging time were found to be factors having an effect on the damage-%. As the number of trees to be left standing increases, the amount of damage will also increase. Logging in the summertime causes more damage.

The best ways of reducing damage would be careful planning of logging, correct logging time, good felling work and the use of skilled labour in thinnings.

ODC 462
ISBN 951-40-0582-1
ISSN 0015-5543

SIRÉN, M. 1982. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa kuor-mainprossorilla. Summary: Stand damage in thinning operation with a grapple loader processor. *Folia For.* 528:1—16.

Damage caused to trees by a grapple loader processor during thinnings has been investigated in this study. 15 thinning stands were inventoried the total area of which was 75.45 ha. The average damage-% in the study stands was 11.1, varying between 5.5.—21.9. The number of damaged trees was on the average 74 trees/ha.

The factors found to have an effect on the damage-% were the number of trees remaining and logging time. The most common reasons for damages were softish ground, narrow strip road and driver's carelessness. The best ways of reducing damage would be better planning of logging, correct logging time, precise felling and processor working and the use of skilled labour in thinnings.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 462
ISBN 951-40-0582-1
ISSN 0015-5543

SIRÉN, M. 1982. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa kuor-mainprossorilla. Summary: Stand damage in thinning operation with a grapple loader processor. *Folia For.* 528:1—16.

Damage caused to trees by a grapple loader processor during thinnings has been investigated in this study. 15 thinning stands were inventoried the total area of which was 75.45 ha. The average damage-% in the study stands was 11.1, varying between 5.5.—21.9. The number of damaged trees was on the average 74 trees/ha.

The factors found to have an effect on the damage-% were the number of trees remaining and logging time. The most common reasons for damages were softish ground, narrow strip road and driver's carelessness. The best ways of reducing damage would be better planning of logging, correct logging time, precise felling and processor working and the use of skilled labour in thinnings.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

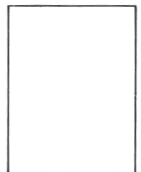
Tilaan kortin kääntäpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



Folia Forestalia _____

Communicaciones Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia
Remarks _____

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoeasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

Kannuksen energiametsäkoasema
Kannus Energy Forestry Experiment Station
Os. — *Address:* Valtakatu 18
69100 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

- No 505 Petäistö, Raija-Liisa: Juurten leikkaamisen jälkeinen sienitauririski havupuun taimilla taimitarhalla.
Risk of fungal infection on coniferous seedlings after root pruning in forest nurseries.
- No 506 Eeronheimo, Olli: Tapio-kuormainharvesteri maataloustraktorissa.
Farm tractor mounted Tapio tree harvesting head.
- No 507 Puro, Tiina: Lannoitusajankohdan merkitys eri puulajien kasvureaktiossa.
Effect of fertilization time on growth reaction of different tree species.
- No 508 Jokinen, Pekka & Kellomäki, Seppo: Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyn taimikoissa.
Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage.
- No 509 Oker-Blom, Pauline & Kellomäki, Seppo: Metsikön tiheyden vaikutus puun latvuksen sisäiseen valoilmastoon ja oksien kuolemiseen. Teoreettinen tutkimus.
Effect of stand density on the within-crown light regime and dying-off of branches. Theoretical study.
- No 510 Metsätilastollinen vuosikirja 1981.
Yearbook of Forest Statistics 1981.
- No 511 Pelkonen, Heikki, Tuomi, Pertti & Valtanen, Jukka: Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella.
Survival of pine on reforested sites in northern Finland.
- No 512 Annala, Erkki: Lindaanin käyttö männyn paperikennotaimien suojaamiseksi tukkimiehentäin tuhoilta.
Lindane treatment against *Hyllobius* damage on Paper pot seedlings of Scots pine.
- No 513 Kalaja, Hannu & Rantamäki, Jari: Junkkari laikkahakkurit.
Junkkari disc chippers.
- No 514 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Kuitupuupinojen painuminen.
Shrinkage of pulpwood piles.
- No 515 Kärkkäinen, Matti & Uusvaara, Olli: Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä.
Factors affecting the quality of young pines.
- No 516 Päivänen, Juhani: Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsäojitusalueen vesitalouteen.
The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area.
- No 517 Sepponen, Pentti, Laine, Lalli, Linnilä, Kimmo, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsätyypit ja niiden kasvillisuus Pohjois-Suomessa. Valtakunnan metsien III inventoinnin (1951–1953) aineistoon perustuva tutkimus.
The forest site types of North Finland and their floristic composition. A study based on the III National Forest Inventory (1951–1953).
- No 518 Kubin, Eero & Poikolainen, Jarmo: Hakkaamattoman metsän sekä eri tavoin muokatun avohakkuualan routa- ja lumisuhteista.
Snow and frost conditions in an uncut forest and open clear-cut areas prepared in various ways.
- No 519 Schildt, Jyri: Unimog kuorma-autoon perustuva polttohakkeen hankintajärjestelmä.
Producing fuel chips with Unimog truck.
- No 520 Kärkkäinen, Matti: Tuloksia pystykarstittujen mäntyjen sahauksesta.
Results on sawing pruned pines.
- No 521 Kärkkäinen, Matti & Kallinen, Jorma: Kemin seudun mäntytukkien koesahaustuloksia.
On the sawing of pine logs from northern Finland, Kemi region.
- No 522 Björklund, Tarja: Kontortamännyn puutekniset ominaisuudet.
Technical properties of lodgepole pine wood.
- No 523 Vuokila, Yrjö: Metsien teknisen laadun kehittäminen.
The improvement of technical quality of forests.
- No 524 Varmola, Martti: Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen.
Development of Scots pine stands at the sapling and pole stages after thinning.
- No 525 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1981.
Abstracts of the publications of the Finnish Forest Research Institute, 1981.
- No 526 Silfverberg, Klaus: Näringsanalys i två spårämnesödslande granplanteringar.
Nutrient analysis of Norway spruce after application of micro-nutrients.
- No 527 Nikkanen, Teijo: Pohjois-Suomen mäntyjen nuorissa siemenviljelyksissä syntyneen siemenen käyttömahdollisuuksista Oulun läänin alueella.
Survival and height growth of North Finland × South Finland hybrid progenies of Scots pine in intermediate areas.
- No 528 Sirén, Matti: Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa kuormainproessorilla.
Stand damage in thinning operation with a grapple loader processor.
- No 529 Valtonen, Kari: Sahatavaran ja puulevyjen käyttö uudisrakentamiseen 1970-luvulla.
Use of sawnwood and wood-based panels in new building construction in the 1970's.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17 341

ISBN 951-40-0582-1
ISSN 0015-5543