

FOLIA FORESTALIA 663

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1986

HANNU RÄISÄNEN, LALLI LAINE,
ILKKA KERO & TAPIO KALEVA

ALUSTAVIA TUTKIMUSTULOKSIA
HYÖNTEIS- JA SIENITUHOISTA
PYSTYKARSITUISSA MÄNNIKÖISSÄ

PRELIMINARY STUDY ON INSECT
AND FUNGAL DAMAGE IN PRUNED
SCOTS PINE STANDS



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Aarne Nyysönen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävälko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittajat <i>Editors</i>	Seppo Oja Tommi Salonen

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 kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkoikeita 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 ten 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 663

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1986

Hannu Räisänen, Lalli Laine, Ilkka Kero & Tapio Kaleva

ALUSTAVIA TUTKIMUSTULOKSIA HYÖNTEIS- JA SIENITUHOISTA PYSTYKARSITUISSA MÄNNIKÖISSÄ

Preliminary study on insect and fungal damage in pruned
Scots pine stands

Approved on 4. 7. 1986

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	4
21. Maastotyöt	4
22. Sienten viljely ja määrittäminen	5
3. TULOKSET	6
31. Karsintatuhot metsiköittäin ja metsätuopeittain	6
32. Tuhot eri aikoina karsituissa metsiköissä	6
33. Metsikön ensiharvennusajankohdan vaikutus tuhoihin ja hyönteiskantoihin	7
34. Kuolleiden puiden sijainti metsikössä	7
35. Karsintavoimakkuuden vaikutus tuhoihin	8
36. Ytimennävertäjät	10
37. Sienet	11
4. TULOSTEN TARKASTELU	13
KIRJALLISUUS — REFERENCES	15
SUMMARY	16
Liite — Appendix	18

RÄISÄNEN, H., LAINE, L., KERO, I. & KALEVA, T. 1986. Alustavia tutkimustuloksia hyönteis- ja sienituhoista pystykarsituissa männiköissä. Summary: Preliminary study on insect and fungal damage in pruned Scots pine stands. *Folia Forestalia* 663. 18 pp.

Hyönteis- ja sienituhojen esiintymistä syksyllä pystykarsituissa männiköissä tutkittiin 48 metsikössä Etelä-Suomessa. Metsiköiden tunnuksat selvitettiin karsintakorttien ja maastomittausten avulla. Koepuista määritettiin sijainti metsikössä, karsintakelpoisuus, karsinnan voimakkuus ja puiden kunto sekä otettiin sienten viljelyä varten näytteitä.

Karuimmilla kasvupaikoilla metsiköiden tai aukko- ja paikkojen reunoilla oli runsaimmin karsinnan seurauksena kuolleita puita. Puut olivat yleensä metsikön valtapituutta lyhyempiä ja valossa kasvaneina paksu-oksaisuutensa vuoksi karsintaan huonosti soveltuvia. Karsittu osa oli keskimäärin 54 % rungon koko pituudesta ja puusta oli poistettu keskimäärin 17 elävää oksaa. Terveissä puissa vastaavat luvut olivat selvästi pienempiä. Kaikista loppusyksyllä karsituista puista oli kuollut runsas 1 %, mutta muutamissa marras-joulukuussa karsituissa metsiköissä 3,5–4 %.

Kuolleissa puissa oli ytimenävertäjien (*Tomicus* spp.) syömäkuvioita. Pystynävertäjän syömäkuvioit peittivät keskimäärin 60 % puiden tyviosan pinta-alasta. Useimmissa puissa oli myös vaakanävertäjän syömäkuvioita. Sienivauriot ja puiden kuivuminen olivat ilmeisesti heikentäneet voimakkaimmin karsittuja puita siten, että puu ei keväällä enää pystynyt pihkavuodollaan torjumaan ytimenävertäjien iskeytymistä. Muutamissa metsiköissä myös männynversosyöpä heikensi puiden kuntoa.

Havupuunsyöpäsienen (*Phacidium coniferarum*) aiheuttamia pitkänomaisia vaurioita oli oksanarprien ympärillä sekä elävissä että kuolleissa puissa. Oksan arvissa oli paikoin myös verinahakkasientä ja sen aiheuttamaa lahoa.

Tutkimuksessa ei voitu selvittää, kuinka yleisesti havupuunsyöpä oli vahingoittanut myöhäisyksyllä karsittuja puita. Sientä on alkuvaiheessaan miltei mahdoton havaita puuta vahingoittamatta, sillä koro kehittyvästä vasta muutaman vuoden kuluessa. Suurten karsintahavojen hidas kyljestyminen sekä ennen kaikkea runkoon muodostuvat syvät korot vähentävät pystykarsinnasta saatavaa hyötyä.

Insect and fungal damage was studied in 48 Scots pine stands which had been pruned mainly during autumn in southern Finland. Site characteristics were studied in the field and on the basis of special pruning cards. Sample trees were selected in order to study the location of damaged trees in the stand, the suitability of the trees for pruning, pruning height and the condition of the trees. Samples were taken for fungal culture.

Trees killed as a result of pruning were most numerous near the border of the forest or stand openings on the poor forest site types. In general, the trees that had died were shorter than the dominant ones. These trees were also found to be rather unsuitable for pruning since their branches were thick as a result of growing in sunny places. The average pruning height of the dead trees was 54 % of the total tree height, and the average number of pruned green branches was 17 per tree. These values were greater than those of healthy trees. Slightly more than 1 % of all the trees pruned late in the autumn were dead, although the figure rose to as much as 3,5–4 % in some stands pruned during November and December.

All the dead trees had been attacked by pine shoot beetles (*Tomicus* spp. (Latr.)). On the average, 60 % of the phloem area at the base of the tree was covered by gallery systems of *Tomicus piniperda* L. *Tomicus minor* Hart. was also present in most of the trees. The trees which had been pruned the heaviest had been so weakened by canker and drought-stress that they could no longer prevent attack by pine shoot beetles through resin flow in the spring. *Ascocalyx abietina* (Lagerb.) Schläpfer-Bernhard found in forest stands before pruning has weakened the trees, too.

Pruning wounds may be infected by fungi during winter dormancy. Healthy as well as dead trees had elongated canker formations caused by *Phacidium coniferarum* (Hahn) DiCosmo, Nag Raj & Kendrick around the pruning wounds. A fungus, *Stereum sanguinolentum* (Alb. & Schwein.: Fr.) Fr., was also found in some pruning wounds.

The present study does not provide any information about the percentage of trees that are infected by *P. coniferarum* since cankers can only be observed with certainty after a few years. Delayed healing of large pruning wounds combined with canker, however, reduces the quality gains obtained through pruning.

Keywords: Pruning, *Pinus sylvestris*, *Tomicus piniperda*, *Tomicus minor*, Scolytidae, *Phacidium coniferarum*, *Stereum sanguinolentum*

ODC 453 + 443 + 245.1 + 174.7 *Pinus sylvestris* + 145.7 × 19.92 Scolytidae + 172.8

Correspondence: The Finnish Forest Research Institute, Dept. of Forest Protection, P.O. Box 18, SF-01301 Vantaa, Finland

ISBN 951-40-0755-7
ISSN 0015-5543

Helsinki 1986. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Heinäkuussa 1984 havaittiin Länsi-Uudellamaalla useissa myöhäissyksyllä 1983 pystykarsituissa männiköissä yksittäisiä kuolleita puita. Karsinta oli tehty työllisyysvaroin, mikä oli olennainen syy karsinnan myöhäiseen ajankohtaan. Karsittujen mäntyjen huonokuntoisuus näytti ensipäätelmien mukaan johtuvan ytimennävertäjistä (*Tomicus* spp.), mutta puissa epäiltiin olevan myös sienten aiheuttamia vaurioita. Ytimennävertäjien iskeytyminen äskettäin karsittuihin puihin oli yllättävää, koska ne eivät yleensä pysty iskeytymään eläviin puihin, ellei puiden kunto ole voimakkaasti heikentynyt tai tuholaiskanta poikkeuksellisen runsas (esim. Kangas 1934).

Männyn pystykarsintaa on tutkittu eri maissa, mm. Suomessa (esim. Lappi-Seppälä 1934 ja 1937, Heikinheimo 1935 ja 1953). Karsinnan vaikutuksia puiden kuntoon ja kasvuun ovat selvittäneet mm. Romell (1940), Stein (1955), Heiskanen ja Taipale (1963), Vuokila (1960, 1968 ja 1976). Jopa kolmannes männyn elävän latvuksen pituudesta voidaan suositusten mukaan karsia aiheuttamatta merkittäviä kasvutappioita, jos latvuksen osuudeksi jää vähintään 40 % puun pituudesta. Karsinnan ajankohdasta ei ole esitetty erityisiä suosituksia lukuunottamatta sitä, että on kehoitettu varomaan karsintaa alkukesällä ns. nila-aikana (Pystykarsintaohjeet 1982).

Axelsson ja Aronsson (1982) havaitsivat Ruotsissa eräässä marraskuun aikana karsitussa männikössä huomattavaa kasvun heikkenemistä seuraavana kesänä. Vaikka elävästä latvuksen osasta oli karsittu vain 10 %, puiden paksuuskasvu oli vähentynyt ohuimmissa puissa 38—100 %. Kasvaimet olivat

lyhyitä ja metsikössä oli kuolevia puita.

Ericson ja Beyer-Ericson (1984) havaitsivat useissa Keski-Ruotsin karsituissa metsiköissä vakavia sienituhoja, jotka ilmenivät koroina oksantynkien ympärillä, puiden kasvun pysähtymisenä ja puiden kuolemisena. Ytimennävertäjätuhot olivat toissijaisia. He osoittivat tuhojen aiheuttajaksi havupuunsyöpäsienen (*Phacidium coniferarum* (Hahn) DiCosmo, Nag Raj & Kendrick), joka tunkeutuu puihin mm. oksantyngistä, tuhoaa nilaa ja jättää, hidastaa kyljestymistä ja heikentää puiden kasvua. Se voi aiheuttaa myös puiden kuolemisen.

Nyt esillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää syksyllä 1983 pystykarsittujen männiköiden hyönteis- ja sienituhojen laajuutta sekä tuhojen riippuvuutta karsinta-ajankohdasta ja karsinnan voimakkuudesta.

Tutkimus tehtiin metsähallituksen aloitteesta Metsäntutkimuslaitoksen metsänsuojelun tutkimusosastossa. Rahoitus saatiin pääasiassa metsähallituksen myöntämistä varoista, jotka mahdollistivat maastotöiden nopean käynnistämisen. Tutkimuksen suunnittelussa olivat mukana MMT Timo Kurkela, MMT Erkki Annila, FT Lalli Laine ja FK Hannu Räisänen. Maastotöistä vastasivat Hannu Räisänen ja maat. metsät.yo Ilkka Kero, joka osallistui FK Tapio Kalevan ohella sienten laboratoriotutkimuksiin. Hannu Räisänen kokosi ja käsitteli aineiston ja laati käsikirjoituksen (yleinen osa ja hyönteiset) yhdessä Lalli Laineen ja Tapio Kalevan kanssa (sienet). MH C.-G. Zilliacus, Helsingfors distriktsskogsnämnd, antoi auliisti apuaan erityisesti maastotöiden järjestelyissä. Professori Börje Ericson ja Liselotte Beyer-Ericson (Uppsala) neuvoivat havupuunsyöpäsienen ja sen aiheuttamien karsintavaurioiden tunnistamisessa. Käsikirjoituksen lukivat professori Erkki Annila ja vt. professori Timo Kurkela. Kiitämme myös kaikkia muita tutkimuksen valmistumiseen myötävaikuttaneita henkilöitä.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Maastotyöt

Keskusmetsälautakunta Tapio ja Centralskogsnämnden Skogskultur suorittivat pystykarsinnasta vastaaville ammattimiehille tiedustelun, jossa kysyttiin tuhoista karsituissa männiköissä. Vastausten perusteella näytti siltä, että tuhot keskittyivät Uudenmaan rannikkoseuduille. Muualta Suomesta saatiin tietoja vain yksittäisten puiden kuolemista. Tiedusteluihin saatujen vastausten perusteella ja selvitystyön kiireellisyyden vuoksi tutkimuksia tehtiin vain kahden piirimetsälautakunnan alueella. Helsingin piirimetsälautakunnan alueella tutkittiin 34 metsikköä (noin 52 ha) Tenholassa, Tammissaarella, Pohjassa, Karjaalla ja Inkoossa. Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella tutkittiin 14 karsintamännikköä, noin 42 ha, Janakkalassa, Riihimäellä, Hyvinkäällä, Lopella ja Lohjan mlk:ssa. Maastotyöt tehtiin syyskuussa 1984.

Tutkittuja metsiköitä oli kaikkiaan 48. Niistä etsittiin kaikki kuolleet ja vioittuneet puut. Tiedot karsinnasta oli kirjattu erityisille karsintakorteille metsiköittäin. Karsintakorttien ja maastossa tehtyjen havaintojen perusteella selvitettiin metsätyyppi, puuston valtapituus, karsittujen puiden määrä sekä karsinnan ja ensiharvennuksen ajankohdat. Karsinnan ajankohta oli ilmoitettu karsintasuunnitelmassa yleensä kuukauden tarkkuudella. Toisinaan karsinta ei ollut tapahtunut suunniteltuna ajankohtana. Eräissä tapauksissa tarkistettiin karsinnan ajankohtia mm. haastatteleamalla työn suorittajaa.

Metsiköiden karsinta-ajankohdat vuonna 1983 jakaantuivat piirimetsälautakunnittain seuraavasti (ks. myös liite 1):

Helsingin piirimetsälautakunta		Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunta	
ajankohta	metsiköitä	ajankohta	metsiköitä
toukokuu	2	syksy	1
syyskuu	7	marras-	
lokakuu	5 ¹⁾	joulukuu	9
marraskuu	13 ²⁾	keväät	4 ³⁾
joulukuu	7		
Yhteensä	34	Yhteensä	14

1) kaksi karsittu 1981; 2) yksi karsittu 1981;
3) karsittu keväällä 1984.

Ytimennävertäjäkannan runsauden selvittäminen maahan pudonneiden kasvainten määrän perusteella osoittautui hyvin työlääksi ja epävarmaksi menetelmäksi harvennustähteiden ja karsittujen oksien vuoksi joten siitä luovuttiin. Tutkimuksen kohteeksi otetut kuolleet ja terveet puut valittiin arpomalla. Metsikön kaikki kuolleet puut tutkittiin, jos niitä oli vain muutama.

Varsinainen tutkimusaineisto käsitti 132 koepuuta. Ne ryhmitettiin kuuteen kuntoluokkaan (kuva 1):

- 0 = kaikki neulasets ruskeita
- 1 = yli puolet neulasista ruskeita
- 2 = alle puolet neulasista ruskeita tai kellertäviä
- 3 = kaikki puun neulasets normaalia vaaleammat
- 4 = uudet kasvaimet vaaleat ja normaalia lyhyemmät
- 5 = puu terve

Myöhemmässä tarkastelussa luokkia 0–4 käsitellään yhtenä ryhmänä, kuolleet puut. Ytimennävertäjät olivat iskeytyneet kaikkiin tämän ryhmän puihin ja niiden jälkeisö oli kehittynyt ja kuoriutunut normaalisti, joten puut kuolevat ajan mittaan. Luokka 5 jaettiin kahtia: terveet puut ja ns. pihkakeilapuut, joihin ytimennävertäjien epäonnistuneen iskeytymisen seurauksena oli muodostunut pihkakeiloja.

Koepuista mitattiin seuraavat muuttujat:

- 1) pituus
- 2) rinnankorkeusläpimita
- 3) karsitun rungonosan pituus
- 4) karsimattoman rungonosan pituus
- 5) elävinä karsittujen oksien määrä
- 6) karsittujen oksakiehkuroiden määrä
- 7) jäljellä olevien oksakiehkuroiden määrä
- 8) puun asema suhteessa kuvion reunaan, kallioon tai aukkoon sekä lähimpään ytimennävertäjän valtaamaan puuhun
- 9) etäisyydet lähimpiin puihin 90-asteen sektoreissa ennen ja jälkeen harvennuksen 10 metrin säteellä (jos sektori oli puuton, tuli etäisyydeksi 10 m).

Koepuiden mittauksen lisäksi laskettiin seitsemässä metsikössä kuolleista ja pihkakeilapuista viiden metrin säteellä kasvaneiden 170 puun elävinä karsitut oksat ja arvioitiin puiden kunto.

Mittaukset tehtiin yleensä puita kaatamatta, mutta osa koepuista kaadettiin ja niistä otettiin näytteet laboratoriossa tehtäviä sienikasvatuksia varten. Kaadetut puut kuorittiin sieninäytteiksi meneviä osia lukuunottamatta ja rungoista arvioitiin kuolleen nilan, sinistymän ja eri hyönteislajien onnistuneiden ja epäonnistuneiden syömäkuvioiden osuudet prosentteina puun paksukaar-naisen tyviosan pinta-alasta.

Viidessä metsikössä tutkittiin tarkemmin 30 kaadetua koepuuta (ks. taulukko 5). Puista laskettiin elävinä ja kuolleina karsittujen oksien ja oksakiehkuroiden määrä ja mitattiin karsittujen oksien (karsintahaavojen) läpimitat. Karsittujen oksien kunto karsintahetkellä luokiteltiin oksantynkien perusteella seuraavasti: kuollut, ei määritettävissä, elävä. Tulos varmistettiin laskemalla myös puun alta elävinä karsitut oksat. Koepuista mitattiin oksien lisäksi karsinnasta aiheutuneiden haavojen ja mahdollisten nilavaurioiden pinta-alat. Oksantynkien ja kuorivaurioiden pihkaisuus luokiteltiin seuraavasti: pihkaton, vähän pihkaa, suunnilleen puolet pinnasta pihkoittunut, kokonaan pihkoittunut.



Kuva 1. Pystykarsinnan jälkeen kuolleiden ja kuolevien puiden latvuksia. Kuntoluokitus vasemmalta oikealle: 0, 2, 2—3, 3—4, 4—5 (luokitus ks. menetelmät). Valokuvat: Hannu Räisänen.

Figure 1. Crowns of dead and dying pruned trees. Condition classes from left to right: 0, 2, 2—3, 3—4, 4—5. See methods for classification. All the photographs taken by Hannu Räisänen.

Tarkempia metsikkö- ja puukohtaisia tutkimuksia tehtiin maastotyöhön varatun ajan niukkuuden ja/tai tuhojen vähäisyyden vuoksi vain osassa metsiköitä. Varsinkin Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella tyydyttiin enimmäkseen kuolleiden ja vioittuneiden puiden etsimiseen ja laskemiseen. Tulokset koskevat vain rannikkoaluetta ellei toisin mainita.

22. Sienten viljely ja määrittäminen

Laboratoriotutkimuksia tehtiin karsintavaurioissa kasvavien sienilajien selvittämiseksi. Koepuista sahattiin

näytekiekkoja niiden oksakiehkuroiden alueelta, joista oli karsittu myös eläviä oksia. Näytteitä ei otettu aivan puun tyviosasta, missä nila oli kuollut hyönteisten iskeytymisen vuoksi. Kiekoista veistettiin kaarnaa pois oksien ympäriltä, jolloin mahdolliset oksakiehkuran vauriot tulivat näkyviin. Oksanarven ympärillä havaitun nila- ja jälsivaurion eri kohdista otettiin näytepalasia kasvatusalustalle, jona käytettiin 1 % mallasuuteagarია. Sienten viljelyn tarkoituksena oli saada eristetyksi vauriokohtien sieniä ja etsiä rihmastoista etenkin havupuunsyöpää. Sen tunnistamisessa käytettiin apuna Liselotte Beyer-Ericsonilta Uppsalasta saatuja vertailuviljelmiä.

3. TULOKSET

31. Karsintatuhot metsiköittäin ja metsätyypeittäin

Helsingin piirimetsälautakunnan alueella todettiin 142 kuollutta puuta 21 eri metsikössä (taulukko 1 ja liite 1). Kuolleita puita oli 1—21 kpl metsikössään, mikä vastaa 0,1—4,0 %:n kuolleisuutta. Kolmessatoista tutkittuissa metsikössä ei havaittu näkyviä tuhoja. Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueen 14 tarkastetussa metsikössä tuhoja havaittiin kolmessa, joissa oli yhteensä vain viisi kuollutta puuta.

Länsi-Uudenmaan tutkimusmetsiköistä 22 oli puolukkatyyppiä, kahdeksan osin puolukka- osin mustikkatyyppiä ja neljä mustikkatyyppiä (taulukko 1). Puolukkatyyppin

metsiköissä loka-joulukuussa karsituista noin 10 000 männystä oli kuollut 132 eli 1,3 %. Rehevimmillä kasvupaikoilla oli kuollut vain yhdeksän mäntyä lähes 4 400 karsitusta (0,2—0,3 %). Uudenmaan-Hämeen piirimetsälautakunnan alueella 12 metsikköä oli puolukkatyyppiä, yksi osin puolukka- osin mustikkatyyppiä ja yksi mustikkatyyppiä.

32. Tuhot eri aikoina karsituissa metsiköissä

Syyskuussa karsituissa 7 metsikössä todettiin vain yksi kuollut puu (taulukot 1 ja 2). Lokakuussa karsittuja puita oli kuollut hie- man enemmän, mutta tapaukset olivat kui-

Taulukko 1. Tuhot metsätyypeittäin loka-joulukuussa karsituissa metsiköissä. Sul- luissa syyskuussa ja toukokuussa karsitut metsiköt.

Table 1. The distribution of damage by forest site type. Stands were pruned during October—December, in brackets during May and September. VT = Vaccinium site type, MT = Myrtillus site type.

Metsätyyppi <i>Forest site type</i>	Metsiköitä — <i>Forest stands</i>		Kuolleita puita — <i>Dead trees</i>	
	Tuhoja <i>With damage</i>	Ei tuhoja <i>Without damage</i>	Lukumäärä <i>Number</i>	Osuus karsituista puista (%) <i>Percentage of pruned trees</i>
VT	16 (1)	1 (4)	132 (1)	1,31 (0,03)
VT + MT	2	3 (3)	7	0,19
MT	2	1 (1)	2	0,32
Yhteensä — <i>Total</i>	20 (1)	5 (8)	141 (1)	

Taulukko 2. Karsinta-ajankohdan vaikutus tuhoihin.

Table 2. The occurrence of damage by pruning month.

Karsinta-aika vuosi/kk <i>Pruning date year/month</i>	Metsiköitä — <i>Forest stands</i>		Kuolleita puita — <i>Dead trees</i>	
	Tuhoja <i>With damage</i>	Ei tuhoja <i>Without damage</i>	Lukumäärä <i>Number</i>	Osuus karsituista puista (%) <i>Percentage of pruned trees</i>
1981/10	1	1	1	0,2
1981/11	1	0	3	0,4
1983/09	1	6	1	0,02
1983/10	2	1	6	0,4
1983/11	11	1	88	1,2
1983/12	5	2	43	1,1
Yhteensä — <i>Total</i>	21	11	142	

Taulukko 3. Tuhot loka-joulukuussa pystykarsituissa metsiköissä ja ensiharvennusajankohdat.

Table 3. Thinning dates and the occurrence of damage in forest stands pruned during October–December.

Harvennusajankohta Thinning date	Metsiköitä — Forest stands		Kuolleita puita — Dead trees	
	Tuhoja With damage	Ei tuhoja Without damage	Lukumäärä Number	Osuus karsituista puista (%) Percentage of pruned trees
2 v. ennen karsintaa — 2 years before pruning	1	1	9	0,4
1 v. ennen karsintaa — 1 year before pruning	1	1	6	0,5
Karsimisvuosi Pruning year	5	1	37	1,2
Tuntematon Unknown	7	0	40	1,8
Ei harvennusta No thinning	6	2	49	0,9
Yhteensä — Total	20	5	141	

tenkin yksittäisiä. Marras- ja joulukuussa karsituissa metsiköissä oli useita kuolleita puita lähekkäin, 10–20 samassa metsikössä. Kuolleita puita oli muutamissa metsiköissä jopa 3,5–4 % (esim. metsiköt 23, 28 ja 47, liite 1). Kaikista tutkituista loppusyksyllä karsituista puista oli keskimäärin kuollut runsas 1 % (taulukot 2 ja 3).

33. Metsikön ensiharvennusajankohdan vaikutus tuhoihin ja hyönteiskantoihin

Loka-joulukuun aikana karsituista 25 metsiköstä noin viidennes oli harvennettu samana syksynä ja toinen viidennes 1–2 vuotta ennen pystykarsintaa. Harvennetuissa metsiköissä kuolleita puita oli keskimäärin 1,1 % karsituista puista ja harventamattomissa hiukan vähemmän eli 0,9 % (taulukko 3). Ero harvennettujen ja harventamattomien välillä ei ole tilastollisesti merkitsevä.

Tarkkaa metsikkökohtaista hyönteiskantojen runsauden arviointia ei pystytty tekemään, mutta selvästi todettavat latvustuhot osoittivat ytimennävertäjäkannan olleen korkean. Kuorellista puutavaraa on useina viime vuosina jäänyt Länsi-Uudenmaan metsiin kesäajaksi tavallista runsaammin, joten ytimennävertäjillä oli ollut runsaasti lisääntymismahdollisuuksia.

34. Kuolleiden puiden sijainti metsikössä

Sijainnin suhteen tutkituista 56 kuolleesta puusta 31 kasvoi aivan metsikön reunassa tai metsikön sisällä olevan kallioisen ja avoimen alueen laidassa (kuva 2). Metsiköiden harvaustoisissa osissa oli yhdeksän ja metsiköiden sisällä 16 kuollutta puuta. Yhteensä 16 pihkakeilapuusta oli yhdeksän metsikön reunassa, kaksi kallioisen alueen laidassa ja viisi metsikön sisällä.

Ytimennävertäjien valtaamien puiden sijaintia metsikössä voidaan kuvata myös mitaamalla niiden etäisyys naapuripuista. Taulukon 4 arvot eivät suoraan kuvaa puiden ympärillä olevaa tilaa, mutta osoittavat kuitenkin, että vaurioituneet puut kasvoivat keskimääräistä valoisammilla paikoilla. Kuolleiden puiden ja pihkakeilapuiden välillä ei sijainnin suhteen ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Kasvutila terveiden koepuiden ympärillä oli sitä vastoin erittäin merkitsevästi pienempi kuin kuolleiden puiden ($t = 3,954^{***}$) ja pihkakeilapuiden ympärillä ($t = 3,410^{***}$). Harvennus oli avartanut kaikkiin kuntoluokkiin kuuluvien koepuiden ympärillä olevaa tilaa suunnilleen samassa suhteessa.

Taulukko 4. Eri kuntoluokkiin kuuluvien puiden etäisyys naapuripuihin (a) ja puiden kasvutilan suhteellinen lisääntyminen metsikön harvennuksen seurauksena (b).

Table 4. Distance of trees included in different condition classes to neighbouring trees (a) and relative increase in open space around the sample trees due to thinning (b).

	Kuolleet puut Dead trees		Pihkakeilapuut Trees with resin tubes		Terveet puut Healthy trees		Yhteensä Total
	m (x)	n	m (x)	n	m (x)	n	
a. Karsintahetkellä At the time of pruning	3,45 ± 0,15	52	3,66 ± 0,27	16	2,64 ± 0,14	30	98
Ennen harvennusta Before thinning	2,86 ± 0,22	22	3,10 ± 0,30	6	2,25 ± 0,19	10	38
Harvennuksen jälkeen After thinning	3,55 ± 0,21		3,77 ± 0,33		2,90 ± 0,14		
b. Puun kasvutilan lisäys The increase in open space around the sample trees	26,4 %		21,6 %		28,9 %		

35. Karsintavoimakkuuden vaikutus tuhoihin

Seuraavassa tarkastellaan yhtätoista loka-joulukuussa karsittua metsikköä, joista on laajimmat mittaustulokset (liite 1). Karsintakorttien mukainen puuston valtapituus oli keskimäärin 10,7 m ja suunnitelman mukainen karsintakorkeus 3,5 m tai 5,0 m. Tätä vastaava karsitun rungonosan pituus olisi metsiköiden keskiarvona ollut alle 42 % puun pituudesta, mikäli karsinta olisi kohdistunut vain valtapuihin.

Kuolleiden koepuiden keskipituus näissä metsiköissä oli kuitenkin vain 7,7 m, pihkakeilapuiden 8,1 m ja terveiden puiden 8,7 m (liite 1). Varsinkin metsikön ja aukkojen reunoilla oli karsittu muitakin kuin valtapuita. Metsätyypin vaihtelua ei myöskään oltu huomioitu, vaan karsintakorkeus oli säilytetty samana huolimatta puuston keskipituuden pienemisestä. Kuolleiden puiden ja pihkakeilapuiden keskipituudet eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi, mutta kuolleiden ja terveiden puiden pituudet eroavat erittäin merkitsevästi ($t = 3,548^{***}$). Pihkakeilapuiden ja terveiden puiden pituusero on jokseenkin merkitsevä ($t = 1,486^*$).

Alimpien elävinä karsittujen oksien sijaintia oli puuta kaatamatta usein mahdoton todeta luotettavasti. Karsinnan voimakkuutta kuvataan sen vuoksi karsitun rungonosan prosentiosuutena koko puun pituudesta (ei

vihreän latvuksen pituudesta) sekä elävinä karsittujen oksien määränä (liite 1). Terveiden puiden ja pihkakeilapuiden karsintakorkeudet, 48,8 % ja 49,9 % puun pituudesta, eivät poikkea merkitsevästi toisistaan. Kuolleiden puiden (53,7 %) ja terveiden puiden karsintakorkeuksissa on tilastollisesti merkitsevä ero ($t = 2,929^{**}$) sekä kuolleiden puiden ja pihkakeilapuiden välillä jokseenkin merkitsevä ero ($t = 2,184^*$). Kuitenkin vain kymmenen kuolleen puun kohdalla ylitettiin suosituksena pidetty karsintakorkeuden yläraja, 60 % puun pituudesta.

Elävinä karsittujen oksien määrät poikkeavat kuntoluokkien välillä enemmän kuin pelkkä karsintakorkeus. Riittävän karsintakorkeuden saavuttamiseksi oli kuolleista koepuista karsittu keskimäärin 16,6 oksaa, pihkakeilapuista 13,3 ja terveistä 6,2 oksaa. Terveiden puiden ja pihkakeilapuiden sekä terveiden ja kuolleiden puiden väliset erot ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($t = 7,563^{***}$, $df = 202$; $t = 9,950^{***}$, $df = 214$) ja pihkakeilapuiden ja kuolleiden merkitseviä ($t = 2,676^{**}$, $df = 90$). Oksakiehkuroita oli jäljellä keskimäärin 9–10, vaihtelualue 5–16 kiehkuraa, kaikkiin kuntoluokkiin kuuluvissa puissa.

Tuhojen määrä metsikkökohtaisesti tarkasteltuna on vain heikosti riippuvainen elävinä karsittujen oksien määrästä ($r = 0,759^*$, $df = 5$). Vastaavansuuruinen riippuvuus on tuhojen ja karsintakorkeuden välil-



Kuva 2. Tyypillinen pystykarsinnan jälkeen kuollut mänty. Metsikön valtipituus on 10 m, puun pituus 6,3 m ja karsintakorkeus 3,5 m (56 %). Eläviä oksia karsittu 23 kpl, karsittu joulukuussa 1983. Kuva on otettu syyskuussa 1984.

Figure 2. Typical dead pine after pruning in December 1983. Dominant height of the stand is 10 m, height of the tree 6,3 m, pruning height 3,5 m (56 %), 23 green branches pruned. Photo September 1984.

lä ($r = 0,714^*$, $df = 6$). Karsittujen oksien määrä ei kuitenkaan selitä kokonaan puun heikentymistä karsinnan seurauksena. Karsittujen oksien koolla samoin kuin huolimattomalla työskentelyllä aiheutetuilla kuorivaurioilla on ilmeisesti myös vaikutuksensa

puun kuntoon.

Oksa-analyysien tulokset ja karsintavaurioiden määrä ja koko kaadetuissa koe-
puissa esitetään taulukossa 5. Elävänä karsittujen oksien määrä eri kuntoluokissa vastaa hyvin koko aineiston arvoja (liite 1). Ok-

Taulukko 5. Elävänä karsittujen oksien määrä, koko ja pihkaisuus sekä karsinnassa syntyneet kuori- ja nilavauriot. *Table 5. Number, diameter and resinousness of green pruned branches and bark and phloem damage caused by pruning.*

		Kuolleet puut — Dead trees Karsinta kk. — Pruning month			Pihkakeilapuut Trees with resin tubes	Terveet puut Healthy trees
		X	XI	XII		
Tutkitut puut <i>Number of trees</i>		6	6	8	5	5
Tutkitut oksat <i>Number of branches</i>		87	69	142	64	27
Karsitut oksat/puu <i>Pruned branches/tree</i>	\bar{x}	14,5	11,5	17,8	12,8	5,4
	\bar{x}	6,5	3,7	5,1	2,6	1,6
	\bar{x}	4,8	1,7	2,6	1,4	0,8
Karsitut oksat <i>Pruned branches</i>	\emptyset mm x	27,3 ± 1,2	26,7 ± 2,4	23,9 ± 0,8	22,0 ± 2,0	24,1 ± 1,5
Oksanarven pihkaisuus ¹⁾ <i>Resinousness of branch stub¹⁾</i>	\bar{x}	1,5	1,3	0,9	2,2	2,2
Kuorivaurioita/puu ²⁾ <i>Bark damage/tree²⁾</i>	\bar{x}	8,8	6,2	9,5	7,4	8,6
Pinta-ala/puu <i>Area/tree</i>	cm ² (\bar{x})	35,7	22,2	43,4	24,4	26,4
Nilavaurioita/puu ²⁾ <i>Phloem damage/tree²⁾</i>	\bar{x}	8,0	10,2	12,4	8,4	10,0 ³⁾
Pinta-ala/puu <i>Area/tree</i>	cm ² (\bar{x})	191	114	173	70	71

¹⁾ Ks. menetelmät
See summary

²⁾ Ilman sieniviljelynäytteiksi otettuja oksankiehkuroita (2–3 kpl/puu)
Excluding branch whorls (2–3/tree) used for fungal culture

³⁾ Vain yksi koepuu
Only one sample tree

sien karsintahaavat olivat suuria kaikissa kuntoluokissa. Halkaisijat olivat terveillä puilla keskimäärin 24 mm, pihkakeilapuilla 22 mm ja kuolleilla puilla noin 24–28 mm. Kuolleista puista oli karsittu runsaasti myös oksia, joiden karsintahaavojen halkaisijat olivat yli 30 mm. Usein oksat oli katkaistu niin lyhyiksi, että samalla oli vahingoitettu kynnästä.

Terveissä puissa ja pihkakeilapuissa karsintahaavat olivat pihkaisempia kuin kuolleissa puissa (taulukko 5). Terveiden puiden ja lokakuussa karsittujen kuolleiden puiden karsintahaavojen pihkaisuudessa on tilastollisesti erittäin merkitsevä ero ($t = 5,381^{***}$) ja ero vielä suurenee mitä myöhemmin puut oli karsittu. Kuolleiden puiden oksantynkien pihkaisuus vähenee loppusyksyä kohden. Pihkaisuusero eri kuukausina

karsittujen puiden välillä on erittäin merkitsevä ($F = 28,7^{***}$).

Yksittäiset karsintavälineen aiheuttamat kuorivauriot olivat pieniä (1–9 cm²) ja liittyivät tavallisesti varsinaisiin oksien karsintahaavoihin. Kuorivaurioiden pinta-ala puuta kohden (22,2–43,4 cm², taulukko 5) oli keskimäärin kolmasosa elävien oksien karsintahaavojen ja kuorivaurioiden yhteispinta-alasta. Kuori oli vaurioitunut vain harvoin oksakiehkuroiden väliltä.

36. Ytimenävertäjät

Kaikissa kuolleissa puissa oli pystynävertäjän (*Tomcus piniperda* L.) syömäkuvioita.

Ne peittivät pystynävertäjille sopivan paksukaarnaisen tyviosan alueella keskimäärin 60 % nilasta. Syömäkuvioiden peittävyys eri puissa vaihteli 26—85 %. Puiden ulkonäön mukaan muodostettujen kuntoluokkien (ks. menetelmät) keskiarvot sen sijaan poikkesivat toisistaan. Kuntoluokissa 0—2 syömäkuvioiden peittävyys oli noin 70 %, kuntoluokassa 3 keskimäärin 57 % ja kuntoluokassa 4 noin 43 %.

Keskimäärin kolmeneljäsosassa pystynävertäjän syömäkuviosta jälkeisö oli kehittynyt ja kuoriutunut normaalisti, mutta puiden välinen vaihtelu oli hyvin suuri, 4—97 %. Kuntoluokissa 0—2 oli keskimäärin 85 % syömäkuviosta sellaisia, joissa oli tapahtunut lisääntymistä, kuntoluokassa 4 vastavasti 36 %. Useimmissa puissa oli myös vaakanävertäjän (*Tomicus minor* Hart.) syömäkuviota paksukaarnaisen rungonosan yläosassa. Yleensä niiden peittävyys oli vähäinen, 0,5—15 % pinta-alasta, mutta ne peittivät joidenkin puiden pinnasta yli kolmasosan. Puuaines oli tällöin voimakkaasti sinistynyt vaakanävertäjän levittämien sinistäjäsienien vuoksi.

Puiden kuoleminen ilmeni mm. neulasten väriin muuttumisena ja eroina latvakasvain-ten pituuskasvussa. Ytimenävertäjien valtaamat puut olivat kuolleet joko nopeasti alkukesällä tai vähitellen kesän kuluessa. Viimeksi mainitussa tapauksessa puu saattoi vielä loppukesällä näyttää jokseenkin terveeltä lukuunottamatta hieman normaalia vaaleampia vuosikasvaimia.

37. Sienet

Alkuvaiheessaan olevia nilavaurioita ei havaita, ellei puuta kuorita tai ainakin vuolla

karsittujen oksien ympäriltä. Kuolleissa puissa, pihkakeilapuissa sekä yhdessä terveessä puussa oli pitkänomaisia pihkoittuneita nilavaurioita karsittujen oksien oksan-arprien ympärillä. Vaurioita oli jokaisessa kuoritussa koepuussa, lukuunottamatta neljää terveeksi luokiteltua puuta (taulukko 5). Lukuihin eivät sisälly sienieristyksiä varten oksakiehkuroiden kohdalta otetut näytteet (2—3 kpl/runko).

Nilavauriot olivat yleensä selvärajaisia, muutaman senttimetrin mittaisia (kuva 3). Saman oksakiehkuran nilavauriot eivät olleet vielä yhdistyneet. Poikkeuksena mainittakoon v. 1981 karsittu, tarkasteluhetkellä kuollut puu. Sen nilasta oli tuhoutunut 700 cm². Joidenkin kiehkuroiden kohdalla kuollut alue ulottui rungon ympäri, joten nestevirtaukset nilassa olivat kokonaan katkenneet.

Vauriokohdissa kasvoi pääasiassa havupuunsyöpää (*Phacidium coniferarum*). Muis- ta sienistä eniten oli saprofyyttistä *Sclerophoma pityophila* (Corda) Höhneltä -sientä, joka voi esiintyä myös heikentyneiden puiden loisena. Muutamassa vauriokohdassa todettiin myös puiden haavaumiin iskeytyvä ja lahoa aiheuttava verinahakka (*Stereum sanguinolentum* (Alb. & Schwein.: Fr.) Fr.).

Havupuunsyövästä on ennestään vain vähän tietoja Suomesta. Metsäntutkimuslaitoksen sienikokoelmassa on näytteitä männyltä, kontortamännyltä ja lehtikuuselta. Sieni aiheuttaa myös puutavaran sinistymistä mm. Suomessa. Sen kuroma-asteesta käytetään nimeä *Phacidiopycnis pseudotsugae* (M. Wilson) Hahn (syn. *Phomopsis pseudotsugae* M. Wilson, *Discula pinicola* (Naumov) Petrak) (Lagerberg ym. 1927, Kujala 1950, Robak 1952, Roll-Hansen ja Roll-Hansen 1971, Lilja 1984). Ruotsissa on ilmestynyt kaksi laajaa yhteenvetoa havupuunsyövästä (Beyer-Ericson ja Ericson 1985, Karlman 1985).



Kuva 3. Havupuunsyövän aiheuttama nilavaurio ytimennävertäjien tappamassa puussa, joka on karsittu joulukuussa 1983. Vaurio kohta oksan ympärillä on paljastettu vuolemalla. Kuva on otettu syyskuussa 1984.

Figure 3. Canker caused by Phacidium coniferarum after pruning in December 1983. The tree was killed by pine shoot beetles. Stem debarked around the stub. Photo September 1984.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tuoja oli eniten myöhäissyksyllä karsituissa metsiköissä. Syyskuuta ei voida pitää tämän tutkimuksen perusteella tuhojen kannalta erityisen vaarallisena ajankohtana. Lokakuu näyttää olevan hieman turvallisempi karsinta-aika kuin marras- ja joulukuu, mutta aineiston pienuus haittaa johtopäätösten tekoa. Keskitalvella tehdyistä karsinnoista ei ollut aineistoa käytettävissä. Puun elintointojen hidastuminen ja erityisesti pihkavuodon lakkaaminen ovat avaintekijöitä karsintatuhojen synnyssä. Turvallisen karsinta-ajan tarkentaminen vaatii vielä lisäselvitystä.

Sienituhot

Phacidium coniferarum elää saprofyyttisenä sienenä kuolleissa ja kuolevissa männynoksissa. Se pystyy infektoimaan myös elävää solukkoa, ainakin jos puun vesipitoisuus alenee esim. oksien poistamisen vuoksi (esim. Beyer-Ericson ja Ericson 1985). Sen vuoksi sillä on mahdollisuus infektoida myös karsintahaavoja, mikäli ajankohta on suotuista itiöiden leviämislle ja puun suojausmekanismit eivät toimi. Havupuunsyövän itiöitä on runsaasti syksyllä ja ne voivat levitä todennäköisesti myös suojaajien aikana talvella (Roll-Hansen ja Roll-Hansen 1971).

Kasvukauden aikana karsittu oksantynkä peittyy pihkalla. Pihka sisältää myös aineita, jotka estävät itiöiden itämistä ja rihmaston kasvua. Myös nesteitä läpäisemätön vyöhyke muodostuu nopeasti suojaamaan elävää solukkoa (esim. Mullick 1977). Näitä reaktioita ei tapahdu puun talvilevon aikana. Vielä on kuitenkin epäselvää, voiko infektio tapahtua vain saman lepokauden aikana, vai ovatko haavat alttiita infektiolle, kunnes ne ovat täysin kyljestyneet. Puu pystyy torjumaan sienien etenemistä vasta keväällä erittämällä pihkaa vaurion kohdalle ja näin eristämällä sienet. Samalla pihka tukkii puun nestevirtauksille tärkeitä trakeideja uloimmissa vuosilustoissa. Yhteyttäminen vähenee ja puun kasvu heikkenee (esim. Ericson ja Beyer-Ericson 1985).

Havupuunsyöpä voi yksinäänkin tappa karsittuja mäntyjä jo karsinnan jälkeisen kasvukauden aikana, jos puu karsitaan myöhään syksyllä kuten Ericson ja Beyer-Ericson (1984) ovat osoittaneet. Kuolleiden puiden määrä oli heidän tutkimusalueellaan kuitenkin vähäinen. Puut olivat paksuoksaisia ja kuollutta nilaa oli joidenkin paksuoksaisten oksakiekuroiden kohdalla ympäri rungon. Näissä tapauksissa ytimennävertäjätuhot olivat sekundaarisia. Karsittu kontortamänty (*Pinus contorta* Dougl.) on huomattavasti alttiimpi havupuunsyöväälle kuin kotimainen mänty. Pohjois-Ruotsissa Uumajan lähellä joulukuussa 1984 koekarsituista kontortamännistä oli 80 % kuollut vuoden 1985 elokuuhun mennessä. Myös näissä kohteissa hyönteistuoja pidettiin sekundaarisina (Karlman 1985).

Hyönteistuhot

Läntisellä Uudellamaalla sienien aiheuttamat nila- ja jälsivauriot olivat enimmäkseen pienialaisia. Puun puolustusreaktion aiheuttama trakeidien pihkoittuminen ja suurten oksien poiston mekaaninen vaurio ovat ilmeisesti häirinneet puun nestevirtauksia niin paljon, että ytimennävertäjät ovat kyenneet iskeytymään puihin. On myös mahdollista, että lepokauden aikana voimakkaasti karsittu puun oksantyngistä ja karsintahaavoista haihtuu runsaasti vettä erityisesti talven leutoina kausina, koska tällöin puun haihtumista estävät mekanismit eivät toimi (esim. Mullick 1977). Keväällä ytimennävertäjien parveiluajana puu voi olla jo niin heikentynyt, ettei se pysty pihkavuodollaan torjumaan ytimennävertäjien iskeytymistä.

Hyönteisten lisääntyminen kuolleissa puissa riippuu siitä, miten paljon puu pystyy vielä tuottamaan pihkaa hyönteisten iskeytymisaikana. Ytimennävertäjien parveiluajana huhtikuussa 1984 sää oli noin 2°C normaalia lämpimämpi ja sademäärä vain 50 % normaalikauden 1931—1960 keskiarvosta (Kuukausikatsaus... 1984). Sääolot ytimen-

nävertäjien parveilulle olivat näin ollen hyvät.

Ytimennävertäjien aiheuttamat tuhot olivat sienituhoja selvemmin näkyviä ja kuolleet puut olivat helposti löydettävissä. Hiitaasti kuolevia puita oli vaikeampi havaita (kuva 1). Vuoden kuluttua karsinnasta puista oli kuollut yksi prosentti, joka ilmeisesti yleisemminkin kuvaa kuolleitten puiden määrää karsituissa metsiköissä. Hyönteistuhoja oli eniten karuissa metsiköissä ja niissäkin yleensä kuvion reunaosissa tai aukko-
paikkojen laidoilla. Ytimennävertäjien parveilu alkaa keväällä, kun ilman lämpötila varjossa on $+10$ — $+12^{\circ}\text{C}$ (esim. Salonen 1973, Löyttyniemi ja Uusvaara 1977, Långström 1983). Lämpötila kohoaa näihin arvoihin metsikön auringonpaisteisilla reunoilla ja aukoissa aiemmin kuin sulkeutuneen metsikön sisällä. Karsittujen metsiköiden reunapuut ovat siis sopivia iskeytymispaikkoja ytimennävertäjille, jos voimakas karsinta on heikentänyt puita.

Karsintatuhoille altistavat tekijät

Koepuiden asemaa metsikössä on tarkasteltava myös puun kasvuolojen ja karsintakelpoisuuden kannalta. Valoisalla paikalla metsikön reunalla tai harvapuustoisella alueella puiden luontainen karsituminen on vähäistä. Puiden karsiminen metsiköittäin tiettyyn korkeuteen asti edellyttää siis reunapuiden osalta tavallista useampien elävien ja samalla myös paksujen oksien poistamista, jos puu on muuten mitoiltaan sopiva karsittavaksi. Tällaiset reunapuut olisi jätettävä karsimatta. Muutenkin olisi syytä kiinnittää aiempaa enemmän huomiota karsittavien puiden valintaan.

Karsittavien puiden tulisi ohjeiden mukaan kuulua metsikön vallitsevaan latvuskerrokseen. Kuitenkin myös valoisalla paikalla kasvaneita vallittuja puita oli karsittu, jolloin oli poistettu useita paksuoksaisia oksakiehkuroita. Karsitun osan pituus oli jopa 60 % puun koko pituudesta. Karsinta-aikana voimassa olleiden ohjeiden mukaan metsikö on vielä karsintakelpoinen, mikäli halkaisijaltaan 20 mm:n paksuisia oksia on kohutuullisesti. Halkaisijaltaan yli 35 mm:n suuristen elävien oksien karsintahaavojen syntymistä tulisi kuitenkin välttää (Pystykarsin-

taohjeet 1982). Tämän mukaan useimmat tutkituista kuolleista puista olivat paksuoksausuutensa vuoksi pystykarsintaan soveltumattomia. Karsintatyössä yleisimpänä työvälineenä käytetty, yläkarsintaan kehitetty pyörökattoja ei ilmeisesti sovellu kovin hyvin paksujen oksien poistoon, sillä oksien kynnäs oli usein vahingoittunut.

Ytimennävertäjätuhot eivät olleet selvästi riippuvaisia siitä, oliko metsikkö ensiharvennettu ennen vai jälkeen karsinnan tai harvennattoman, mutta puutteelliset tiedot useiden metsiköiden harvennusajankohdista vaikeuttavat kuitenkin tulosten tulkintaa. Merkittävää on kuitenkin, että kaikki harvennukset oli tehty syyskuun jälkeen syksyllä tai talvella. Kaadetut puut eivät olleet ennättäneet kuivua ennen seuraavan kevään ytimennävertäjien parveilua, vaan ne olivat vielä tuolloin kelvanneet lisääntymismateriaaliksi.

Keväällä puista valuva pihka ja karsitut tuoreet oksat houkuttelevat todennäköisesti tuoksullaan ytimennävertäjiä pystykarsittuun metsikköön. Samaan aikaan karsinnan kanssa tehdyn ensiharvennuksen hakkuutähtöiden ja runkojen pihkantuoksu saattaa olla vielä lisähoukutin. Harvennuksessa kaadetut rungot toimivat kuitenkin myös pyyntipuina ja vähentävät ytimennävertäjien iskeytymistä pystykarsittuihin puihin. Samoin voidaan ajatella tuholaiskannan pienenevän myös harvennettaessa 1—2 vuotta ennen pystykarsintaa, kunhan vain puutavara kuljetetaan pois metsästä ennen keskikesää.

Tutkitun alueen männiköissä oli 1980-luvun alussa männynversosyöpää (*Ascocalyx abietina* (Lagerb.) Schläpfer-Bernhard), joka tappaa yleisesti riukuasteella olevien mäntyjen alaoksia. Versosyöpää oli alueella runsaasti juuri ennen metsikön karsintaa ja siihen usein liittynyttä ensiharvennusta (1982—1983). Puun elävän latvuksen osuus oli pienentynyt sienitaudin vuoksi ja karsinnan yhteydessä se pieneni edelleen. Versosyövän heikentämät puut ovat siis todennäköisesti olleet alttiimpia ytimennävertäjien ja mahdollisesti myös havupuunsyövän aiheuttamille vaurioille. Karsittaviksi tulisikin valita vain terveitä metsiköitä, sillä metsikössä esiintyvät sairaudet uhkaavat osaltaan karsinnan onnistumista.

Karsittujen puiden oksantynkien tuntu-
masta tavattu verinahakka on vaurioihin iskeytyvä lahottajasieni. Se voi aiheuttaa karsittujen oksakiehkuroiden alueella vakavia puun laatua alentavia vaurioita.

Tutkimuksessa ei selvinnyt, kuinka suuri osa myöhäissyksyllä karsituista puista on saanut havupuunsyöpätartunnan. Ongelman koko laajuus selviää vasta muutamana vuoden kuluessa, kun infektoituneet alueet oksien ympärillä näkyvät syvinä koroina. Ilmeistä on, että suurien karsintahaavojen tar-

vitsema pitkä kyljestymisaika tai niiden kehittyminen koroiksi vähentää pystykarsinnasta saatavaa hyötyä, vaikka karsitut puut jäisivätkin eloon. Metsätutkimuslaitoksella jatketaan tutkimuksia pystykarsinnan riskeistä ja havupuunsyövän esiintymisestä Suomessa.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- Axelsson, B. & Aronsson, A. 1982. Stamkvistning ger högre kvalitet — men inte utan produktionsförluster. *Skogen* 1982 (3): 38—39.
- Beyer-Ericson, L. & Ericson, B. 1985. Kräftskador av *Phacidium coniferarum* på stamkvistad tall. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.* 1985 (6): 39—49.
- Ericson, B. & Beyer-Ericson, L. 1984. Förödande svampskador på tall som stamkvistats under vinterhalvåret. *Skogen* 1984 (7): 24—26.
- 1985. Vad vet vi mer om barrträdkräfta? *Skogen* 1985 (5): 28—30.
- Heikinheimo, O. 1935. Metsäpuiden karsimisesta. *Suomen metsänh. yhd. vuosik.* 5: 73—85.
- 1953. Puiden keinollisesta karsimisesta. *Metsät. Aikakauslehti.* 70(12): 399—402.
- Heiskanen, V. & Taipale, A. 1963. Tutkimuksia männyn karsimisesta. Karsimisen vaikutus puun laatuun sahapuuta kasvatettaessa. Summary: Studies on the pruning of pines. The influence of pruning on the quality of saw timber trees. *Commun. Inst. For. Fenn.* 57(1): 1—66.
- Kangas, E. 1934. Tutkimuksia Punkaharjun männiköiden hyönteistuhousta. Referat: Untersuchungen über die Insektenschädigungen der Kiefernbestände in Punkaharju. *Commun. Inst. For. Fenn.* 19(7): 1—68.
- Karlman, M. 1985. Stamkvistning av *Pinus contorta* — skador. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.* 1985 (6): 25—33.
- Kujala, V. 1950. Über die Kleinpilze der Koniferen in Finnland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 38(4): 1—121.
- Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Huhtikuu 1984. 1984. Ilmatieteen laitos. 12 s.
- Lagerberg, T., Lundberg, G. & Melin, E. 1927. Biological and practical research into blueing in pine and spruce. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.* 25: 145—272, 561—739.
- Lappi-Seppälä, M. 1934. Karsimisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ästung und ihre waldbauliche Bedeutung. *Acta For. Fenn.* 40(25): 605—618.
- 1937. Karsimisesta arvopuun kasvattamista silmällä pitäen. Referat: Über Ästung mit Beachtung der Erziehung von Qualitätsholz. *Silva Fenn.* 42: 120—136, 207—208.
- Lilja, A. 1984. Ilmalevintäisen sinistymisen aiheuttajista ja eräiden fungisidien tehosta niiden torjunnassa. Summary: Fungi causing air-borne sap stain in wood and efficiency of some fungicides against them. *Folia For.* 592: 1—12.
- Långström, B. 1983. Life cycles and shoot-feeding of the pine shoot beetles. *Stud. For. Suec.* 163: 1—29.
- Löyttyniemi, K. & Uusvaara, O. 1977. Insect attack on pine and spruce sawlogs felled during the growing season. *Commun. Inst. For. Fenn.* 89(6): 1—48.
- Mullick, D. B. 1977. The non-specific nature of defence in bark and wood during wounding, insect and pathogen attack. Teoksessa: Loewus, F. A. & Runckles, V. C. (toim.). The structure, biosynthesis, and degradation of wood. *Recent Advances in Phytochemistry* 11: 395—442.
- Pystykarsintaohjeet. 1982. Suomen Sahanomistajayhdistys. 32 s.
- Robak, H. 1952. *Phomopsis pseudotsugae* Wilson — *Discula pinicola* (Naumov) Petr. as a saprophyte on coniferous woods. *Sydowia* 6: 378—382.
- Roll-Hansen, F. & Roll-Hansen, H. 1971. *Potebnia-mycetes coniferarum*. Literature Review. Occurrence on *Larix russica* in Iceland. *Medd. Norske Skogforsøksv.* 18: 528—547.
- Romell, L. G. 1940. Kvistningsstudier å tall och gran. *Medd. Stat. Skogsförsöksanst.* 32(5): 143—194.
- Salonen, K. 1973. On the life cycle, especially on the reproduction biology of *Blastophagus piniperda* L. (Col., Scolytidae). *Acta For. Fenn.* 127: 1—72.
- Stein, W. I. 1955. Pruning to different heights in young Douglas fir. *J. For.* 53: 352—355.
- Vuokila, Y. 1960. Elävien oksien karsimisen vaikutuksesta männyn kasvuun. Summary: The effect of green pruning on the growth of Scots pine. *Commun. Inst. For. Fenn.* 52(1): 1—27.
- 1968. Karsiminen ja kasvu. Summary: Pruning and increment. *Commun. Inst. For. Fenn.* 66(5): 1—61.
- 1976. Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan. Summary: Effect of green pruning on the health of pine and birch. *Folia For.* 281: 1—13.

Total of 27 references

SUMMARY

Preliminary study on insect and fungal damage in pruned Scots pine stands

Introduction

The pruning of Scots pine has been practised for many decades in Finland without any apparent risks. However, occasional dead trees were found in pruned Scots pine stands in southern Finland in 1984. At first sight it appeared that they had been killed by pine shoot beetles (*Tomicus* spp. (Latr.)). In Sweden, pruned pines have been found to be infected by the fungus *Phacidium coniferarum* (Hahn) DiCosmo, Nag Raj & Kendrick in the same summer (Ericson and Beyer-Ericson 1984). Insect and fungal damage was studied in 48 pine stands that had been mainly pruned during autumn 1983.

Material and methods

Since, according to preliminary inquiries, dead trees pruned in autumn were mainly to be found in the coastal region of southern Finland, the study was concentrated in only two district forestry boards — Helsinki and Uusimaa-Häme. The total number of pruned stands investigated in the Helsinki region was 34, and 14 in Uusimaa-Häme. Forest site type, dominant height, number of pruned trees, and dates of pruning and thinning were determined in the stands and on the basis of pruning cards. The material comprised 132 randomly selected dead and dying trees and healthy control trees.

The sample trees were classified as follows: 0) all the needles brown, 1) more than half of the needles brown, 2) less than half of the needles brown or yellowish, 3) all the needles pale grey, 4) new shoots pale and 5) healthy trees (Fig. 1). In most cases, condition classes 0 to 4 were combined to form a class consisting of dead trees. The lower part of the trees had been successfully attacked by pine shoot beetles, causing the death of the tree. Class 5 was divided into healthy trees and trees with resin tubes indicating unsuccessful attack by pine shoot beetles on the stem.

The following variables were measured on the 132 sample trees:

- 1) tree height
- 2) breast height diameter
- 3) pruning height (% of total tree height)
- 4) height of the unpruned part of the stem
- 5) number of pruned green branches
- 6) number of pruned branch whorls
- 7) number of branch whorls remaining
- 8) position of the tree in relation to the border of the stand, rocky areas or an opening
- 9) distance to the nearest trees in 90-degree sectors before and after thinning

In addition, the number of green, pruned branches was counted on 170 trees. The sample trees were normal-

ly measured without felling them. Felled trees were debarked, except for the 2—3 branch whorls per tree needed for fungal isolation. Fungus samples were taken from damaged phloem areas under and above the branch stubs. Malt extract agar was used as the culture medium.

Green, pruned branches were counted on 30 felled sample trees. The diameter of the branch stubs and the area of bark damage were measured, and the degree of resinousness of the pruning wounds was classified: 0) no resin, 1) slightly resinous, 2) half of the surface of the wound covered with resin and 3) whole surface covered with resin.

Results

In the area of the Helsinki District Forestry Board, 142 dead trees were found in 21 pruned stands (Table 1 and Appendix 1). Only 5 dead trees were found in the Uusimaa-Häme area. The results presented further on concern only the coastal area, unless otherwise stated. In the coastal area, 22 of the 34 stands examined were growing on sites of the *Vaccinium* type. About 1,3 % of the 10 000 pruned pines on this type of site were dead, compared to 0,2—0,3 % for better site types.

Only one of the trees pruned in September was dead, while as many as 3,5—4 % of the trees in some stands pruned during November—December were dead. A total of about 1 % of all the trees pruned late in the autumn were dead (Tables 2 and 3). The date when the stands were pruned did not have any significant effect on the number of dead trees. There was no significant difference between thinned and unthinned stands, either (Table 2).

The damaged trees were growing in more exposed places in the stands than the healthy ones (Table 4). Only 16 of the total of 56 dead trees were growing in a normally closed part of the stand, while 31 were situated near the border of the stand or other open points (Fig. 2).

According to the pruning cards, the average dominant height of the 11 stands studied in depth was 10,7 m. A pruning height of 3,5 m or 5,0 m would have been equivalent to only 42 % of the tree height. Trees other than dominant ones had also been pruned. The average height of the dead trees was 7,7 m, trees with resin tubes 8,1 m and healthy trees 8,7 m (Appendix 1). The pruning height of dead and healthy trees clearly differed. The number of green, pruned branches per tree differed to a highly significant degree. Damage in pruned stands was slightly correlated with the average number of green pruned branches and the pruning height of the trees.

Damage caused by pruning and analysis of the pruning wounds on green branches are presented in Table 5. The average diameter of wounds caused by pruning green

branches were rather large in every condition class. The branches had been cut too close to the stem, thus causing damage to the basal swelling. Branch stubs on healthy trees had a considerably greater coverage of resin than those on dead trees. The degree of resinousness decreased during the autumn. Bark damage was, in general, slight, and was seldom found outside the branch whorl area.

All the dead trees had been attacked by pine shoot beetles. On the average, 60 % of the area of the phloem at the base of the tree was covered with gallery systems of *Tomicus piniperda* L. About 75 % of the mother galleries had produced new adults. However, the variation between the trees was great, 4–97 %. *Tomicus minor* Hart. was present on most of the trees and some trees were heavily infected by blue stain fungi carried by this beetle.

All the dead sample trees, trees with resin tubes and one healthy tree had elongated canker formations caused by *P. coniferarum*. The area of the individual infections, as well as the total area per tree, were small (Fig. 3, Table 5.) Other fungi isolated from pruning wounds were *Sclerophoma pityophila* (Corda) Höhnelt and *Stereum sanguinolentum* (Alb. & Schwein.: Fr.) Fr.

Discussion

November and December appear to be unsuitable times for pruning. September may still be safe, but the restricted material makes it difficult to estimate the suitability of October. The onset of winter dormancy seems to be a key factor in determining safe pruning times. *P. coniferarum* is normally saprophytic, but can also infect living tissues if the tree is suffering from drought-stress (e.g. Ericson and Beyer-Ericson 1985). Spores of *P. coniferarum* spread mainly in the autumn and possibly during mild winter weather (Roll-Hansen and Roll-Hansen 1971).

The tree's active defence mechanisms do not function during winter dormancy and pruning wounds may be infected by fungi (e.g. Mullick 1977). It is not yet known whether pruning wounds can also be infected during the first winter after pruning. Trees cannot resist mycelial growth by resin flow until the next spring. The tracheids in the outer growth rings in an injured area will become filled with resin and the circulation of water and assimilation products disturbed (Ericson and Beyer-Ericson 1985).

In Sweden, *P. coniferarum* has killed pines pruned late in the autumn. The trees had thick branches, and canker had already encircled the whole stem. Pine shoot beetle damage was reported to be secondary (Ericson and Beyer-Ericson 1984). Lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl.) was found to be more susceptible to *P. coniferarum*, since as many as 80 % of the pruned trees had been killed by this fungus in some stands in northern Sweden (Karlman 1985).

The most heavily pruned trees may have been weakened by canker and drought-stress caused by mechanical damage and evaporation through large pruning wounds. The trees were no longer resistant against attack by pine shoot beetles in the spring. Trees growing on dry sites may have suffered from drought during the exceptionally dry and warm April in 1984. Without further studies, however, it is difficult to estimate the final role of different mortality factors.

Swarming of the pine shoot beetles begins in spring when the air temperature reaches 10° C to 12° C (Salonen 1973, Löyttyniemi and Uusvaara 1977, Långström 1983). This temperature is first reached along sunny forest edges and openings, where trees weakened by pruning are very attractive targets for insect attack. The pruning of pines growing in well-illuminated places should also be avoided, because self-pruning is unimportant and too many thick green branches have to be cut.

According to Finnish instructions, a forest stand is suitable for pruning if there are not too many green branches with a diameter > 20 mm per tree. Pruning wounds with a diameter greater than 35 mm are not acceptable (Pystykarsintaohjeet 1982). According to this criterion, most of the dead trees in this study were unsuitable for pruning.

The effect of thinning remained unclear since the thinning dates of many of the stands were not known. The smell of resin in pruned stands presumably attracts pine shoot beetles in the spring. Logging residues possibly increase this effect, but felled trunks left in the forest also function as trap trees and relieve the pressure on pruned trees. The effect could be the same in theory, if the stand were thinned 1–2 years before pruning and the timber transported from the forest before mid-summer.

All the thinned stands had been thinned in late fall after September. The felled trunks had not dried out, and represented good breeding material for the pine shoot beetle the next spring. According to the local forestry authorities, fresh pulpwood stacks had frequently been left in the forest during the last few summers. Shoot damage in the tree crowns of some stands indicated that the population of the pine shoot beetle was high.

Only healthy stands should be chosen for pruning. Several stands in the study area had been infected by *Ascochyta abietina* (Lagerb.) Schläpfer-Bernhard a few years before pruning. This has reduced the vitality of the pines by killing the lower branches. *S. sanguinolentum* found in some pruning wounds is a dangerous decay fungus.

Dead trees killed by pine shoot beetles are easy to find compared with trees damaged by fungi. The present study does not provide any information about the percentage of trees pruned late in the autumn that are infected by *P. coniferarum*, since cankers can be observed with certainty only after a few years. Delayed healing of large pruning wounds, canker and defects caused by decay on pruned stems, however, reduce the quality gains achieved through pruning.

Liite 1. Tutkittujen metsiköiden ja puiden tunnuksia Helsingin piirimetsälaitokunnan alueella. Eri kuntoluokissa on mitattu metsiköittäin karsittujen koepuiden keskipituus, karsintakorkeus (% puun koko pituudesta) ja elävänä karsittujen oksien määrä.
 Appendix 1. Characteristics of tree stands and trees studied in the Helsinki district forestry board area. Mean height of the pruned trees, pruning height (% of total height) and the numbers of green pruned branches were measured as the medium of each condition class. For forest site types, see Table 1.

Metsikön numero Forest stand	Metsätyyppi Forest site type	Karsimiskausi Pruning month	Metsikön valtapituus, m Height of dominant trees	Suunn. karsintakorkeus, m Planned pruning height	Karsittuja runkoja Pruned trees	Kuolleita puita Dead trees	Kuolleet puut - Dead trees				Pihkakeilapuit - Trees with resin tubes				Terveet puut - Healthy trees							
							Keski- pituus Mean height		Karsinta- korkeus Pruning height		Keski- pituus Mean height		Karsinta- korkeus Pruning height		Keski- pituus Mean height		Karsinta- korkeus Pruning height		Keski- pituus Mean height		Karsinta- korkeus Pruning height	
							m (\bar{x})	\bar{z} (\bar{x})	m (\bar{x})	\bar{z} (\bar{x})	m (\bar{x})	\bar{z} (\bar{x})	m (\bar{x})	\bar{z} (\bar{x})	m (\bar{x})	\bar{z} (\bar{x})	m (\bar{x})	\bar{z} (\bar{x})	m (\bar{x})	\bar{z} (\bar{x})	m (\bar{x})	\bar{z} (\bar{x})
1	VT	10	10	3,5	782	3	7,37±0,38	44,3±0,95	11,0±1,73	7,90±1,40	46,1±3,10	9,5±6,50	8,10±0,75	46,9±3,82	4,0±2,35							
2	VT	10	12	5,0	266	3	8,87±0,61	58,6±2,84	19,7±6,49	6,70±0,80	51,4±3,58	16,3±2,33	8,41±0,46	44,1±2,93	4,2±1,57							
3	VT	12	10	3,5	1191	17	7,13±0,24	51,1±1,21	17,4±1,25	7,30±1,10	47,4±1,00	9,7±0,33	8,38±0,48	47,3±2,23	6,1±1,02							
4	VT	12	12	5,0	584	6	7,80±0,33	49,5±1,38	10,3±1,70	10,00±0,00	55,0±0,00	19,0±0,00	8,30±0,40	55,7±2,35	10,3±0,86							
5	VT-MT	11	10	3,5	386	4	7,98±0,32	59,6±1,45	22,8±1,98	9,50±0,00	50,5±0,00	11,0±0,00	10,30±0,00	48,5±0,00	4,4±0,72							
6	VT-MT	10	12	5,0	561	0	6,89±0,25	54,2±1,81	16,4±1,69	8,25±0,72	47,8±4,53	12,9±1,42	8,00±0,00	53,8±0,00	4,4±0,72							
7	VT	11	10	3,5	1393	9	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
8	VT	9	12	5,0	166	0	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
9	VT	11	12	5,0	982	9	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
10	VT	9	12	5,0	166	0	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
11	VT-MT	9	10	3,5	534	0	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
12	VT	11	12	5,0	982	9	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
13	VT	11	10	5,0	775	3	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
14	VT	9	8	3,5	1556	0	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
15	VT	5	9	3,5	561	0	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
16	VT	9	9	3,5	300	0	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
17	VT-MT	5	9	3,5	556	0	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
18	MT	10	10	5,0	172	0	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
19	VT-MT	9	9	3,5	906	0	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
20	MT	9	10	4,0	533	0	8,89±0,44	55,2±1,60	15,0±4,10	8,07±0,33	48,7±5,92	15,8±1,16	9,17±0,58	53,8±2,77	9,4±0,79							
21	MT	11	10	5,0	180	1	10,20±0,00	53,9±0,00	10,0±0,00	9,35±0,65	54,9±4,89	9,2±1,48	10,90±0,42	42,6±1,07	8,3±1,15							
22	MT	10	8	3,5	276	1	8,00±0,00	55,0±0,00	55,0±0,00	9,35±0,65	54,9±4,89	9,2±1,48	10,90±0,42	42,6±1,07	8,3±1,15							
23	VT	11	10	5,0	607	21	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
24	VT	11	6	3,5	88	3	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
25	VT	11	6	3,5	88	3	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
26	VT	11	8	3,5	195	4	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
27	VT	12	6	3,5	375	10	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
28	VT	12	6	3,5	375	10	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
29	VT	12	11	5,0	168	3	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
30	VT	9	10	4,0	1119	1	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
31	VT-MT	11	9	4,0	1144	3	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
32	VT-MT	12	11	5,0	901	0	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
33	VT-MT	12	9	3,5	240	0	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
34	VT	11	6	3,5	101	4	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
47	VT	11	6	3,5	101	4	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
48	VT	11	10	5,0	757	16	8,17±0,64	61,1±1,87	10,0±2,52	8,09±0,35	49,9±1,52	13,3±0,79	8,75±0,31	49,9±1,59	2,0±0,69							
Yht. - Total							20113	142	7,71±0,16 (n=52)	53,7±0,83 (n=52)	16,6±0,95 (n=52)	8,09±0,35 (n=16)	49,9±1,52 (n=16)	13,3±0,79 (n=40)	8,70±0,24 (n=30)	48,8±1,43 (n=30)	6,2±0,41 (n=164)					

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:* Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

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

Punkaharjun jalostuskoasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koasema
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:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 331

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

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

- No 647 Ikäheimo, Erkki & Norokorpi, Yrjö: Perkauksen vaikutus männyn istutustaimikoiden kehitykseen, laatuun ja tuhoihin Pohjois-Suomessa.
The effect of cleaning on the incidence of damage and the development and quality of Scots pine plantations in northern Finland.
- No 648 Kortesharju, Jouko: Hillan sato ja kukinta lannoitus- ja olkikatekokeissa Rovaniemen maalaiskunnassa.
The yield and flowering of the cloudberry (*Rubus chamaemorus*) in fertilizer and straw mulch experiments at Rovaniemi, northern Finland.
- No 649 Valtanen, Jukka, Kuusela, Juha, Marjakangas, Arto & Huurinainen, Seppo: Eri ajankohtina istutettujen männyn ja lehtikuusen kennotaimien alkukehitys.
Initial development of Scots pine and Siberian larch paperpot seedlings planted at various times.
- No 650 Ovaskainen, Ville: Funktionaalinen tulojako metsäteollisuudessa 1955—1983.
Factor shares in the Finnish forest industries, 1955—1983.
- No 651 Teivainen, Terttu, Jukola-Sulonen, Eeva-Liisa & Mäenpää, Elina: Pintakasvillisuuden kemiallisen torjunnan vaikutus peltomyyräpopulaation kehitykseen.
The effect of ground-vegetation suppression using herbicide on the field vole, *Microtus agrestis* (L.), population.
- No 652 Varmola, Martti & Vuokila, Erkki: Pienten mäntyjen tilavuusyhtälöt ja -taulukot.
Tree volume functions and tables for small-sized pines.
- No 653 Hytönen, Jyrki: Fosforilannoitelajin vaikutus vesipajun biomassatuotokseen ja ravinteiden käyttöön turpeenostosta vapautuneella suolla.
Effect of some phosphorus fertilizers on the biomass production and nutrient uptake of *Salix 'Aquatica'* in a peat cut-away area.
- No 654 Nieppola, Jari: Cajanderin metsätyyppiteoria. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Cajander's theory of forest site types. Literature review.
- No 655 Kuusela, Kullervo, Mattila, Eero & Salminen, Sakari: Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982—84.
Forest resources in North Finland by Forestry Board Districts, 1982 to 1984.
- No 656 Mäkinen, Pekka: Kokokehon värinä ajettaessa maataloustraktorilla metsässä.
Whole-body vibration in farm tractors driven in the forest.
- No 657 Hänninen, Riitta: Suomen sahatavaran vientikysyntä Länsi-Euroopassa vuosina 1962—1983.
Demand for Finnish sawnwood exports in western Europe, 1962—1983.
- No 658 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu Suomen pohjoispuoliskossa valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineiston perusteella.
Growth variation in North Finland according to the 7th National Forest Inventory.
- No 659 Nurmi, Juha: Chunking and chipping with conescrew chipper.
Palahakkeen ja hakkeen valmistus kartioruuvihakkurilla.
- No 660 Metsätalastollinen vuosikirja 1985.
Yearbook of Forest Statistics 1985.
- No 661 Mattila, Eero: Lapin metsävarat osa-alueittain. Valtakunnan metsien 7. inventointi vuosina 1978 ja 1982—84.
The forest resources of Finnish Lapland by sub-areas. The 7th National Forest Inventory in 1978 and 1982—84.
- No 662 Juutinen, Paavo & Varama, Martti: Ruskean mäntypistiäisen (*Neodiprion sertifer*) esiintyminen Suomessa vuosina 1966—83.
Occurrence of the European pine sawfly (*Neodiprion sertifer*) in Finland during 1966—83.
- No 663 Räisänen, Hannu, Laine, Lalli, Kero, Ilkka & Kaleva, Tapio: Alustavia tutkimustuloksia hyönteis- ja sienituhoista pystykarstuissa männiköissä.
Preliminary study on insect and fungal damage in pruned Scots pine stands.
- No 664 Laasasenaho, Jouko & Päivinen, Risto: Kuvioittaisen arvioinnin tarkistamisesta.
On the checking of inventory by compartments.
- No 665 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1985.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1985.
- No 666 Valsta, Lauri: Mänty-rauduskoivusekametsikön hakkuuohjelman optimointi.
Optimizing thinnings and rotation for mixed, even-aged pine-birch stands.
- No 667 Lipas, Erkki: Maan ravinnetila siemenviljelyksillä.
Soil fertility levels in Finnish seed orchards.
- No 668 Uusvaara, Olli: Sahanhakkeen painomittaus.
Weight scaling of sawmill chips.
- No 669 Kortesharju, Jouko & Mäkinen, Yrjö: Vaotuksen, lannoituksen ja katteiden vaikutus hillaan karuilla luonnon-tilaisilla soilla.
The effect of furrowing, fertilization, and mulching on cloudberry (*Rubus chamaemorus*) on virgin oligotrophic mires.
- No 670 Jäppinen, Jukka-Pekka, Hotanen, Juha-Pekka & Salo, Kauko: Marja- ja sienisadot ja niiden suhde metsikkötunnuksiin mustikka- ja puolukkatyypin kankailla Ilomantsissa vuosina 1982—1984.
Yields of wild berries and larger fungi and their relationship to stand characteristics on MT and VT-type mineral soil sites in Ilomantsi, eastern Finland, 1982—1984.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communications Institutii 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) 17341

ISBN 951-40-0755-7
ISSN 0015-5543