

# FOLIA FORESTALIA 587

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1984

---

---

RISTO JALKANEN JA  
TIMO KURKELA

---

MÄNNYNVRSORUOSTEEN  
AIHEUTTAMAT VAURIOT  
JA VARHAISET PITUUSKASVU—  
TAPPIOT

---

DAMAGE AND EARLY HEIGHT  
GROWTH LOSSES CAUSED BY  
MELAMPSORA PINITORQUA  
ON SCOTS PINE

---



METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 661 401  
Phone:

Ylijohtaja: Director:	Professori Professor	Aarne Nyssönen
Yleisinformaatio: General information:	Tiedotuspäällikkö Information Chief	Olli Kiiskinen
Julkaisujen jakelu: Distribution of publications:	Kirjastonhoitaja Librarian	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: Editorial office:	Toimittaja Editor	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 valtion-metsiä 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 587

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1984

Risto Jalkanen ja Timo Kurkela

## MÄNNYNVRSORUOSTEEN AIHEUTTAMAT VAURIOT JA VARHAISET PITUUSKASVUTAPPIOT

Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua*  
on Scots pine

Approved on 2.4.1984

### SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	3
2. VRSORUOSTETILANNE POHJOIS-SUOMESSA.....	3
21. Säälöt.....	3
22. Taudin yleisyys.....	4
3. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	4
31. Tutkimusmetsiköt.....	4
32. Tutkimusaineisto.....	4
33. Menetelmät.....	5
34. Tutkimusmetsiköiden vrsoruosteisuus.....	6
4. TULOKSET.....	6
41. Elinvoimaisuuden vaikutus ruosteisuuteen.....	6
42. Taudin vaikutus männyn vrsoihin.....	7
421. Vrsoruostevauriot.....	7
422. Latvaverson uudistuminen.....	8
423. Ruosteen vaikutus pituuskasvuun.....	8
5. TULOsten TARKASTELU.....	10
KIRJALLISUUS.....	13
SUMMARY.....	14

JALKANEN, R. & KURKELA, T. 1984. Männynversoruosteen aiheuttamat vauriot ja varhaiset pituuskasvutappiot. Summary: Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua* on Scots pine. *Folia For.* 587:1—15.

Männynversoruoste (*Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.) on yleinen männyn (*Pinus sylvestris* L.) sienitauti Pohjois-Suomessa. Suurena vaarana mäntytaimikoille tämä tauti on alueen eteläosissa Oulu- ja Kemijokien rajoittamalla alueella. Ruosteen aikaansaamat ranganvaihdot aiheuttavat välittömästi pituuskasvutappioita ja laatuviikoja. Männynversoruosteen haitallisuus korostuu latvakasvaintuhon toistuessa.

Syksyllä 1982 tutkitun neljän Rovaniemen ympärillä sijainneen mäntytaimikon versoruosteisuus oli 9—84 % vuosina 1980—82. 678 taimesta säilyi täysin terveenä vain n. 15 %. Noin 30 % männystä menetti latvakasvaimensa. Latvansa menettäneistä puista 97 % uudisti latvansa oksasta. Kun tuhoutuneen kasvaimen tyvi jäi eläväksi, vajaan puolella tapauksia normaalisti ehkäistyneet kasvusilmut lähtivät kasvamaan. Näin syntyneistä uusista pitkäversoista ei kuitenkaan yleisesti muodostunut uusia latvoja.

Versoruosteelle altteimpia olivat nopeakasvuuisimmat puut.

Kaikki versoruosteen aiheuttamat latvakasvainvauriot vähensivät pituuskasvua. Arpisuus vähensi kasvua kolmen vuoden aikana 5—10 %. Suurimmat taantumukset olivat viimeisenä vuonna. Ranganvaihtoa seurasi välittömästi 35—41 %:n kasvutappio. Ilman uutta vauriota puut alkoivat toipua niin, että esim. v. 1980 latvansa menettäneiden puiden kasvu oli kaksi vuotta myöhemmin jo 80 % normaalista. Toinen perättäinen ranganvaihto pudotti kasvun 37 %:iin normaalista. Ranganvaihdot aiheuttivat kolmen vuoden aikana keskimäärin 25—44 %:n pituuskasvutappiot.

Tutkittujen metsiköiden kokonaistappiot olivat ensimmäisenä vuonna (1980) 5 %, toisena 13 % ja kolmantena 18 %. Keskimääräinen menetys kolmessa vuodessa oli siten 13 %, mikä vastaa lähes puolta taimiköiden yhden vuoden pituuskasvusta.

Pine twisting rust (*Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.) is a common fungal disease of young Scots pine stands in northern Finland. The harmfulness of the disease increases when the rust infects the leader in subsequent years. When the leader breaks, it always causes losses in stem quality and height growth.

Four 10-year-old Scots pine sapling stands with an average height of 1,7 m were surveyed in the surroundings of Rovaniemi in the fall of 1982. The number of trees with a leader infected by *M. pinitorqua* varied between 9 and 84 % in different stands and in different years (1980—82).

About 15 % of 678 pines measured stayed healthy. One third of the pines lost their leader. 97 % of the trees with a broken leader recovered through a branch of the newest whorl. When the base of the old leader stayed alive, normally prohibited growth buds in dwarf shoots started to grow and form long shoots in nearly half of the living bases. In most cases there were 3—10 new long shoot buds. Seldom did a tree get a new leader from these long shoots.

The trees with a low growth rate were most resistant. Vitality effects were better seen in the infection summer than one year later.

All rust damage retarded height growth. When trees were only slightly damaged (wounded), growth loss was 5—10 % during three years. The biggest loss occurred in the last (third) summer. In the trees which lost their leader and got a new one from a branch, immediate growth loss varied between 35—41 %. Trees started to recover quickly without new damage. For instance the growth of the trees with a leader change in 1980 was already 80 % of normal two years later. Two subsequent leader changes dropped the growth to 37 % of normal. Average growth losses due to leader changes were 25—44 % during the three years.

Total loss in all stands was in the first year (1980) 5 %, in the second year 13 % and in the third year 18 %, thus averaging 13 % per year, which is nearly a half of one year's height growth of the stands.

ODC 443+174.7 *Pinus sylvestris* + 172.8 *Melampsora pinitorqua*  
ISBN 951-40-0657-7  
ISSN 0015-5543

Helsinki 1984. Valtion painatuskeskus

## 1. JOHDANTO

Männynversoruoste (*Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.) on yleinen mäntytaimikoiden (*Pinus sylvestris* L.) tuhonaiheuttaja Suomessa (Kurkela 1973 b). Taudinaiheuttajan väli-isäntä on haapa, joten tuhoja voidaan lieventää ja ehkäistä poistamalla haapa uudistusaloilta. Lapissa ruoste on levinnyt lähes havumetsän rajalle (Kurkela 1969).

Laskelmia tautien aikaansaamista tappioista on Suomessa tehty verraten vähän. Joitakin arvioita on kuitenkin esitetty niin tuhosienistä (Kallio 1972) kuin -eläimistäkin (Tiihonen 1970, Löyttyniemi 1971, Oikarinen 1977). Kasvutappioita on mitattu ainakin maannousemasta kuusikoissa (Kallio ja Tamminen 1974), tyvitervastaudista männillä (Kurkela ym. 1978) ja douglaskuusenkaristeesta (Kurkela 1981). Eräitä arvioita on esitetty myös lahoisuuden aiheuttamista arvokasvumenetyksistä (Hyppönen ja Norokorpi 1979) ja puutavaralajisiirtymistä (Tuimala 1979). Löyttyniemi (1983) on tarkastellut nuoren männyn rungon kehitystä latvan katkeamisen jälkeen.

*Melampsora*-ruosteet sekä männillä että erityisesti haapa- ja poppelilajeilla ovat olleet

varsin vilkkaan tutkimuksen kohteena. Niiden aiheuttamia kasvutappioita on kuitenkin tutkittu verraten vähän.

Männynversoruoste aiheuttaa eriasteisia vaurioita uusimmissa vuosikasvaimissa. Lievässä tuhossa kasvaimen jää arpi, koro, jonka kohdalta kasvain saattaa myöhemmin murtua esimerkiksi lumen painosta. Kasvaimen säilyessä kokonaan elossa koro kylesyy. Pahassa tuhossa versoruoste tappaa kasvaimen tai sen kärjen, jolloin puu joutuu vaihtamaan latvaa. Tällaisen toistuessa perättäisinä vuosina kasvu taantuu, ja puut pensastuvat. Aikojenkin kuluttua puissa voidaan todeta myös selviä laatutappioita (Kardell 1966).

Tässä työssä kuvattiin männynversoruosteen aiheuttamia vaurioita, selvitettiin puun kykyä uudistaa latvansa latvakasvaimen kohdistuneen tuhon jälkeen ja tarkasteltiin taudin aiheuttamia välittömiä pituuskasvutappioita.

Tekijät haluavat kiittää sveitsiläisiä metsätieteen ylioppilaita Beat Annenia ja Meinrad Rettichä, jotka keräsivät maastoaineiston.

## 2. VERSORUOSTETILANNE POHJOIS-SUOMESSA

### 21. Sääolot

Männynversoruoste on yleinen tauti Pohjois-Suomessa. Haavalla taudinaiheuttajaa esiintyy yleisesti Kittilä—Vuotso -linjalle asti, satunnaisena aina Utsjoelle saakka (Kurkela 1969). Versoruostetartuntaa aiheuttavat sienien kantatiöt pystyvät kehittymään varsin laajalla lämpötila-alueella (Kurkela 1973 a), joten taudin leviämisaajan lämpötila ei ole ratkaiseva tartunnan kannalta. Männiköissä taudin ankaruus vaihtelee kuitenkin vuosittain. Tärkeimpänä syynä tähän on erot sateiden ajoittumisessa tartunta-aikaan eli männyn versojen voimakkaimmassa pituuskas-

vuvaiheessa, mutta sademäärillä ei ole ratkaisevaa merkitystä (Kurkela 1973 b). Taudinaiheuttaja monistuu loppukesällä haavan lehdillä.

Keskisen Pohjois-Suomen sademäärät loppukesällä 1979 olivat normaaleja tai hieman runsaampia (Kuukausikatsaus...1979 a, b, c). Vuosina 1980—1982, jolta ajalta tämän tutkimuksen versoruostetiedot ovat, kasvukaudet poikkesivat erityisen paljon toisistaan. Kesä 1980, jolloin versoruostetta tavattiin runsaasti tutkimusalueilla, oli poikkeuksellisen lämmin ja vähäsateinen (Kuukausikatsaus...1980 a, b). Kesät 1981 ja 1982 hipoivat kylmyydellään ja sateisuudellaan

vaihtelun toista äärilaitaa (Kuukausikatsaus...1981 a, b, 1982 a, b). Kesä 1982 oli vielä edellistäkin kylmempi (Kuukausikatsaus 1982 b). Puiden pituuskasvu siirtyi pääosin heinäkuulle, joka jatkui niukkasateisena erityisesti Lapin läänin eteläosissa (Kuukausikatsaus...1982 c). Männyksen nopeimman pituuskasvun kautta Pohjois-Suomessa ei ole määritetty, pituuskasvu päättyy heinäkuun alkupuoliskolla, joskus vähän myöhemmin (kts. Huikari ja Paarlahti 1967). Etelä-Suomessa nopein pituuskasvu voi sattuakin jo kesäkuun alkupuoliskolle, ja pituuskasvu päättyy jo heinäkuun alkuun mennessä (Hari ym. 1970, Kurkela 1973 b).

## 22. Taudin yleisyys

Ns. pahoja versoruoste vuosia on aika ajoin ja usein yhdestä kolmeen peräkkäin. Samaan aikaan ovat monet muutkin ruostesienet yleisiä. Versoruoste-epidemioiden toistuneet varsin lyhyin, 3—5 vuoden väliajoin. Monilla muilla epidemisesti esiintyvillä sienillä taudista vapaat ajat voivat olla pidempiä, esim. harmaakaristeella 10—15 vuotta (Jalkanen 1984).

Taimikoita tutkittaessa kesällä 1982 männyksen versoruostetta esiintyi kolmantena perättäisenä vuotena. Versoruoste oli yleinen muillakin alueilla Pohjois-Suomessa esim. vuonna 1981 Kainuussa (Kainuun...1982) ja

Taivalkoskella (Valtanen 1982). Heikkilän (1981) raportissa mainitaan lieviä tuhoja vuosilta 1980 ja 1973—74 sekä ns. pahoja tuhoja vuosilta 1975—76. Jälkimmäisinä vuosina versoruostetuhot painottuivat Pohjanmaa—Kainuun alueelle. Pohjois-Lapista esiintymät puuttuivat lähes täysin. Vastaavana aikana versoruoste puuttui männyltä kokonaan Kittilässä, vaikka esim. Rovaniemellä versoruosteisuus oli 65,8 % vuonna 1976 (Jakkila ja Pohtila 1978). Samat viljelytaimikot olivat täysin versoruosteettomia kaksi vuotta aiemmin.

Norokorpi (1971, 1972) ei havainnut versoruostetta pohjoisissa mäntytaimikoissa vuosina 1969—71. Vuodet 1970—72 olivat ilmeisesti täysin versoruosteettomia myös Kainuussa, missä useiden vuosien terveen kauden jälkeen versoruostetta tavattiin lievänä v. 1973 (Kainuun...1974) ja 1977 (Kainuun...1978). Kokonaan tauti ei häviä lämpimänä ja kuivina kesinä, mitä osoittavat Kurkelan (1973 b) havainnot Etelä-Suomesta. Väli vuosilta 1974—76 ei Kainuun piirimetsälautakunnan toimintakertomuksissa ole mainintaa versoruosteesta. Toisaalta kuitenkin Valtanen (1982) mainitsee versoruosteen tehneen pahaa tuhoa taivalkoskelaisissa viljelymänniköissä. 1970-luvun puolivälissä tauti mainitaan myös Etelä-Suomesta (esim. Moilanen ja Issakainen 1981). Vanhempia tietoja ankarista tuhoista on Lapin kolmion alueelta 1967—69 (Solin 1970).

## 3. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 31. Tutkimusmetsiköt

Männyksen versoruosteaineisto kerättiin syyskuussa 1982 neljästä pohjoissuomalaisesta mäntytaimikosta (kuva 1). Kohteiksi haettiin metsiköitä, joissa arvioitiin olevan suunnilleen yhtä paljon terveitä, lievästi vaurioituneita ja latvansa menettäneitä mäntyjä.

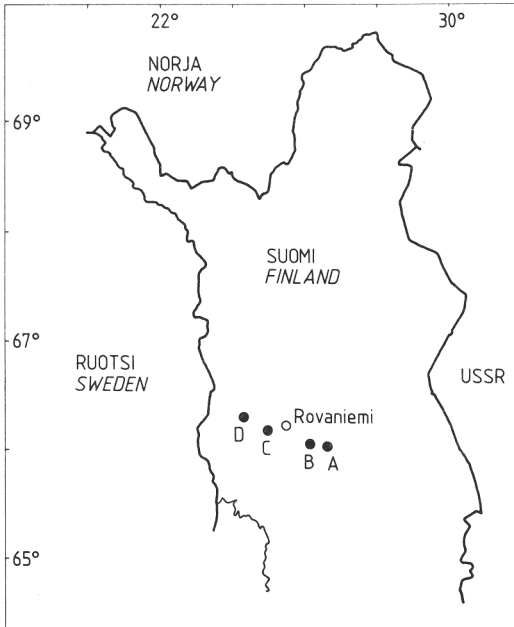
Kaikki taimikot olivat syntyneet aikaisemmin kuusta kasvaneille auratuille uudistusaloille HMT-metsämaalle. Vaihteleva osa inventoiduista taimista oli syntynyt luontaisesti; viljelytaimien osuutta ei selvitetty. Taimiluku oli keskimäärin 837 (548—1050) kpl/ha. Keski-iäksi mitattiin 10 vuotta ja -pituudeksi 1,7 m (taul. 1).

### 32. Tutkimusaineisto

Kustakin metsiköstä mitattiin 10—20 koealaa, joilta yhteensä mitattujen mäntyjen määrä vaihteli välillä 160—183. Koealaverkosto sijoitettiin taimikon versoruosteiselle osalle, tavallisesti lähelle haapakloonaa. Koealojen väli oli 25 m ja linjaväli 30 m. Koealana oli 100 m<sup>2</sup>:n ympyräkoela, jolta inventoitiin kaikki männynt. Mittaukseen ja versoruostemääritykseen hyväksyttiin 0,7—3,0 m:n pituiset männynt, joita saatiin yhteensä 678 kpl. Mittaustarkkuuden säilyttämiseksi ei yli 3-metrisiä puita kelpuutettu mukaan. Alle 0,7 m:n taimet katsottiin vielä vakiintumattomiksi, joilla vuotuisessa pituuskasvussa esiintyy selittämätöntä vaihtelua. Muista tuhoista kuin versoruosteesta kärsineet puut jätettiin pois, jos tuhonaiheuttajan todettiin vaikuttaneen puun kasvukykyyn. Yleisin hylkäykseen johtanut tuhonaiheuttaja oli lumikaristesieni (*Phacidium infestans* Karst.)

Taulukko 1. Yleistietoja tutkimusmetsiköistä.  
Table 1. Common data from research stands.

Alue Area	Sijainti Location	Pinta-ala Area, ha	Mäntyjä, kpl/ha Saplings, no/ha	Ikä 1982, v. Age 1982, yr	Pituus 1982, m Height 1982, m
A	Rovaniemi mkl Hyypiöoja	1,50	968	9	1,3
B	Rovaniemi mlk Kuohunki	1,50	1 050	13	2,0
C	Rovaniemi mlk Hirvas	1,13	740	11	2,1
D	Ylitornio Näätävaara	0,75	548	7	1,4
A—D		4,88	837	10	1,7



Kuva 1. Tutkimusmetsiköiden sijainti.  
Figure 1. Location of research stands.

### 33. Menetelmät

Taimikoiden kertainventoinnilla kerättiin tietoa vuosilta 1980—1982, jolloin versoruoste oli saastuttanut mäntyjä.

Versuosteisuus määriteltiin ainoastaan latvakasvaimen perusteella. Kahden ensimmäisen vuoden (1980—81) ruostetartunta luokiteltiin seuraavasti:

- 1 = latvakasvain terve, versuosteeton
- 2 = latvakasvaimessa versuosteearpia, kasvain jatkanut kasvua kärkisilmustaan
- 3 = versuoste tappanut latvakasvaimen kärkiosastaan tai kokonaan.

Inventointikesän 1982 latvakasvaimen kunto määritettiin 2-luokkaisesti: 1 = terve ja 2 = kasvaimessa versuosteearpia. Latvakasvaimen tuhoutumista ei voitu vielä määrittää luotettavasti; tosin eräissä puissa näkyi

jo merkkejä kasvaimen kärjen kellastumisesta.

Vanhan latvakasvaimen tilaa ja uudella korvautumisesta, so. latvan toipumista rankaa vaihtamalla (= ranganvaihto) selvitettiin seuraavasti (ks. myös kuvat 7A—F):

- 1 = ei ranganvaihtoa, kasvu jatkunut vanhasta latvakasvaimesta
- 2 = vanha latvakasvain kuollut, ei näkyvää uutta latvaa
- 3 = ranganvaihto vuoden 1981 tuhoutuneen latvakasvaimen elävän tyven normaalisti ehkäistyneistä kasvusilmuista kääpiöversoissa
- 4 = ranganvaihto v. 1980 tuhoutuneen latvakasvaimen elävän tyven normaalisti ehkäistyneistä kasvusilmuista kääpiöversoissa
- 5 = ranganvaihto vuoden 1981 oksakiehkurasta
- 6 = ranganvaihto vuoden 1980 oksakiehkurasta.

Jos ranka oli vaihtunut kaksi kertaa peräkkäin, toipumista tarkasteltiin jälkimmäisen vuoden (1981) osalta. (Ensimmäinen ranganvaihto ilmaistiin vuotuisessa terveydentilatarcastelussa.)

Vaurioituneen latvakasvaimen elävän tyven merkitystä latvan toipumisessa arvioitiin kääpiöversojen normaalisti ehkäistyneiden kasvusilmujen pitkäversoiksi muodostumisen avulla. Uusien pitkäversoilmujen määrää luokiteltiin seuraavasti:

- 1 = ei yhtään
- 2 = 1—2
- 3 = 3—5
- 4 = 6—10
- 5 = 11—20
- 6 = >20

Jokaisesta taimesta mitattiin vuosien 1980—82 pituuskasvut. Latvansa säilyttäneillä puilla se oli latvakasvaimen pituus. Rankaa vaihtaneilla puilla pituuskasvusi kirjattiin selvimmän uudeksi latvaksi muodostuneen pitkäverson pituus. Tuhoutuneen latvakasvaimen todellista pituutta ei voitu mitata. Kääpiöverson kautta pitkäversosilmuista latvansa uudistaneista puista mitattiin vanhan latvakasvaimen silmun alapuolinen elävä osuus ja silmun kasvu.

Koska versuosteeseen altistuneet männyt kasvavat yleensä pituutta enemmän kuin terveinä säilyneet yksilöt (Klingström 1969), kasvutappiolaskelmissa ei voitu suoraan verrata sairaiden mäntyjen kasvua terveisiin. Siksi oletettiin, että altistuneiden puiden ”terve” kasvu vaihtelee samassa suhteessa terveiden kanssa. Käyttämällä hyväksi sairaiden puiden kasvua ennen versuoste-epidemiaa ja terveinä koko tarkastusjakson säilyneiden

mäntyjen kasvua laskettiin ”pituuskasvut ilman versoruostetta”. Näiden ja todellisten tai korvaavien pituuskasvujen eroista laskettiin kasvutappiot. Vuosien 1980—1981 versoruosteisuuden perusteella aineisto jaettiin kuuteen versoruosteisuusluokkaan:

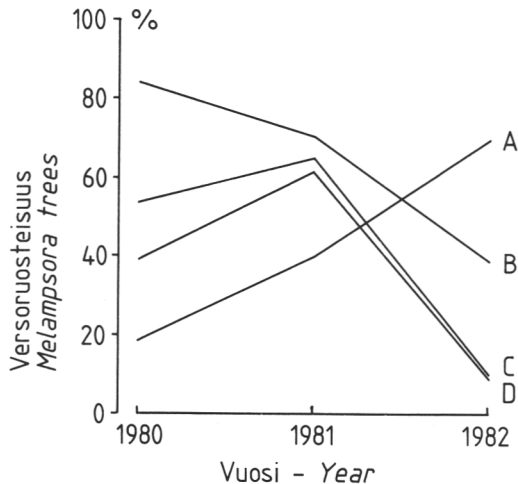
- 1 = terveet puut
- 2 = arpisuutta joko 1980 tai 1981
- 3 = arpisuutta sekä 1980 että 1981
- 4 = ranganvaihto vuonna 1981
- 5 = ranganvaihto vuonna 1980
- 6 = ranganvaihto sekä 1980 että 1981.

Kullekin luokalle mitattiin todellinen pituuskasvu ja määritettiin kasvu ilman versoruostetta. Versoruosteen ei katsottu parantavan terveiden puiden asemaa taimikkojen harvuuden takia, eikä sitä otettu siten huomioon. Kasvutappiolaskelmista poistettiin kääpiöversojen kautta uudistuneet ja uudistumattomat puut niiden pienen osuuden takia.

Tulosten laskennassa ja luotettavuustesteissä käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysiä ja parittaista t-testiä.

### 34. Tutkimusmetsiköiden versoruosteisuus

Versoruostetta esiintyi kaikilla tutkimusalueilla vuosina 1980—82. Edeltäneenä vuonna 1979 versoruoste ei ollut vaivannut metsiköitä. Versoruosteisuus vaihteli alueittain ja vuosittain huomattavasti (kuva 2). Tautisuus kehittyi samantapaisesti Kuohungilla, Hirvaalla ja Näätävaarassa: vuonna 1982 ruostetta oli vähiten. Hirvaalla ja Näätävaarassa suurin versoruosteisuus mitattiin vuonna 1981. Sen sijaan Hyypiöojan taimikko oli aluksi lähes terve saastuen vuoteen 1982 mennessä ja ku-



Kuva 2. Tutkimusmetsiköiden versoruosteisuus v. 1980—82. Alueet; kts. taul. 1.

Figure 2. The amount of pines infected by *M. pinitorqua* in research stands. Areas, see table 1.

luussa hyvin voimakkaasti. Kaikkien alueiden keskimääräinen vuosittainen versoruosteisuus oli 32,9—59,1 %. Pahin versoruosteisuus oli 1981 ja lievin 1982 vuoden 1980 ollessa keskimääräinen. Vuosien 1980—82 eli kolmen vuoden aikana 14,6 % (99 kpl) koepuista säilyi ilman ruostetartuntaa latvakasvaimessa. Vuonna 1980 terveinä olleista 343 männystä puolet oli terveitä myös kesällä 1981 ja 63,0 % kesällä 1982. Vuonna 1980 sairastuneista männystä 68,4 % sairastui jälleen v. 1981, mutta v. 1982 ainoastaan 28,7 %.

## 4. TULOKSET

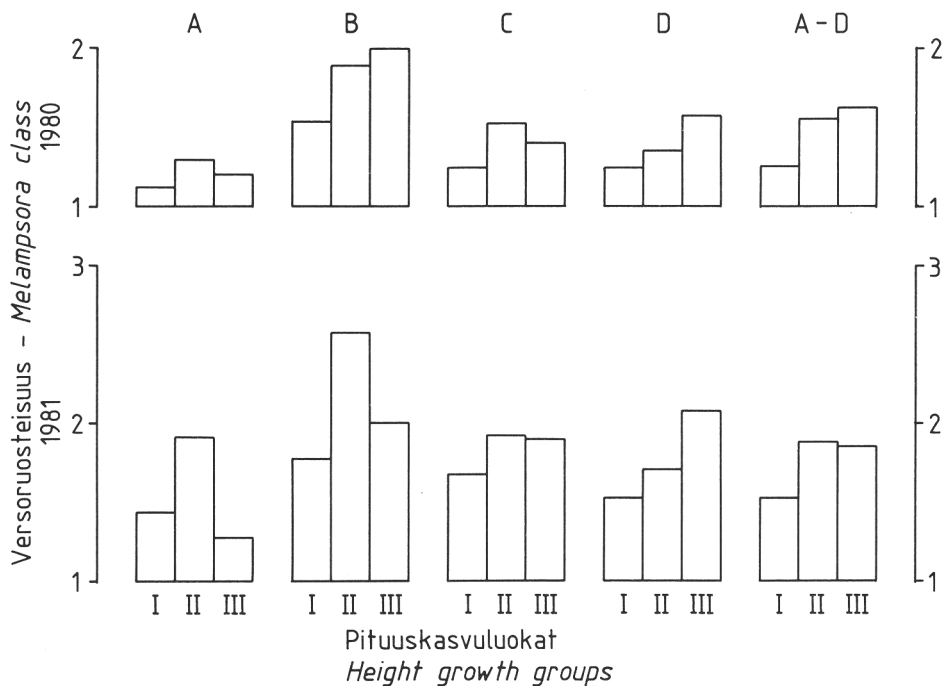
### 41. Elinvoimaisuuden vaikutus ruosteisuuteen

Pituuskasvun vaikutuksia versoruosteisuuden selvitetiin vertaamalla vuoden 1980 pituuskasvua ja versoruosteinfektioiden määrää ja ankaruutta vuosina 1980 ja 1981. Edellisen vuoden tarkastelussa otettiin mukaan ne männyt, joiden v. 1980 latvakasvain oli terve tai arpinen. Jälkimmäisen vuoden tarkastelussa otettiin huomioon vain ne männyt, joiden latvakasvain säilyi terveenä kesällä 1980. Mukaan valitut männyt jaettiin v. 1980 pituuskasvun (ih) perusteella kolmeen luokkaan: I)  $ih < 20$  cm, II)  $20 \leq ih < 30$  ja III)  $ih \geq 30$  cm. Vuoden 1980 tarkastelussa oli mukana 596 mäntyä ja vuotta myöhemmin 343 kpl.

Kaikilla neljällä alueella vähiten (alle 20 cm) kasvaneet puut säilyivät terveimpinä verrattaessa pituuskasvua saman vuoden versoruosteisuuteen. Vähiten kasvaneet puut olivat terveempiä kuin vähän enemmän kasvaneet puut (luokka II) Hyypiöojalla ( $p < 0,05$ ), Kuohungilla ( $p < 0,01$ ) ja Hirvaalla ( $p < 0,05$ ) tai eniten kasvaneet puut (luokka III) Kuohungilla ( $p < 0,01$ ) ja Näätävaarassa ( $p < 0,05$ ). Keskimääräiset erot luokkien välillä olivat koko aineistossa erittäin merkitseviä ( $F = 35,1$ ) (kuva 3, yläosa).

Verrattaessa pituuskasvua ja seuraavan vuoden versoruosteisuutta vähiten kasvaneet puut olivat terveimpiä Hyypiöojaa lukuunottamatta (kuva 3, alaosa). I pituuskasvuluokka oli jokseenkin merkitsevästi terveempi kuin II luokka Hyypiöojalla ja Kuohungilla





Kuva 3. Versoruosteisuuden riippuvuus pituuskasvusta. Vuoden 1980 pituuskasvat jaettu 3 luokkaan, joita verrattu vuosien 1980 (yläosa) ja 1981 (alaosa) versoruosteisuuteen. Pituuskasvuluokat: I = pituuskasvu (ih) < 20 cm, II = 20 ≤ ih < 30 cm ja III = ih ≥ 30 cm. Alueet A—D, kts. taul. 1.

Figure 3. Dependence of Melampsora class on height growth. Height growth rates of the year 1980 divided into tree groups, which are compared to Melampsora class 1980 (upper part) and 1981 (lower part). Height growth groups: I = height growth (ih) < 20 cm, II = 20 ≤ ih < 30 and III = ih ≥ 30 cm. Stands A—D, see table 1.

ja III luokka Näätävaarassa. Kuohungilla III luokassa (yli 30 cm) oli yksi mänty. Keskimääräinen luokkien välinen ero oli koko aineistossa erittäin merkitsevä ( $F = 8,23$ ). Sairaita puita oli selvästi ( $p < 0,01$ ) vähemmän I luokassa kuin II:ssa.

#### 42. Taudin vaikutus männyn versoihin

##### 421. Versoruosteauriot

Versoruosteinfektio kirjattiin kahdella eri tavalla latvakasvaimessa: Lievässä saastunnassa helmi-itiöpesäkkeiden paikalle saastuneeseen kasvaimen syntyi arpi tai koro (käytetty termiä "arpiset"). Koro ei kuitenkaan aiheuttanut välitöntä latvakasvaimen tuhoutumista, vaan vanha ranka säilyi. Voimakkaassa saastunnassa latvakasvain tuhoutui osittain tai kokonaan niin, että se johti ranganvaihtoon (käytetty termiä "ranganvaihto").

Versoruoste oli tuhonnut latvakasvaimen osaksi tai kokonaan 12,1 %:ssa kaikissa koe-puista v. 1980 ja 21,2 %:ssa v. 1981. Arpisten puiden osuus oli lähes sama molempina vuosina (37,3 % ja 37,9 %). Ranganvaihdot olivat yleisimpiä Kuohungilla (27,9—31,1 % koko aineistosta), missä v. 1980—81 todettiin myös suurimmat versoruosteisuudet.

Versoruosteisten puiden enemmistö oli sairastunut lievästi v. 1980 (75,5 %). Ranganvaihtojen suhteellinen määrä kohosi v. 1981 versoruosteisuuden lisääntyessä (24,5 % → 35,9 %). Ranganvaihtojen osuus sairaista puista oli molempina vuosina suurin (33,1—44,2 %) Kuohungilla, ts. alueella, missä versoruostetta esiintyi eniten.

Versoruosteen todettiin tuhonneen latvakasvaimen osittain tai kokonaan kaikkiaan 208 puusta (30,7 % koko aineistosta) (taul. 2). Näistä 20 puussa latva tuhoutui kahdesti (peräkkäisinä vuosina 1980 ja 1981). Niiden osalta seuraava tarkastelu koskee vain jälkimmäistä vuotta. Kahdesti rankaa vaihta-

Taulukko 2. Vuosien 1980—1981 versoruosteinfektioiden vaikutus männyn latvakasvaimen terveydentilaan. Mukana kaikki puut (myös terveet).

Table 2. Effect of infections of *M. pinitorqua* in 1980—1981 on healthiness of leaders of all pines (incl. healthy trees).

Latvakasvaimen tila Leader condition	Mäntyjä — Pines	
	n	%
Vanha ranka jatkaa Old leader continues	470	69,3
Latvakasvaimen tyvi elävä Base of the leader alive	186	27,4
Latvakasvain kokonaan kuollut Whole leader dead	22	3,3
Yhteensä — Together	678	100,0

Taulukko 3. Osittain tai kokonaan kuolleiden latvakasvainten tila 1—2 vuotta versoruosteinfektion jälkeen.

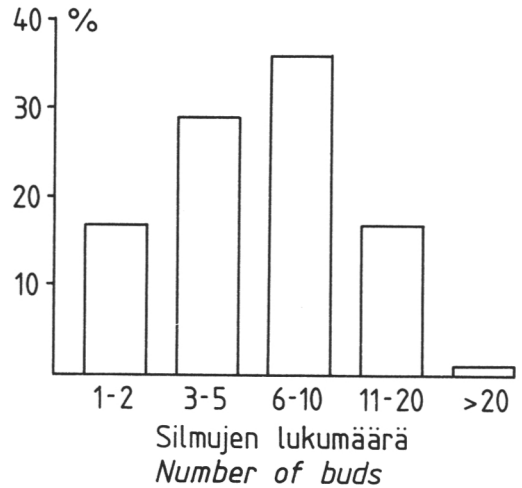
Table 3. The condition of totally or partly died leader shoots 1—2 years after the infection of *M. pinitorqua*.

Latvakasvain Leader shoot	Mäntyjä — Pines	
	n	%
Kokonaan kuollut Totally dead	22	10,6
Tyvi elävä, kääpiöversot eivät muodostaneet pitkäversosilmuja The base alive, no long shoot buds from dwarf shoots	97	46,6
Tyvi elävä, siinä kääpiöversoista syntyneitä pitkäversosilmuja The base alive with long shoot buds from dwarf shoots	89	42,8
Yhteensä — Together	208	100,0

neiden puiden osuus koko puumäärästä oli vain 3,0 %. Siten vanha ranka säilyi joko terveenä tai arpisena runsaalla 2/3:lla (69,3 %). Vanha latvakasvain oli kuollut kokonaan 22 männystä (3,3 %), mikä oli 10,6 % ranganvaihtoon joutuneista männistä. Kasvaimen tyvi säilyi elävänä 186 puussa (27,4 % koko aineistosta) (taul. 3), mikä oli 89,4 % ranganvaihtoon joutuneista versoruosteen vioittamista puista.

#### 422. Latvaverson uudistuminen

Ranganvaihtoon joutuneissa puissa noin puolet (89 kpl) elävyvisistä vioittuneista latvaversoista muodosti pitkäversosilmuja kääpiöversoista. Tavallisimmin niitä syntyi 3—10 kpl versoa kohti. Yksi puu 89:stä teki yli 20 silmua (kuva 4). Ankaramman infektion seurauksena vuonna 1981 pitkäverso-



Kuva 4. Versoruosteen tuhoamien kasvainten elävissä tyvissä syntyneiden pitkäversosilmujen määrä (mukana vain silmuja tehneet puut).

Figure 4. Number of long shoot buds in living bases of *Melampsora* destroyed leaders (only trees with buds).

silmuja kehittyi eläviin versojen tyviosiin vähemmän kuin edellisellä kesänä ja täysin silmuttomien määrä oli suurempi. Tosin ei tiedetä, oliko silmunmuodostus mittausaikana 1982 vielä kesken vuoden 1981 versoissa. Pitkäversosilmuja syntyi vain vaurioituneeseen ja osittain kuolleeseen kasvaimeen.

Vain runsaasti pitkäversosilmuja muodostaneissa puissa (n. seitsemän silmua vioittuneessa versossa) latva uudistui kääpiöversion kautta. Tällainen uudistuminen tapahtui kuitenkin vain kuudessa puussa, 2,9 %:ssa vioittuneista. Valtaosa, 96,6 %, ranganvaihtoon joutuneista puista uudisti latvansa vioittuneen latvaverson ikäisestä oksasta. Vanhemmista oksista uudistumista ei näissä mittauskohteissa todettu. Oksasta uudistumisista oli 56,7 % vuodelta 1980 ja 43,3 % vuodelta 1981. Koko aineistossa oksakiehkurasta latvansa uudistaneita mäntyjä oli 29,7 %.

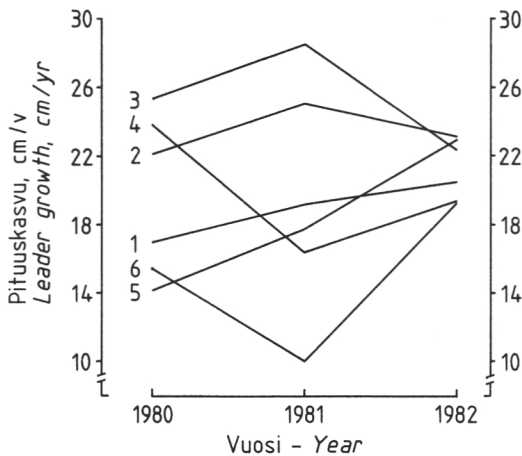
Latvan uudistumisen ei todettu johtaneen merkittävään puiden pensastumiseen tai monilataisuuteen, vaan jo 1—2 vuoden kuluttua vaurioista useimmilla puilla oli uusi selkeä pääranka.

#### 423. Ruosteen vaikutus pituuskasvuun

Eri tavoin vaurioituneiden puiden pituuskasvu. Koska kesän 1982 versoruostevauriot

Taulukko 4. Versoruosteen vaikutus pituuskasvun suhteelliseen tasoon.  
Table 4. Effect of *M. pinitorqua* on the relative height growth level.

Sairausluokka Melampsora class	Vuosi — Year			
	1980	1981	1982	1980—82
	Kasvun taso, % — Growth level, %			
1 Terveitä 1980—1981 No Melampsora	100,0	100,0	100,0	100,0
2 Versoruostearpia joko 1980 tai 1981 Melampsora wounds in 1980 or 1981	100,0	100,4	86,8	95,4
3 Arpia sekä 1980 että 1981 Melampsora wounds both 1980 and 1981	100,0	99,4	73,0	90,0
4 Ranganvaihto 1981 Leader change 1981	100,0	60,9	67,5	75,0
5 Ranganvaihto 1980 Leader change 1980	59,5	65,8	79,7	68,9
6 Ranganvaihto sekä 1980 että 1981 Leader change both 1980 and 1981	64,9	36,9	66,9	56,1
1—6	94,8	87,1	81,8	87,4



Kuva 5. Eri tavoin versoruosteen vioittamien mäntyjen pituuskasvu. Versoruosteisuusluokka: 1 = terveet puut, 2 = arpinen 1980 tai 1981, 3 = arpinen sekä 1980 että 1981, 4 = ranganvaihto v. 1981, 5 = ranganvaihto v. 1980, 6 = ranganvaihto sekä 1980 että 1981.

Figure 5. Effects of *M. pinitorqua* on the absolute height growth of Scots pine in trees infected in different ways. Melampsora class: 1 = healthy trees, 2 = wounded 1980 or 1981, 3 = wounded both 1980 and 1981, 4 = leader change 1981, 5 = leader change 1980, and 6 = leader change both 1980 and 1981.

eivät olleet saavuttaneet lopullista laajuuttaan taimikoita tarkastettaessa syyskuussa, versoruosteen v. 1982 männyille aiheuttamat vauriot luokiteltiin vain arpisiin. Laskettaessa epidemian aiheuttamia kasvatappioita huomioon otettiin vain vuosien 1980—81 versoruosteisuus, ja vuoden 1982 terveet ja arpiset yhdistettiin. Tähän päädyttiin vertailemalla vuosien 1980—81 terveinä säilynei-

den puiden pituuskasvuja 1982: tässä ryhmässä terveiden ja arpisten puiden pituuskasvut eivät eronneet toisistaan tilastollisesti ( $F = 0,05$ , v.a. =  $1/169$ ), vaikka Hyypiöojalla ja Kuohungilla arpiset kasvoivat terveitä enemmän, kun taas Hirvaalla ja Näätävaarassa terveet kasvoivat enemmän. Tähän vaihteluun oli syynä myös luokkien vähäinen puumäärä.

Eri tavoin sairastuneiden puiden kasvut poikkesivat huomattavasti toisistaan ( $F = 29,3$ ;  $p < 0,001$ ). Lievästi vioittuneet (= arpiset, luokat 2 ja 3, kuva 5) puut kasvoivat aina terveitä paremmin. Vuonna 1981 rankaa vaihtaneet puut (luokka 4) kasvoivat niinkään vuonna 1980 paremmin kuin terveet puut, mutta ranganvaihdon jälkeen kahdena seuraavana vuonna kasvu oli terveiden kasvua huonompi. Vuonna 1980 rankaa vaihtaneiden (luokka 5) kasvu oli vuosina 1981 ja 1982 nousuvoittoinen saavuttaen vuonna 1982 terveiden ja arpisten puiden kasvun. Heikoin pituuskehitys oli luonnollisesti puilla, jotka kokivat kaksi peräkkäistä ranganvaihtoa (luokka 6).

**Kasvatappio.** Koska versoruosteelle alttiit puut osoittautuivat kasvuisammiksi kuin terveet männyt, kasvatappioiden saamiseksi sairaiden puiden todellista, mitattua kasvua verrattiin niihin laskennallisiin arvoihin, jotka puut olisivat terveinä saavuttaneet (ks. kappale 33).

Vuosittaiset suhteelliset kasvatappiot vaihtelivat melkoisesti. Pituuskehityksestään jäivät eniten jälkeen kahdesti rankaa vaihtaneet puut: ensimmäisen vaurion jälkeen 35,1 % ja toisen 63,1 % (taul. 4). Vuoden kuluttua

näistä ranganvaihoista kasvu oli vieläkin vain 66,9 % vertailuarvosta (kasvutappio siten 33,1 % eli hivenen pienempi kuin välittömästi ensimmäisen ranganvaihdon tuloksena). Kun v. 1980 rankaa vaihtaneet puut menettivät oksastakin syntyneen latvansa v. 1981, kasvutappio tuhoutuneeseen ”oksalatvaan” verrattuna oli saman suuruinen kuin ensimmäisessä ranganvaihdossa (35,6 %). Vain kerran rankaa vaihtaneet männyn (luokat 4 ja 5) menettivät vauriovuonna kasvuun 39,1 % (vaihto v. 1981) ja 40,5 % (v. 1980). Vuoden kuluttua vaurioitumisesta pituuskasvutappiot olivat vastaavasti vielä 32,5 % ja 34,2 %. Kahden vuoden kuluttua (luokka 5) kasvutappio oli enää 20,3 %, mikä osoitti puiden nopeahkoa toipumista (taul. 4). Yksi arpivuosi heikensi vuoden 1982 kasvua 13,2 %. Kahden arpivuoden aiheuttama menetys v. 1982 oli 27,0 %.

*Kokonaiskasvutappio.* Vuosien 1980—82 aikana syntyneet kokonaiskasvutappiot saatiin vertaamalla puiden todellista pituuskehitystä kasvuun, jonka samojen puiden laskettiin kasvavan ilman versoruostetta mainittuna kolmena vuonna.

Terveiden puiden kolmen vuoden pituus-

kasvu oli 56,7 cm. Vaikka arpiset puut olivat kasvaneet terveitä enemmän (yksi arpivuosi 70,5 ja 2 arpivuotta 76,3 cm), niiden kasvutappiot olivat samana aikana 3,4 cm (4,6 %) ja 8,4 cm (10,0 %) (taul. 4). Rankaa v. 1981 vaihtaneet puut kasvoivat 59,7 cm, missä oli taantumaa 25,0 % (19,9 cm). Kun latva menetettiin vuotta aikaisemmin, kokonaiskasvu oli enää 54,9 cm. Menetykset olivat 31,1 % (24,7 cm). Kaikista vähiten (44,7 cm) olivat kasvaneet kaksi kertaa latvansa menettäneet puut, joiden pituuskasvu jäi jälkeen 34,9 cm (43,9 %). Toisin sanoen niiden kokonaiskasvu oli vuosina 1980—82 ollut vain 56,1 % siitä, mitä samat puut olisivat kasvaneet ilman versoruostetta. Se vastaa noin 1,5 vuoden pituuskasvua kolmen vuoden aikana.

Vuotuiset kasvutappiot olivat ensimmäisen kesän aikana 1,1 cm (5,2 %), toisen 3,2 cm (12,9 %) ja kolmannen 4,8 cm (18,2 %). Kokonaiskasvu kolmen vuoden aikana oli 63,8 cm, missä oli taantumaa 9,2 cm. Siten kaikkien neljän männikön mäntyjen pituuskehitys taantui männynversoruosteen takia 12,6 % (vaihtelu 0—43,9 % versoruosteisuudesta riippuen).

## 5. TULOSTEN TARKASTELU

Männynversoruoste on merkittävä pohjoissuomalaisia mäntytaimikoita vaivaava sienitauti. Keskinertaiseksi luokiteltu 3-vuotinen versoruoste-epidemia johti kolmasosalla mäntyjä latvakasvaimen tuhoutumiseen ja ranganvaihtoon. Ainoastaan n. 15 % puista säilyi ilman latvakasvaimen ruostetartuntaa. Epidemian aikana taimista tuhoutuu myös oksien kasvaimia, mikä vaikeuttaa puun uudistumista vaurioista.

Kun männyn latvuksen yläosan kaikki uudet kasvaimet tuhoutuvat (kuva 6), uusi latva syntyy kääpiöversojen kautta. Tällaisia maksimaalisia versoruostetuhoja voi joskus esiintyä myös taimikoiden laajuisina, kuten esim. 1967 paikoin Pohjois-Satakunnassa (Kurkela 1973 b), 1975—76 Karkkilan—Forssan alueella ja Pohjois-Karjalan Ilomantsissa, Lieksassa ja Nurmeksessa sekä 1981 Etelä-Pohjanmaalla (Vähäkyrö), mistä kuvat 7(A—F) on saatu. Totaalisten tuhojen takia metsän uudistuminen männylle on esty-

nyt monin paikoin myös Lapin kolmion alueella. Mainituissa tapauksissa pituuskehitys on lähes pysähtynyt, ja puu on pyöristynyt, jolloin kasvutappiot ovat aivan ilmeisesti olleet merkittävästi suuremmat kuin nyt tutkituissa taimikoissa. Tällöin taimet voivat myös kuolla, jos viljelyalue on voimakkaasti heinittyvää ja ruohottuvaa.

Mänty reagoi voimakkaasti ja varsin nopeasti latvan tuhoutumiseen, sillä tuhoutuneen kasvaimen eläväksi jääneelle tyvelle syntyy runsaasti pitkäversosilmuja jo vaurio-kesänä. Nämä eivät kuitenkaan johtaneet uuden latvan syntyyn, jos oksakasvaimet olivat terveitä. Lähes kaikki männyn saavatkin uuden latvan uusimmasta oksakiehkurasta. Vain noin kolme prosenttia näytti uudistuvan pitkäversosilmuista kääpiöversojen kautta.

Ranganvaihto aiheutti luonnollisesti suurimmat kasvutappiot, välittömästi n. 35—40 %, mikä ero vastanee latvan ja oksan pi-



Kuva 6. Ankara versoruosteestaastunta pysäyttää pituuskasvun täysin.

*Figure 6. A severe M. pinitorqua infection can stop the height growth totally.*

tuuseroa. Korvaava oksa näytti saavuttavan nopeasti latvan aseman, ellei puu saanut uutta tartuntaa. Yllättävää oli helmi-itiöpesäke-arprien suuri kasvua hidastuttava vaikutus: vuosittain toistunut arpisuus pudotti 3. vuoden (1982) kasvua jo 27 % ja keskimäärin vuodessa 10 %. Arvet ilmeisesti hidastuttavat nesteiden liikkeitä nuorissa kasvaimissa, mikä vaikutus saatiin esiin tällä epidemian aikana tehdyllä selvityksellä. Todennäköisesti arpi kylestyy nopeasti, ja myös arpisten puiden pituuskasvu saavuttaa normaalin tason 3—5 vuoden kuluttua; ranganvaihdosta mänty toipunee 2—3 vuodessa.

Ruostesieni muodostaa uuteen kasvaimeen helmi-itiöpesäkkeitä, jotka vaikuttavat latvan myöhäisempään kehitykseen. Pituuskasvuvaiheen suhteen aikainen ruostetartunta

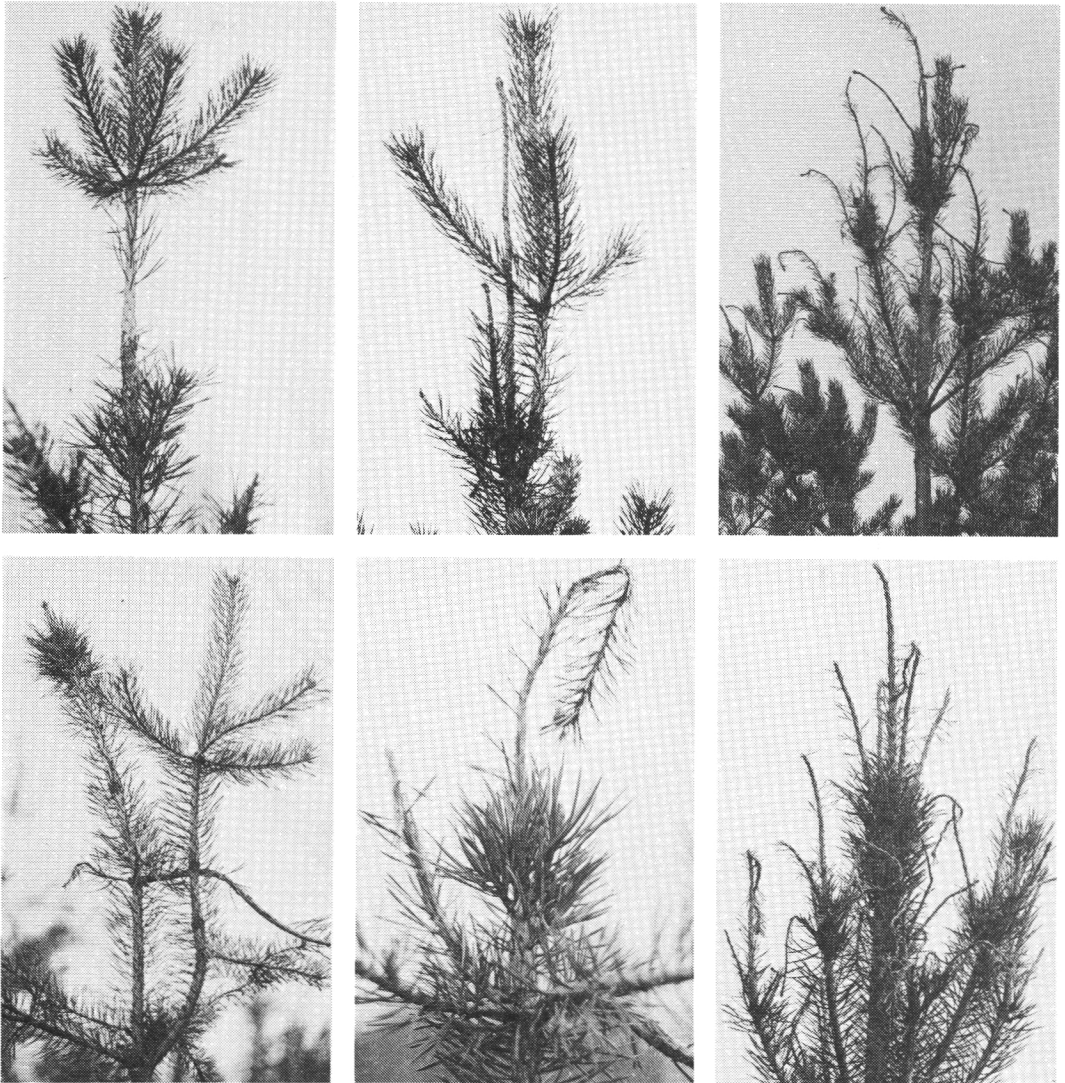
aiheuttaa yleensä version yläpuolisen osan kuoleamisen. Myöhemmin, kun version solukko on jo jonkin verran vahvistunut, tartunnan vaikutukset jäävät aina lievemmiksi (Kurkela 1973 b). Voimakkaassa latvakasvaimessa myöhäinen tartunta ja siitä kehittyvä helmi-itiöpesäke aiheuttaa vain seuraavana kasvukautena umpeenkylestyvän arven tai helmi-itiöpesäke ei pääse lainkaan aukeamaan jo kehittymään ehtineen kuoren korkikerroksen alta. Hennoksi muodostuneessa kasvaimessa tartunta johtaa suhteellisesti suurempaan vaurioalaan ja kasvaimen tuhoutumiseen.

Mäntyjen ruosteisuuteen vaikuttaa puiden elinvoimaisuus: niin tässä tutkimuksessa kuin Klingströmin (1969) raportissa mäntypopulaation nopeakasvuiset yksilöt olivat hidaskasvuisia alttiimpia versoruosteelle. Pitkien versojen suurempi ruosteisuus johtuu kuitenkin osaksi myös suuremmasta tartuntatodennäköisyydestä (laskeutuvien itiöiden määrä versoa kohti suurempi kuin lyhyissä versoissa). On myös muistettava, että ankaran infektion aikana taudinkestävyyden merkitys vähenee, ja kestävimmätkin ja/tai heikoimmat kasvavat puut voivat saada tartunnan.

Siten erilaiset metsänhoidolliset ja viljelytekniset keinot vaikuttavat versoruostealttiuteen. Alttiutta lisätään mm. viljelemällä mäntyä liian reheville maille, jotka eivät kuulu männyn luontaisiin kasvupaikkoihin. Myös taimimateriaalilla lienee merkitystä.

Koska männynversoruoste on yleinen tauti koko Suomessa, olisi selvitettävä, onko esimerkiksi kasvua lisäävällä metsänjalostuksella versoruostealttiutta lisäävä vaikutus.

Koska ruostetuhot sattuvat tyvitukin korkeudella, männynversoruosteen aiheuttamat haitalliset seuraukset ovat merkittävämmät, kuin mitä nyt saadut pituuskasvutappiot osoittavat. Yhdenkin epidemian seuraukset näkyvät puun laadussa jopa 10—20 vuotta (Kardell 1966). Tosin rungossa ranganvaihdosta johtuva näkyvä mutkaisuus voi olla varsin vähäistä päätehakkuiässä. Pohjoisessa ruosteen aiheuttama monilatvaisuus näyttäisi olevan yleisempää kuin etelässä.



Kuva 7. Erilaisia männyn latvaversojen uusiutumistapoja yhden kasvukauden kuluttua vioituksesta. A) Latvaverso vioittunut, mutta säilynyt elävänä, ruoste vähentänyt pituuskasvua; piilosilmuista kasvaneita versoja vioituksen alapuolella. B) Latvaverso kuollut ja katkennut, latva uusiutunut samanikäisestä sivuversosta, kasvun menetys kahden kasvukauden aikana n. 50 %. C) Kuollut latva korvautunut samanikäisestä pienestä sivuversosta, pituuskasvun menetys n. 60 %. D) Vioittunut latva uusiutunut vuotta vanhemmasta oksasta, pituuskasvun menetys n. 50 %; vioittuneessa latvaversossa piilosilmuista muodostuneita pitkäversoja (tiivis tupsu kuolleen osan alapuolella). E) Kuolleen latvaverson uusiutuminen-alkanut neulasparien piilosilmuista, joista kehittyneet versot ovat vasta muutaman cm:n pituisia. F) Versot tuhoutuneet täydellisesti latvan lisäksi myös vuotta vanhemmista oksista, latvan uusiutuminen tapahtuu piilosilmujen kautta tai latvaa vanhemmista oksista, kahden vuoden kasvun menetyks täydellinen.

*Figure 7. Different recovering types of Scots pine leader one year after the damage. A) The leader wounded, but stayed alive; new long shoots under the aecial wounds. The height growth retarded. B) The leader dead and broken. New leader from the branch of the same age, height growth loss during two growth periods about 50 %. C) The dead leader compensated by a small branch of the same age, height growth loss about 60 %. D) The tree recovered by a branch one year older than the wounded, still living old leader. Long shoots (tight area of needles under the dead part of the old leader) in the living base of the old leader. Height growth loss about 50 %. E) Leader change started from normally prohibited growth buds in dwarf shoots which have transformed to long shoots which are just a few centimeter long. The base of the leader alive. F) The leader and branches in the first and second whorl totally destroyed. Recovery of the tree might happen from long shoot buds in dwarf shoots or from older branches. Total height growth loss of two years.*

## KIRJALLISUUS

- HARI, P., LEIKOLA, M. & RÄSÄNEN, P. 1970. A dynamic model of the daily height increment of plants. *Ann. Bot. Fenn.* 7:375—378.
- HEIKKILÄ, R. 1981. Männyn istutustaimikkojen tuhot Pohjois-Suomessa. Summary: Damage in Scots pine plantations in northern Finland. *Folia For.* 497: 1—22.
- HUIKARI, O. & PAARLAHTI, K. 1967. Results of field experiments on the ecology of pine, spruce, and birch. *Seloste: Kenttäkoekiden tuloksia männyn, kuusen ja koivun ekologiasta. Commun. Inst. For. Fenn.* 64(1):1—135.
- HYPPÖNEN, M. & NOROKORPI, Y. 1979. Lahoisuuden vaikutus puutavaran saantoon ja arvoon Peräpohjolan vanhoissa kuusikoissa. Summary: The effect of decay on timber yield and value of the old Norway spruce stands in northern Finland. *Folia For.* 381:1—12.
- JAKKILA, J. & POHTILA, E. 1978. Perkauksen vaikutus taimiston kehitykseen Lapissa. Summary: Effect of cleaning on development of sapling stands in Lapland. *Folia For.* 360:1—27.
- JALKANEN, R. 1984. Harmaakaristeen esiintyminen Suomessa. Summary: The occurrence of *Lophodermella sulcigena* and *Hendersonia acicola* in Finland. Käsikirjoitus.
- Kainuun piirimetsälautakunnan toimintakertomus 1973. 1974. 32 s. Kajaani.
- 1977. 1978. 28 s. Kajaani.
- 1981. 1982. 24 s. Kajaani.
- KALLIO, T. 1972. Esimerkki kuusikon lahovikaisuuden Etelä-Suomessa aiheuttamasta taloudellisesta menetyksestä. *Silva Fenn.* 6:116—124.
- & TAMMINEN, P. 1974. Decay of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in the Åland Islands. *Acta For. Fenn.* 138:1—42.
- KARDELL, L. 1966. Några observationer av knäcksjukeangrepp på tall i Västerbottens inland. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 64(7):649—663.
- KLINGSTRÖM, A. 1969. *Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr. on progenies of *Pinus sylvestris* L. and in relation to growth regulating substances. *Stud. For. Suec.* 69:1—76.
- KURKELA, T. 1969. Haavanruosteen esiintymisestä Lapissa. Summary: Leaf rust on aspen in Finnish Lapland. *Folia For.* 64:1—4.
- 1973 a. Release and germination of basidiospores of *Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr. and *M. larici-tremulae* Kleb. at various temperatures. *Commun. Inst. For. Fenn.* 78(5):1—22.
- 1973 b. Epiphytology of *Melampsora* rusts of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and aspen (*Populus tremula* L.). *Commun. Inst. For. Fenn.* 79(4):1—68.
- 1981. Growth reduction in Douglas fir caused by *Rhabdocline* needle cast. *Seloste: Rhabdocline-karisteen aiheuttama kasvunvähennys douglaskuusella. Commun. Inst. For. Fenn.* 102:1—16.
- , NIKKANEN, O. & KUKKONEN, H. 1978. Tyviteraksen (maannousemasienen) aiheuttamat kasvutappiot männikössä. *Metsä ja Puu* 10:33—35.
- Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon 1979 a, b, c. Heinäkuu, elokuu, syyskuu. Ilmatieteen laitos.
- 1980 a, b. Kesäkuu, heinäkuu. Ilmatieteen laitos.
- 1981 a, b. Kesäkuu, heinäkuu. Ilmatieteen laitos.
- 1982 a. Yhteenveto 1981. Ilmatieteen laitos.
- 1982 b, c. Kesäkuu, heinäkuu. Ilmatieteen laitos.
- LÖYTTYNIEMI, K. 1971. Havupunkin aiheuttaman neulasvioletuksen vaikutuksesta kuusen taimien kasvuun. *Silva Fenn.* 5(1):32—33.
- 1983. Männyntaimen kehitys latvan katkeamisen jälkeen. Summary: Recovery of young Scots pine from stem breakage. *Folia For.* 560:1—11.
- MOILANEN, M. & ISSAKAINEN, J. 1981. Männyversoruosteen esiintymisestä lannoitetussa turvemaan männyntaimistossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 24:11—23.
- NOROKORPI, Y. 1971. Männyn viljelytaimistojen tuhot Pohjois-Suomessa. *Metsä ja Puu* 4:23—26.
- 1972. Pohjoisten männyn viljelytaimistojen tuho-  
prosessista. *Metsä ja Puu* 4:13—15.
- OIKARINEN, M. 1977. Ruskean mäntypistiäisen vaikutuksesta männiköiden kasvuun. *Pyhäkosken tutkimusasetaman tiedonantoja* 16. 4 s.
- SOLIN, P. 1970. Männyn istutuksen antamista tuloksista Lapin piirimetsälautakunnan alueen eteläosissa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. *Tiedonantoja* 3:1—69.
- TIIHONEN, P. 1970. Ruskean mäntypistiäisen (*N. sertifer* Geoffr.) tuhojen vaikutuksesta männiköiden kasvuun Etelä-Pohjanmaalla, Pohjois-Satakunnassa ja Länsi-Uudellamaalla vuosina 1960—67. *Referat: Über die Einwirkungen des Schadfrasses der Roten Kiefernbuschhornblattwespe auf den Zuwachs der Kiefernbestände im Südlichen Pohjanmaa, im Nördlichen Satakunta und im Westlichen Uusimaa in den Jahren 1960—67. Commun. Inst. For. Fenn.* 71(3):1—21.
- TUIMALA, A. 1979. Kuusen lahon aiheuttamista puutavaralajisiirtymistä ja kantohintamenetyksistä. *Silva Fenn.* 13(4):115—130.
- VALTANEN, J. 1982. Perkauksen vaikutus männyntaimikon alkukehitykseen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 70:51—62.

Total of 33 references.

## SUMMARY

### Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua* on Scots pine

Pine twisting rust (*Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.) causes problems in regenerating clearcut areas to pines (*Pinus sylvestris* L.) especially in southern Lapland. Although bad *Melampsora* years follow at intervals of about five years, the disease can be seen continuously in parts of northern Finland.

A severe infection always leads to the death of shoots and to a leader change. Losses due to the disease depend on the types of damage and the ability of pines to recover from the damage. The rust weakens out only the height development, but also the quality of pine. This can still be seen 10–20 years after the infection (Kardell 1966). The latter aspects are not discussed here. In this report, the losses in height growth of pines caused by twisting rust are presented, as well as the types of injuries it causes are described.

#### Material, methods and the amount of the rust

The occurrence of *M. pinitorqua* in four Scots pine (*P. sylvestris*) stands in the surroundings of Rovaniemi, northern Finland was examined in the autumn 1982 (Fig. 1). Trees were about 10 years old and 1,7 m high (Table 1). There were 678 pines altogether on 65 plots. The pine twisting rust occurred in the stands in the years 1980–82. The amount of rust was defined only from the leader. The rust was most severe in 1981 after which the stands clearly became healthier (Fig. 2).

Only 14,6 % of trees remained uninfected during the years 1980–82. In any case the severity of the disease varied a great deal in a single tree yearly. The trees were classified as follows: 1) trees with a leader resistant to the rust, 2) aecia caused leader wounds without leader change ("Wounded trees"), and 3) the leader destroyed ("Leader change"). Of leaders attacked by the rust one out of four in 1980 and one out of three in 1981 was destroyed. It was too early to find out leader changes due to 1982 infection. In 20 trees (3,0 % of all) the leader changed in subsequent years (1980 and 1981). The more rust there was in the stand, the commoner leader change was.

#### Recovery

In seven out of ten trees the old leader was still active (uninfected or wounded). Thus about 30 % (208 pines) changed the leader (Table 2). Of these in 9 cases out of 10 the base of the old leader stayed alive, and only in one case out of 10 was the old leader totally destroyed (Table 3). Long shoot buds could be seen in dwarf shoots in

nearly half of the living bases. Only 6 trees (6,8 %) out of 89 seemed to get a new leader from these buds in needle-pairs. Normally there were 3–10 long shoot buds in a tree (Fig. 4). One tree made over 20 buds, but still recovered through the whorl. The majority (92,1 %) of trees with long shoot buds got the new leader from a branch. Of all the trees which lost the leader, 19 out of 20 (96,6 %) recovered by the branch. Of trees recovered by a branch, 9 out of 10 had a living old leader base. The new leader always sprouted from the newest whorl of the same age as the destroyed leader.

#### The rust and the vitality of trees

Leader growth rate was used as an indicator of vitality. There were 343 healthy and 253 wounded trees in 1980. Both healthy and wounded trees in 1980 and only healthy ones in 1981 were divided into three groups according to the 1980 growth: I = trees which had grown less than 20 cm, II = trees which had grown between 20–29 cm and III = trees growing 30 cm or more. Growth groups were then compared to *Melampsora* class of both years 1980 and 1981.

Trees which had grown the least were most resistant in 1980 in all four areas ( $p < 0,05$ ). In the whole data the differences in susceptibility were highly significant ( $F = 35,1$ ,  $p < 0,001$ ). Differences were not so clear the next year (Fig. 3).

#### Growth losses

Because of their more vigorous growth, susceptible trees could not be compared directly to the healthy trees. It was found that absolute growth rates in weakly diseased and also in some severely diseased classes were greater following the recovery than in healthy trees (Fig. 5). That is why "growths without *Melampsora*" were calculated for every *Melampsora* class using growth rates of healthy trees and diseased ones before infection.

All *Melampsora* damage retarded leader growth. Wounds of one year caused losses of approx. 4,6 % (13,2 % in 1982) over three years. When wounded yearly the third-year-growth (1982) was retarded 27,0 % and approx. 10 % in 1980–82 (Table 4).

Immediate growth loss due to a leader change was 35,1–40,5 %. So, the length of a new branch leader was 59,5–64,9 % of the length of old destroyed leader. If there had been two subsequent leader changes pines grew only 36,9 % compared to the level "without



*Melampsora*'' (Table 4). Also in the second change the new-old leader ratio was as above (64,4 %). The growth of wounded trees was retarded yearly during the period under study. On the other hand the trees seemed to recover quickly after a leader change, but they still did not reach the normal growth level. Without new *Melampsora* infections the trees with a changed leader possibly reach the normal level in 2—3 years from the most recent damage.

Total growth losses in 1980—82 due to leader changes were 25,0—43,9 % depending on the damage year and reoccurrence of damage. When the leader changed in 1981, the growth level was 75,0 % (25,0 % losses).

When the leader changed one year earlier, the trees lost 31,1 % (Table 4 ). Two consecutive leader changes caused 43,9 % losses (growth level 56,1 %).

Losses in total height growth in all pine stands were 5,2 % after the first infection year (1980), 12,9 % after the second and 18,2 % after the third one. On the average it was 12,6 % per year, which absolutely corresponds to 9,2 cm for every tree measured. It is approx. half of one year's height growth. When a *Melampsora* epidemic is more severe than this mean epidemic, the leader and all shoots can die (Fig. 6 and 7), and the growth loss is much more than it was in the stands examined.



ODC 443 + 174.7 *Pinus sylvestris* + 172.8 *Melampsora pinitorqua*  
ISBN 951-40-0657-7  
ISSN 0015-5543

JALKANEN, R. & KURKELA, T. 1984. Männynversoruosteen aiheuttamat vauriot ja varhaiset pituuskasvutappiot. Summary: Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua* on Scots pine. *Folia For.* 587:1—15.

Occurrence of pine twisting rust (*Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.) and its effects on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) leader, recovering from damage and growth losses was examined in northern Finnish pine sapling stands. More vigorous trees were more susceptible to rust than more slowly growing pines. One third of the trees lost their leader and got a new one by a branch of the newest whorl. Trees wounded by the rust lost 5—10 % and trees which changed the leader 25—44 % of their height growth. Immediate retardation due to the leader change was 35—41 %. Total height growth losses were 5 % after the first year, 13 % after the second, 18 % after the third and c. 13 % on the average.

Authors' addresses: *Jalkanen*: The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Eteläranta 55, SF-96300 Rovaniemi. *Kurkela*: The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Protection, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki.

ODC 443 + 174.7 *Pinus sylvestris* + 172.8 *Melampsora pinitorqua*  
ISBN 951-40-0657-7  
ISSN 0015-5543

JALKANEN, R. & KURKELA, T. 1984. Männynversoruosteen aiheuttamat vauriot ja varhaiset pituuskasvutappiot. Summary: Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua* on Scots pine. *Folia For.* 587:1—15.

Occurrence of pine twisting rust (*Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.) and its effects on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) leader, recovering from damage and growth losses was examined in northern Finnish pine sapling stands. More vigorous trees were more susceptible to rust than more slowly growing pines. One third of the trees lost their leader and got a new one by a branch of the newest whorl. Trees wounded by the rust lost 5—10 % and trees which changed the leader 25—44 % of their height growth. Immediate retardation due to the leader change was 35—41 %. Total height growth losses were 5 % after the first year, 13 % after the second, 18 % after the third and c. 13 % on the average.

Authors' addresses: *Jalkanen*: The Finnish Forest Research Institute, Rovaniemi Research Station, Eteläranta 55, SF-96300 Rovaniemi. *Kurkela*: The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Protection, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki.

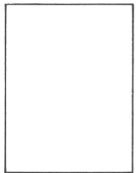
Tilaan kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

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





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 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:* (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) 28 331

Ruotsinkylän jalostuskoasema  
*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 567 Tiihonen, Paavo & Virtanen, Jaakko: Koetuloksia ilmakuvien käyttömahdollisuuksista energiapuun arvioinnissa Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980—82.  
Possibilities of using aerial photographs in the estimation of energy wood resources in Ostrobothnia and northern Savo in 1980—82.
- No 568 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979—1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977—1982.  
Forest resources in the six northernmost Forestry Board Districts of South Finland, 1979—1982, and in the whole of South Finland, 1977—1982.
- No 569 Rousi, Matti: Myyrien aiheuttamat vahingot Pohjois-Suomen puulajikokeissa talvella 1981/82.  
Vole damage in tree species trials in northern Finland in the winter of 1981/82.
- No 570 Hämäläinen, Jouko & Laakkonen, Olavi: Turvemaan varttuneiden männiköiden lannoituksen edullisuus. Profitability of fertilization in mature Scots pine stands on peatland.
- No 571 Lähde, Erkki & Savonen, Eira-Maija: Kastelun vaikutus männyn paakkutaimien kehitykseen sekä turpeen vesi- ja ilmasuhteisiin paakussa.  
Effects of watering on the development of containerized Scots pine seedlings and water and air conditions in peat growing mediums.
- No 572 Korhonen, Kirsi-Marja, Teivainen, Terttu, Kaikusalo, Asko, Kananen, Aino & Kuhlman, Eeva: Lapinmyyrän aiheuttamien tuhojen esiintyminen Pohjois-Suomen mäntymetsissä huippuvuoden 1978 jälkeen.  
Occurrence of damage caused by the root vole (*Microtus oeconomus*) on Scots pine in northern Finland after the peak year 1978
- No 573 Jokinen, Katriina: Metsälannoituksen vaikutus juurikäävän esiintymiseen — Kirjallisuuskatsaus.  
The effect of fertilization on the occurrence of *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. — A literature review.
- No 574 Sevola, Yrjö: Metsähallinnon Nurmeksen hoitoalueen voimaperäinen puunkasvatus: Seurantajärjestelmä ja tuloksia.  
Intensive timber growing in a state forest district: Monitoring system and results.
- No 575 Nepveu, Gerard & Velling, Pirkko: Rauduskoivun puuaineen laadun geneettinen vaihtelu.  
Individual genetic variability of wood quality in *Betula pendula*.
- No 576 Gustavsen, Hans Gustav & Fagerström, Håkan: Brösthöjdsformtalets variation i tall-, gran- och björkbestånd.  
The variation of the breast height form factor for pine, spruce and birch stands in Finland.  
Männyn, kuusen ja koivun muotolukujen vaihtelu.
- No 577 Laakkonen, Olavi, Keipi, Kari & Lipas, Erkki: Typpilannoituksen kannattavuus varttuneissa kangasmetsissä.  
Profitability of nitrogen fertilization in mature forests on mineral soils.
- No 578 Vuollekoski, Martti: Hydrostaattisella voimansiirrolla varustetun kaivurin soveltuvuus metsäojien perkaukseen.  
Evaluation of a specially developed excavator for forest ditch cleaning.
- No 579 Lähde, Erkki, Högnäs, Bo, Jaakkola, Aimo & Huuri, Olavi: Tall- och granplanteringarnas utveckling på Åland.  
Männyn ja kuusen istutuksen onnistuminen Ahvenanmaalla.  
The success of Scots pine and Norway spruce planting in the Åland Islands.

- No 580 Paavilainen, Eero & Tiihonen, Paavo: Etelä- ja Keski-Suomen suometsät vuosina 1951—1981.  
Peatland forests in southern and Central Finland in 1951—1981.
- No 581 Sirén, Matti: Tutkimustuloksia Norcar HT-440 Turbo harvennustraktorista.  
Study results of Norcar HT-440 Turbo thinning tractor.
- No 582 Kohmo, Ilkka: Lehtipuuston runkolukusarjat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueilla 1977—1982.  
Statistics on the deciduous growing stock in the Forestry Board Districts of South Finland during the period 1977 to 1982.
- No 583 Saks, Timo & Lyly, Olavi: Istutustiheyden vaikutus nuoren männikön kehitykseen kuivalla kankaalla.  
The effect of stocking density on the development of young Scots pine stands on a dry heath.
- No 584 Kalaja, Hannu: An example of terrain chipping system in first commercial thinning.  
Esimerkki ensiharvennuspuun korjuusta palstahaketusmenetelmällä.
- No 585 Kaunisto, Seppo & Tukeva, Jorma: Kalilannoituksen tarve avosoille perustetuissa riukuasteen männikoissä.  
Need for potassium fertilization in pole stage pine stands established on bogs.
- No 586 Hakkila, Pentti: Forest chips as fuel for heating plants in Finland.  
Metsähake lämpöläitosten polttoaineena Suomessa.
- No 587 Jalkanen, Risto & Kurkela, Timo: Männynversoruosteeseen aiheuttamat vauriot ja varhaiset pituuskasvutappiot.  
Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua* on Scots pine.

---

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomisteita 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.*