

09.04.92



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1992

783

Arto Riihinen & Antti Uotila

VERSOSURMAN VAIKUTUS VARTTUNEIDEN MÄNNIKÖIDEN KASVUUN
Effect of Scleroderris canker on the growth of middle-aged Scots pine stands

FOLIA FORESTALIA

Julkaisija — *Publisher*

Metsäntutkimuslaitos
The Finnish Forest Research Institute

Toimitus — *Editors*

Päätoimittaja — <i>Editor in chief:</i>	Erkki Annila
Toimittaja — <i>Editor:</i>	Seppo Oja
Toimittaja — <i>Editor:</i>	Tommi Salonen

Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki, Finland
tel. +358-0-857 051, fax +358-0-625 308

Toimituskunta — *Editorial Board*

Erkki Annila (pj. — *chairman*), Pentti Hakkila, Seppo Kaunisto, Jari Kuuluvainen, Juha Lappi, Eino Mälkönen

Tavoitteet ja tarkoitus — *Aim and Scope*

Sarjassa julkaistaan tutkimuksia, tilastoja ja kirjallisuuskatsauksia, joilla on ensisijaisesti kotimaista merkitystä. Julkaisukielenä on kotimainen kieli, mutta julkaisut sisältävät englanninkielisen selosteen tärkeimmistä tutkimustuloksista.

Folia Forestalia publishes research reports, statistics and literature reviews relevant to Finnish forestry.

Tilaukset — *Subscriptions*

Tilaukset ja tiedustelut pyydetään osoittamaan Metsäntutkimuslaitoksen kirjastolle. *Subscriptions and orders for back issues should be addressed to the Library of the Institute.*

FOLIA FORESTALIA 783

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1992

Arto Riihinen & Antti Uotila

VERSOSURMAN VAIKUTUS VARTTUNEIDEN MÄNNIKÖIDEN
KASVUUN

Effect of Scleroderris canker on the growth of middle-aged Scots pine stands

Approved on 30.1.1992

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	3
21. Tutkimusmetsiköt	3
22. Koealojen mittaus	3
23. Puiden tautisuusluokitus	4
24. Koealojen tuholuokitus	5
25. Koealojen puustotunnuksia	5
26. Aineiston käsittely	5
3. TULOKSET	6
31. Sädekasvu ja pituuskasvu	6
32. Tilavuuskasvu	8
4. TULOSTEN TARKASTELU	8
KIRJALLISUUS	9
SUMMARY	10

Riihinen, A. & Uotila, A. 1992. Versosurmaan vaikutus varttuneiden männiköiden kasvuun. Summary: Effect of Scleroderris canker on the growth of middle-aged Scots pine stands. *Folia Forestalia* 783. 10 p.

The growth of *Pinus sylvestris* was studied in ten stands with different damage severity. The degree of Scleroderris canker damage was assessed visually on each tree on the sample plots, the trees being divided into five disease classes. The sample plots were divided to three damage classes. The volume growth on the slightly damaged sample plots had decreased from 21.9 % to 42.2 % depending on the disease severity. 41–54 % of the trees on the severely damaged sample plots had been killed by Scleroderris canker.

Männyn kasvua tutkittiin kymmenessä eriasteisesti versosurmaan sairastuneessa metsikössä. Koealojen männyt luokitettiin silmävaraisesti viiteen tautisuusluokkaan. Koealat luokitettiin kolmeen tuholuokkaan. Sairaassa puustossa tilavuuskasvu väheni taudin ankaruudesta riippuen 21,9–42,2 % terveisiin koealoihin verrattuna. Enimmillään versosurma oli tappanut 41–54 % koealan männystä.

Keywords: *Gremmeniella abietina*, *Pinus sylvestris*, growth, fungal damages.
FDC 443

Authors' addresses: *Uotila*: University of Helsinki, Forestry Field Station, Hyytiälä, 35500 Korkeakoski, Finland;
Riihinen: 43220 Mahlu, Finland.

ISBN 951-40-1192-9
ISSN 0015-5543

Tampere 1992. Tammer-Paino Oy

1. Johdanto

Surmakka (= männynversosyöpäsieni), *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Morelet, on aiheuttanut merkittäviä tuhoja Etelä-Suomen männiköissä 1970-luvun puolivälistä alkaen. Tuhoja on sattunut kaikenikäisissä männiköissä (Kurkela 1981). Eniten tuhoja esiintyi vuonna 1982, jolloin kasvutappioita arvioitiin syntyneen yli 100 000 ha:n alueella (Uotila 1988). Valtakunnan metsien 8. inventoinnissa arvioitiin versosurmatuhon pinta-alaksi 299 000 ha (Nevalainen & Yli-Kojola 1990).

Versosurman oireet ilmenevät tartuntaa seuraavan kasvukauden alussa. Tällöin sienitartunnan saaneiden edelliskesän vuosikasvainten neulaset ruskettuvat. Sairaiden puiden elävissä oksissa tai päärangassa esiintyy yleisesti surmakan aiheuttamia arpia tai pieniä koroja. Korot syntyvät joko pääranگان lieviin tartuntoihin tai kun surmakka kasvaa kuolleesta ylimmän oksakiehkuran sivuoksaista runkoon. Surmakan aiheuttamat korot voivat kyljestyä umpeen tai laajeta vuosittain. Sienen rihmasto voi säilyä koroissa elävänä useita vuosia (Kurkela 1981). Korot alentavat myös tainten kasvua (Kurkela & Noro-

korpi 1979).

Varttuneessa männynssä versosurma tappaa tavallisesti alaoksistoa, mutta se voi tappaa myös yksittäisiä oksia ja kasvaimia ylälatvuksessa. Aalto-Kallonen & Kurkela (1985) ovat tutkineet versosurman vaikutusta männyn kasvuun riukuasteen metsikössä. Tässä 1970-luvun lopulla mitatussa aineistossa sairaiden puiden sädekasvutappio vaihteli välillä 7,4–54 % ja pituuskasvutappio välillä 11–58 %. Pienten mäntyjen kasvu väheni taudin takia suhteellisesti enemmän kuin isojen puiden kasvu.

Tiedot versosurman aiheuttamista kasvutappioista ovat tarpeen taudin metsätaloudellista merkitystä arvioitaessa. Taudin aiheuttamina haittoina voivat olla varttuneissa metsiköissä pienentynyt puuntuotos, puunkorjuun lisäkustannukset ja kuolleiden puiden joutuminen hukka- puuksi sekä siirtymä tukkipuusta kuitupuuksi.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää eriaisteisten surmakkatartuntojen vaikutusta varttuneiden kasvatusmänniköiden kasvuun ja kehitykseen.

2. Aineisto ja menetelmät

21. Tutkimusmetsiköt

Tutkimusaineisto kerättiin kesällä 1987 kymmenestä multalaisesta kangasmaamänniköstä (kuva 1).

Tutkitut metsiköt olivat joko kylvömänniköitä tai luontaisesti uudistuneita. Metsiköt olivat tasaikäisiä, 37–54 vuotiaita ja ne sijaitsivat 145–225 metriä merenpinnan yläpuolella (taulukko 1). Ne olivat metsätyypiltään mustikkatyyppejä (MT) ja puolukkatyyppejä (VT).

Koemetsiköitä oli hoidettu normaalin metsänhoitokäytännön mukaisesti. Osa koemetsiköistä harvennettiin tai lannoitettiin tutkimusjakson aikana (taulukko 1).

22. Koealojen mittaus

Metsiköt inventoitiin linjoittaisella ympyräkoela-arvioinnilla. Koeala- ja linjaväli valittiin siten, että metsiköön tuli vähintään 5 koealaa. Ympyräkoalojen pinta-ala oli 300 m². Metsätyyppi määritettiin pintakasvilli-

suuden perusteella. Kaikkien puiden rinnankorkeusläpimitta mitattiin koealan säteen suunnassa. Koealoilla oli kaikkiaan 2045 puuta, joista mäntyjä 81,8 %. Otantaan sisältyi 805 kasvukoepuuta.

Koeput valittiin relaskoopilla (relaskoopperoin $q = 2$). Pohjapinta-alalla painottaen valitut kasvukoeput keskittyivät suurimpiin läpimittaluokkiin ja vallitsevaan latvuserrokseen. Näin otanta kohdistui niihin puihin, jotka eniten vaikuttavat koealan puuston tilavuuskasvuun (Mikola 1950).

Jos otokseen ei tullut vähintään 10 koepuuta, sitä täydennettiin valitsemalla koealalta joka n:s puu koe- puuksi. Koeapuusta mitattiin pituus, elävän latvuksen pituus ja kuolleen latvuksen pituus. Elävän latvuksen alaraja määritettiin yhtäjaksoisen elävän oksiston alkamis- kohdan mukaan. Kuolleen latvuksen alarajaa määritettäessä ei alle 5 mm paksuista oksaa tai oksantynkää laskettu kuuluvaksi kuolleen latvukseen (Nyyssönen 1983, Metsikkökokeiden maastotyöohjeet 1987).

Koeput kairattiin rinnankorkeudelta puun ytimeen

Taulukko 1. Tietoja tutkituista metsiköistä.
 Table 1. Information about the studied stands.

Met- sikkö Stand	Ala, ha Area, ha	Korkeus mpy, m Altitude, m	Kasvu- paikka Site type	Ikä, v Age, a	Tuholuokka Damage class	Hoitotoimenpiteet 1976–1986 Silvicultural measures 1976–1986
1	4,1	156	VT	44	1, 2, 3	harvennus (<i>thinning</i>) -83
2	16,2	200	MT, VT	42	2	harvennus (<i>thinning</i>) -79, lannoitus (<i>fert.</i>) -81
3	2,0	170	VT	48	2	
4	12,0	225	MT	43	1, 2	lannoitus (<i>fertilization</i>) -77
5	3,0	150	MT, VT	54	2	
6	10,0	205	MT	42	1, 2	harvennus (<i>thinning</i>) -80
7	4,0	210	MT, VT	46	1	harvennus (<i>thinning</i>) -82
8	0,7	145	MT, VT	37	2, 3	
9	2,6	225	MT, VT	40	1	lannoitus (<i>fertilization</i>)
10	8,8	145	MT, VT	47	1, 2	harvennus (<i>thinning</i>) -82

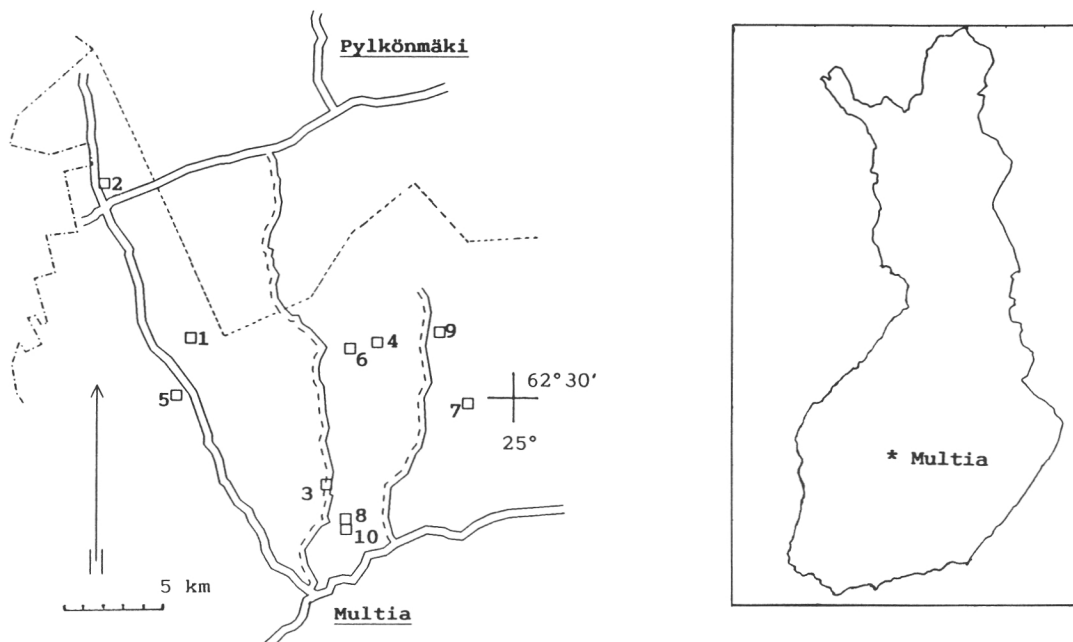
Kasvupaikkaluokat — Site types:

MT = mustikkatyyppi

VT = *Vaccinium* Type

VT = puolukkatyyppi

MT = *Myrtillus* Type



Kuva 1. Tutkittujen metsiköiden sijainti.
 Figure 1. Location of the studied stands.

asti koalan säteen suuntaisesti. Lastuista mitattiin 20 viimeisen vuoden sädekasvut. Keväällä 1988 koepuista mitattiin kasvukiikarilla viiden vuoden pituuskasvu ajanjaksolta 1982–86 tilavuuskasvun määrittämiseksi.

23. Puiden tautisuusluokitus

Koalan puiden tautisuus luokiteltiin arvioimalla latvusten kunto. Luokituksessa otettiin huomioon vain versosurman aiheuttama latvuksen supistuminen. Siten vallituissa latvuseroksissa tavallinen varjostuksen aiheuttama latvuksen pieneneminen ei vaikuttanut puun tautisuusluokitukseen.

Taulukko 2. Koealojen puustotunnusten tuholuokittaisia keskiarvoja eri metsätyypeillä sekä kuolleiden mäntyjen ja tautisuusluokkien 1 ja 2 puiden osuus runkoluvusta.

Table 2. Mean stand characteristics on sample plots of different damage class on different sites, and the proportion of dead pines and the proportion of trees belonging to disease classes 1 and 2.

Tuholuokka	Koealoja, kpl	Ikä, v	Runkotilavuus 1982, m ³ /ha	Runkoluku Kpl/ha	Kuolleita mäntyjä, %	Tautisuusluokkia 1 ja 2, %
Damage class	Number of sample plots	Age, a	Stem volume 1982, m ³ /ha	Number of trees/ha	Dead pines, %	Disease classes 1 and 2, %
MT						
1	10	43	164	811	1,5	91,7
2	20	44	127	899	8,8	71,7
3	2	37	121	1500	53,7	32,8
VT						
1	6	44	159	950	4,5	93,4
2	28	47	104	1030	11,8	58,6
3	6	42	118	1194	43,9	30,9

Tautisuusluokituksessa käytettiin seuraavaa asteikkoa:

- luokka 1: terve puu
 luokka 2: alle 20 % puun oksistosta kuollut versosurmaan, ylin latvus terve, enintään yksittäisiä latvanvaihtoja
 luokka 3: 20–59 % puun oksistosta kuollut versosurmaan, ylimmässä latvuksessa latvanvaihtoja; puu toipuu
 luokka 4: yli 60 % puun oksistosta kuollut versosurmaan, latvakasvain usein kuollut; puun toipuminen epätodennäköistä.
 luokka 5: versosurmaan kuollut puu
 luokka 6: tuhonaiheuttaja muu kuin versosurma

24. Koealojen tuholuokitus

Koealan tuholuokka määritettiin sairaiden ja kuolleiden puiden lukumäärän perusteella (taulukko 2):

- luokka 1: koealan männyistä alle 25 % kuului tautisuusluokkiin 3, 4 ja 5.
 luokka 2: 25–50 % koealan männyistä kuului tautisuusluokkiin 3, 4 ja 5.
 luokka 3: yli 50 % koealan männyistä kuului tautisuusluokkiin 3, 4 ja 5.

Täysin tai lähes täysin tuhoutuneita metsiköitä ei sisällynyt aineistoon, koska ne oli kaikki hakattu ennen tutkimuksen aloittamista. Eniten koealoja kuului tuholuokkaan 2 (taulukko 2).

Taulukko 3. Mäntyjen pituus, elävän latvuksen pituus, latvussuhde ja kuolleen latvuksen osuus koko latvuksen pituudesta tautisuusluokittain.

Table 3. Height, crown length, crown ratio and proportion of dead crown in the different disease classes.

Tautisuus- luokka	Pituus m	Elävän latvuk- sen pituus, m	Latvussuhde %	Kuollut latvus %
Damage class	Height m	Length of living crown, m	Crown ratio % of height	Dead crown % of height
1	17,2	8,2	47,5	37,2
2	17,3	7,2	41,7	46,2
3	16,3	5,5	33,5	56,5
4	12,9	3,5	27,1	62,3
5	12,1	0,0	0,0	100,0

25. Koealojen puustotunnuksia

Sairaspuustoisten koealojen puiden läpimitta ja pituus olivat pienempiä kuin tervepuustoisten. Versosurmaisten koealojen runkoluku oli korkeampi kuin terveiden (taulukko 2). Latvuksen pituus ja latvussuhde oli suurin terveillä puilla (taulukko 3). Terveiden puiden latvussuhde oli 47,5 %, mutta vakavasti sairaiden (tautisuusluokka 4) 27,1 %. Vastaavasti kuolleen latvuksen osuus koko latvuksen pituudesta oli pienin terveissä metsiköissä. Kaksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan vakavasti sairaiden ja terveiden puustojen latvustunnuksot erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,01$).

26. Aineiston käsittely

Puun sädekasvu mitattiin kairanlastusta lustomikroskoopilla. Aineistosta laskettiin koealan puiden tilavuuskas-

vu ja muita puustoa kuvaavia tunnuksia Metsäntutkimuslaitoksen koelan peruslaskentaohjelmistolla (KPL) (Heinonen 1981).

Tilavuuskasvuerot määritettiin metsätyypeittäin vertailemalla sairaspuustoisia koaloja tervepuustoisiin. Tilastollisissa testeissä käytettiin BMDP-ohjelmistoa (BMDP 1983). Tutkimuksessa käytetyt säätiedot otettiin Suomen Meteorologisesta Vuosikirjasta 1916–1984 ja Ilmatieteen laitoksen Kuukausikatsauksista (1981–1986).

Mäntyjen kasvua viiden vuoden aikana tarkasteltiin tuholuokittain ja vuosittaista sädekasvua tautisuusluokittain kokonaiskasvuna ja suhteellisena sädekasvuna. Suhteellinen sädekasvu laskettiin kolmessa vaiheessa.

Ensinnä määritettiin odotusarvokerroin (k):

$$k = \frac{A}{B}$$

A = tutkittavan tautisuusluokan puiden sädekasvun keskiarvo 1967–1976

B = terveiden puiden sädekasvun keskiarvo 1967–1976

Seuraavaksi laskettiin odotusarvo (E) sädekasvulle kusakin tautisuusluokassa.

$$E = k \times I_{terve}$$

missä I_{terve} = terveiden puiden sädekasvun keskiarvo tutkittavana ajanjaksona.

Suhteellinen sädekasvu (RI) laskettiin seuraavasti:

$$RI = \left(\frac{I_d}{E} \right) \times 100$$

missä I_d on tautisuusluokan sädekasvun keskiarvo tutkittavana ajanjaksona.

Suhteellista sädekasvua laskettaessa on siis otettu huomioon epidemiaa edeltäneet kasvuerot, eikä esimerkiksi puun asemasta johtuvaa kasvutappiota arvioida taudin aiheuttamaksi.

3. Tulokset

31. Sädekasvu ja pituuskasvu

Versosurmalla oli selvä vaikutus sairaiden puiden sädekasvuun vuodesta 1982 alkaen (kuva 2). Kasvu vähentyi joillakin koaloilla voimakkaasti vielä vuonna 1984. Tautisuusluokan 5 männyn kuolivat kasvukauden 1982 jälkeen. Vaikka terveiden puiden sädekasvu oli vuonna 1986 selvästi voimakkaampaa kuin edellisinä vuosina, tautisuusluokan 3 puiden kasvu ei ollut vielä elpynyt ja luokan 4 kasvu yhä heikkeni.

Tautisuusluokassa 3 sädekasvu oli 49,8 % ja tautisuusluokassa 4 43,8 % terveiden mäntyjen sädekasvusta (kuva 2). Suhteellinen sädekasvu pieneni hieman vähemmän kuin absoluuttinen (taulukko 4).

Terveet puut olivat kasvaneet sairaita paremmin suotuisina kasvukausina 1972–74 (kuva 2). Etenkin vallitsevan latvuserroksen terveimmät puut olivat kasvaneet tällöin aikaisempaa paremmin. Versosurmaepidemian aikana kuolleet puut olivat kasvaneet heikosti jo vuosina 1972–74. Viileinä kasvukausina 1977 ja 1978 puiden sädekasvu oli ollut vähäistä kaikissa tautisuusluokissa. Sairaiden puiden kasvu oli kuitenkin pienentynyt vähemmän kuin terveiden. Vuonna 1981 terveiden mäntyjen sädekasvu oli alimmillaan, minkä jälkeen terveet puut ovat paranta-

neet kasvuaan vuotta 1985 lukuunottamatta (kuva 2).

Pituuskasvu oli sitä vähäisempää mitä sairaampia puut olivat. Erot tautisuusluokkien välillä olivat erittäin merkitseviä paitsi terveiden ja lievästi sairaiden puiden välillä ($p = 0,032$). Vakavasti sairaiden puiden (tautisuusluokka 4) keskimääräinen pituuskasvu oli vuosina 1982–86 vain 49,9 % terveiden puiden pituuskasvusta. Vakavasti sairaisissa puustoissa mäntyjen pituuskasvu (1982–86) oli 25,5 % pienempi kuin terveissä ($p < 0,05$).

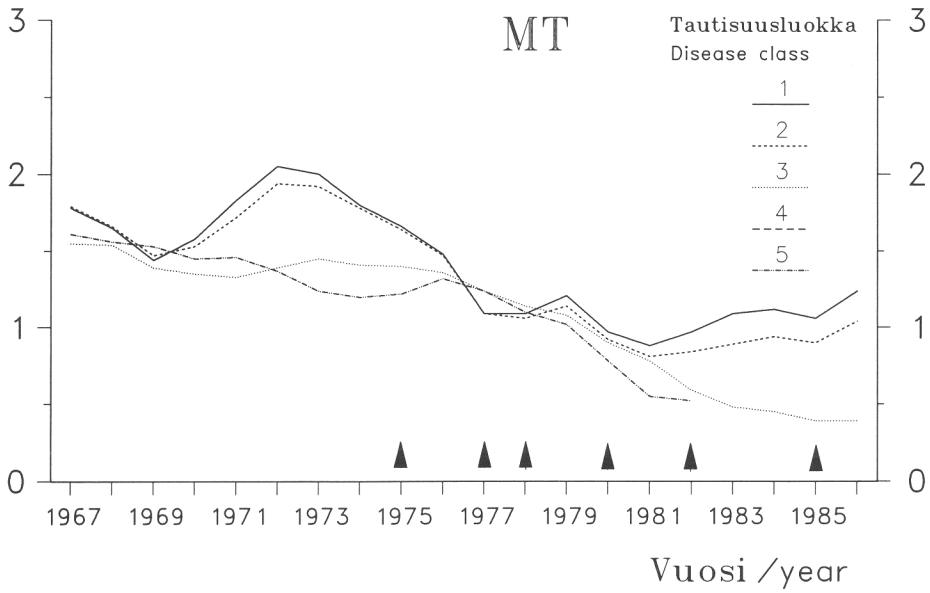
Puun elävän latvuksen pituus korreloi eniten

Taulukko 4. Suhteellinen sädekasvu (1982–86) eri tautisuusluokissa.

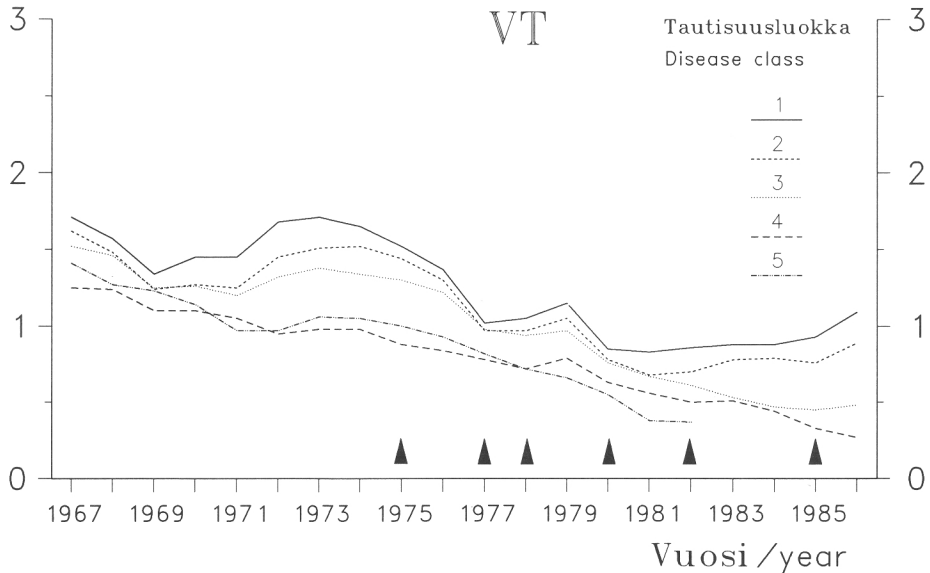
Table 4. The relative radial growth (1982–1986) on the different disease classes.

Tautisuusluokka Disease class	Suhteellinen sädekasvu, % Relative radial growth, %	
	MT	VT
1	100,0	100,0
2	85,4	92,5
3	51,0	63,6
4	—	66,2
5	0,0	0,0

Sädekasvu/mm
Radial increment/mm



Sädekasvu/mm
Radial increment/mm



Kuva 2. Mäntyjen sädekasvu mustikkatyypin (MT) ja puolukkatyypin (VT) koelohilla tautisuusluokittain. Versosurman esiintymisvuodet merkitty nuolilla. Mustikkatyypillä tautisuusluokka 4 käyrä puuttuu liian pienen koepuumäärän takia.

Figure 2. The radial increment of pines in different disease classes on sample plots of the *Myrtillus* (MT) and *Vaccinium* (VT) site types. *Scleroderris* canker occurred in years marked with arrows. Disease class 4 is lacking from the *Myrtillus* site type due to the low number of sample trees.

kasvujakson 1982–86 sädekasvun kanssa (korrelaatiokerroin 0,52, $p < 0,01$). Latvussuhteen ja puun sädekasvun välinen korrelaatiokerroin oli 0,49, ($p < 0,01$). Puun kuolleen oksiston latvusosuuden ja puun sädekasvun välinen korrelaatiokerroin oli $-0,43$ ($p < 0,01$).

32. Tilavuuskasvu

Vuosina 1982–86 keskimääräinen tilavuuskasvu oli tervepuustoisilla mustikkatyyppin koealoilla $6,86 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ ja puolukkatyyppin koealoilla $5,94 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ (taulukko 5). Tilavuuskasvu vaihteli $5,32$ – $8,17 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$. Metsätyyppien välinen kasvuero ei ollut tilastollisesti merkitsevää.

Tuholuokassa 2 tilavuuskasvu oli $3,12$ – $8,25 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$. Keskimäärin puusto kasvoi sairaissa metsiköissä mustikkatyyppillä $1,83 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ ja puolukkatyyppillä $0,98 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ vähemmän kuin terveissä metsiköissä. Puolukkatyyppillä mainittu kasvun vähentyminen ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää. Kasvutappiot olivat $26,8 \%$ (MT) ja $16,5 \%$ (VT) tervepuustoisten koealojen kasvusta.

Tuholuokassa 3 kasvutappio oli mustikkatyy-

Taulukko 5. Keskimääräinen tilavuuskasvu koealoilla eri tuholuokissa vuosina 1982–1986 ja 95 %:n luottamusvälit keskiarvoille.

Table 5. The mean volume increments on the sample plots in different damage classes during the period 1982–1986 and the 95 % confidence limits.

Koealan tuholuokka Damage class	Tilavuuskasvu, $\text{m}^3/\text{ha}/\text{v}$ Volume increment, $\text{m}^3/\text{ha}/\text{a}$	
	MT	VT
1	$6,86 \pm 0,57$	$5,94 \pm 0,86$
2	$5,02 \pm 0,61$	$4,96 \pm 0,54$
3	$2,39 \pm 0,73$	$4,14 \pm 1,51$

pin koealoilla $4,47 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ ($65,1 \%$) ja puolukkatyyppin koealoilla $1,80 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ ($30,3 \%$) terveen puuston kasvuun verrattuna. Metsätyyppit yhdistäen sairaiden puustojen (tuholuokka 2) tilavuuskasvutappio oli $21,9 \%$ ja vakavasti sairaiden (tuholuokka 3) $42,2 \%$.

Kasvutappiot olivat mustikkatyyppillä tilastollisesti erittäin merkitseviä ($p < 0,001$) ja puolukkatyyppillä melkein merkitseviä ($p < 0,05$). Tilavuuskasvu vaihteli vakavasti sairaissa metsiköissä (tuholuokka 3) välillä $1,31$ – $7,31 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$.

4. Tulosten tarkastelu

Voimakkaan surmakkatartunnan (latvussuhde 33% , sädekasvutappio 34 – 39%) vaikutus puiden sädekasvuun oli lähes sama kuin voimakkaan elävien oksien karsinnan (latvussuhde 25 – 31% , sädekasvutappio 37%) vaikutus Vuokilan (1960a, 1968) karsintakokeissa. Männyn alaoksia voi karsia Vuokilan (1968) mukaan 20% elävän latvuksen pituudesta kasvun pienemättä. Vastaava alaoksien kuoleminen versosurmaan vähensi kuitenkin mäntyjen sädekasvua tässä tutkimusaineistossa. Tähän saattavat olla syynä sellaiset surmakan puulle aiheuttamat vauriot, joita ei voinut ottaa huomioon tautisuusluokituksessa kuten pienet oksakorot ja yksittäisten oksien kuoleminen elävästä latvuksesta. Kaikkia näitä vaurioita ei enää havaittu, kun tutkimus tehtiin viisi vuotta epidemian jälkeen.

Versosurmatuhon voimakas riippuvuus pienilmastosta (Uotila 1988, Sairanen 1990) aiheuttaa kasvutappion yliarviota. Tuhoutunut metsikkö sijaitsee aina pienilmastollisesti epäedullisemmalla kasvupaikalla kuin samalla alueella terveenä säilynyt metsikkö, joten sairaan metsi-

kön vertailu terveeseen tuottaa aina tulokseksi versosurman ja epäedullisen pienilmaston yhteisesti aiheuttaman kasvutappion. Tutkimuksen ajoittumisesta johtuva tautisuuden luokitusvirhe vaikuttaa päinvastaisesti, joten saatu tulos lienee lähellä todellista versosurman aiheuttamaa kasvutappiota. Kasvutappioon sisältyvät myös ytimennävertäjien aiheuttamien seuraustuhojen vaikutus.

Vakavasti sairaiden puustojen suuri tilavuuskasvun vaihtelu johtui koealalla kasvaneista koi- vuista ja kuusista sekä koealojen tuholuokituksen määritelmästä. Kolmannes koealan männynistä saattoi olla terveitä valtapuita, koska tuholuokkaan 3 kuuluvalta koealalta edellytettiin vain, että yli 50% puista kuului tautisuusluokkiin 3, 4 ja 5.

Vakavasti sairaiden ja epidemian aikana kuolleiden puiden sädekasvu oli ollut terveiden puiden kasvua pienempi jo 1970-luvun alussa. Samansuuntaisen tuloksen saivat Aalto-Kallonen & Kurkela (1985) riukuasteen männikössä. Tuhoa edeltänyt heikko kasvu aiheutui toden-

näköisesti suurimmaksi osaksi siitä, että metsikön sisällä vallitut puut sairastuivat pahiten, mikä saattoi johtua varjostuksen altistavasta vaikutuksesta (Read 1968, Uotila 1988).

Mäntyjen sädekasvu reagoi sääoloihin Tiihosen (1985) Etelä-Pohjanmaalle ja Keski-Suomeen laatimien sädekasvuindeksien mukaisesti. Vallitun latvuskerroksen puut eivät reagoi kasvukauden edullisuuteen voimakkaasti (Mikola 1950), mikä näkyi myös tässä tutkimusaineistossa. Vallitussa latvuskerroksessa surmakka näytti iskeytyneen niihin puihin, joiden epäedullisten kasvukausien sädekasvu oli hyvä. Mäntyjen alttiuden ja kasvunopeuden yhteyttä olisi syytä tutkia lisää. Hyvä sädekasvu tai pituuskasvu (Uotila 1988) huonona kasvukautena voi merkitä heikkoa resistenssiä surmakkaa vastaan.

Vuokila (1968) havaitsi mäntyjä voimakkaasti karsittaessa paksuuskasvun heikkenevän pysyvästi. Versosurma vaikuttaa ilmeisesti samoin. Vaikka mänty toipuisikin tuhosta, se saattaa pituuskasvun vähenemisen vuoksi joutua varjostettuun asemaan. Sekä mäntyjen hidas toipuminen että sairaiden puiden alttius uudelle surmakkatartunnalle (Read 1968) korostavat sairaiden puiden poiston merkitystä harvennushakkuissa.

Tässä tutkimuksessa paksuuskasvu mitattiin rinnankorkeudelta eikä versosurman mahdollista vaikutusta runkomuotoon tutkittu. Rungon yläosassa kasvu voi muuttua eri tavalla kuin rinnankorkeudella (Vuokila 1960b). Terveiden puiden kasvu lisääntyi samoin kuin jäävien puiden kasvu harvennushakkuun jälkeen. Harvennushakkuun seurauksena ei synny merkittävää tilavuuskasvutappiota, jos jäävä puusto on riittävä (Vuokila 1981). Tuhoalueella myös toipuvissa puissa on yleensä lieviä vioituksia, minkä takia versosurma vähentää kasvua enemmän kuin kuolevan puuston poistoa vastaava harvennushakkuu.

Versosurmatuhot vähensivät männiköiden kasvua niin paljon, että alueilla, missä tuhoja on runsaasti, taudilla voi olla merkitystä hakkuusuunnitteiden ja metsäverotuksen kannalta. Kasvutappio oli kuitenkin pienempi kuin kuolleiden puiden osuuden perusteella olisi voinut olettaa. Kun sairaita, kuolevia tai kuolleita puita oli 68,6 % kasvutappio oli 42,2 %. Tulos merkitsee sitä, ettei pahastikaan vioittunutta puustoa kannata uudistaa ennenkuin toipumiskykyisen puuston pohjapinta-ala tai runkoluku on selvästi alle jaatuottoisuusrajan.

Kirjallisuus

- Aalto-Kallonen, T. & Kurkela, T. 1985. Gremmeniella disease and site factors affecting the condition and growth of Scots pine. Seloste: Versosyöpätauti ja ympäristö männyn kuntoon ja kasvuun vaikuttavina tekijöinä. Communications Instituti Forestalis Fenniae 126. 28 s.
- BMDP Statistical Software 1983. University of California Press. 773 s.
- Heinonen, J. 1981. Koalojen peruslaskenta. Metsäntutkimuslaitos, matemaattinen osasto. Moniste. 38 s.
- Kurkela, T. 1981. Versosyöpiä riukuasteen männikössä. Folia Forestalia 485. 12 s.
- & Norokorpi, Y. 1979. Pathogenicity of *Scleroderria lagerbergii*, *Lachnellula pini* and *L. flavovirens* and their cankers on Scots pine. Seloste: *Scleroderria lagerbergii*, *Lachnellula pini* ja *L. flavovirens* -sienten patogeenisuus sekä niiden aiheuttamat korot männyn taimissa. Communications Instituti Forestalis Fenniae 97(1). 15 s.
- Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Ilmatieteen laitos. Metsikkökokeiden maastotyöohjeet 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 257. 237 s.
- Mikola, P. 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. Summary: On variations in tree growth and their significance on growth studies. Communications Instituti Forestalis Fenniae 38(5). 125 s.
- Nevalainen, S. & Yli-Kojola, H. 1990. The occurrence of abiotic and biotic damage and its relation to defoliation (needle loss) of conifers in Finland (1985–1988). Teoksessa: Acidification in Finland. Toim. Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. Springer Verlag, Berliini. S. 561–582.
- Nyysönen, A. 1983. Metsän arvioiminen. Tapion taskukirja, 19. s. 302–342.
- Read, D. J. 1968. Some aspects of the relationship between shade and fungal pathogenicity in an epidemic disease of pines. *New Phytologist* 67: 39–48.
- Sairanen, A. 1990. Site characteristics of Scots pine stands infected by *Gremmeniella abietina* in Central Finland. 1. Mineral soil sites. Seloste: Versosyöpäisten männiköitten kasvupaikkaominaisuudet Keski-Suomessa. 1. Kivennäismaat. *Acta Forestalia Fennica* 216. 27 s.
- Suomen Meteorologinen Vuosikirja. Ilmatieteen laitos.
- Tiihonen, P. 1985. Kasvun vaihtelu Keski-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan piirimetsälautakunnissa valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineiston perusteella. Summary: Growth variation in the Forestry Board Districts of Keski-Suomi and Etelä-Pohjanmaa according to the 7th National Forest Inventory. *Folia Forestalia* 615. 8 s.
- Uotila, A. 1988. Ilmastotekijöiden vaikutus männynversosyöpätuhoihin. Summary: The effect of climatic

- factors on the occurrence of Scleroderris canker. *Folia Forestalia* 721. 23 s.
- Vuokila, Y. 1960a. Elävien oksien karsimisen vaikutuksesta männyn kasvuun. Summary: The effect of green pruning on the growth of Scots pine. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 52(5). 61 s.
- 1960b. Männyn kasvusta ja sen vaihtelusta harvennusta käsitellyissä ja luonnontilaisissa metsiköissä. Summary: On growth and its variations in thinned and unthinned Scots pine stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 52(7). 38 s.
- 1968. Karsiminen ja kasvu. Summary: Pruning and increment. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 66(5). 61 s.
- 1981. Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen. Summary: The growth of young pine stands to the first commercial thinning. *Folia Forestalia* 468. 13 s.

Total of 19 references

Summary

Effect of Scleroderris canker on the growth of middle-aged Scots pine stands

During the years 1975–1988 *Gremmeniella abietina* caused wide spread damage in Scots pine stands in Finland. It is important to know the effect of the disease on growth when estimating the importance of the disease in practical forestry. The aim of the present study was to investigate the decrease in growth caused by *Gremmeniella* infection in middle-aged Scots pine stands.

The material was obtained from ten pine stands growing at Multia, Central Finland. The age of the stands was 37–54 years in 1987.

The stands were assessed using line plot survey, at least five circular plots being measured in each stand. The plots were located on two forest site types. The variables measured were diameter at breast height, height and living crown length. The trees used for radial and height increment measurements were sampled using an angle gauge.

All the trees on the sample plots were classified to five disease classes, and the damage class of the plot calculated from this data to give three classes: healthy, slightly damaged and severely damaged.

G. abietina infections had clearly decreased the radial growth since 1982. The radial increment of the healthy trees showed an increase in 1986. The height increment

had also decreased in infected trees. The radial increment was correlated with living crown length.

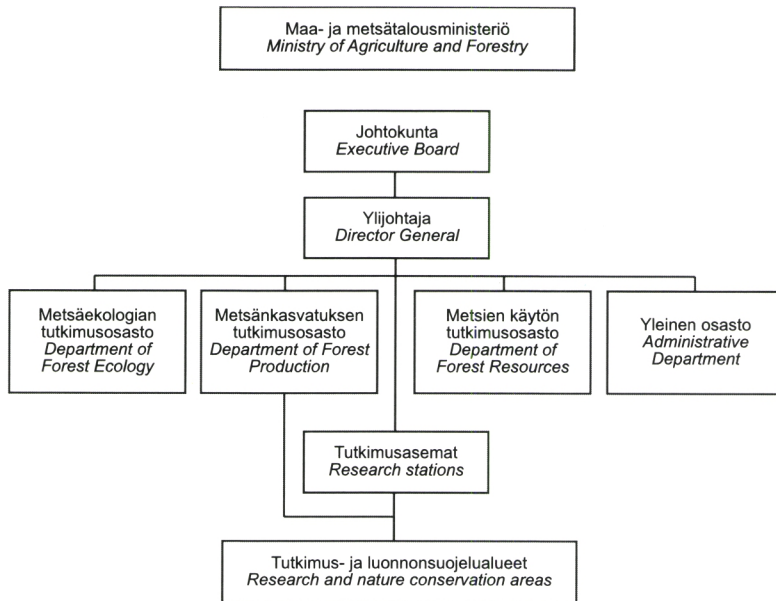
The average volume increment (1982–1986) on healthy plots of the *Myrtillus* type was 6.86 m³/ha/a and 5.94 m³/ha/a on the *Vaccinium* type. The volume increment on slightly damaged plots decreased by 26.8 % on the *Myrtillus* site type and by 16.5 % on the *Vaccinium* site type.

Severe infection decreased the volume increment by 65.1 % on the *Myrtillus* site type and 30.3 % on the *Vaccinium* site type.

The losses in radial increment of severely diseased trees were close to the losses caused by strong pruning of the living branches in earlier studies. Death of the lower branches causing 20 % shortening in living crown in this material also caused losses in radial increment, as opposed to that for pruning these branches in earlier studies. This is probably caused by infections in upper crown that could no longer be observed in the crown five years after an epidemic.

It is not profitable to regenerate a diseased stand unless the basal area of the recovering trees is clearly below the underproductive level.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS — *THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*



Metsäntutkimuslaitos — *The Finnish Forest Research Institute*

Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki, Finland

tel. +358-0-857 051, fax +358-0-625 308, telex 121298 metla sf

Ylijohtaja — *Director General*

Eljas Pohtila

Hallintojohtaja — *Administrative Director*

Tero Oksa

Tiedotuspäällikkö — *Head of Information*

Marja Ruutu

Metsäekologian tutkimusosasto — *Department of Forest Ecology*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Eero Paavilainen

Metsänkasvatuksen tutkimusosasto — *Department of Forest Production*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Jari Parviainen

Metsien käytön tutkimusosasto — *Department of Forest Resources*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Risto Seppälä (Aarne Reunala)

Tutkimusasemat — *Research Stations*

Joensuu

Parkano

Kannus

Punkaharju

Kolari

Rovaniemi

Muhos

Suonenjoki



- No 778 Kaunisto, Seppo: Maa-analyysin käyttö kasvupaikan ravinnetilan arvioimiseksi eräillä Alkkian metsitetyillä suopelloilla.
Soil analysis as a means of determining the nutrient regime on some afforested peatland fields at Alkkia.
- No 779 Eeronheimo, Olli: Suometsien puunkorjuu.
Forest harvesting on peatlands.
- No 780 Hytönen, Jyrki & Silfverberg, Klaus: Kuivatustehon vaikutus turvemaan lämpöoloihin.
Effect of drainage on thermal conditions in peat soils.
- No 781 Hökkä, Hannu, Piironen, Marja-Leena & Penttilä, Timo: Läpimittajakau-
man ennustaminen Weibull-jakaumalla Pohjois-Suomen mänty- ja koivu-
valtaisissa ojitusaluemetsiköissä.
The estimation of basal area-dbh distribution using the Weibull-function for
drained pine- and birch dominated and mixed peatland stands in north
Finland.
- No 782 Niemistö, Pentti. Hieskoivikoiden kasvatustiheys ja harvennusmallit
Pohjois-Suomen turvemailla. Growing density and thinning models for
Betula pubescens stands on peatlands in northern Finland.
- 1992
- No 783 Riihinen, Arto & Uotila, Antti: Versosurman vaikutus varttuneiden
männiköiden kasvuun.
Effect of Scleroderma canker on the growth of middle-aged Scots pine
stands.
- No 784 Siekkinen, Virpi & Pajuoja, Heikki: Suomen piensahat 1990.
Small sawmills in Finland, 1990.
- No 785 Kinnunen, Kaarlo: Kylvöalustan, ajankohdan ja menetelmän vaikutus
männyn kylvön onnistumiseen.
Effect of substratum, date and method on the post-sowing survival of
Scots pine.