

# FOLIA FORESTALIA 470

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

---

---

ANNA-MAIJA HALLAKSELA  
JA SEPPÖ NEVALAINEN

---

JUURIKÄÄVÄN TORJUNTA  
UREALLA KUUSEN KANNOISSA

---

CONTROL OF ROOT ROT FUNGUS  
(*HETEROBASIDION ANNOSUM*)  
BY TREATING NORWAY SPRUCE  
STUMPS WITH UREA

---



METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
*THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*

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

Puhelin: (90) 661 401  
*Phone:*

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

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja neljä 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 four strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.*

FOLIA FORESTALIA 470

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Anna-Maija Hallaksela ja Seppo Nevalainen

JUURIKÄÄVÄN TORJUNTA UREALLA KUUSENKANNOISSA

Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*)  
by treating Norway spruce stumps with urea

ODC 443.3:414.1:172.8 *Heterobasidion annosum*  
ISBN 951-40-0515-5  
ISSN 0015-5543

HALLAKSELA, A-M. & NEVALAINEN, S. 1981. Juurikäävän torjunta urealla kuusenkannoissa. Abstract: Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea. *Folia For.* 470:1—10.

Vastakaadettujen kuusten kantoja käsiteltiin Etelä-Suomessa urean 20 %-lla vesiliuoksella juurikäävän torjumiseksi. Aineisto käsitti 785 kantoa neljällä avo- ja neljällä harvennushakkuukoelalla. Kannoista sahattiin näytekiekot sekä ennen käsittelyä että kahden vuoden kuluttua käsittelystä.

Käsittelyhetkellä terveistä kannoista oli kahden vuoden aikana infektoitunut avohakkuukoaloilla kontrolloista 32 % ja ureakannoista 4,8 %. Harvennushakkuualoilla vastaavat luvut olivat 19,7 % ja 9,7 %. Ureakäsittelyn juurikäävää vähentävä vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä avohakkuukoaloilla. Harvennushakkuualoilla ureakäsittelyllä ei ollut tilastollisesti merkittävää vaikutusta. Muutamasta käsittelyhetkellä juurikäävän infektoimiksi todetusta kannosta ei sientä tavattu kahden vuoden kuluttua.

---

The stumps of freshly-felled Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) were treated with an aqueous solution of urea (20 %) in southern Finland on order to control root rot fungus (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). The material consisted of a total of 785 stumps in four clear-cut and four thinning sample plots. Sample discs were sawn from the stumps both before treatment and two years after it. Out of the stumps which were infection-free at the time of the treatment, 32 % of the control stumps in the clear-cutting areas had become infected within two years, and 4,8 % of those treated with urea. The corresponding values for the thinning areas were 19,7 % and 9,7 %. The effect of urea treatment in controlling root rot was statistically significant in the clear-cut sample areas, but not on the thinning areas. A few of the stumps which were found to be infected at the time when the urea treatment was carried out, were no longer infected with root rot fungus after two years.

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	5
21. Koealojen perustaminen .....	5
22. Näytekiekkojen otto .....	5
23. Juurikäävän määrittäminen .....	5
24. Juurinäytteiden otto .....	5
25. Tulosten laskenta .....	6
3. TULOKSET .....	6
31. Juurikäävän esiintyminen koealoilla kokeen alussa ja lopussa .....	6
32. Terveiden kantojen infektoituminen .....	7
33. Infektoituneissa kannoissa tapahtuneet muutokset .....	7
4. TULOSTEN TARKASTELU .....	8
KIRJALLISUUS .....	9

## 1. JOHDANTO

Juurikäpää, *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. on yleismaailmallisesti esiintyvä puuvartisten kasvien tuhosieni. Juurikäpää leviää kanta- ja kuromaitiöiden sekä rihmaston avulla. Itiöemät syntyvät lahojen puiden ja kantojen tyvillä karikkeen ja sammalkerroksen suojassa tai kaatuneiden runkojen ja juurten alapinnoilla. Ne tuottavat kantaitiöitä Suomessa pääasiassa toukokuun lopusta lokakuun loppuun (Kalli o 1970). Kantaitiöt saastuttavat ilmaitse kantojen tuoreita kaatopintoja ja tuoreita korjuuvaurioita. Juuriyhteyksien ja juurten kosketuskohtien kautta sieni leviää rihmaston välityksellä terveisiin puihin (Rishbeth 1948, 1950, Kalli o 1965). Kuromaitiöitä voi Suomessa syntyä esim. hakkuutähteiden peittämissä, tuoreissa kuusenkantojen kaatopinnoissa (Kalli o 1971 b). Kuromien merkitys sienien leviämässä lienee kuitenkin vähäinen (Rishbeth 1951). Tosin on mahdollista, että hyönteiset levittävät niitä (Nuorteva ja Laine 1968, 1972).

Juurikäpää voidaan torjua metsänhoidollisin, biologisin tai kemiallisin menetelmin. Kaksi jälkimmäistä torjuntatapaa perustuvat yleensä kantojen kaatopintojen käsittelyyn siten, etteivät sienien kantaitiöt pysty niitä saastuttamaan. Ihanteellinen kemikaali kaatopintojen käsittelyyn olisi halpa, helposti levitettävä, myöhästyneessä tai puutteellisessakin käsittelyssä tehoava aine (Phillips ja Greig 1970). Kemikaali ei saisi myöskään säilyä pitkään saprofyttisille sienille myrkyllisenä, so. estää kantojen hajoamista, tällöinhän kantojen tyvellä tai juurissa oleva juurikäpäinfektio säilyisi pitkään saastutuslähteenä (Rishbeth 1959 a,b). Torjunnassa on käytetty hyvin monia aineita, mm. kreosoottiöljyä, natriumnitriittiä, booriyhdisteitä, ureaa, sinkkikloridia, ammoniumsulfamaattia, natriumoktaboraattia sekä erilaisia puunsuojasaineita.

Kreosoottiöljyn haittapuolena on pidetty sitä, että se estää kantojen hajoamista (Rishbeth 1959 a). Sen laadun vaihtelu on aiheuttanut huonoja torjuntatulok-

sia (Yde - Andersen 1963). Natriumnitriitti imeytyy hyvin kantoihin ja on todettu tehokkaaksi torjunta-aineeksi. Kemikaalin haittana on suuri myrkyllisyys ihmisille ja luonnolle (Greig ja Burdekin 1970). Booriyhdisteitä on suositeltu torjuntaan torjuntatehonsa, halpuutensa, helppokäyttöisyytensä ja myrkyttömyytensä vuoksi (Driver 1963 a, b). Kuitenkin booriyhdisteet imeytyvät puuhun heikosti ja huuhtoutuvat helposti kannoilta. Jauhemaisten booraksin levittäminen tasaisesti kaatopinnalle on vaikeaa (Fago 1969). Sinkkikloridi on todettu lupaavaksi torjunta-aineeksi Kanadassa (Morrison 1977). Suomessa on tutkittu kreosootin, lyijyvalkoisen maalin ja Ventti-nimisen lahonsuoja-aineen käyttöä kantojen kaatopintojen suojaamiseen (Kalli o 1965). Ventti osoittautui näissä kokeissa parhaaksi torjunta-aineeksi.

Urean (hiilihapon diamidin) käyttöä juurikäävän torjuntaan lienee ensimmäisenä tutkinut Rishbeth (1959 b). Sen hajoessa kannoissa syntyy monille sienille myrkyllistä ammoniakkia ja samalla puusulokoa kuolee. Urea sinänsä ei ole sienille kovin myrkyllistä. Esim. *Trichoderma viride* Pers. ex. S.F. Gray aggr. ja *Penicillium* spp. itivät mallasagarilla vielä ureakonsentraation ollessa 4 % (Rishbeth 1959 b). Ammoniakin aiheuttama myrkyllisyys pitää kantasienet poissa kantojen kaatopinnoista ainakin vuoden ajan. Kantoihin ureakäsittelyssä tulevan typen lisä suosii *T. viride*, *Penicillium* ja *Ophionectria cylindrospora* (Sollm.) Berl. & Vogl. -sieniä (Rishbeth 1959 b). Niitä sieniä, joita Rishbeth katsoo urean suosivan, ei pidetä tehokkaina juurikäävän torjunnassa (vrt. Hallak-sela 1978). Rishbethin em. tutkimuksen mukaan urea hidastaa juurikäävän tehokkaan kilpailijan harmaaorvakka (*Phlebia gigantea* (Fr.) Donk) -nimisen kantasienen kasvua. Berry ja Bretz (1964) mainitsevat ureakäsittelyn lisänneen *P. gigantea* -sienen kasvua.

Urean etuna torjunta-aineena voidaan pitää sitä, että se ei lopullisesti estä kantasie-

nien pääsyä kantoihin. Tästä syystä urealla käsitellyt kannot eivät hajoa hitaammin kuin käsittelemättömät. Torjuntavaikutuksen kesto juurikäypää vastaan riippuneista sienilajeista, jotka kannoissa pääsevät käsittelyn jälkeen valtaan (R i s h b e t h 1959 b). Urean haittapuolena on heikko puuainekseen tunkeutumiskyky (G i n n s ja D r i v e r 1969). Englannissa Forestry Comission suosittelee ureaa tuoreiden havupuun kantojen käsittelyyn. Suosituksen mukaan käsitteley tehdään 20-prosenttisella vesi-

liuoksella (Stump protection... 1976).

Nyt esiteltävän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voidaanko juurikäävän luon- taista ilmaitse tapahtuvaa leviämistä kuusen kantojen kaatopintoihin torjua käsittelemällä kaatopinnat heti kaadon jälkeen urealla.

Tekijöistä H a l l a k s e l a suunnitteli ja perusti kokeen ja N e v a l a i n e n otti näytteet ja laski tulokset. Käsikirjoitus on tekijöiden yhteistyötä.

## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 21. Koalojen perustaminen

Tutkimusmetsiköt sijaitsivat Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueilla Lapinjärvellä ja Solbölessä (Bromarv). Aineistona oli kaikkiaan 785 kuusenkantoa neljällä avohakkuu- ja neljällä harvennushakkuukoelalla. Koalat olivat kahta lukuunottamatta MT-tyyppin kuusikoita. Avohakkuukoalojen puiden keski-ikä oli n. 75 v. ja harvennushakkuukoalojen n. 50 v.

Koe perustettiin syksyllä 1977. Puut kaadettiin puolen metrin korkuiseen kantoon Lapinjärvellä 8.—10.8. ja Solbölessä 29.8.—1.9. Mahdollisen moottorisahan aiheuttaman juurikäävän kannosta toiseen tapahtuvan leviämisen estämiseksi sahan terä ja laippa pyyhittiin etanolilla sahausten välillä. Kannot numeroitiin ja jaettiin kahteen ryhmään, joille arvottiin käsittelyt: urea tai kontrolli. Urealla käsiteltiin keskimäärin 50 kantoa koelaa kohti (yhteensä 404 kantoa), kontrolliksi jätettiin keskimäärin 48 kantoa koelalle (yhteensä 381 kantoa).

Ureäkäsittely tehtiin 20 %:lla vesiliuoksella. Liuos valmistettiin sekoittamalla 200 g urearakeita (46,2 %N) vesiliitraan ja ravistelemalla voimakkaasti usean minuutin ajan. Liuokseen lisättiin karamelliväriä n. 5 g/4 l käsiteltyn kantojen tunnistamiseksi. Urealiuosta annosteltiin Ultra-Matic automaattiruiskulla kantoihin kaatopinnan peittävä annos, erityisesti huomioiden halkeamat ja epätasaisuudet.

### 22. Näytekiekkujen otto

Ennen kantojen käsittelyä sahattiin jokaisesta kannosta n. 3 cm:n vahvuinen näytekiekko juurikäävän esiintymisen toteamiseksi.

Kahden vuoden kuluttua kokeen perustamisesta (v. 1979) otettiin kannoista uusia näytteitä. Näytteenotto tapahtui Solbölessä 24.7.—6.8. ja Lapinjärvellä 21.6.—29.8. Ensin sahattiin kannon pinnasta pois n. 5 cm vahvuinen kiekko. Varsinaiset näytekiekot sahattiin heti tämän kiekon alapuolelta (yläkiekko) sekä juurenniskan korkeudelta (aläkiekko). Sahausten välillä moottorisahan terälaippa upotettiin etanoliiin. Heti sahaamisen jälkeen kiekot kuorittiin etanolilla sivellyl- lä puukolla ja suljettiin muovipusseihin. Viimeistään

sahausta seuraavana päivänä kiekot kuljetettiin laboratorioon Helsinkiin.

### 23. Juurikäävän määrittäminen

Sekä 1977 että 1979 juurikäypä tunnistettiin näytekiekoista stereomikroskoopilla kuroma-asteensa, *Spiniger meinekellus* (Olson) Stalpers (syn. *Oedocephalum lineatum* Bakshi) perusteella. Ennen tunnistamista kiekkoja säilytettiin laboratorioissa muovipusseissa n. 10 vrk. Tänä aikana sieni kasvaa verraten luotettavasti tunnistettavat kuromankannattimet (B r e f e l d 1889, R i s h b e t h 1950). Kiekot, joita ei heti voitu ottaa tutkittaviksi, säilytettiin 0°C:ssa. Sellaiset kiekot, joista juurikäypä tavattiin terveen näköisessä puussa vain muutamana yksittäisenä pisteenä, katsottiin kontaminoituneeksi näytteenottovaiheessa, eikä niitä otettu huomioon tuloksia laskettaessa.

### 24. Juurinäytteiden otto

Yhdellä koelalla nostettiin yhteensä 43 kantoa traktorikaivurilla. Nostetuista kannoista otettiin n. 25 cm:n mittainen näytepala keskimäärin viidestä juuresta kantoa kohden. Näytepalat harjattiin teräsharjalla puhtaiksi maasta ja pyyhittiin etanolilla. Ennen kutakin sahausta moottorisahan terä steriloiitiin kuten edellä.

Laboratoriossa palat pyyhittiin uudelleen etanolilla, katkaistiin kahtia ja halkaistiin. Pätkiä pidettiin muovipusseissa 10 vrk ja juurikäypä määritettiin niistä kuromankannattimien perusteella.

Juurinäytteiden mukainen juurikäävän määrä oli vain noin kolmannes näytekiekkujen perusteella saadusta määrästä (vain viisi kantoa todettiin juurinäytteiden perusteella infektoituneeksi). Syynä tähän pidetään etenkin juurinäytteiden vähäistä määrää kantoa kohden. Tämä aiheutui pääasiassa kaivurin karkeasta työstä. Lahoja kantoja hajosi ja lahoja juuria katkeili jo nostettaessa. Sitäpaitsi juurinäytteisiin on voinut jäädä sen verran maata, että juurikäävälle antagonistiset maasienet (ks. H y p p e l 1968) ovat saattaneet estää sen kasvun laboratorioissa.

## 25. Tulosten laskenta

Laskennassa kiinnitettiin huomiota juurikäävän määrän mahdolliseen lisääntymiseen eri käsittelyissä tutkimusjakson aikana. Lisäksi tarkasteltiin erikseen sekä käsittelyhetkellä terveitä että juurikäävän infektoimia kantoja.

Tilastolliset vertailut tehtiin t-testin avulla. Koesarjojen arvot poikkesivat kuitenkin useimmiten toisistaan merkitsevästi, joten testin tulokset ovat vain likimääräisiä. Urean vaikutusta terveiden kantojen infektoitumiseen tarkasteltiin lisäksi varianssianalyysin avulla (neliöjuuri — arcsin-muunnos).

## 3. TULOKSET

### 31. Juurikäävän esiintyminen koealoilla kokeen alussa ja lopussa

Kokeen alussa 1977 juurikäävää esiintyi keskimäärin 31,8 %:ssa avohakkuualojen kannoista, harvennushakkuukoaloilla vastaava luku oli 12,1 %. Tutkimuksen aikana juurikäävän määrä lisääntyi vähemmän urealla käsitellyissä kuin kontrollikannoissa (taulukko 1). Avohakkuualojen ureakannoissa ei sienien määrä lisääntynyt (taulukko 1). Erällä koealalla tapahtui jopa vähene-

mistä. Erityisesti avohakkuualoilla juurikäävän infektoimien kantojen määrä vaihteli paljon paikkakunnittain. Juurikäävän määrän muutokset koostuvat siis sekä sienien määrän lisääntymisestä terveissä kannoissa että sen vähenemisestä jo käsittelyhetkellä infektoituneista kannoista. Ureakäsittelyn vaikutusta ei voitu osoittaa merkitseväksi t-testillä (vapausasteiden vähäisyys). Juurikäävän määrän muutoksia avo- ja harvennushakkuukoaloilla on havainnollistettu kuvassa 1.

Taulukko 1. Juurikäävän infektoimien kantojen määrä (%) kokeen alussa ja lopussa (1977 ja 1979) sekä prosenttiosuuksien muutokset. Merkinnät: L = Lapinjärvi, S = Solböle, A = avohakkuu, H = harvennushakkuu.

Table 1. Proportion of spruce stumps infected with root rot fungus at start (1977) and end (1979) of experiment, and change in percentage units. Abbreviations: L = Lapinjärvi, S = Solböle, A = clear-cutting, H = thinning.

Koeala Sample plot	Juurikäävän saastuttamia kantoja, % Proportion of stumps infected, %					
	Kontrolli Control		Urea		Muutos Change	
	1977	1979	1977	1979	Kontrolli Control	Urea
LA 1 (Lapinjärvi)	62,5	66,7	53,1	54,7	4,2	1,6
LA 2 (Lapinjärvi)	56,2	66,7	42,9	40,8	10,5	-2,1
SA 1 (Solböle)	16,0	50,0	6,0	6,0	34,0	0,0
SA 2 (Solböle)	7,3	24,4	10,4	10,4	17,1	0,0
LH 1 (Lapinjärvi)	6,0	12,0	17,0	21,3	6,0	4,3
LH 2 (Lapinjärvi)	10,2	14,3	12,5	18,8	4,1	6,3
SH 1 (Solböle)	4,3	7,0	14,3	22,5	2,7	8,2
SH 2 (Solböle)	20,8	60,4	12,2	18,4	39,6	6,2
$\bar{x}$ Avohakkuu Clear-cutting	35,5	51,9	28,1	28,0	16,4	0,1
$\bar{x}$ Harvennushakkuu Thinning	10,3	23,4	14,0	20,2	13,1	6,2
$\bar{x}$ Kaikki Total	22,9	37,6	21,0	24,1	14,8	3,1
Infektoituneita kantoja Number of infected stumps	88	149	90	102	61	12

T-arvot — T-values

Käsittelyt avohakkuualoilla — Treatments in clear-cut areas  $t = 2,55^\circ$  (df 3)

Käsittelyt harvennushakkuualoilla — Treatments in thinned areas  $t = 0,78$  (df 3)

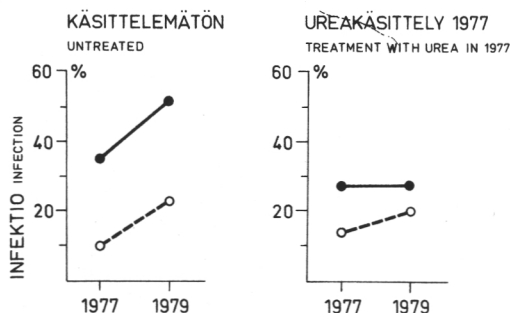


### 32. Terveiden kantojen infektoituminen

Käsittelyhetkellä terveistä kontrollikannoista infektoitui kahdessa vuodessa 25,8 % ja urealla käsitellyistä kannoista 7,2 %. Avohakkuukoaloilla kontrollikantojen infektiio oli suurempi ja ureakantojen pienempi kuin harvennushakkuukoaloilla (taulukko 2). Ureakäsittelyn juurikäypää vähentävä vaikutus oli sekä t-testin että varianssianalyysin mukaan tilastollisesti merkitsevä avohakkuukoaloilla. Harvennushakkuukoaloilla ureakäsittelyllä ei ollut tilastollisesti merkittävää vaikutusta. Tulokset on saatu laske-malla kanto juurikäyvän infektoimaksi, jos sieni tavattiin jommasta kummasta näytekiekosta. Kantojen yläosasta otetuista näytekiekoista (yläkiekot) eristettiin sieni 47:stä kannosta ja juurenniskan korkeudelta otetuista alakiekoista 65:stä kannosta. Ureakannoissa vastaavat luvut olivat 14 (yläkiekot) ja 18 (alatiekot).

### 33. Infektoituneissa kannoissa tapahtuneet muutokset

Juurikäypää ei v. 1979 tavattu kaikista niistä kannoista, joista se saatiin esille v. 1977. Tällaisia kantoja oli kontrollikannoista 9 kpl ja ureakannoista 10 kpl (10,4 ja 11,1 % v. 1977 infektoituneista kannoista). Lukujen pienuuden takia tilastollista testausta ei suoritettu. Sekä kontrolli- että ureakannoista saatiin sieni yläkiekoista 74:stä kannosta ja alakiekoista 77:stä kannosta.



Kuva 1. Juurikäyvän määrän muutokset 1977—79 avohakkuu- (o—o) ja harvennushakkuukoaloilla (o-----o).

Figure 1. Changes (1977—79) in number of stumps infected with root rot in clear-cut areas (o—o) and thinned areas (o-----o).

Taulukko 2. Terveiden kantojen infektoituminen juurikäävällä kahdessa vuodessa. Koealojen selitykset kuten taulukossa 1, s.

Table 2. Infection of healthy stumps by root rot fungus during two-year period. See Table 1 for abbreviations.

Koeala Sample plot	Terveiden kantojen juurikäypä-infektio % Infection of frish stumps by root rot fungus, (%)	
	Kontrolli Control	Urea
LA 1 (Lapinjärvi)	33,3	10,0
LA 2 (Lapinjärvi)	33,3	7,1
SA 1 (Solböle)	40,4	2,1
SA 2 (Solböle)	21,0	0,0
LH 1 (Lapinjärvi)	6,4	10,2
LH 2 (Lapinjärvi)	6,8	11,9
SH 1 (Solböle)	15,5	9,5
SH 2 (Solböle)	50,0	7,0
$\bar{x}$ Avohakkuu Clear-cutting	32,0	4,8
$\bar{x}$ Harvennushakkuu Thinning	19,7	9,7
$\bar{x}$ Kaikki Total	25,8	7,2
Infektoituneita kantoja Number of infected stumps	70	22

#### T-arvot — t-values:

Käsittelyt avohakkuukoaloilla  
Treatments in clear-cut areas  $t = 5,874^{**}$  (df 5)

Käsittelyt harvennushakkuukoaloilla  
Treatments in thinned areas  $t = 0,964$  (df 5)

Varianssianalyysi (neliöjuuri — arcsin-muunnos)  
Variance analysis (square root — arcsin-transformation):

Käsittelyt avohakkuukoaloilla  
Treatments in clear-cut areas  $F = 22,63^{**}$  (df = 1, 6)

Käsittelyt harvennushakkuukoaloilla  
Treatments in thinned areas  $F = 0,82$  (df = 1, 6)

#### 4. TULOSTEN TARKASTELU

Tässä työssä ureakäsittelyn vaikutus oli erilainen avo- ja harvennushakkuukoaloilla. Ureakäsittelyn huonon tehon syistä harvennushakkuukoaloilla voidaan esittää vain olettamuksia. Harvennushakkuualueilla luontainen juurikäypäinfektio (kontrollikantojen infektio) oli yleensä pienempi kuin avohakkuualueilla. Harvennusmetsäkoissa paikallinen itiösäde riippuu mm. metsän sisäisistä ilmapirtauksista (vrt. K a l l i o 1970), ja tämä seikka saattaa osittain selittää näiden alojen pienemmät infektioluvut. Poikkeuksellinen oli koeala SH 2. Tällä koealalla kontrollikannoista infektoitui eniten koko tutkimuksessa, mutta urealla käsitellyistä vähiten harvennushakkuukoaloista. Koealan suuret infektioluvut kontrollissa osoittanevat ilmainfektion lähteen (itiöemien) läheisyyttä. Saattaa olla mahdollista, että harvennushakkuukoaloilla on jo v. 1977 ollut juurikäävän infektiota puiden tyvellä ja juuristossa. Tämä infektio ei tullut näkyviin silloin, koska näyttekiekot otettiin noin puolen metrin korkeudelta. Tähän ”piilevään” infektiioon ei ureakäsittely todennäköisesti ole vaikuttanut. Vastoin ajatusta ”piilevästä” infektiosta näyttäisi kuitenkin olevan se, ettei urealla käsitellyistä kannoista saatu juurikäypää pelkästään alakiekoista esille yhtä paljon kuin kontrollikannoista.

Syinä juurikäävän puuttumiseen v. 1977 infektoituneiksi todetuista kannoista v. 1979 mennessä voidaan pitää sienien määrittämismenetelmän heikkoutta tai juurikäävän kanssa kilpailevia sieniä.

Juurikäävän rihmaston on Suomessa havaittu edullisissa oloissa kasvaneen kannossa jopa 40 cm kasvukautta kohden (K a l l i o 1971 a). Näin ollen se on voinut nyt esiteltävässä tutkimuksessa kasvaa kannon ”läpi” kahdessa vuodessa. Tämä seikka lisää ylä- ja alakiekköjen välisten juurikäypäerojen selittämisen vaikeutta, eikä voida varmasti tietää, missä tapauksissa sieni on tullut kantoihin ilmasta käsin.

Aineiston suppeuden ja koealojen välisten suurten erojen vuoksi tulokset antavat vain yleiskäsityksen urean vaikutuksesta. Luon-

taisen juurikäypäinfektion suuren ajallisen ja paikallisen vaihtelun takia olisi tarvittu hyvin suuri aineisto. Kenties yhtenäisemmät tulokset olisi saatu, jos kannot olisi saastutettu keinotekoisesti juurikäävän itiösuspensiolla, niinkuin useissa ulkomaisissa torjuntatutkimuksissa ja pienessä mitassa Suomesakin on tehty (K a l l i o 1971 a). Ehkä tulokset olisivat myös varmistuneet, jos koe olisi lopetettu kahdessa erässä: puolet 6—12 kk:n kuluttua ja toinen puoli kahden vuoden kuluttua perustamisesta. Tällöin mahdollinen ”piilevä” infektio sekä urean torjuntavaikutus ilmainfektion estäjänä olisi kenties saatu selvemmin esille.

Kantojen keinotekoista saastutusta ovat kokeissaan käyttäneet mm. R i s h b e t h (1959 b) Englannissa ja B e r r y ja B r e t z (1964) USA:ssa. Puulajeina olivat *Pinus sylvestris* L. ja *Pinus echinata* Mill. Molemissa tutkimuksissa ureakäsittely suojasi männyn kannot 100 %:sti (tutkimusjakso oli 3—4 kk). B e r r y ja B r e t z saivat urealla paremmat tulokset kuin booriyhdisteillä tai kreosootilla. P h i l l i p s i n ja G r e i g i n (1970) tutkimuksessa urea antoi huonomman suojan kuin booriyhdisteet tai natriumnitriitti. 10 kk:n kuluttua oli *Pinus sylvestris*-kannoissa infektio ureakäsittelyssä 0,7—3,5 % ja kontrollissa 10,4 % (määritetty kiekkoista infektoituneiden alueiden pinta-alojen perusteella).

W e i r (1969) sai kokeissaan USA:ssa puulajeilla *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco ja *Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg. ureakäsittelyllä hyvin vaihtelevia tuloksia. 6 kk:n kuluttua käsittelystä ja kantojen keinotekoisesta saastutuksesta vaihteli ureakantojen infektio 0—84 %:iin. S c h ö n h a r (1977) teki Saksassa tutkimuksia 14—16 v. vanhojen kuusten (*Picea abies* (L.) Karst.) kannoilla. Hän saastutti kannot juurikäävällä 6 tunnin tai viikon kuluttua kemikaalin levittämisen jälkeen. Urealla käsitellyissä kannoissa juurikäypäinfektio oli 6 kk:n kuluttua 0—20 % ja kontrollikannoissa 15—95 %. Myös tässä tutkimuksessa saatiin urealla huonommat tulokset kuin

booraksilla tai natriumnitriitillä.

Weidensaul ja Plaugher (1966) sekä Artman ym. (1969) eivät kokeissaan USA:ssa käyttäneet kantojen keinotekoista saastutusta. Ensiksi mainituksa tutkimuksessa puulajeina olivat *Pinus rigida* Mill. ja *Pinus resinosa* Ait. 10 kk:n kuluttua kokeen perustamisesta kontrollikannoista oli saastunut 20 %, urealla käsitellyistä 5 %. Kreosootin ja nestemäisen booraatin torjuntateho oli yhtä hyvä kuin urean.

Artmanin ym. (1969) tutkimukset tehtiin *Pinus taeda* L. -kannoilla. Sekä urea että booriyhdisteet pystyivät vähentämään juurikäävän infektiota. Sellaisista kannoista otetut näytteet, joista juurikäävän itiömiä ei havaittu osoittivat infektion olevan ureakäsittelyssä 5—10 % ja kontrollissa 40—45 % (kolmen vuoden kuluttua käsittelystä).

Nyt esiteltävän tutkimuksen tulosten vertailu ulkomaisiin tutkimuksiin ei kaikilta osin ole perusteltua puulajien, olosuhteiden ja menetelmien erilaisuudesta johtuen. Kuitenkin nyt saadut tulokset näyttävät olevan hyvin sopusoinnussa niiden ulkomaisten tutkimustulosten kanssa, joissa kantoja ei saastutettu keinotekoisesti. Tutkimustulokset olivat myös samansuuntaiset kuin Schönharin kuusella saamat tulokset.

Terveiden kuusten kantojen kaatopintojen käsittelyyn juurikäävän torjumiseksi on suositeltavin harmaaorvakka (*Phlebia gigantea*) -sieni ('Maannousemanesto' Kemira Oy). Urea ei ainakaan nyt esiteltävän tutkimuksen mukaan pysty tässä suhteessa tehokkuudessa kilpailemaan *P. gigantea*- käsittelyn kanssa.

## KIRJALLISUUS

- ARTMAN, J., FRAZIER, D. H. & MORRIS, C. L. 1969. *Fomes annosus* and chemical stump treatment in Virginia — a three-year study. *Plant Dis. Repr.* 53: 108—110.
- BERRY, F. H. & BRETZ, T. W. 1964. Urea and other chemicals effective against colonization of shortleaf pine stumps by *Fomes annosus* in Missouri. *Plant Dis. Repr.* 48: 886—887.
- BREFELD, O. 1889. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie VIII. Basidiomyceten III. Leipzig. 305 ss.
- DRIVER, C. H. 1963 a. Effect of certain chemical treatments on colonisation of slash pine stumps by *Fomes annosus*. *Plant Dis. Repr.* 47: 569—571.
- 1963 b. Further data on borax as a control of surface infection of slash pine stumps by *Fomes annosus*. *Plant Dis. Repr.* 47: 1006—1009.
- FAGO, C. E. 1969. Operational aspects of chemical stump treatment for *Fomes annosus* protection on Boggs Mountain State Forest. *Calif. Div. For. State For. Note* 38: 1—4.
- GINNS, J. H. & DRIVER, C. H. 1969. Annosus root-rot in slash pine plantations four years after thinning and stump treatments. *Plant Dis. Repr.* 53: 23—25.
- GREIG, B. J. W. & BURDEKIN, D. A. 1970. Control and eradication of *Fomes annosus* in Great Britain. In: *Proc. Third. Int. Conf. on Fomes annosus*, Aarhus, Denmark, 1968, IUFRO, Sect. 24, p. 21—32. U.S.D.A. Forest Serv., Washington, D. C.
- HALLAKSELA, A-M. 1978. *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. -sienen biologinen torjunta. Lisensiaattityö. Helsingin Yliopiston kasvipatologian laitos. 88 s.
- HYPPEL, A. 1968. Antagonistic effects of some soil fungi on *Fomes annosus* in laboratory experiments. *Stud. For. Suec.* 64. 18 s.
- KALLIO, T. 1965. Tutkimuksia maannousemasienden leviämisbiologiasta ja torjuntamahdollisuuksista Suomessa. Summary: Studies on the biology of distribution and possibilities to control *Fomes annosus* in southern Finland. *Acta For. Fenn.* 78. 18 s.
- 1970. Aerial distribution of the root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. *Acta For. Fenn.* 107. 55 p.
- 1971 a. Protection of spruce stumps against *Fomes annosus* (Fr.) Cooke by some wood-inhabiting fungi. Seloste: Kuusen kantojen maannousemasiени- infektion estäminen muutamia puussa kasvavia sieniä käyttäen. *Acta For. Fenn.* 117. 20 p.
- 1971 b. Incidence of the conidiophores of *Fomes annosus* (Fr.) Cooke on the logging waste of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Seloste: *Fomes annosuksen* kuromankanttien esiintyminen kuusen hakkuutähteissä. *Acta For. Fenn.* 124. 9 p.
- MORRISON, D. 1977. New zinc chloride treatment. *Inf. For. Can. For. Serv.* 4 (1) 6 p.
- NUORTEVA, M. & LAINE, L. 1968. Über die Möglichkeiten der Insekten als Überträger des Wurzelschwamms (*Fomes annosus* (Fr.) Cooke). *Ann. Ent. Fenn.* 34: 113—135.
- & LAINE, L. 1972. Lebensfähige Diasporen des Wurzelschwamms (*Fomes annosus* (Fr.) Cooke) in den Exkrementen von *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae). *Ann. Ent. Fenn.* 38: 119—121.
- PHILLIPS, D. H. & GREIG, B. J. W. 1970. Some chemicals to prevent stump colonization by *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. *Ann. appl. Biol.* 66: 441—452.
- RISHBETH, J. 1948. *Fomes annosus* Fr. on pine in East Anglia. *Forestry* 22: 174—183.
- 1950. Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to East Anglian pine

- plantations. I. The outbreaks of disease and ecological status of the fungus. Ann. Bot. (London) N. S. 14: 365—383.
- 1951. II. Spore production, stump infection and saprophytic activity in stumps. Ann. Bot. (London) N. S. 15: 1—12.
- 1959 a. Stump protection against *Fomes annosus*. I. Treatment with creosote. Ann. appl. Biol. 47: 519—528.
- 1959 b. II. Treatment with substances other than creosote. Ann. appl. Biol. 47: 529—541.
- SCHÖNHAR, S. 1977. Erprobung von Chemikalien zur Verhütung einer Infektion frischer Fichtenstöcke durch *Fomes annosus*. Allg. Forst.- u. Jagdztg. 148 (8/9): 181—182.
- Stump protection against *Fomes annosus*. 1976. Ed. P. N. Edwards. Great Britain Forestry Commission.
- WEIDENSAUL, T. C. & PLAUGHER, N. H. 1966. An evaluation of three stump treatment chemicals for preventing surface infection by *Fomes annosus*. Plant Dis. Repr. 50: 22—25.
- WEIR, L. C. 1969. Experiments in control of *Fomes annosus* root rot in Douglas fir and western hemlock. Plant Dis. Repr. 53:910—911.
- YDE-ANDERSEN, A. 1963. Afprøvning at tre stenkultjaeolier med henblik på deres anvendelse som middel mod stødfladeinfektioner med *Fomes annosus* sporer. Summary: Testing of three coal tar oils with a view to their use as agents to prevent stump infection by *Fomes annosus* spores. Dansk Skovforen. Tidsskr. 48: 270—277.





ODC 443.3:414.1:172.8 *Heterobasidion annosum*  
ISBN 951-40-0515-5  
ISSN 0015-5543

HALLAKSELA, A.-M. & NEVALAINEN, S. 1981. Juurikäävän torjunta urealla kuusen kannoissa. Abstract: Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea. *Folia For.* 470:1—10.

Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stumps were treated with 20 % solution of urea in South Finland. All together 785 stumps were treated in four clear-cut and four thinning sample plots. Of the stumps which were infection-free at the time of treatment, 32 % of the control stumps in clear-cutting areas became infected within two years, and 4,8 % of those treated with urea. The corresponding values for the thinning areas were 19,7 % and 9,7 %. The effect of urea treatment in controlling root rot fungus (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) was statistically significant in the clearcut sample areas, but not in the thinning areas.

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

ODC 443.3:414.1:172.8 *Heterobasidion annosum*  
ISBN 951-40-0515-5  
ISSN 0015-5543

HALLAKSELA, A.-M. & NEVALAINEN, S. 1981. Juurikäävän torjunta urealla kuusen kannoissa. Abstract: Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea. *Folia For.* 470:1—10.

Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stumps were treated with 20 % solution of urea in South Finland. All together 785 stumps were treated in four clear-cut and four thinning sample plots. Of the stumps which were infection-free at the time of treatment, 32 % of the control stumps in clear-cutting areas became infected within two years, and 4,8 % of those treated with urea. The corresponding values for the thinning areas were 19,7 % and 9,7 %. The effect of urea treatment in controlling root rot fungus (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) was statistically significant in the clearcut sample areas, but not in the thinning areas.

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

Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside 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 jalostuskoeasema  
*Punkaharju Tree Breeding Station*  
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland  
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

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

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

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

Joensuun tutkimusasema  
*Joensuu Research Station*  
Os. — *Address:* c/o Joensuun korkeakoulu  
c/o Joensuu University  
PL 111  
80101 Joensuu 10, Finland  
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

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

- No 447 Uusvaara, Olli: Pelkkahakkureilla tehdyn hakkeen ja sahatavaran pinnan laatu. Quality of chips and surface of sawn timber made by chipper headrigs.
- No 448 Vuokila, Yrjö: Kasvatustiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotokseen. The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland.
- No 449 Kinnunen, Kaarlo & Mäki-Kojola, Sakari: Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Natural regeneration of Scots pine in western Finland.
- No 450 Isomäki, Antti & Väisänen, Jarmo: Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään. Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield.
- No 451 Varmola, Martti: Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. The external quality of pine plantations.
- No 452 Roiko-Jokela, Pentti: Maaston korkeus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä Pohjois-Suomessa. The effect of altitude on the forest yield in northern Finland.
- No 453 Pohtila, Eljas & Timonen, Mauri: Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys. Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland.
- No 454 Gustavsen, Hans Gustav: Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla. Site index curves for conifer stands in Finland.

## 1981

- No 455 Salminen, Marja-Liisa: Kuormatraktorin kuljettajan kuormittumisen arviointi psykofysiologisilla menetelmillä. Evaluation of the strain on the forwarder driver with the help of some psychophysiological methods.
- No 456 Raitio, Hannu: Pääravinneannoituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla lyhytkorsinevalla. Effect of macronutrient fertilization on the structure and nutrient content of pine needles on a drained short sedge bog.
- No 457 Huttunen, Terho: Suomen piensahat 1980. Small sawmills in Finland, 1980.
- No 458 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Länsi-Uudenmaan rannikon mäntyukkien ominaisuudet eräällä sahalaistoksella. Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland.
- No 459 Kärkkäinen, Matti: Polttopuun rasiinkaadon ja muiden kuivausmenetelmien perusteet. Foundations of leaf-seasoning and other drying methods of fuelwood.
- No 460 Metsätilastollinen vuosikirja 1980. Yearbook of Forest Statistics, 1980.
- No 461 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun kylvökokeita Lapissa. Sowing experiments with *Betula pendula* in Finnish Lapland.
- No 462 Raulo, Jyrki & Rikala, Risto: Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla. Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways.
- No 463 Hyppönen, Mikko: Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä. Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland.
- No 464 Harstela, Pertti & Piirainen, Kimmo: Esitutkimus PIKA 75 harvesterin automaatioasteen vaikutuksista tuotokseen, mittaustarkkuuteen ja kuljettajan kuormittumiseen. Output, accuracy of measuring and strain of the driver at three automation levels of PIKA 75 harvester. A pilot study.
- No 465 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1978—80. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1978—80.
- No 466 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella. Bunching of timber by winches and horse.
- No 467 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: KOPO palahakejärjestelmä. KOPO block chip system.
- No 468 Vuokila, Yrjö: Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen. The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning.
- No 469 Rummukainen, Ukko & Voipio, Pekka: Ahavan tuhot kuusentaimissa Suonenjoen taimitarhalla keväällä 1978. Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suonenjoki seedling nursery in spring 1978.
- No 470 Hallaksela, Anna-Maija & Nevalainen, Seppo: Juurikäävän torjunta urealla kuusenkannoissa. Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Institutii Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

*Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.*