

## LAHON LEVIÄMINEN PUUNKORJUUN AIHEUTTAMISTA KUUSEN RUNKO- JA JUURIVAURIOISTA

MATTI KÄRKKÄINEN

SUMMARY:  
DECAY FOLLOWING LOGGING INJURY IN STEMS AND  
ROOTS OF NORWAY SPRUCE

*Tutkimus kuuluu osana Harvennuspuun korjuun koneellistamistoimikunnan  
selvityksiin*

Saapunut toimitukselle 28. 5. 1971

Pohjoiseurooppalaisten kuusta koskevien tutkimustulosten mukaan lahon leviäminen puun saamista haavoista on hitaampaa juurista kuin rungoista. Samoin oletetaan lahon iskeytymis- todennäköisyyden ja leviämisenopeuden riippuvan vaurion pinta-alasta, syvyydestä ja puun kasvunopeudesta.

Vaikuttavien tekijöiden suuntaa koskevien arvioiden käytännöllisen merkityksen selvittämiseksi hankittiin 78 vauriopuuta käsittävä aineisto, jossa lahon leviämisen nopeutta pyrittiin selittämään em. tekijöiden avulla. Kun kaikki vauriot olivat yhtä vanhoja, tutkimus- hetkellä 12 v., selitettävänä muuttujana käytettiin lahon leviämisen määrää ylös- ja alaspäin vauriokohdasta.

Osoittautui, että vain muutama prosentti lahon leviämisen varianssista oli selitettävissä käytettyjen prediktoreiden avulla. Käytännöllistä merkitystä lienee ainoastaan juuri- ja runkovaurioiden erottamisella.

### 1. JOHDANTO

Puunkorjuun erilaiset työt, kuten kirvesleimaus, puutavaran teko ja maastokuljetus, voivat aiheuttaa harvennushakkuissa jäljelle jäävälle puustolle vaurioita, joilla saattaa olla merkitystä metsän tulevalle kehitykselle. Pohjoiseurooppalaisissa olosuhteissa huomiota on kiinnitetty mm. lahon iskeytymiseen ja leviämiseen puunkorjuun puihin aiheuttamista haavoista. Monissa tutkimuk- sissa on pyritty selvittämään, mistä puun ominaisuuksista lahon mahdollinen

syntyminen sekä määrä ja laatu riippuvat. Erityisesti huomiota on kiinnitetty kuuseen (*Picea abies* (L.) KARST.), joka tunnetusti on lahonarka puulaji.

ERNBERGIN (1907) kirvesleimoja koskeneen tutkimuksen mukaan lahovaurion merkitys riippuu haavan pinta-alasta, sen syvyydestä ja puun kasvunopeudesta. Mitä suurempi ja syvempi leimausjälki on, sitä helpommin laho iskeytyy ja sitä nopeammin se leviää. Nopeasti kasvavissa puissa lahon leviäminen on nopeam- paa kuin hitaasti kasvavissa. Samanlaisia tuloksia ovat esittäneet myös NORD- FORS (1923) ja EKBOM (1928). SILVÉN (1944) ei kuitenkaan havainnut leimaus- jäljen koolla ja syvyydellä olevan merkitystä, joskin vaurion leveys korreloitui lahon leviämisen kanssa. Myös puun kasvunopeuden merkityksestä hän sai osittain poikkeavia tuloksia, joiden mukaan vuosilustojen vahvuus ei vaikuta skeytymiseen, mutta alkuun päästyään laho leviää nopeammin hidas- kuin nopeakasvuissa puissa. — ARVIDSON (1954) sai taas kasvunopeudesta saman- laisia tuloksia kuin em. ERNBERG, NORDFORS ja EKBOM.

HAGNERIN ym. (1964) juurivaurioita koskeneen tutkimuksen mukaan pinta- haavat aiheuttavat lahoa vähemmän kuin syvät haavat. Myös vaurion pinta- alan ja juuren paksuuden lisääntyminen lisää lahoutumisen todennäköisyyttä. Näin ollen lähempänä runkoa olevat vauriot saavat lahon helpommin kuin kauempana olevat haavat. Sama säännönmukaisuus on havaittu myös PAWSEYN ja GLADMANIN (1965) sekä NILSSONIN (1968, NILSSON ja HYPPEL 1968) tutki- muksissa, joissa runkovaurioiden on todettu olevan haitallisempia kuin juuri- vaurioiden.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, missä määrin käytännöllistä merkitystä on vaurion sijainnin, pinta-alan ja syvyyden sekä puun kasvunopeu- den tuntemisella, kun pyritään arvioimaan puunkorjuussa syntyneen vaurion merkitystä lahon leviämisen kannalta. Toisin sanoen ongelmana on, voidaanko lahovian merkitystä ennustaa em. vauriota ja puuta kuvaavien tunnusten avulla tyydyttävällä tarkkuudella.

Tutkimuksen on mahdollistanut TEHDASPUU Oy:n ja Oy TAMPELLA Ab:n myötä- mielinen yhteistoiminta aineistoa hankittaessa. Kenttätöistä huolehtivat silloiset metsä- ylioppilaat VÄINÖ HIRVONEN ja KAUKO KOLJONEN. — Käsikirjoituksen on lukenut prof. KALLE PUTKISTO. — Kiitän asianomaisia.

### 2. AINEISTO

Puunkorjuussa vaurioituneita kuusipuita hankittiin tutkimusaineistoksi Lo- viisan läheisyydessä sijaitsevalta Keipsalon saarelta. Jäljelle jääneen puuston vaurioitumista aiheuttanut maastokuljetus oli suoritettu talvella 12 v. aikai- semmin käyttäen kevyttä maataloustraktoria ja rekeä. Metsätyyppi oli MT, maasto suhteellisen tasaista ja vähäkivistä sekä puusto tutkimushetkellä keski- iältään 110 v.

Ajourien varrella olevista vaurioituneista puista mitattiin läpimitta, vaurion

sijainti oletetun kaatoleikkauskohdan suhteen, vaurion leveys ja pinta-ala sekä todettiin, oliko haava syntynyt ainoastaan kuoren poistumisesta vai oliko myös puuaine vioittunut. Edelleen todettiin vaurioituneen puun ikä, lustojen lukumäärä vaurioitumishetken viimeistä senttimetriä kohti sekä kesäpuuprosentti lustomikroskoopilla niistä puista, jotka kaadettiin.

Kaikista lahon saaneista vaurioista mitattiin lahon leviäminen ylös- ja alaspäin. Lahoksi luettiin sellainen puuaines, jonka väri oli selvästi muuttunut ja joka oli yleensä muuta puuainetta pehmeämpää. Lievää värivikaa ei luettu lahoksi. Jos oli syytä epäillä, ettei laho ollut syntynyt puuhun tulleesta, puunkorjuun aiheuttamasta haavasta, puuta ei otettu mukaan aineistoon.

Kaikkiaan tutkittiin 78 puuta, joissa oli yhteensä 87 vauriota. Puista kaadettiin 38, joista lahon leviämisen selvittämiseksi sahattiin kiekkoja. Muita puita koskevat havainnot tehtiin kairaamalla ja poistamalla puuta haavan ympäriltä. Tällöin kyseessä olivat yleensä sellaiset vauriot, joista laho ei ollut lähtenyt liikkeelle.

Aineiston vaurioista 74 oli oletetun kaatoleikkauskohdan yläpuolella ja 13 sen alapuolella juurissa. Vähäinen juurivaurioiden määrä johtui ilmeisesti talviaikaisesta kuljetuksesta ja ajorataa vain vähän kuluttavasta peräajoneuvosta, reestä.

### 3. TULOKSET

#### 31. RUNKO- JA JUURIVAURIOIDEN EROT

Taulukossa 1 on esitetty tärkeimpiä juuri- ja runkovaurioita luonnehtivia suureita. Ennako-odotusten mukaisesti laho on levinnyt 12 vuodessa keskimäärin enemmän runko- kuin juurivaurioista. Vaihtelu on kuitenkin huomatta-

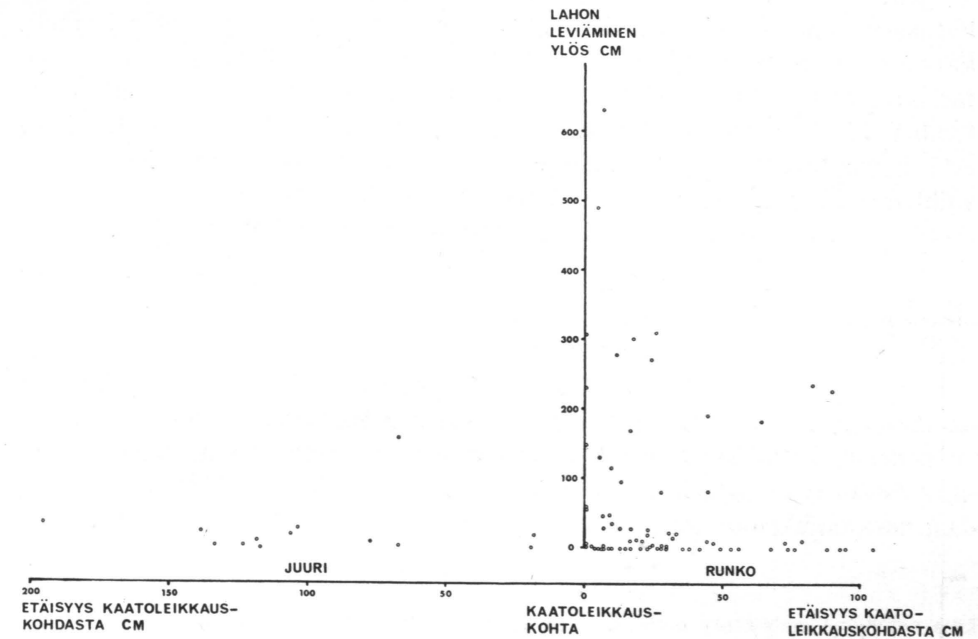
Taulukko 1. Runko- ja juurivaurioiden keskimääräiset pinta-alat ja leveydet sekä lahon leviäminen niistä.

Table 1. Average scar areas and widths in stems and roots, and the average vertical advance of decay.

| Vaurion sijainti<br>Location of scar | Lahovaurioita<br>Scars with decay        |    | Vaurion<br>Scar                      |                       | Lahon leviäminen<br>Advance of decay<br>cm |                       |      |
|--------------------------------------|--|----|--------------------------------------|-----------------------|--|-----------------------|------|
|                                      | kpl<br>no.                               | %  | Pinta-ala<br>Area<br>cm <sup>2</sup> | Leveys<br>Width<br>cm | Ylöspäin<br>Upwards                        | Alaspäin<br>Downwards |      |
| Runko-<br>vaurio<br>In stems         | Keskiarvo — Average                      | 37 | 50.0                                 | 101.5                 | 7.9  | 66.8                  | 26.0 |
|                                      | Standardipoikkeama<br>Standard deviation | .. | ..                                   | 88.3                  | 3.6  | 121.8                 | 39.0 |
| Juuri-<br>vaurio<br>In roots         | Keskiarvo — Average                      | 7  | 53.8                                 | 98.1                  | 6.2  | 23.1                  | 15.0 |
|                                      | Standardipoikkeama<br>Standard deviation | .. | ..                                   | 77.8                  | 2.6  | 42.3                  | 17.4 |

van suuri, eikä vaurioiden jakaminen runko- ja juurivaurioihin selitä lahon leviämisen varianssista enempää kuin 2 %. Sellaisia vaurioita, joista laho on levinnyt vähintään 10 cm, on juurissa ja rungossa suunnilleen yhtä paljon, mutta rungossa alkuun päässyt laho on edennyt nopeammin kuin juurissa (kuva 1).

Vaikka vaurioiden jaolla kahteen ryhmään sijainnin perusteella ei olekaan ratkaisevaa merkitystä lahon leviämismäärän vaihtelun selittämisessä, käytännöllinen merkitys saattaa olla huomattava. Esim. aineiston 13 juurivauriosta



Kuva 1. Lahon leviäminen ylöspäin juuri- ja runkovaurioista.

Figure 1. Advance of decay from the scars in the roots and in the stem.

Lahon leviäminen ylös = advance of decay upwards

Etäisyys kaatoleikkauskohdasta = distance from cutting point

Kaatoleikkauskohta = cutting point

Juuri = root

Runko = stem

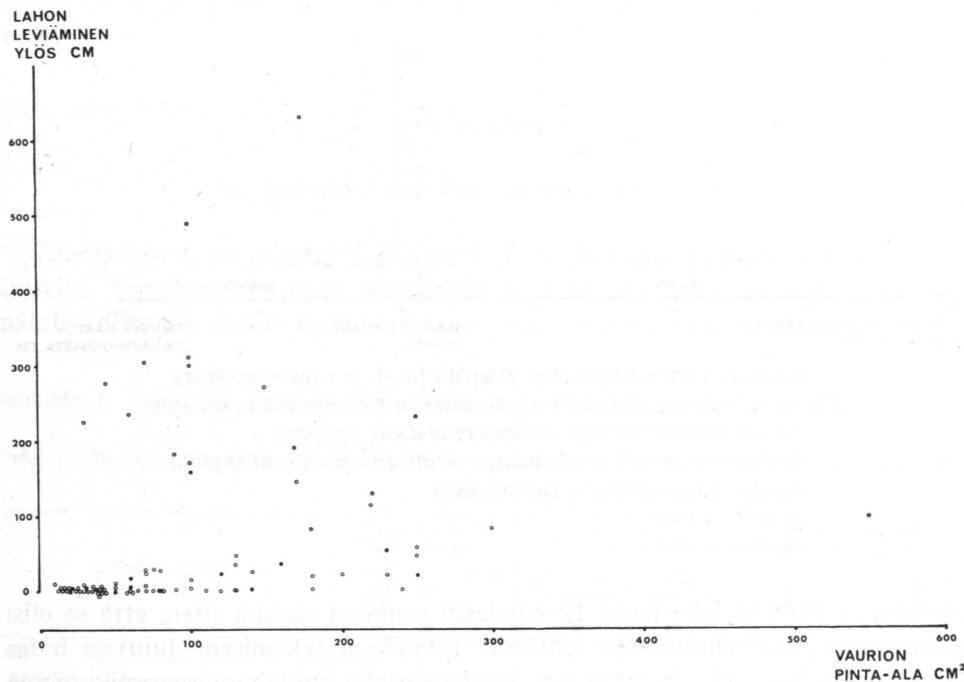
ainoastaan yhdestä laho levisi 12 vuodessa runkoon saakka siten, että se olisi aiheuttanut kuusisahatukkeja tehtäessä tyveyksen tekemisen. Juurissa hidas lahon leviäminen voi aiheuttaa sen, ettei vauriolla ole lahoseurausvaikutusten kautta taloudellista merkitystä, kun taas rungossa myös hidas lahon leviäminen voi aiheuttaa puun arvoa alentavien leikkojen tekemistä.

Juuri- ja runkovaurioiden jossakin määrin erilaista lahoutumista ei voida selittää muiden mitattujen tunnusten avulla. Vaikka esim. vaurioiden pinta-ala ja leveys on juurissa pienempi kuin rungossa (taulukko 1), se ei selitä vaurion

sijainnin merkitystä, koska sekä juurien että rungon osalta lahon leviämisen määrän regressio pinta-alan suhteen on vähäinen (ks. jäljempänä). Mahdollisesti erilainen kosteuspitoisuus on ratkaiseva tekijä (esim. HAGNER ym. 1964, NILSSON ja HYPPEL 1968).

### 32. VAURION PINTA-ALAN JA SYVYYDEN SEKÄ PUUN KASVUNOPEUDEN MERKITYS

Johdannossa mainitut kvalitatiiviset, so. (tässä yhteydessä) tekijöiden vaikutuksen suuntaa osoittavat arvioinnit vaurion pinta-alan, syvyyden ja puun kasvunopeuden vaikutuksesta lahon leviämisenopeuteen tulkittiin siten, että ne tarkoittavat olosuhteita, jolloin muut vaikuttavat tekijät pysyvät muuttumattomina. Tämä tilanne pyrittiin saavuttamaan aineiston tarkastelun osalta siten, että havaintovektorit ortogonalisoiitiin kyseessä olevien muuttujien yhteisvaihtelun eliminoimiseksi (esim. LAININEN 1967). Ortogonalisointi tapahtui GRAMM—SCHMIDTIN menetelmää käyttäen (esim. AYRES 1962). Koska alku-



Kuva 2. Lahon leviäminen ylöspäin erikokoisista vaurioista. Avonaiset ympyrät = runkovaurio, mustat pisteet = juurivaurio.  
Figure 2. Advance of decay upwards from scars of various area. Open circles = scars in the stem, dark circles = scars in the roots.  
Lahon leviäminen ylös = advance of decay upwards  
Vaurion pinta-ala = area of the scar

peräisestä korrelaatiomatriisista tehdyt johtopäätökset eivät muuttuneet lukuarvojen muutoksista huolimatta, jäljempänä käytetään tunnuslukuina suoraan muuttujien välisiä korrelaatiokertoimia eikä ortogonaalisia regressiokertoimia, jotka ovat ilmeisen epävarmoja. Vaikka korrelaatiokertoimet ovatkin lineaarisen riippuvuuden mittareita, niiden käyttö on perusteltua, koska graafinen tarkastelu ei viitannut mihinkään käyräviivaiseen riippuvuuteen. — Juurivaurioiden vähäisen määrän vuoksi mukaan otettiin ainoastaan runkovaurioista tehdyt havainnot.

Taulukossa 2 on esitetty lahon leviämisen määrän ja vaurion pinta-alan, syvyyden sekä senttimetriä kohti olevan lustomäärän väliset korrelaatiot. Pinta-alaa ja syvyyttä koskevat korrelaatiot on laskettu koko aineistosta, mutta kasvunopeutta koskevat mittausten vuoksi vain kaadetuista 38 puusta.

Ennako-odotusten mukaisesti lahon leviämismäärä korreloi positiivisesti vaurion pinta-alan (ks. myös kuva 2) ja sen syvyyden kanssa. Sen sijaan kasvunopeus korreloi odotusten vastaisesti aineistossa siten, että senttimetrillä oleva lustomäärän ja lahon leviämismäärän välinen korrelaation on lievän positiivinen. — Esitetyistä korrelaatioista tilastollisesti merkitsevät ( $p = 0.05$ ) koskivat syvyyttä ja alaspäin levinneen lahon osalta pinta-alaa.

Myöskään muut mitatut tunnuksot eivät olleet hyviä lahon leviämisen prediktoreita. Esim. kaadetuista puista laskettu kesäpuuprosentti korreloi positiivisesti lahon leviämisen kanssa (.15 ylöspäin ja .03 alaspäin) jne.

Kaikkia johdantokappaleen perusteella valittuja selittäjiä käytettäessä regressioanalyysin selitysaste jäi muutama prosenttiin selitettäessä lahon leviämisen määrää. — Mallissa oletettiin tällöin eri tekijöiden vaikutukset additiivisiksi. Graafinen tarkastelu ei viitannut sen enempää toisenlaisiin malliin.

Taulukko 2. Lahon leviämismäärän ja vaurion pinta-alan, syvyyden sekä senttimetriä kohti olevan lustomäärän korrelaatiokertoimet.  
Table 2. Correlation coefficients between advance of decay and area of scar, depth of scar and no. of growth rings per cm.

| Muuttujat<br>Variables                                  |                                       | Korrelaatiokerroin<br>Correlation coefficient |
|---|---------------------------------------|---|
| Lahon leviäminen ylöspäin<br>Advance of decay upwards   | x vaurion pinta-ala<br>x area of scar | .22   |
| —»—   | x vaurion syvyys<br>x depth of scar   | .25   |
| —»—   | x lustoja/cm<br>x no. of rings/cm     | .07   |
| Lahon leviäminen alaspäin<br>Advance of decay downwards | x vaurion pinta-ala<br>x area of scar | .27   |
| —»—   | x vaurion syvyys<br>x depth of scar   | .29   |
| —»—   | x lustoja/cm<br>x no. of rings/cm     | .00   |

#### 4. TULOSTEN TARKASTELUA

Kun kirjallisuuden perusteella valittujen tekijöiden avulla lahon leviämistä ei saatu ennustetuksi edes jonkinlaisella tarkkuudella, prediktoreita täytyy pitää puutteellisina. Joskin tarkkuuden riittävyyden arvioiminen on tässä yhteydessä subjektiivinen tehtävä, vaikuttaa käytettävissä olleen aineiston perusteella ilmeiseltä, ettei toistaiseksi pystytä tekemään luotettavia johtopäätöksiä lahon leviämisestä em. vaurion ulkoisten ominaisuuksien ja puun kasvunopeuden perusteella. Sen sijaan käytännöllistä merkitystä voi olla sillä, kuinka lähelle kaupallista runkoa puunkorjuun aiheuttamat haavat syntyvät, koska lahon leviämiseen juurista runkoon kuluu aikaa ja leviämisenopeus voi olla pienempi kuin rungossa.

Ilmeistä on, että pyrittäessä tarkkuudeltaan tyydyttävään lahon leviämisen määrän ennustamiseen joudutaan kiinnittämään huomiota aikaisempaa lukuisampiin tekijöihin. Mahdollisesti parempiin tuloksiin päästäisiin ottamalla huomioon mikroilmastollisia ja muita puiden välisiin yksilöllisiin eroihin vaikuttavia tekijöitä.

#### KIRJALLISUUTTA

- ARVIDSON, B. 1954. En studie av granrötans (*Polyporus annosus* Fr.) ekonomiska konsekvenser. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift 52:381—412.
- AYRES, FRANK 1962. Theory and problems of matrices. New York.
- EKBOM, OLOF 1928. Bidrag till kännedom om bleckningsskador på gran. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift 26:659—684.
- ERNBERG, VICTOR FR. 1907. Skadan af bleckning å stånskog. Skogsvårdsföreningens Tidskrift 5:172—179.
- HAGNER, STIG, KLOFSTEN, KJELL, LUNDMARK, AXEL ja WENTZEL, ROLAND 1964. Studium av rötangrepp på gran förorsakade av rotskador. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift (IV):337—353.
- LAININEN, PERTTI 1967. Ortogonaliserande regressionsanalys. Teollisuuden keskuslaboratorion tiedonantoja 402.
- NILSSON, PER OLOV 1968. Om rötangrepp i sårskador på stammar och rötter av gran (*Picea abies* (L.) Karst.). Koncept till licentiatavhandling i skogsbotanik vid Skogshögskolan. Moniste. Stockholm.
- NILSSON, PER OLOV ja HYPPEL, ARNE 1968. Studier över rötangrepp i sårskador hos gran. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 66 (8):675—713.
- NORDFORS, GEORG A. 1923. Om efter stämpling uppkommen röttskada å gran. Skogsvårdsföreningens Tidskrift 21:149—184.
- PAWSEY, R. G. ja GLADMAN, R. J. 1965. Decay in standing conifers developing from extraction damage. Forestry Commission: Forest record No. 54.
- SILVÉN, FRENNE 1944. Stämpelröta hos gran i Norrland. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift: 135—158.

#### SUMMARY:

According to several northern-European investigations the attacks of decay on the injuries of Norway spruce and its advance can be explained on the basis of some characteristics of injuries and tree. It has, for example, been noticed that decay in roots is not so dangerous as in stems. It has been noticed too that the amount of decay increases, when the area and depth of scars as well as the growth rate of tree increases.

The results of different investigations have, in general, been presented by giving the direction of the effect of different factors. In this investigation it was gathered the material of 78 damaged trees in South-Finland in order to clarify the practical usefulness of these qualitative estimations. The harvesting which had caused the scars had been carried out 12 years ago and the growing stand was at the moment of the investigation 110 years old.

It was found out that by using location, area and depth of scars as well as the growth rate of a tree as independent variables of the amount of advance of decay, only a few per cents of variation could be explained. According to the expectations the amount of increase was correlated positively with the area and the depth, but the correlation was insignificant. It was noticed, too, that the scars in roots were more unimportant than those in stems. Contrary to the expectations the growth rate and the amount of increase of decay had an insignificantly negative correlation in the subject.

According to the results it was concluded that the practical importance may depend on whether the injuries are in roots or in stems.