

## KUUSIKON TYVILAHOISUUS

TAUNO KALLIO ja YRJÖ NOROKORPI

SUMMARY:  
BUTT ROT IN A SPRUCE STAND

Saapunut toimitukselle 1. 2. 1972

Tutkimuksessa selvitettiin erään pohjoishämäläisen lahovikaisuuden vuoksi paljaaksi hakattavan kuusikon puiden kantoleikkauspinnoissa esiintyvien lahottajasienien lajistoa ja esiintymisrunsautta. Lisäksi tehtiin havaintoja lahottajien aiheuttaman laholaikun väristä ja koosta. Aineisto kerättiin puiden kannoista kaistoilta, joiden osuus oli n. 20 % kuusikon maa-alasta.

Metsikön puiden lukumäärästä oli tutkimusaineiston mukaan lahoja n. 28 %. Maannousemasieni (*Fomes annosus* (Fr.) Cooke) oli yleisin lahottaja. Se eristettiin kaikkiaan 75 %:sta lahopuita, yksin esiintyvänä 43 %:sta. Mesisieni (*Armillaria mellea* (Vahl) Quel.) oli toiseksi yleisin lahottaja. Se muodosti yleensä kombinaatioita maannousemasienien kanssa. Kantoleikkauspinnoista viljellyistä sienistä tunnistettiin rihmastojen perusteella kaikkiaan kuusi kantasientä ja yksi kotelosieni. Lisäksi lahoissa oli bakteereita ja *Fungi imperfecti*-sieniä. Kolmasosasta lahopuita eristettiin kaksi tai useampia sieniä.

Maannousemalahon yleisimmät värit olivat punaisen- ja keltaisenruskea. Laholaikku oli suhteellisen laaja-alainen ja ulottui koko sydänpuun leveydelle jo melko varhaisessa lahoamisvaiheessa. Puhtaassa maannousemalahossa ei ollut puun poikkileikkauksessa jyrkkiä lahoaste- tai värieroja. Mesisienen kova laho oli pääasiassa mustanruskea. Lahon pehmetessä väri muuttui keltaisenruskeaksi. Laholaikku oli pieni ja suhteellisen jyrkkäräjäinen.

Lahon värin perusteella ei voida luotettavasti tunnistaa sen aiheuttajaa.

### 1. JOHDANTO

Kuusen tyvilahoa aiheuttavat useat sienet, joiden rihmasto kasvaa juurista tai rungon vioittumista tyviosaan ja vähitellen ylemmäksi runkoon. Samalla useimmiten sydänpuu lahoaa. Maannousemasieni eli juurikäpähä (*Fomes annosus* (Fr.) Cooke) on lukuisissa tutkimuksissa todettu kaikkein yleisimmäksi kuusen tyvilahoa aiheuttavaksi sieneksi. LAINE (1970) ja KALLIO (1970) ovat viimeksi selvittäneet sen levinneisyyttä Suomessa.

Nykyisin tiedetään myös monien muiden mikro-organismien aiheuttavan tyvilahoa. Samassa puunrungossa saattaa olla yhtäaikaisesti useampia mikrobeja, jotka puuta lahottaessaan muodostavat mikrobiyhdyskuntia.

Monissa aikaisemmissa Suomessa suoritetuissa lahoinventoinneissa on käytetty mittana eri sienien esiintymisrunsautta selvitetessä miltei yksinomaan lahon ulkonaisia merkkejä kuten lahokuvaa. Tässä tutkimuksessa lahottajaisienet tunnistettiin kannoista sahatuista kiekkoista pääasiassa laboratoriossa viljellen ja rihmastoista tunnistaen. Mm. Saksassa on viime vuosina tutkittu kuusta lahottavia sieniä (KATÓ 1967, DIMITRI 1968, 1969 a, 1969 b ja SCHÖNHAR 1969, 1970, 1971).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tunnistaa eräässä pohjoishämäläisessä lahovikaisuuden vuoksi paljaaksi hakattavassa kuusikossa tyvilahoa aiheuttaneita sieniä sekä tutkia niiden esiintymisrunsautta ja niiden kasvavissa kuusissa muodostamia sieniyhdyskuntia. Lisäksi tutkittiin lahottajaisienien aiheuttamaa lahokuvaa, kuten laholaikun väriä, kokoa ja lahoamisastetta.

## 2. TUTKIMUSALUE

Tutkimusalue sijaitsee Pohjois-Hämeessä Lempäälän kunnassa Sotavalan tilalla (61°16'P; 23°51'I). Tutkitun kuusikon pinta-ala oli n. 11 ha. Metsätyyppi oli käenkaalimustikkatyyppejä (80 %) ja mustikkatyyppejä (20 %). Maaperä oli kauttaaltaan kivistä hiesumoreenia. Maasto oli tasaista aivan vähäistä kumpareita lukuunottamatta.

Kuusipuuston osuus oli n. 85 % kokonaiskuutiomäärästä, joka oli n. 210 k-m<sup>3</sup>/ha. Metsikön keski-ikä oli n. 75 vuotta. Viimeiset harvennushakkuut oli suoritettu 1940-luvulla. Sen jälkeen alueelta oli poistettu pystyynkuolevia, lahovikaisia puita 1950-luvun lopulla.

## 3. TUTKIMUSMENETELMÄ

Aineisto kerättiin talven 1967–68 aikana. Metsikköön rajattiin ennen hakkuuta yhdensuuntaiset, kymmenen metriä leveät tutkimuskaistat viidenkymmenen metrin välein. Kaikki kaistoille sattuneet rinnankorkeudelta kymmenen senttimetriä tai enemmän täyttävät kuuset numeroitiin juoksevasti. Niiden sijainnista laadittiin kartta, jotta hakkuun jälkeen kaikki kannot voitiin löytää.

Kaistojen kokonaispituudeksi tuli 2240 m ja kokonaispinta-alaksi 2.2 ha eli n. 20 % koko metsikön pinta-alasta. Puita tuli tutkimukseen mukaan kaikkiaan 734. Hakkuun edistyessä kannot tarkastettiin ja sahattiin näytekiekot kannoista. Kaikista puista määritettiin lahoaste. Laboratoriossa Helsingin yliopiston kasvipatologian laitoksella Viikissä tutkittiin perusteellisesti 128 kantokiekkoa, mikä oli n. 63 % kaistojen lahovikaisten puiden lukumäärästä. Kantokiekoista piirrettiin kaaviokuva läpinäkyvälle paperille. Ääriivivojen lisäksi siihen merkittiin mm. paljain silmin havaitut laholaikut

ja niiden värit sekä lahoasteet. Kantokiekkojen lahoasteen määrittämisessä noudatettiin seuraavaa laholuokitusta, joka on lähes samanlainen kuin KATÓN (1967) käyttämä:

- 0 = täysin terve
- 1 = puussa on havaittavissa lieviä värin muutoksia, mutta rakenne on kiinteä
- 2 = puu on melko voimakkaasti värjäytynyt ja jonkin verran pehmenyt
- 3 = puu on melko voimakkaasti pehmenyt
- 4 = puu on hyvin pehmeää ja säikeittäin hajoavaa; rakenne on täysin hävinnyt, niin että runko voi olla ontto.

Puun laholuokaksi merkittiin havaittu maksimilaho laikun koosta riippumatta.

Laholaikkujen väriluokitusta varten laadittiin värikartta kiekkoissa esiintyneiden sävyjen mukaan. Sen avulla laholaikut voitiin luokitella ryhmiin. Käytetyt kymmenen väriluokkaa nimettiin seuraavasti: vaalea oranssinkeltainen, keltaisenruskea, tummanoranssi, punaisenruskea, tummanruskea, harmaanruskea, oranssinruskea, harmaanpunainen, mustanruskea ja harmaasininen.

Sienien lajmääritystä varten kantokiekkoja säilytettiin laboratoriossa n. 22° C:n lämmössä muovipussiin suljettuna. Viikon kuluttua kiekot tutkittiin stereomikroskoopilla. *F. annosus*-sienen kuromankannattimien esiintyminen oli helposti todettavissa ja rajattavissa. Laholaikuista otettiin pienet puupalat sienirihmastojen kasvattamista, puhtaaksi viljelemistä ja tunnistamista varten. Kasvatusalustana käytettiin petrimaljaan valettua mal-lasagaria.

Puhtaaksi viljeltyt sienet tunnistettiin rihmastojen perusteella. Mallasagarilla kasvavia tunnettujen sienien viljelmiä oli kasvipatologian laitoksella runsaasti käytettävissä. Tunnistamiseen liittyvää kirjallisuutta ja tunnistamismenetelmää on esitelty lähemmin eräissä äskettäin julkaistuissa tutkimuksissa (KALLIO 1971 a ja b).

## 4. TUTKIMUSTULOKSET

### 41. PUUSTON LAHOVIKAISUUS

Tutkimuskaistoilla oli kaikkiaan 204 lahovikaista kuusta, mikä oli n. 28 % kuusien runkoluvusta. Taulukossa 1 on esitetty tämän puuston jakautuminen lahoasteittain. Lahovikaisten puiden keskimääräiseksi lahoasteeksi saatiin 2.4. Keskimääräinen lahovikainen puu oli siten kaatokorkeuden lahoalueelta voimakkaasti värjäytynyt ja puuaines selvästi pehmenyt.

Taulukko 1. Puuston jakautuminen lahoasteittain.

Table 1. Distribution of the growing stock, by stages of decay.

Lahoaste <sup>1)</sup> Stage of decay <sup>1)</sup>	Runkoluku No. of stems	Osuus runkoluvusta, % Per cent of stems	
		Koko puusto Total stand	Lahopuusto Decayed trees
0	530	72.2	—
1	37	5.0	18.2
2	90	12.3	44.0
3	43	5.9	21.1
4	34	4.6	16.7
Yhteensä Total	734	100.0	100.0

<sup>1)</sup> Lahoasteluokitus esitetty s. 41.

<sup>1)</sup> Stage of decay classification according to KATÓ 1967, p. 68.

#### 42. ERI LAHOTTAJASIENIEN ESIINTYMISRUNSAUS

Laboratoriossa tutkituista 128 lahosta kuusen kantokiekosta voitiin tunnistaa taulukossa 2 esitetyt sienet.

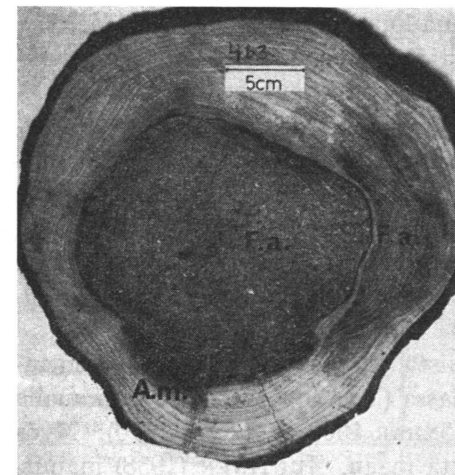
Taulukko 2. Lahottajasienien esiintymisrunsaus yksinään ja kombinaatioina.

Table 2. Incidence of decay fungi, singly and in combinations.

Sienilaji Fungal species	Lukumäärä Total	
	kpl No.	% Per cent
<i>Fomes annosus</i> .....	55	43.0
<i>Armillaria mellea</i> .....	6	4.7
<i>Stereum sp.</i> .....	6	4.7
<i>Fomes pinicola</i> .....	2	1.5
<i>Coryne sarcoides</i> .....	1	0.8
<i>Polyporus arcularius</i> .....	1	0.8
<i>F. annosus</i> + <i>A. mellea</i> .....	27	21.0
<i>F. annosus</i> + <i>C. sarcoides</i> .....	6	4.7
<i>F. annosus</i> + <i>Stereum sp.</i> .....	1	0.8
<i>F. annosus</i> + <i>Trechispora brinkmanni</i> .....	1	0.8
<i>F. annosus</i> + <i>A. mellea</i> + <i>T. brinkmanni</i> .....	1	0.8
<i>F. annosus</i> + X (= tunnistamatta, unidentified) .....	5	3.9
<i>A. mellea</i> + X .....	1	0.8
Tunnistamatta — Unidentified .....	15	11.7
Yhteensä — Total .....	128	100.0
<i>F. annosus</i> kaikkiaan — total .....	96	75.0
<i>A. mellea</i> kaikkiaan — total .....	35	27.3

Maannousemasieni (*F. annosus*) oli ylivoimaisesti tavallisin lahottaja. Se aiheutti lahoa yksinään 43.0 %:ssa puista ja oli mukana useissa muissakin lahoissa. Se tavattiin kaikkiaan 75.0 %:ssa puiden lukumäärästä. Ulkomailla on saatu samansuuntaisia tuloksia. Ruotsissa RENNERFELTIN (1946) tutkimuksien mukaan maannousemasiienen osuus oli kaikkiaan 74 %, se esiintyi yksin 48 %:ssa. Saksan alppikuusikoissa *F. annosus* esiintyi yhteensä 74.3 %:ssa (SCHÖNHAR 1969). Muissa Saksassa suoritetuissa tutkimuksissa vastaava prosentti oli 48 (KATÓ 1967), 57 (DIMITRI 1968) ja 75 (ZYCHA ja DIMITRI 1968).

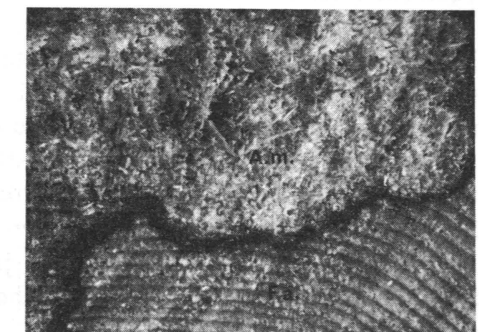
*F. annosus* esiintyi usein mesisien (*Armillaria mellea* (Vahl) Quél.) kanssa (kuvat 1, 2 ja 4) samassa lahopuussa (21.0 %). Monet tutkijat ovat havainneet saman ilmiön, mm. KANGAS (1940), KALLIO (1967) ja LAINE (1970).



Kuva 1.

Kuva 1. *A. mellea* (A.m.) ja *F. annosus* (F.a.) kantokiekossa. Pehmeäksi lahonneen sydänpuun jyrkästi terveeseen osaan rajoittuvassa reunassa on *A. mellean* rihmastojänteitä. *F. annosuksen* rihmastoja esiintyy kauttaaltaan pehmeässä sydänpuulahossa sekä mantopuun erillisessä laholaikussa.

Fig. 1. *A. mellea* (A.m.) and *F. annosus* (F.a.) in the disc sawn from a stump. Rhizomorphs of *A. mellea* can be seen along the sharply defined borderline between the soft decayed heartwood and the intact wood. Mycelia of *F. annosus* are present throughout the soft decayed heartwood, and in the separate decay spot in the sapwood.



Kuva 2.

Kuva 2. *F. annosus*- ja *A. mellea*-lahon välinen musta rajavyöhyke.  
Fig. 2. The black inhibition zone between decay caused by *F. annosus* and *A. mellea*.

*Coryne sarcoides* (Jacq.) Tul. esiintyi 4.7 %:ssa maannousemasiienen kanssa. Se eristettiin vain yhdestä kuusesta ainoana sienenä. ETHERIDGEN (1970) mukaan tämä kotelosieni on hyvin yleinen havupuiden sydänpuun sienikasvustoissa. *C. sarcoides* pystyy tunkeutumaan myös ensimmäisenä

puun juuriin ja tyven sydänpuuhun (vrt. KALLIO 1971 b). SCHÖNHARIN (1969) tutkimuksissa sen osuus oli 5.1 % ja KATÓN (1967) tutkimuksissa 6.2 %.

Yhdessä tapauksessa *Stereum* sp. esiintyi maannouseman yhteydessä. HAKKILA ja LAIHO (1967) ovat todenneet, että *Stereum sanguinolentum* (Alb. et. Schw.) voi olla kuusen kirvesleimoista alkavan lahon lähes yksinomainen aiheuttaja. Myös KATÓ (1967) pitää sientä erityisen merkittävänä lahottajana. DIMITRI (1968) ja SCHÖNHAR (1969) havaitsivat kahden *Stereum*-lajin aiheuttavan sydänlahoa. Tässä tutkimuksessa *Stereum* sp. eristettiin 4.7 %:sta kantokiekkoja.

*Trechispora brinkmanni* (Bres.) Rogers & Jackson esiintyi kahdessa tyvileikkauksessa (1.5 %). Näissä molemmissa oli myös *F. annosus* ja toisessa lisäksi *A. mellea*. *T. brinkmanni* muodosti oman laholaikun edellisessä tapauksessa ja jälkimmäisessä sen rihmasto voitiin viljellä puhtaaksi mesisien kasvistosta (vrt. KALLIO 1965, 1971 b).

*A. mellea* eristettiin yksinään esiintyvänä kuudesta kantokiekosta (4.7 %). Mesisien tiedetään yleensä kasvattavan ritsomorfejaan puun jälsikerrokossa, ydinsäteissä ja pihkatiehyeissä. Tämän tutkimuksen yhteydessä sienien ritsomorfeja tavattiin kolmen puun kuoren alta, mutta se ei ollut aiheuttanut niissä sydänlahoa. Yhdessä näistä esiintyi *Stereum* sp. tyvilahon aiheuttajana. Toisessa puussa ei ollut ollenkaan paljain silmin havaittavaa lahoa. Se oli vielä suhteellisen elinvoimainen runsaasta pihkavuodosta huolimatta. Kolmas puu oli kuivunut pystyyn ja oli kaarnakuoriaisten voittamana. Sydänpuusta ei tavattu varsinaisia lahottajasieniä, vaan ainoastaan sinistäjäsieniä.

Mesientä pidetään yhtenä yleisimmistä kuusen sydänlahon aiheuttajista mm. Ruotsissa (RATTSJÖ 1962), Puolassa (TWAROWSKA 1967) ja muualla Keski-Euroopassa (esim. KATÓ 1967, SCHÖNHAR 1969 ja ZYCHA 1970). Myös Suomessa mesisien esiintyy yleisesti kautta maan. JUUTINEN (1958) mainitsee tavanneensa sen 40 %:sta Etelä-Suomessa analysoituja kuusia.

Kaikissa *A. mellean* aiheuttamissa lahoissa oli myös bakteereita, mikä on yhdenmukaista mm. YDE-ANDERSENIN (1958) tutkimustulosten kanssa. Lisäksi joistakin mesisien lahoista eristettiin *Fungi imperfecti*-sieniä, joita ei määritetty. Bakteereita oli mukana myös joissakin muissa lahoissa.

*Fomes pinicola* (Sw.) Cooke l. *F. unguatus* (Schaeff.) Sacc. (kantokääpä) eristettiin kahdesta puusta, joista toisessa oli myös sen itiöemiä. *Popyporus arcularius* (Batsch) Fr. esiintyi vain yhdessä kantokiekossa.

#### 43. LAHON VÄRI

Eri sienien aiheuttama lahon väri luokiteltiin lahoasteittain. Taulukossa 3 värien jakautuma on laskettu erikseen kahden yleisimmän sienen osalta ja yhdistettynä muiden sienien osalta niiden vähäisen määrän vuoksi.

Taulukko 3. Lahon värit lahoasteittain, %.

Table 3. Colours of the decay, by stages of decay, per cent.

Väri Colour	<i>F. annosus</i>				Keskim. Mean	<i>A. mellea</i>				Keskim. Mean	Muut sienet Other fungi		
	Lahoaste <sup>1)</sup> Stage of decay <sup>1)</sup>					Lahoaste <sup>1)</sup> Stage of decay <sup>1)</sup>					Lahoaste <sup>1)</sup> Stage of decay <sup>1)</sup>		Keskim. Mean
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	
Vaal. oranssinkelt. .... <i>Light orange</i>	42				6						75	13	22
Keltaisenruskea ..... <i>Yellowish brown</i>	33	39			32	4	60	100	27				
Tummanoranssi ..... <i>Dark orange</i>												8	7
Punaisenruskea ..... <i>Reddish brown</i>		41	83	67	42							46	39
Tummanruskea ..... <i>Dark brown</i>		4	17	33	6								
Harmaanruskea ..... <i>Greyish brown</i>	25				3								
Oranssinruskea ..... <i>Orange brown</i>		16			11							8	7
Harmaanpunainen ..... <i>Greyish red</i>							9		5			17	14
Mustanruskea ..... <i>Blackish brown</i>							87	40	60			8	7
Harmaansininen ..... <i>Greyish blue</i>						100			8	25			4
Yhteensä — Total .....	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

<sup>1)</sup> Lahoasteluokitus s. 41.

<sup>1)</sup> Stage of decay classification according to KATÓ 1967, p. 68.

*F. annosus*-sienen 1-lahoasteessa esiintyi yleisimpänä värinä vaalea oranssinkeltainen (42 %), keltaisenruskea oli 33 %:ssa ja harmaanruskea 25 %:ssa. Käytännössä nämä merkitsevät lievästi normaalia ruskeampaa puuta. Väri oli tummempaa 2-lahoasteessa. Suurimpina ryhminä olivat punaisen- ja keltaisenruskea. Edellinen oli valtavärinä 3-lahoasteessa, ja vajaa viidennes luokiteltiin tummanruskeaksi. 4-lahoasteessa värit kuuluivat samoihin ryhmiin.

*F. annosus* aiheutti mantopuun reunaan sinertävän reunavyöhykkeen ja joskus myös lahoamisen alkuvaiheessa sinertävää kirjavuutta sydänpuuhun. Sitä esiintyi varsinkin ylempänä puun rungossa. Jotkut muutkin lahottajat aiheuttivat mantopuuhun samanlaisen sinertävän reunan.

KATÓ (1967) ei erittele värejä lahoasteen mukaan. Hänen tutkimuksessaan



yleisimmät maannousemalahon värit ovat oranssinruskea ja punaisenruskea.

*A. mellea* 1-lahoasteen kaikki laikut olivat harmaansinisiä. Mustanruskea oli valtavärinä 2-lahoasteessa (87 %). Harmaanpunaista ja keltaisenruskeaa esiintyi jonkin verran. Viimeksi mainittuun ryhmään kuului 60 % 3-lahoasteen laikuista. Loput luokiteltiin mustanruskeiksi. Aivan pehmeä laho oli keltaisenruskeaa. Tulokset ovat melko yhdenmukaisia YDE-ANDERSENIN (1958) tutkimusten tulosten kanssa.

*Stereum* sp. aiheutti pääasiassa tummanoranssia lahoa. Myös oranssin- ja punaisenruskeata väriä esiintyi. KATÓN (1967) tutkimuksissa selvästi yleisin väri oli punaisenruskea.

*F. pinicolan* lahon väri oli oranssinkeltaista tai oranssinruskeaa. *T. brinkmanni* eristettiin harmaansinisestä laikusta. *P. arcularius* aiheutti oranssinkeltaisen lahon.

*C. sarcoides* viljeltiin puhtaaksi harmaanpunaisesta tai mustanruskeasta laikusta. Jälkimmäinen väri oli vallitsevana varsinkin kohdissa, joissa esiintyi myös maannousemasiemen rihmasto.

#### 44. LAHOLAIKUN SUHTEELLINEN KOKO

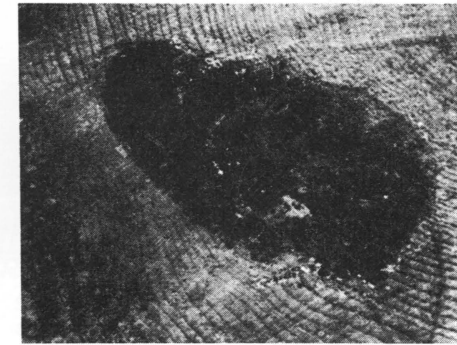
*F. annosus*-laholaikun suhteellinen osuus tyvileikkauksen kokonaisalasta lisääntyi yli kaksinkertaiseksi lahoasteen muuttuessa 1-lahoasteesta 4-lahoasteeseen (taulukko 4). Lahoasteella ja kantokiekon läpimitalla ei ollut keskinäistä riippuvuutta.

Jo maannousemasiemen 1-lahoaste oli suhteellisen laaja-alainen, vaikka puun väri ei ollut muuttunut paljontaan. Kuromankannattimia esiintyi joskus terveenvärisessäkin puussa varsinaisen laholaikun ulkopuolella. Sienirihmasto oli levinnyt 2-lahoasteessa useimmiten koko sydänpuun alueelle. Kahdessa seuraavassa lahoasteessa maannousema oli aiheuttanut voimakkaan sinertävän vyöhykkeen mantopuun reunaan ja laajentanut siten laholaikkua.

KATÓN (1967) mukaan runkoläpimitan suuretessa laholaikku laajenee, mutta prosentuaalinen osuus pysyy keskimäärin samana. Suuri vaihtelu laholaikun pinta-alassa johtuu hänen mielestään sienien kasvuintensiteetin eroista. ZYCHA (1967) on esittänyt, että lahon läpimitta riippuu samalla kasvupaikalla runkoläpimitasta, mutta eri kasvupaikoilla laholaikun osuus poikkeileikkauspinta-alasta vaihtelee.

*A. mellea* aiheutti hyvin pienen laholaikun (kuva 3), jonka koko ei näyttänyt riippuvan rungon läpimitasta. Lahoasteen kasvaessa laikku suureni voimakkaasti (2...11 %), mutta pysyi silti suhteellisen pienenä. KATÓ (1967) sai mesisien laholaikun keskimääräiseksi osuudeksi paljon suuremman arvon (27.4 %). Tosin hänen aineistonsa lahoasteekin oli suurempi.

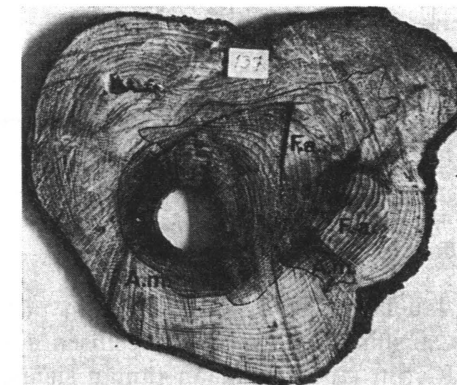
Mesisien laholaikut olivat tyypillisesti melko jyrkkäräjäisiä. Puun



Kuva 3. *A. mellea* ilmastoritsomorfeista muodostunut tiheä kasvusto pienessä laholaikussa kantokiekon pinnalla.

Fig. 3. A dense colony composed of aerial rhizomorphs of *A. mellea* in a small decay spot on the surface of the cut disc of a stump.

ytimen ympärillä esiintyi joskus kovareunainen, vuosilustoja noudatteleva ontelo (kuva 4). Maannouseman laho oli aina suhteellisen laaja eikä se rajoittunut kovin jyrkästi terveeseen puuhun tai seuraavaan lahoasteeseen.



Kuva 4. Kantokiekon ytimen kohdalla sijaitsee *A. mellea* aiheuttama kovareunainen, vuosilustoja noudatteleva ontelo, jota ympäröi sienin aiheuttama tumma kova laho säteensuuntaisine halkeamineen. *F. annosus*-laho ei rajoitu kovin selvärajaisesti tähän eikä toiseen mesisien aiheuttamaan laholaikkuun.

Fig. 4. A hard-edged hole, produced by *A. mellea* follows the contours of the annual rings and replaces the pith of the stump disc. The hole is surrounded by the dark, hard decay caused by this fungus, with radial fissures. The decay produced by *F. annosus* is not particularly sharply defined against this, or the other decay spot caused by the *A. mellea*.

*F. annosuksen* ja *A. mellea* yhdessä lahottaessa kasvavia kuusia oli laholaikun koko keskimäärin yhtä suuri kuin *F. annosuksen* ollessa yksin lahotajana. Lahoaste oli huomattavasti suurempi kuin kummallakaan em. sienellä niiden esiintyessä yksinään. Kuten aiemmin (s. 44) on todettu, oli

*A. mellean* seuralaisina aina bakteereita ja toisinaan lisäksi vaillinaissieniä. Tämä mikrobiyhdykskunta (*F. annosus*, *A. mellea*, bakteerit ja *Fungi imperfecti*-sienet) oli tutkitussa metsikössä tehokkain kasvavien kuusien lahon aiheuttaja (taulukko 4).

Taulukko 4. Laholaikun suhteellinen osuus kantokiekon poikkileikkauspinta-alasta.

Table 4. Percentage of the cut surface of stump covered by the decay spot.

Sieni Fungus	Kantokiekot Discs of stumps		Laholaikun suht. osuus kantoleik- kauksen pinta-alasta % Percentage of cut stump surface covered by decay spot				Keskim. lahoaste Mean stage of decay	
	kpl No.	d <sup>1)</sup>	Lahoaste <sup>2)</sup> Stage of decay <sup>2)</sup>					Keskim. Mean
			1	2	3	4		
<i>Fomes annosus</i> .....	55	34	31	45	56	69	48	2.2
<i>Armillaria mellea</i> .....	6	29	—	2	3	11	4	2.8
<i>F. annosus</i> + <i>A. mellea</i> ...	27	31	—	41	46	43	45	3.5
<i>Stereum sp.</i> .....	6	28					30	1.8
<i>Fomes pinicola</i> .....	2	31					45	2.5
<i>Polyporus arcularius</i> .....	1	43					8	2.0
<i>Coryne sarcoides</i> .....	1	33					21	2.0
Tunnistamatta — .....	15	32					8	2.0
Unidentified								

<sup>1)</sup> d = keskimääräinen kantokiekon läpimitta kuoretta, cm.  
d = mean diameter of the disc of stump, excluding bark, cm.

<sup>2)</sup> Lahoasteluokitus s. 41.  
Stage of decay classification according to KATÓ 1967, p. 68.

*Stereum sp.*-sienen laholaikkujen koossa oli hyvin pieni vaihtelu. Lahon osuus puun poikkileikkauspinta-alasta oli suhteellisen suuri alhaisesta lahoasteesta huolimatta. KATÓ (1967) mukaan tämän sienisuvun lajien aiheuttama lahoaste on alhainen muihin kantasieniin verrattuna.

*F. pinicola* esiintyi kahdessa puussa, joiden lahoasteet olivat 2 ja 3. Lahokuva oli molemmissa hyvin samanlainen. Lahon reuna mutkitteli epäsäännöllisesti ja ulottui paikoin miltei puun kuoreen asti. Laikun laajuus oli samaa suuruusluokkaa kuin maannousemalla.

Muiden sienien laholaikut olivat suhteellisen pienialaisia.

#### 45. LAHOJEN PUIDEN IKÄ

Tutkittujen lahopuiden keski-ikä oli n. 75 vuotta kannon korkeudelta laskettuna. Terve puusto oli yhtä vanhaa. Muutamista kantokiekoista ei voitu todeta vuosilustojen määrää pitkälle kehittyneen lahon vuoksi. Vanhin

lahopuu oli 150 vuotias ja kuului 3-lahoasteeseen. Vain muutama puu ylitti sadan vuoden iän. Nuorin tutkittu kuusi oli 42 vuotias, ja se luokiteltiin 2-lahoasteeseen.

1-lahoasteisten puiden keski-ikä oli 75 v., mikä oli sama kuin 2-lahoasteilla. Seuraavassa laholuokassa keski-ikä oli kolme vuotta pienempi. Pahimmin lahonneissa se oli 78 v. Eri sienilajien lahottamien puiden keski-ikä ei ollut havaittavia eroja. Samoin ZYCHA (1967) toteaa, ettei puun iän ja lahoavikaisuuden välillä ole selvää riippuvuutta.

#### 5. TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimusmetsikkö oli puustoltaan keskimääräinen eteläsuomalainen päätehakkuuta lähentelevä kuusikko. KANKAAN (1952) mukaan Etelä-Suomessa keskimäärin joka kymmenes kuusi on lahovikainen. Nyt esiteltävässä metsikössä lahoja puita oli n. 28 % runkoluvusta, joten lahovikaisen puiden lukumäärä tutkimusmetsikössä lienee ollut keskimääräistä suurempi.

Tutkimuksessa selvitettiin lahovikaisuutta vain kaatopinnan korkeudella. Joissakin terveiksi havaituissa kuusissa saattoi olla lahottajaorganismeja alempana tyvässä tai juurissa, kenties myös rungossa. Aivan alkava laho on myös voinut jäädä kantoleikkauspinnassa huomaamatta. Ainakin mesisien osuus olisi saattanut lisääntyä perusteellisemmissä tutkimuksissa. KANKAAN (1940, 1952) mukaan se avaa usein iskeytymistien maannousemalle. Tutkituissa *F. annosus*- ja *A. mellea*-kombinaatioissa oli havaittavissa, että viimeksi mainittu sieni puuttui ylempää rungosta, missä maannousemasieni lahotti yksinään.

Monet sienet voivat aiheuttaa samanväristä lahoa kuin *F. annosus*. Sen laholaikku on kuitenkin kannon poikkileikkauspinnassa tavallisesti paljon laajempi kuin muiden samanväristä lahoa aiheuttavien sienien. *A. mellean* laho eroaa yleensä selvästi maannousemasienen aiheuttamasta, mutta saattaa muistuttaa lahoa, josta on eristetty *C. sarcoides*. Viimeksi mainitun lisäksi muutkin *Ascomycetes*- sekä myös *Fungi imperfecti*-sienet voivat olla mukana mustahkossa lahossa (KATÓ 1967). Pelkän laholaikun värin ja koon perusteella ei voida luotettavasti määrittää lahon aiheuttajaa. Tämä johtuu mm. siitä, että useimmiten lahon aiheuttaa pieneliöyhdykskunta, jonka lajikoostumus saattaa samallakin puulajilla huomattavasti vaihdella. Lahottavan pieneliöyhdykskunnan lajisto muuttuu myös lahon edistyessä. Lisäksi lahon värisävyyden vaikuttavat mm. puuaineksen kosteus ja sahausjäljen karkeus. Auringon valossa lahon väri melko nopeasti vaalenee. Lahojen täsmällinen luokittaminen värin perusteella on edellä mainituista seikoista johtuen melko vaikeata.

- DIMITRI, L. 1968. Ermittlung der Stammfäule von Fichten (*Picea abies* Karst.) durch Bohrschneidemaschinen. Forstarchiv 39: 221–224.
- » — 1969 a. Ein Beitrag zur Infektion der Fichtenwurzel durch den Wurzelschwamm *Fomes annosus* (Fr.) Cooke. Forstwiss. Cbl. 88: 72–80.
- » — 1969 b. Untersuchungen über die unterirdischen Eintrittspforten der wichtigsten Rotfäuleerreger bei der Fichte [*Picea abies* Karst.]. Forstwiss. Cbl. 88: 281–308.
- ETHERIDGE, D. E. 1970. *Ascocoryne sarcoides* (Jacq. ex Gray) Groves and Wilson and its association with decay of conifers. Interaction of Organisms in the Process of Decay of Forest Trees. Bull. 13: 19–26.
- HAKKILA, P. & LAIHO, O. 1967. Kuusen lahoaminen kirvesleimasta. Summary: On the decay caused by axe marks in Norway spruce. Commun. Inst. For. Fenn. 64, 3.
- JUUTINEN, P. 1958. Tutkimuksia metsätuhojen, etenkin hyönteisvaurioiden merkityksestä Pohjois-Suomen kuusikoissa. Referat: Untersuchungen über die Bedeutung der Waldverheerungen, insbesondere der Insektenschädigungen, in den Fichtenbeständen Nordfinlands. Commun. Inst. For. Fenn. 50, 1.
- KALLIO, T. 1965. Tutkimuksia maannousemasiiden leviämisenbiologiasta ja torjuntamahdollisuuksista Suomessa. Summary: Studies on the biology of distribution and possibilities to control *Fomes annosus* in southern Finland. Acta For. Fenn. 78, 3.
- » — 1967. Havainnot maannousemasiiden keväällä 1967. English summary. Metsätaloudellinen Aikakauslehti N:o 7–8: 228–230, 234.
- » — 1970. Aerial distribution of root-rot fungus *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Finland. Acta For. Fenn. 107.
- » — 1971 a. Aerial distribution of some wood-inhabiting fungi in Finland. Seloste: Eräiden kuusen puuaineksessa kasvavien sienien Suomessa ilmaitse tapahtuva leviäminen. Acta For. Fenn. 115.
- » — 1971 b. Protection of spruce stumps against *Fomes annosus* (Fr.) Cooke by some wood-inhabiting fungi. Seloste: Kuusen kantojen maannousemasiiden infektion estäminen muutamia puussa kasvavia sieniä käyttäen. Acta For. Fenn. 117.
- KANGAS, E. 1940. Maannousemasiiden leviämisenbiologian kysymyksenä. Metsätaloudellinen Aikakauslehti N:o 10: 129–134.
- » — 1952. Maannousemasiiden (*Polyporus annosus* Fr.) esiintymisestä, tartunnasta ja tuhoista Suomessa. Referat: Über Auftreten, Infektion und Schäden des Wurzelschwammes (*Polyporus annosus* Fr.) in Finnland. Commun. Inst. For. Fenn. 40, 33.
- KATÓ, F. 1967. Auftreten und Bedeutung des Wurzelschwammes (*Fomes annosus* (Fr.) Cooke) in Fichtenbeständen Niedersachsens. Schr. Reihe Forstl. Fak. Univ. Göttingen 39: 33–120.
- LAINÉ, L. 1970. Juurikäävistä (*Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst.) ja sen esiintymisestä Suomessa puuvartisten kasvien loisena. Käsikirjoitus. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitos. 134 pp.
- RATTSJÖ, E. H. 1962. Some views on the root-rot problem in Swedish forests. Conf. and study tour on *Fomes annosus*, Scotland, June 1960. IUFRO, Sect. 24. Firenze.
- RENNERFELT, E. 1946. Om rottrötan (*Polyporus annosus* Fr.) i Sverige. Dess utbredning och sätt att uppträda. Medd. Stat. Skogsförskn. inst. 35, 8.
- SCHÖNHAR, S. 1969. Untersuchungen über das Vorkommen von Rotfäulepilzen in Fichtenbeständen der Schwäbischen Alb. Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde Forstpfl. Zücht. 19: 20–28.
- » — 1970. Kernfäule verursachende Pilze in Kiefernbeständen Baden-Württembergs. Allg. Forst- u. Jagdztg. 141: 41–44.
- » — 1971. Untersuchungen über die Ausbreitung von *Fomes annosus* (Fr.) Cooke in Fichten-

- beständen 1. Generation auf ehemaligen landwirtschaftlichen Nutzflächen. Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde Forstpfl. Zücht. 20: 3–7.
- TWAROWSKA, I. 1967. Untersuchungen zur Bekämpfung der Wurzelpilze in Polen. XIV IUFRO-Kongr., München 1967. V: 307–313.
- YDE-ANDERSEN, A. 1958. Kaerneråd i rødgran forårsaget af honningsvampen (*Armillaria mellea* (Vahl) Quél.). Summary: Buttrot in Norway spruce caused by the honey fungus (*Armillaria mellea* (Vahl) Quél.). Forstl. Forsøgsv. Danm. 25: 80–91.
- ZYCHA, H. 1967. Die Beurteilung des Rotfäulebefalls in Fichtenbeständen. Schr. Reihe Forstl. Fak. Univ. Göttingen 39: 7–31.
- » — 1970. Hallimasch (*Armillaria mellea* Vahl ex Fr.) Kumm.) als Kernfäule-Erreger an Fichte (*Picea abies* Karst.). Forstwiss. Cbl. 89: 129–135.
- » — & DIMITRI, L. 1968. Ausmass und Ursache der Kernfäule in einer Fichtenprobestfläche in Reinhausen (Niedersachsen). Forstwiss. Cbl. 87: 331–341.

## SUMMARY:

## BUTT ROT IN A SPRUCE STAND

The species composition and incidence of the decay fungi on the cut surfaces of stumps in a stand of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) destined for clear cutting owing to decay was studied in South Finland (61°16'N; 23°51'E). Additionally, observations were made concerning the colour and size of the decayed spot produced by decay fungi on the cut surface of the stumps. The material for the study was collected from parallel strips representing 20 per cent of the total area of the stand. The fungi were determined from mycelia isolated in the laboratory from discs sawn from the stumps of the felled trees.

The stages of decay were determined according to the KATÓ (1967) classification. About 28 per cent of the total number of trees in the stand were decayed (Table 1). *Fomes annosus* (Fr.) Cooke was the most common decay fungus (Table 2). It was identified from altogether 75 per cent of the decayed trees, and was the sole decay fungus in 43 per cent. *Armillaria mellea* (Vahl.) Quél. alone was identified from about 5 per cent of the discs (Fig. 3) but was often in combination with *F. annosus* (Figs. 1, 2 and 4). A total of nine species of *Basidiomycetes* and one species of *Ascomycetes* were identified in the butt rot. In addition, there were bacteria and *Fungi imperfecti*. Two or more fungi were identified from one-third of the decayed trees.

The most common colours of the *F. annosus* decay were reddish brown and yellowish brown (Table 3). The decay spot was relatively extensive and covered the whole width of the heartwood in a fairly early stage of decay (Table 4). The pure *F. annosus* decay showed no sharp differences in stage of decay or colour. The hard rot caused by *A. mellea* was mainly blackish brown. As the decay softened the colour turned yellowish brown. The decayed spot was small and relatively sharply defined.

The decay fungus cannot be reliably identified on the basis of the colour of the decayed part.