

KAARNAKUORIAISTEN (COL., SCOLYTIDAE) ESIINTYMINEN ERÄÄSSÄ  
KANADANMAJAVAN (CASTOR CANADENSIS KUHL) AIHEUTTAMAN  
TULVAN SEURAUKSENA KUOLLEESSA METSIKÖSSÄ

HANNU SAARENMAA

SUMMARY:

THE OCCURRENCE OF BARK BEETLES (COL., SCOLYTIDAE) IN A DEAD SPRUCE  
STAND FLOODED BY BEAVERS (CASTOR CANADENSIS KUHL).

Saapunut toimitukselle 1978-06-16

Tutkimuksessa selvitettiin yhden alueen puitteissa, minkälaisia hyönteisiä on iskeytynyt kanadanmajavan aiheuttaman tulvan tappamiin puihin eri metsikkötyypeillä ja minkälaisen uhan ne muodostavat ympäröiville metsille. Tutkimus koski pääasiassa vain kuusta. Puun läpimitan ja metsikön ominaisuuksien vaikutusta hyönteislajistoon puntaroiitiin ja eri hyönteiskombinaatioiden esiintymistä ja koeksistenssin edellytyksiä tutkittiin tilastollisin menetelmin.

Kuolleissa puissa tavattiin 20 nilassa tai puussa elävää lajia. Runsaimpina esiintyivät *Pityogenes chalcographus* L., *Trypodendron lineatum* Ol., *Hylurgops palliatus* Gyll. ja *Dryocoetes autographus* Ratz. Kuusella erotettiin 5 kuivumistyyppiä. Aarnimetsässä todettiin esiintyvän sekundaarisia lajeja, aukon reunassa taas kirjanpainajaa. Toisten lajien esiintyminen riippuu eniten puun koosta, toisiin taas vaikuttaa eniten koko metsikön rakenne. Tulvasta seurasi, että kosteissa oloissa viihtyvät lajit olivat runsaita. Puiden kuoleamisen sattuminen syksyyn paransi keväällä parveilevien lajien esiintymismahdollisuuksia keskikesällä parveilevien kustannuksella. Tutkitussa tapauksessa eivät tuhohyönteiset olleet levinneet vahinkoa aiheuttaen ympäröiviin metsiin, mutta sopivissa oloissa se on mahdollista.

## 1. JOHDANTO

Majavat (*Castor* spp.) aiheuttavat vahinkoa metsissä jyrsimällä ja kaatamalla puita sekä patoamalla vesistöjä. Niiden kaatamat puut ovat keskimäärin pieniä lehtipuita (LAHTI 1966), joilla ei ole suurta taloudellista merkitystä. Maisemallisesti arvokkaiden rantapuiden kaato on joskus haitallista.

Majava on faunassamme ainutlaatuinen eläin siinä suhteessa, että sillä on kyky muokata elinympäristöään itselleen sopivaksi. Patoamalla vesistöjä se nostaa vedenpintaa niin paljon, että pesän suuaukko pysyy jatkuvasti veden alla. Kaikenlaiseen ympäristön muokkaukseen liittyy usein mitä monenlaisimpia seurausvaikutuksia.

Veden noustua metsään puiden juuristot joutuvat hapettomiin olosuhteisiin. Juuriin saapuvasta glukoosista alkaa muodostua myrkyllistä etanolia (HARBORNE 1977). Ajan oloon myös maassa syntyy juurille myrkyllisiä pelkistyneitä yhdisteitä (KURAJEV & SESTAKOVA 1970, LÄHTEEN 1971 mukaan). Se, kuinka kauan juuret kestävät hengissä, riippuu puulajista ja vuodenajasta. Kevät-tulvilla ei ole todettu olevan haitallista vaikutusta puiden kasvuun, jopa päinvastaisesti on todisteita (PELKONEN 1975). Keski- ja loppukesällä vesien lämmentyä etanolin muodostuminen nopeutuu ja juurten kasvaessa sen vaikutus on myös suurempi. Oluimmat pituutta kasvavat juuret kuolevat jo 1–5 vrk:ssa tulevan alkamisen jälkeen. Tulvasta kärsivien puiden neulasissa ja lehdissä ilmenee kaliumin ja veden puutetta ja haihdutus heikkenee (YELENOSKY 1964). Kotimaisista puulajeista kuusi on herkin tulvan vaikutuksille, männyn kestävyys on samaa luokkaa (AHTI 1975). Monet lehtipuut, esim. hieskoivu ja pajut, sietävät tulvaa kauemmin. HUIKARIN (1955, 1959) mukaan ne voivat kuljettaa liuennutta happea verosta juuristoonsa. Lisäksi anaerobisen metabolismin tuloksena niiden juuristossa voi syntyä etanolin sijasta esim. vaaratonta glyserolia (HARBORNE 1977).

Puuston kuoleminen tarjoaa lisääntymispaikan heikkokuntoisissa ja kuolleissa puissa eläville hyönteislajeille, varsinkin kaarnakuoriaisille. Sopivan ravinnon rajoittuneisuus on yleensä kaarnakuoriaisten lisääntymistä merkittävimmin rajoittava tekijä (NUORTEVA 1964). Kun puusto tulva-alueella kuolee, tämä tekijä väistyy.

Kuolleisiin puihin iskeytyvän hyönteislajiston koostumus ja menestyminen riippuu monista ympäristötekijöistä. Esim. eri lajit suosivat erilaista kuoren paksuutta. Kosteus-, valo-, lämpö, ym. olosuhteet vaihtelevat metsiköittäin. Keski-Euroopassa on havaittu, että synkässä aarnimetsässä esiintyvät toiset lajit kuin valoisassa talous-

## 2. TUTKIMUSALUE, -MENETELMÄT JA -AINEISTO

Tutkimus suoritettiin yhdessä paikassa Lammin Evolla Isoon Keltajärveen etelästä laskevan puron varrella korpijuotissa kesällä

metsässä (SCHIMITSCHEK 1952, 1953). Yleensä varjoisissa, luonnontilaisissa metsissä elävien lajit ovat luonteeltaan sekundaarisempia kuin valoa suosivat. Ilmeistä on, että puiden joukkokuoleman jälkeen tuhoaluetta ympäröiviä metsiä uhkaava kaarnakuoriaisinvaaasion riski riippuu kuolleen metsikön rakenteesta. Seuraustuho voi päästä alkuun (KANGAS 1934, 1947, NUORTEVA 1956 a).

Majavan aiheuttaman tulvan seurauksia metsäentomologiselta kannalta ei meillä eikä muualla ole aikaisemmin tutkittu. Sinä aikana, kun Suomessa on metsätaloutta harjoitettu, ei majava aikaisemmin ole ollutkaan niin runsaslukuinen, että siihen olisi ollut tarvetta tai mahdollisuuksia. Tilanne on kuitenkin majavan leviämisen myötä muuttunut. Niiden tulva-alueiden pinta-ala oli v. 1974 2 000 ha, lisäksi tulee vielä saman verran veden vaivaamia alueita (Metsähallituksen ... 1975). Myös sikäli tilanne on erilainen kuin ennen, että majavakantamme koostuu pääosin kanadanmajavasta (*Castor canadensis* Kuhl), joka on majavaa (*C. fiber* L.) aktiivisempi (LAHTI & HELMINEN 1974).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, minkälaisia kaarnakuoriaisia ja muita nilassa ja puussa lisääntyviä hyönteisiä on iskeytynyt majavan aiheuttaman tulvan hukuttamiin puihin eri metsikötyypeillä ja minkälaisen uhan ne muodostavat ympäröiville metsille. Suuri määrä kuolleita puuta vaihtelevassa ympäristössä antoi tilaisuuden myös kaarnakuoriaisten koeksistenssin edellytysten tutkimiseen.

Kiitän seuraavia henkilöitä, joilta olen saanut apua tehdessäni tätä työtä: MMK, B. Sc. John Derome, asemanhoitaja Heikki Koivunen, FL Seppo Lahti, professori Matti Nuorteva, Paul von Roermund, metsäteknikko Ilkka Virolainen. Kiitän myös Evon Metsäopistoa ja AKH:ta myönteisestä suhtautumisesta tutkimustyöhöni.

1976. Tutkimus koskee vain kuusta, koska aineisto oli täten rajoittunut. Tulva-alueen koko on 4,55 ha. Sen ympärillä on vaihte-

levan levyinen veden vaivaama alue, jonka pinta-ala on n. 1,5 ha.

Ensimmäisen padon majavat rakensivat alueen halki kulkevaan puroon v. 1972. Se nosti veden vasta n. 0.5 ha alalle. Marraskuussa 1973 todettiin niiden rakentaneen padon kapeaan jyrkkään kohtaan n. 60 m edellisen yläpuolelle, jonka seurauksena loppullinen tulva-alue muodostui. Keväällä 1975 rakensivat majavat vielä yhden padon 10 m ylimmän alapuolelle, mutta sillä ei ollut merkitystä veden pinnan korkeuteen. Puiden kuoleminen alkoi 1973.

Kaarnakuoriaisten runsauden arviointiin on yleensä käytetty linjoittaista arviointia. Tämä voidaan suorittaa kaista-arviointina käyttäen esim. kahden metrin levyisiä kais-toja (kuten SAALAS 1919, 1949). Milloin työvoimaa on niukasti käytettävissä on helpompi käyttää linjoittaista ympyräkoela-arviointia (esim. NUORTEVA 1956 a). Siihen päädyttiin myös tässä tutkimuksessa.

Koealat tulivat 40 m päähän toisistaan linjavälin ollessa 50 m. Linjat vedettiin vain varsinaiselle tulva-alueelle. Kaikkiaan 23 koealaa kooltaan 300 m<sup>2</sup> (r = 9.78 m) mitattiin. Koealalle sattuneista puista määritettiin puulaji, läpimitta rinnan tasalta, terveydentila ja puussa eläneet hyönteiset. Kaikkiaan tutkittiin 788 puuta.

Puun terveydentila määritettiin silmämääräisesti käyttäen sen estimaatteina jäljellä olevien neulasten tai lehtien määrää ja väriä. Puut luokiteltiin asteikolla 0–5, jossa 0 vastaa kuollutta ja 5 tervettä (vrt. KANGAS 1955). Taulukosta 1 selviää aineiston jakautuminen terveydentilaluokkiin. Sitkeimmän on hengissä pysynyt koivu, kuusi taas on kuollut herkemmin.

Kaikista koealoille sattuneista puista määritettiin niiden tyvessä elävät nilaa tai puuta syövät hyönteislajit, mikäli niitä esiintyi. Tutkimus oli käytännöllisistä syistä suoritettava kuorimalla puuta tyvestä

Taulukko 1. Puulajien jakautuminen terveydentilaluokkiin 1976. 5 = terve, 0 = kuollut.  
Table 1. The distribution of the trees in health classes in 1976. 5 = live, 0 = dead.

Terveystila Health	5	4	3	2	1	0	Summa Sum
<i>Pinus sylvestris</i> .....	3	—	5	13	8	10	39
<i>Picea abies</i> .....	22	26	24	34	44	469	619
<i>Betula spp.</i> .....	47	20	8	6	2	39	122
<i>Alnus incana</i> .....	—	1	—	—	—	6	7
<i>Salix caprea</i> .....	—	1	—	—	—	—	1
Summa — Sum .....	72	48	37	53	54	524	788

Taulukko 2. Kuviotiedot.

Table 2. Data about the compartments in the flooding area. Site types are drained spruce swamps.

Kuvio Compartment	Tyyppi Site type	Pinta-ala Area ha	Runkoluku/ ha Number of trees/ha	Pohja-pinta-ala Basal area m <sup>2</sup> /ha	Valta-pituus Dominant height m	Keskikuumäärä Volume m <sup>3</sup> /ha	Ikä Age Vuotta Years	Kuusten keskiläpimitta Mean diameter of <i>Picea abies</i> cm (d <sub>1.3</sub> )
1	K	0.37	200	—	1	—	5	—
2	K	0.44	1 000	26	22	240	105	14.4
3	Kmu	0.40	1 000	20	20	160	75	13.9
4	Kmu	0.78	1 230	15	12	100	45	11.0
5	Kmu	0.67	2 130	8	5	20	15	9.0
6	TrTk	1.89	1 070	25	23	240	90	18.5

tarpeellinen määrä kenttätöiden suorittajan ulottuvuuksien sallimissa rajoissa. Puun latvaosissa elävät lajit tulivat näin aliedustetuiksi. Mikäli hyönteiset olivat jo ehtineet poistua puusta, merkittiin niiden esiintyminen syömäkuvioiden perusteella muistiin. Kaikista lajeista arvioitiin iskeytymisen ajankohta vuoden tarkkuudella. Hyönteislajien runsaudet arvioitiin tutkimalla suuri määrä puita käyttäen yhtä puuta pienimpänä laskennallisena yksikkönä.

Tulva-alue jaettiin kuuteen metsikkökuviioon. Metsikön tunnuksen pohjapinta-ala, valtapituus, keskikuutiomäärä ja ikä on saatu Metsähallituksen Hämeenlinnan hoitoalueen metsissä 1960–70 lukujen taitteessa toimitetun kuviottaisen arvioinnin tuloksista. Runkoluvut ja keskilämpötilat ovat taas peräisin nyt tehdystä inventoinnista. Taulukosta 2 huomataan, että kuviot muodostavat edustavan sarjan useimpien metsikön tunnuksen suhteen. Tulva-alueelle jääneen puuston määrä on yhteensä noin 715 m<sup>3</sup> (kuva 1).



Kuva 1. Veden tappamia puita tulva-alueen aarnimetsäosassa. Veden syvyys on noin 50 cm. Etualan lehtipuut on majava kaatanut. Kuva kirjoittajan.

Fig. 1. Water-killed trees in the old-forest part of the flooded area. The depth of water is about 50 cm. The hardwoods have been felled by the beavers. Photo by the author.

### 3. LÖYDETYT HYÖNTEISET JA KUIVUMISTYYPIT

#### 31. Eri hyönteisten esiintymisrunsaudet

Kaikkiaan tutkituissa 788 puussa esiintyi hyönteisiä 534:ssä (taulukko 3). Suhteellisesti eniten on hyönteisiä iskeytynyt kuusiin. Lehtipuut taas ovat säästyneet iskeytymltä melkein kokonaan. Osaltaan tämä selittyy eroilla tulvankestävyydessä (taulukko 1).

Eri hyönteislajit esiintyvät seuraavasti (suluissa vastainen lyhenne):

<i>Pityogenes chalcographus</i> L. ( <i>cha</i> )	334 puussa
<i>Trypodendron lineatum</i> Ol. ( <i>lin</i> )	162 —
<i>Hylurgops palliatus</i> Gyll. ( <i>pal</i> )	157 —
<i>Dryocoetes autographus</i> Ratz. ( <i>aut</i> )	146 —
<i>Ips typographus</i> L. ( <i>typ</i> )	40 —
<i>Polygraphus poligraphus</i> L. ( <i>pol</i> )	33 —

Taulukko 3. Hyönteisten esiintyminen eri puulajeissa.  
Table 3. The occurrence of insects in different tree species.

Puulaji Species	Hyönteisiä on Insects observed		Hyönteisiä ei ole No insects		Summa Sum	
	kpl exx.	%	kpl exx.	%	kpl exx.	%
<i>Pinus sylvestris</i> ...	28	71.8	11	28.2	39	100.0
<i>Picea abies</i> .....	502	81.1	117	18.9	619	100.0
<i>Betula</i> spp. ....	4	3.3	118	96.7	122	100.0
Muut. — Others. .	—	—	8	100.0	8	100.0
Summa — Sum ...	534		254		788	

<i>Blastophagus piniperda</i> L.	26 —
<i>Tetropium</i> spp. ( <i>Tetr</i> )	22 —
<i>Pissodes</i> spp. kuusella ( <i>Piss</i> )	21 —
<i>Ceramycidae</i> spp., pääasiassa <i>Rhagium inquisitor</i> L. ( <i>Cer</i> )	10 —
<i>I. duplicatus</i> C. Sahlb. ( <i>dup</i> )	10 —
<i>I. amitinus</i> Eichh.	6 —
<i>Scolytus ratzeburgi</i> Jans.	2 —
<i>Hylastes cunicularius</i> Er.	2 —
<i>Crypturgus</i> spp.	2 —
<i>Trypodendron signatum</i> Fabr.	2 —
<i>Pissodes pini</i> F.	1 —
<i>Orthotomicus laricis</i> Fabr.	1 —
<i>O. suturalis</i> Gyll.	1 —
<i>Pogonochaerus fasciculatus</i> DeG.	2 analyysi- puussa

Vastaisissa taulukoissa lajit, joita on saatu alle 10 yksilöä, tullaan jättämään pois, koska niiden lukumäärä ei riitä tilastollisten menetelmien käyttöön.

#### 32. Eri hyönteiskombinaatioiden esiintyminen

Hyönteislajien esiintyminen on ristiintaulukoitu taulukossa 4. Siitä on laskettu lajien esiintymisten väliset kontingenssikeruotimet (*c*), johtka kuvaavat niiden esiintymisen välistä riippuvuutta saaden arvoja nollan ja yhden väliltä. Mitä suurempi *c*:n arvo on, sitä riippuvampia muuttujat ovat. Laskentatapansa vuoksi *c* ei voi saada negatiivisia arvoja (VASAMA & VARTIA 1973, s. 526). Riippuvuuden suunnalle voidaan tässä tapauksessa löytää mielekäs selitys. Vertaamalla havaittua yhteisten puiden lukumäärää odotettuun se on määritettävissä ja *c*:hen voidaan liittää etumerkki. Erotukseksi oikeasta kontingenssikeruotimesta merkitään tätä suuretta vastedes *c(s)*:llä.

Lajien A ja B väliselle riippuvuudelle voidaan löytää kolme erilaista selitystä: (1) Lajit A ja B ovat elinvaatimuksiltaan niin samanlaisia, että ne löytyvät samasta puusta ja sen samasta osasta (*c(s)* > 0). (2) A:n ja B:n ekologiset lokerot ovat kauempana toisistaan ja ne voivat elää samassa puussa sen tutkittavissa olevissa eri osissa (*c(s)* > 0). (3) Mahdollinen riippuvuuden suunta on myös se, että A ja B elävät erityyppisissä puissa tai A esiintyy säännöllisesti

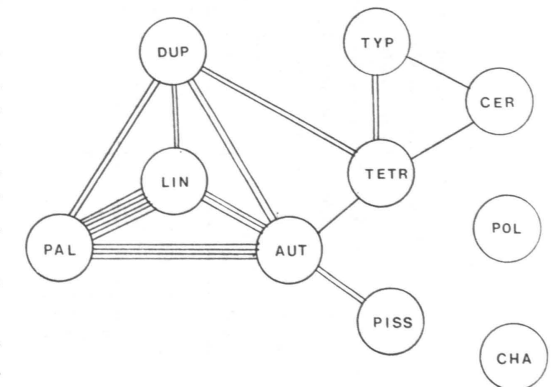
niin suurin joukoin, että se ei jätä B:lle elintilaa tutkittavassa puunosassa (*c(s)* < 0). Suuri osa lajeista esiintyy muiden yhteydessä vain sattumalta (*c(s)* = 0). Positiivinen *c(s)* arvo on suoraan verrannollinen siihen todennäköisyyteen, jolla lajit A ja B löytyvät samasta puusta. Positiiviset (1) ja (2) lajin riippuvuus-suhteet on esitetty kuvassa 2.

Tutkimusmenetelmä rajoittaa suuresti latvassa elävien lajien riippuvuus-suhteiden toteamista. *P. chalcographus*-lajille ei tämän takia ole saatu yhtään positiivista *c(s)* arvoa. *P. poligraphus* muodostaa myös oman ryhmänsä. Muut lajit ovat seurallisia. Riippuvuuden voimakkuuden ja yhteyksien pituuden perusteella ne voidaan kuvan 2 perusteella ryhmitellä seuraavasti:

1. *lin* — *pal* — *aut*, *c(s)* > 0.25
2. *lin* — *pal* — *aut* — *dup* — *Tetr* — *Piss*,  
*c(s)* > 0.15
3. *typ* — *Tert* — *Cer* — *dup*, *c(s)* > 0.05
4. *cha*
5. *pol*

#### 33. Kuivumistyyppit

Jotta aineisto saataisiin suppeampaan muotoon kuin em. yksittäisten hyönteislajien esiintyminen, määritettiin jokainen kuusi



Kuva 2. Hyönteislajien esiintymisen positiiviset riippuvuus-suhteet, *c(s)* > 0. Yksi viiva tarkoittaa 0.1 vahvuista riippuvuutta.

Fig. 2. The positive relationships between the occurrence of the insect species, *c(s)* > 0. One line is equal with a dependence of 0.1.

Taulukko 4. Eri hyönteiskombinaatioiden esiintyminen kuusessa. Esimerkki taulukon halkaisija alapuolisista lukuarvoista alkiosta *cha/lin*: 53 puussa ei kumpaakaan lajia *cha* tai *lin*; 294 puussa tavattiin *cha*, mutta ei *lin*; 112 puussa tavattiin *lin*, mutta ei *cha*; 39 puussa tavattiin kumpikin laji. Taulukon halkaisijan yläpuolella vastaavat  $\chi^2$ -arvot, kontingenssikerroin *c* ja merkitsevyytaso.

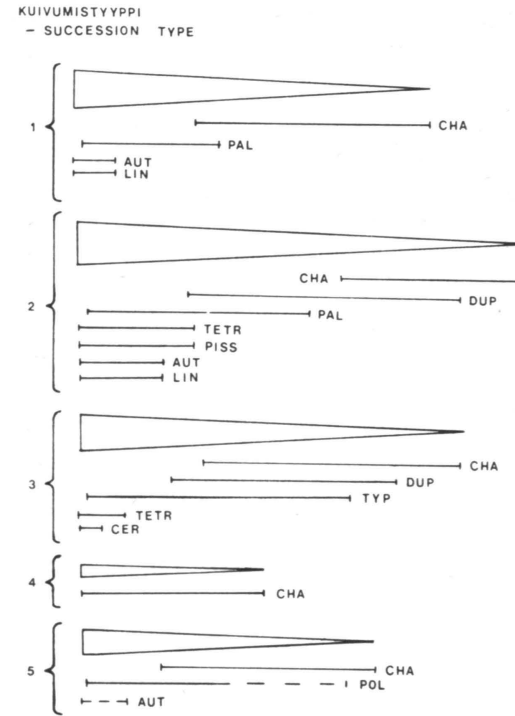
Table 4. The occurrence of different insect combinations in spruce. The numbers below the diagonal in the table can be explained using as an example the intersection *cha/lin*: 54 trees with neither *cha* nor *lin*; 294 trees in which *cha* occurred but *lin* not; 112 trees with *lin* but not *cha*; 39 trees in which both species occurred. Above the diagonal are the respective  $\chi^2$ -values, the coefficient of contingency *c* and confidence level.

kont. taul.	$\chi^2$	<i>cha</i>		<i>lin</i>		<i>pal</i>		<i>aut</i>		<i>typ</i>		<i>pol</i>		<i>Tetr</i>		<i>Piss</i>		<i>Cer</i>		<i>dup</i>
		ei	on	ei	on	ei	on	ei	on	ei	on	ei	on	ei	on	ei	on	ei	on	
<i>cha</i>		X		164.7		141.4		56.78		7.483		4.353		2.956		4.629		0.282		10.28
			X	0.50***		0.48***		0.32***		0.12**		0.09*		0.10*		0.10*		0.14**		0.14**
<i>lin</i>		53	294		X	278.6		57.30		6.675		4.092		0.137		0.452		0.557		12.27
		112	39			0.60***		0.32***		0.11**		0.09*		0.137		0.452		0.16***		0.16***
<i>pal</i>		58	290	324	29		X	82.49		3.305		7.511		2.578		3.317		2.017		17.83
		107	43	26	126			0.37***		1.564		0.12**		2.578		3.317		0.19***		0.19***
<i>aut</i>		81	272	285	75	294	66		X	1.564		0.371		5.092		19.65		0.161		19.02
		84	61	65	80	59	86			3.305		0.371		0.10*		0.19***		0.12**		0.19***
<i>typ</i>		143	314	315	149	319	145	328	136		X	3.065		11.77		0.723		7.423		0.153
		21	19	35	5	33	7	32	8			3.065		0.15***		0.723		0.12**		0.153
<i>pol</i>		149	316	319	150	320	149	332	137	428	40		X	1.827		2.383		1.135		0.627
		16	16	28	5	30	3	25	8	33	0			1.827		2.383		1.135		0.627
<i>Tetr</i>		154	322	335	148	341	142	349	134	448	34	447	30		X	0.018		2.956		15.62
		11	11	15	7	12	10	11	11	16	6	19	3			0.018		0.18***		0.18***
<i>Piss</i>		152	324	334	148	342	140	353	129	443	38	447	30	458	21			0.678		0.918
		11	9	16	5	11	10	6	15	19	2	17	3	20	1			0.678		0.918
<i>Cer</i>		160	323	340	150	345	145	350	140	453	36	453	31	467	20	464	21		X	
		5	10	10	5	8	7	10	5	11	4	13	2	13	2	15	0			X
<i>dup</i>		154	329	346	140	348	138	354	132	449	37	448	32	464	19	462	19			X
		8	2	2	8	1	9	1	9	8	1	9	1	7	3	9	1			X

tiettyyn kuivumistyyppiin. Tähän antoi mahdollisuuden se, että lajikombinaatio toistui puusta puuhun pääpiirtein samantapaisena muutaman tapauksen rajoissa (vrt. KANGAS 1947 ss. 28–30, SAALAS 1952). Tulvan seurauksena kaikki kuivumistyyppit olivat luonteeltaan sekundaarisia, joten lajien merkityksen arviointi kuivumisprosessissa jätettiin vähemmälle.

Kuivumistyyppit noudattavat edellisessä luvussa esitettyä ryhmittelyä. Tutkimus-

menetelmän rajoittuneisuuden vuoksi ryhmiä ei voida käyttää sellaisenaan. Tarkemman tiedon saamiseksi pitkin runkoa latvaan asti elävistä hyönteisistä analysoitiin seitsemän kuusta entomologisella runkoanalyysillä (vrt. TRÄGÅRDH 1927, KANGAS 1934, 1947, NUORTEVA 1956 a, LEKANDER 1972, SAARENMAA 1977). Näiden kaikkien latvaosassa esiintyi *Pityogenes chalcographus*. Kuivumistyyppien kaavakuvat on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Kuivumistyyppien kaavakuvat. Puun rungon vieren on piirretty siinä tavattavat hyönteislajit. Mittakaava puuttuu, koska kuvat eivät esitä mitään tiettyä puuyksilöä.

Fig. 3. The regular insect succession types in the drying process of *Picea abies*. Below the trunk there is a line drawn in the part in which the insect lives. There is no scale because the figures do not present any known individual tree.

#### 4. PUUN JA METSIKÖN TUNNUSTEN VAIKUTUS KUIVUMISTYYPPIIN

Eri kuivumistyyppien puiden keskimääräiset läpimitat rinnan korkeudelta on esitetty taulukossa 5. Läpimitaltaan samantapaisia ovat 5 % riskillä vain kuivumistyyppit 2 ja 3. Sopiva puun läpimita on siis kuivumistyyppiin määrätymiselle hyvin tärkeää. Pienin on *P. chalcographus*-lajin dominoima kuivumistyyppi 4. *P. poligraphus*-tyyppiin 5 kuuluu etupäässä keskikokoisia kuusia. Kuivumistyyppiin 1 kuuluvat puut ovat pienempiä kuin *I. duplicatus*-

ja *I. typographus*-puut 2 ja 3. Taulukosta 6 nähdään, että kuivumistyyppien 1,2 ja 4 osuudet kuvioilla korreloivat merkittävästi kuvion kuusten keskiläpimitan kanssa. Sen sijaan kuivumistyyppien 3 ja 5 osuuksien korrelaatiot eivät 5 % riskillä eroa nolasta.

Eri kuivumistyyppihin kuuluvien kuusten lukumäärät ja suhteelliset osuudet on esitetty taulukossa 7. Sen seikan toteamiseksi, ovatko jakaumat eri kuvioilla samantapaiset vai erilaiset, suoritettiin  $\chi^2$ -testi.

Taulukko 5. Eri kuivumistyyppien puiden keskiläpimitat ( $\bar{x}$ ), hajonnat (s) ja lukumäärät (n).  
Table 5. The mean diameters ( $\bar{x}$ ), standard deviations (s) and numbers (n) on trees of the different succession types.

Kuivumistyyppi Succession type	d <sub>1.3</sub> cm		n
	$\bar{x}$	s	
1	18,8	6,9	169
2	24,9	7,1	19
3	24,4	6,4	26
4	9,2	4,3	263
5	12,6	5,6	28

Taulukko 6. Korrelaatiot (r) kuivumistyyppien osuuden ja kuvion kuusten keskiläpimitan välillä, \* = eroaa 95 % todennäköisyydellä nolasta.  
Table 6. Correlation (r) between the proportion of each succession type and the mean diameter of the spruces in the compartment, \* = significant at the 95 % confidence level.

Kuivumistyyppi Succession type	r
1	0,86*
2	0,85*
3	0,24
4	-0,92*
5	0,24

Taulukko 7. Eri kuivumistyyppihin kuuluvien kuusten lukumäärät ja osuudet kuviolla.  
Table 7. The numbers and proportions of spruces of different succession types in the compartments.

Kuvio Compartment	Terveitä Live trees	Kuivumistyyppi Succession type					Summa Sum
		1	2	3	4	5	
1	—	—	—	—	—	—	
2	exx. %	22 21.5	17 2.5	12 15.2	43 54.4	5 6.4	79 100.3
3	exx. %	11 47.0	16 —	4 11.8	10 29.4	4 11.8	34 100.0
4	exx. %	13 16.2	17 1.0	5 4.7	73 69.5	9 1.5	105 100.0
5	exx. %	19 16.3	22 —	1 0.7	110 81.5	2 1.5	135 100.0
6	exx. %	52 63.8	97 10.5	16 2.6	4 17.8	27 5.3	152 100.0

Terveiden lukumäärää ja kuviota 1, joka käsitti vain koivutaimistoa, ei otettu huomioon. Saatu  $\chi^2$ -arvo 195.6 (d.f. = 16) kuvaa tilastollisesti erittäin merkittävää eroa kuvioiden välillä.

Metsiköstä mitattavat tunnukset vaihtelivat kuvioittain (taulukko 2). Kun pohyönteislajit ovat puissa eläviä, on oikeutettua käsitellä mitattua metsikön puuston tunnusta ympäristötekijänä. Taulukossa 8 esitetään se arvo, jonka metsikön tunnukset saavat keskimäärin kunkin kuivumistyyppien puun ympäristössä.

Ympäröivän metsikön tunnusten osalta eri kuivumistyyppien puut eivät poikkea toisistaan yhtä usein kuin puun läpimitan suhteen. Kuivumistyyppi 4 kuuluu nuoreen kuusitaimikkoon. Kuivumistyyppit 1, 3 ja 5 taas esiintyivät tunnuksiltaan samanlaisissa, varttuneissa metsiköissä. Myös kuivumistyyppi 2 kuuluu varttuneeseen metsään. Se on muiden tunnusten, paitsi ympäristön valtapituuden ja keskikuutiomäärän suhteen samanlainen varsinkin kuivumistyyppin 3 puiden kanssa.

Lämpötilojen, valosäteilyn määrä ja suhteellisen kosteuden mittaukset olisivat laajentaneet työtä suhteettomasti. Alue kuitenkin jaettiin vielä osiin sen mukaan, sijaitsiko koeala tutkimusaluetta luoteesta rajoittavan hakkuuaukon reunan lähellä (I), nuorena kasvatusmetsässä (II), taimistoriukuvaiheen metsässä (III) vai lähes kos-

Taulukko 8. Keskimääräiset metsikön tunnukset ( $\bar{x}$ ) ja niiden hajonnat (s) eri kuivumistyyppien puiden ympäristössä.

Table 8. The mean values ( $\bar{x}$ ) and standard deviations (s) of the stand characteristics in the vicinity of trees of different succession types.

Muuttuja — Variable	Kuivumistyyppi — Succession type					Samantaisia 95 % todennäköisyydellä Equal at 95 % confidence
	1	2	3	4	5	
n	169	19	26	263	28	
Runkoluku/ha Number of trees/ha						1 = 2 = 3 = 5
$\bar{x}$ .....	1 206	1 072	1 099	1 547	1 175	
s .....	356	44	299	502	286	
Pohjapinta-ala Basal area (m <sup>2</sup> /ha)						2 = 3, 1 = 3 = 5
$\bar{x}$ .....	21.6	24.6	22.1	15.1	20.0	
s .....	6.1	2.3	5.2	7.1	5.8	
Valtapituus (m) Dominant height						1 = 3 = 5
$\bar{x}$ .....	19.4	22.3	19.3	12.5	17.6	
s .....	6.3	2.5	5.0	7.1	5.9	
Kuutiomäärä Volume (m <sup>3</sup> /ha)						1 = 3 = 5
$\bar{x}$ .....	193	233	192	106	168	
s .....	79	32	67	89	75	
Keski-ikä (v) Age (yrs.)						1 = 3 = 5, 1 = 2 = 3
$\bar{x}$ .....	77	89	83	48	71	
s .....	28	12	27	35	28	

Taulukko 9. Eri kuivumistyyppihin kuuluvien kuusten lukumäärät ja osuudet osa-alueittain (selitys tekstissä).

Table 9. The numbers and proportions of spruces of different succession types in the sections bounded according to the unshaded conditions (see summary).

Osa-alue Section	Terveitä Live trees	Kuivumistyyppi Succession type					Summa Sum
		1	2	3	4	5	
I	exx. %	22 17.1	13 2.6	2 18.4	14 57.9	44 4.0	3 76 100.0
II	exx. %	17 21.7	26 0.8	1 4.2	5 64.2	77 9.1	11 120 100.
III	exx. %	19 16.3	22 —	— 0.7	1 81.5	110 1.5	2 135 100.0
IV	exx. %	59 62.1	108 9.2	16 3.4	6 18.4	32 6.9	12 174 100.0

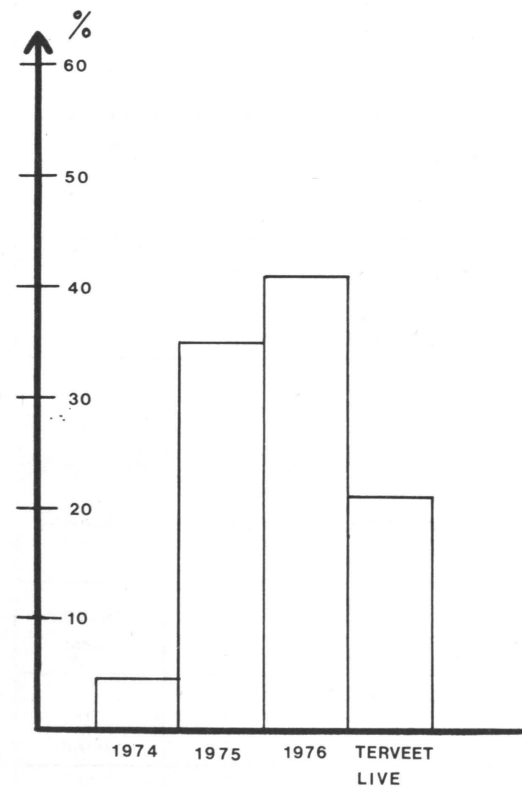
kemattomassa aarnimetsässä (IV). Ryhmittymisperusteena käytettiin silmämääräisesti arvioitua valon määrää metsikössä eikä sen puuston tunnuksia.

Mainituilta osa-alueilta saadaan taulukossa 9 esitetyt kuivumistyyppijakaumat. Taulukosta saatu  $\chi^2$ -arvo 191.5 (*d.f.* = 12) kuvaa tilastollisesti erittäin merkitsevää eroa osien välillä. I ja IV ovat metsikön tunnuksiltaan koko lailla samanlaiset. Kuivumis-

tyyppien 3 ja 4 osuudet ovat kuitenkin suurempia ja kuivumistyyppin 1 osuus tilastollisesti erittäin merkitsevästi pienempi osa-alueella I kuin osa-alueella IV. Tämä antaa viitteen siitä, että kuivumistyyppien 3 ja 4 hyönteiset (tärkeimpinä *I. typographus* ja *P. chalcographus*) suosivat valoisa paikkoja, kun taas kuivumistyyppin 1 lajisto (*T. lineatum*, *H. palliatus* ja *D. autographus*) olisi etupäässä varjoisien metsien asukkeja.

## 5. TUHON LEVIÄMINEN

Syvimmillään vettä oli tulva-alueella n. 1,5 m. Veden pinnan korkeus ei kunkin padon tekemisen jälkeen ole sanottavasti ja pitkäaikaisesti vaihdellut. Kuitenkaan puut eivät ole kuolleet yhtäaikaisesti koko tulva-



Kuva 4. Iskeytymisten frekvenssijakaumat eri vuosilta.

Fig. 4. The frequencies of infestations from different years.

alueella (kuva 4). Puun juuristo ei alueen reunoilla peity kokonaan veden alle. Silloin kun vedenpinta on maanpinnan tasossa ja näkyvissä notkopaikoissa, toiset puut voivat olla täysin elinkykyisiä, toiset taas kuolevat tulvaan heti.

Ensimmäisenä vuonna ylimmän padon tekemisen jälkeen (1974) ei puita ole kuollut vielä kovinkaan paljon. Iskeytymisten maksimi sattuu toiseen tai kolmanteen tulvavuoteen. Reuna-alueilla on edelleen terveitä puita, joiden menehtymistä tapahtuu jatkuvasti. Siihen on kuitenkin tulva enemmän kuin hyönteiset syyppää.

Sen selvittämiseksi, ovatko tulva-alueen kuolleissa puissa lisääntyneet hyönteiset levinneet ympäröiviin terveisiin metsiin, tehtiin niihin lukuisia tarkastuskierroksia pitkin kesää ja mahdollisia kuolleita tai kituvia puita pidettiin silmällä myös muiden retkien aikana. Mihinkään systemaattiseen tarkasteluun ei ollut mahdollisuuksia. Mainittavin ympäristöhäiriö alueella oli tulva-alueen luoteispuolella n. 15 v. aikaisemmin tehty avohakkuu. Majavat ovat po. tulva-alueen lisäksi nostaneet vettä myös Isossa Keltajärven sekä sen ja tulva-alueen väliin jäävällä puronvarsisuolla. Sen takia oli aukon reunassa varsinaisen tulva-alueen ulkopuolella joitain isoja kuusia kuolleet. Puissa oli *Ips typographus*. Myös noin 100 m päässä tulva-alueesta oli muutamalta isolta kuuselta latva kellastumassa, luultavasti *Pityogenes chalcographus*-lajin iskeytymisen takia. Kuitenkaan mitään selvää tuhon leviämistä ympäröiviin metsiin ei havaittu.

## 6. TULOSTEN TARKASTELU

### 61. Hyönteisten ja kuivumistyyppien esiintyminen

Tulva aiheuttaa puiden kuolemiseen ja hyönteislajiston koostumukseen joitakin erityispiirteitä. Alkukesästä korkealla oleva vesi ei vielä vahingoita puita. Vasta heinäkuulla ne alkavat kärsiä, mutta eivät ehdi kovin huonoon kuntoon ennen kuin vasta syksyksi.

Alueella tavatuista lajeista vain *Dryocoetes autographus* parveilee enää näin myöhään (SAALAS 1919, ANNILA 1977), senkin paras parveiluaika on kesä-heinäkuussa. Näin ollen keväällä parveilevilla lajeilla on eniten ravintoa käytettävissään, koska syksyllä kuolleisiin tai suuresti heikentyneisiin puihin hyönteiset eivät vielä ole ehtineet iskeytyä. Kun kevätkeksen lajit ovat ensin päässeet iskeytymään runsaslukuisina, se heikentää keskikesän parveilijoiden, kuten *Polygraphus poligraphus* (LEKANDER 1959, ANNILA 1977) lisääntymismahdollisuuksia. Laji ei esiintynytäkään kovin runsaana. Tyypillisesti sitä tavattiin silloin, kun puun kuivuminen ei ollut edennyt loppuun yhdessä keväessä, vaan se kesti pidemmän aikaa. Tällöin *P. poligraphus* löytyi siitä kohdasta puuta, jossa muiden lajien eteneminen oli välillä pysähtynyt. *Pissodes*-lajien niukahko esiintyminen saattoi johtua samasta syystä.

Talvehtimisolosuhteet ovat tulva-alueella lisääntyvien hyönteisten kannalta normaalia poikkeavat, sillä lisääntymispuiden ympäristössä maanpinta on veden peitossa. Maassa sanotaan pääosin talvehtivan ainakin seuraavien alueella tavattujen lajien: *T. lineatum*, *H. palliatus*, *I. typographus*, *I. duplicatus* ja *Hylates* spp. (SAALAS 1919, 1949). Voitaneen päätellä, että em. lajien täytyy vuosittain ainakin talvehtimisen ajaksi poistua tulva-alueelta. Tämä voi heikentää niiden lisääntymismahdollisuuksia. Puissa talvehtivat, mm. *P. chalcographus*, *D. autographus*, *P. poligraphus* ja *Pissodes*-lajit taas joutuivat paikalle kerääntyneiden lintujen, varsinkin tikkojen verotettaviksi.

Tikaskuoriainen, *Trypodendron lineatum*, tavattiin alueen puissa toiseksi runsaslukuisimpana lajina. Se suosii iskeytymisessään puita, jotka ovat varjossa ja kaadettu

loka-marraskuussa edellisenä syksynä (SAALAS 1949, ANNILA & al. 1972, ANNILA 1975) tai myöskin keväällä (LÖYTTYNIEMI & UUSVAARA 1977). Ilmeisesti tulvaan edellisenä syksynä kuolleet puut sopivat näihin puitteisiin *Tr. lineatum*in runsaan esiintymisen takia. Tulvasta seuraava kosketus edistää ambrosia-sienen ja lajien jälkeläistöjen kehitystä (vrt. von KÖNIG & BERWIG 1971).

Kannon hutikirjaaja, *Dryocoetes autographus*, oli se laji, joka useimmiten tavattiin alimpana rungossa lähellä vedenpintaa ja kosteimmassa olosuhteissa. Hyönteiselle on SAALAN (1919, 1949) mukaan pääasia, että se kohta puuta, johon se asettuu pysyy kyllin kosteana. Kun vielä lajin lentoaika sattuu otolliseen vuodenaikaan, voidaan tulvaan kuolleiden puiden todeta olevan lajille erityisen sopivia lisääntymispaikkoja.

Verrattaessa hyönteislajien runsausjärjestyksiä tulva-alueella NUORTEVAN (1956 a, 1968) Hattulassa ja Kalvolassa suhteellisen normaaleissa oloissa saamiin tuloksiin havaitaan, että kosteutta vaativat lajit *T. lineatum* ja *D. autographus* ovat tulva-alueella yleisempiä kuin normaaleissa oloissa.

*Hylastes*-lajeja tavattiin erittäin niukasti. Juurissa elävät lajit eivät menesty niiden lisääntymispaikkojen jäätyä veden alle.

Alueen koivuissa tavattiin hyvin niukasti hyönteisiä. *Scolytus ratzeburgi* suosii RUMMUKAISEN (1952, 1954) mukaan kesä-heinäkuun vaihteessa kaadettuja koivuja. Tulvan vaikutuksesta pystyy kuolleet puut eivät selvästikään vastaa tätä vaatimusta. Sen sijaan majavan kaatamissa koivuissa tavattiin suhteellisen usein lajin jälkiä.

KANGAS (1947) on tutkimuksessaan kuusi-koiden kuivumisesta erottanut kolme kaar-nakuoriaisten aiheuttamaa kuivumistyyppiä. Kaikki nämä tavattiin myös tässä tutkimuksessa. KANKAAN kirjanpainaja-tyyppi on identtinen kuivumistyyppi 3 kanssa. SAALAS (1952) on tavannut kirjanpainaja-tyypin puissa yleisimmin esiintyvänä seuralaislajeina *P. chalcographus* ja *Tetropium*. Näiden esiintyminen kirjanpainajan seuralaisina on myös tässä voitu osoittaa. Tähtikirjaaja-tyypin KANGAS (1947) sanoo edustavan nuorten pienikokoisten kuusten kuivumista. Sitä vastaa kuivumistyyppi

4. KANKAAN monikirjaajatyyppejä vastaa kuivumistyyppi 5. Kuivumistyyppin 1 lajit ovat tunnettu sekundaarinen kombinaatio (NUORTEVA 1956 b). Kuivumistyyppiä 2, jolle luonteenomaista oli *Ips duplicatus*-lajin esiintyminen, ei tutkimassani kirjallisuudessa ole esiintynyt. Tulva-alueella tavattiin myös viisi *Ips amitinus*-lajin yhdessä *P. chalcographuksen* kanssa valtaamaa pientä kuusta. Tilastollista käsittelyä ajatellen niiden lukumäärä on liian pieni, joten ne yhdistettiin kuivumistyyppi 4:ään.

Yksittäisen puun ominaisuudet ovat puuhun kaarnan alle iskeytyvän hyönteisen kannalta merkityksellisempiä kuin biotoopin, metsikön ominaisuudet. Ne vaikuttavat hyönteiseen lähempää. Esimerkiksi kaarnan paksuus rajaa selvästi niiden lajien joukon, joka on kykenevä iskeytymään kyseiseen puunosaan. Tämän takia ympäristötekijöiden vaikutusta tutkittaessa on ensin selitettävä esim. puun läpimitalla kaikki selitettävissä oleva vaihtelu kuivumistyyppijakaumissa, ennen kuin haetaan ratkaisua metsikön tunnusten erilaisuudesta.

Kaarnakuoriaiset ovat hyönteisryhmä, joiden koeksistenssin tutkiminen on erityisen helppoa (vrt. PRICE 1975). Puun dimensioissa, tässä sen läpimitassa, havaitut erot riittivät erottamaan suurimman osan kuivumistyypeistä. Kuivumistyyppit 2 ja 3, joihin kuuluvien kuusten läpimita oli sama, erottaa se, että kuivumistyyppi 2 esiintyy pidemmässä ja kuutiomäärältään suuremmissa metsissä.

*Polygraphus poligraphus*-lajin iskeytymisen kannalta puun läpimita on sivuseikka (LEKANDER 1959). Merkitsevää korrelaatiota ei nytkään voitu osoittaa (taulukko 6). Ilmeisesti lajin iskeytymisen ja puun fysiologisen tilan välinen ajallinen koinsidenssi on ratkaisevampi tekijä. Se riittää myös erottamaan kuivumistyyppin muista.

*Ips typographus*-lajin iskeytymisen todennäköisyys kasvaa puun läpimitan myötä (BUTOVITSCH 1971). Kuitenkin sen osuus korreloi vain heikosti metsikön kuusten läpimitan kanssa (taul. 6). Ilmeisesti läpimitaakin määräävämpiä seikkoja ovat metsikön lämpöolot. Kirjanpainaja on termofiili laji (ANNILA 1969). Kylmässä aarnimetsässä se ei menesty, vaan suosii lämpimiä metsänreunoja (vrt. SCHIMITSCHEK 1952, 1953).

Kuivumistyyppin 1 osuus on suurimmillaan aarnimetsässä. Tyyppiin kuuluu sekundaarisia lajeja, *Tr. lineatum*, *H. palliatum* jn *Dr. autographus*. Myös kuivumistyyppi 2 kuuluu aarnimetsään. Sen puut ovat alaosastaan em. sekundaarisen kolmikön vallitsemia, mutta latvastaan *Ips duplicatus* asuttamia. Jos *I. duplicatus*, joka kuuluu myös kuivumistyyppin 3 latvapuoleen, pidetään kirjanpainajan tavoin termofiilina, sen esiintyminen saa selityksensä, kun muistetaan, että kuivumistyyppin 2 puut olivat metsän suurimpia. Niiden latva on ylhäällä auringonsäteilyn tavoitettavissa, mutta tyvi varjoisan metsän peitossa.

## 62. Tuhon leviäminen ja käytännön ohjeita

Tulva-alueella ei kaarnakuoriaisten käytettävissä ole lisääntymismateriaali lopu kerralla, vaan niillä on käytettävissä jatkuvasti heikkokuntoisia ja veden vaivamilla alueella kuolevia puita. Näinollen suureksi kasvaneille kaarnakuoriaispopulaatioille on koko ajan tarjolla ainakin jonkin verran ravintoa. Kaarnakuoriaispopulaatioille on joukkolisääntymisen sattuessa ominaista, että ne parin ensimmäisen runsastumisvuoden jälkeen painuvat jälleen alhaisempiin lukemiin ympäristön lisääntyvän vastuksen myötä. Tärkein tekijä on ravinnon loppuminen. Tulva-alueella ravinto loppuu vähitellen. Odotettavissa on, että kaarnakuoriaispopulaatiot seuraavat tätä vähittäistä kehitystä ja gradaatio asettuu itsensä eikä merkittäviä seuraustuhon ympäristöissä tapahtu.

Tutkitussa tapauksessa tulva-alueen metsikköjen rakenteet olivat sellaisia, etteivät ne sanottavasti suosineet kirjanpainajaa. Myös kesien 1976 ja 1977 viileys hillitsi lämpöä vaativan kirjanpainajan lisääntymistä. Tulva-alueen märkyys, sijainti korpijuotin pohjalla ja aukon reunan antaminen luoteeseen olivat myös lajin esiintymistä rajoittavia tekijöitä. Suurimmat lukumäärät alueella saavuttivat kuusen tähtikirjaajan jälkeen vaarattomat ja selvästi sekundaariset lajit. Mahdollista on, että kuusen tähtikirjaaja onnistuu kuivattamaan joidenkin suurten kuusten latvoja lähialueilla.

Ei ole luvallista yleistää liikaa yhdestä

tutkimuspaikasta saatuja tuloksia, mutta eräitä käytännön ohjeita voidaan antaa. Jos tulva-alue on tiheä ja runsaspuustoinen korpi eikä se rajoitu ainakaan etelän puolelta hakkuuaukkoon tms., ei suurta vaaraa kirjanpainajan leviämistä ympäröiviin metsiin ole siinäkin tapauksessa, että kuollutta puustoa ei heti korjata pois. Myös, jos tulva-alueella kasvaa vain pientä puustoa, läpimitaltaan alle 12 cm, kirjanpainajasta ei ole huolta. Mikäli metsikkö taas on valoisaa, suhteellisen harvaa, pohjapinta-alaltaan alle 20 m<sup>2</sup>, suurehkoa puustoa kasvavaa ja varsinkin, jos se käsittää valoisia etelän puoleisia metsänreunoja, voidaan kirjanpainajan odottaa lisääntyvän kuolleissa puissa. Seurauksena voi olla niiden leviäminen ympäristön terveisiin puihin. Aikaisempina vuosina lähistöllä suoritetut avohakkuut ja kuorellisen puutavaran metsävarastot lisäävät tuhovaaraa. Riski tuhon leviämisestä kasvaa, jos kesä on lämmin ja puut kärsivät kuivuudesta.

Edellä esitetty koski kuusta. Jos tulva-alue käsittää mäntymetsiä, ytimennävertäjien aiheuttamaa latvustuhon on odotettavissa ympäristömissä.

Tulva-alueella puut pilaantuvat nopeasti. Tikaskuoriainen iskeytyy puihin suurin joukoin ensimmäisenä keväänä puiden kuoltua. Sen takia ne tulevat reikäisiksi ja sinistyvät. Tässä tapauksessa sinistymä leviää puihin vain hyönteisten mukana, sillä kaatopintoja ja kuoren rikkoutumia ei jään aiheuttamia ruhjeita lukuun ottamatta muuten synny (vrt. UUSVAARA & LÖYTTY-

NIEMI 1977). Tukkipuiden pilaantuminen tapahtuu sen jälkeen, kun tulva on noussut, ensimmäistä heinä-syyskuuta seuraavana keväänä. Parhaassa tapauksessa aikaa korjuuseen on puolitoista vuotta, pahimmassa 8–9 kuukautta. Kuitupuuksi kelvollisina kuolleet puut säilyvät joitakin vuosia.

Puuston korjuu tulva-alueelta käy parhaiten pänsä talvella, jos allas jääty tarpeeksi paksuun jäähän. Kesäaikaan maa on veden vallassa tai ainakin siksi liettyntä, että koneiden käyttö on erittäin vaikeaa. Majavien pato saadaan luvalla särkeä. Mikäli hakkuuseen tulva-alueella ryhdytään, sen on oltava perusteellinen. Ehdottomasti kaikki puut, joissa on kaarnakuoriaisia tai jotka muuten tulevat kuolemaan on korjattava pois. Hakkuu olisi paras tehdä heti ennen kuin kaarnakuoriaiset ovat lisääntyneet paljon. Jos tässä myöhästyään, se olisi paras tehdä torjuntahakkuun luontoisena kesä-heinäkuussa, jolloin vaarallisimmat lajit ovat puissa. Hakkuu on syytä ulottaa jonkin verran myös tulva-alueen rajojen ylikin.

Evon majavien tulva-alue on ajan mittaan muodostunut oikeaksi hyönteis- ja lintu-paratiisiksi (SEPPO LAHTI suull.). Tutkimuksen ja opetuksen tarpeisiin on perusteltua säilyttää maassamme majavan tulva-alueita myös kuolleine puustoineen. Esimerkiksi juuri tutkittu Evon alue on tässä suhteessa monipuolinen ja sijainniltaan so-piva. Se kuului ehdotettuun Evon luonnonpuistoon (Kansallispuistokomitean mietintö 1976), jonka perustaminen on kuitenkin jäänyt myöhempien toimien varaan.

## 7. KIRJALLISUUS

- AHTI, E. 1975. Puiden tulvankestävyydestä. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusosaston tiedonant. 14: 42–44.
- ANNILA, E. 1969. Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). Ann. Zool. Fenn. 6: 161–207.
- » — 1975. Effect of felling date of trees on the attack density and flight activity of *Trypodendron lineatum* (Oliv.) (Col., Scolytidae). Summary: Kaatoajan vaikutus havupuun tikaskuoriaisen (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) iskeytymistiheyteen. Commun. Inst. For. Fenn. 86 (6): 1–17.
- » — 1977. Seasonal flight patterns of spruce

- bark beetles. Ann. Ent. Fenn. 43 (1): 31–35.
- ANNILA, E., BAKKE, A., BEJER-PETERSEN, B. & LEKANDER, B. 1972. Flight period and brood emergence in *Trypodendron lineatum* (Oliv.) (Col., Scolytidae) in the Nordic Countries. Commun. Inst. For. Fenn. 76 (4): 1–28.
- BUTOVITSCH, V. 1971. Undersökningar över skadeinsekternas uppträdande i de stromhärjade skogarna i mellersta Norrlands kustland åren 1967–69. Referat: Untersuchungen über das Auftreten von Forstschädlingen in den von Schneestürmen heimgesuchten Fichtenwäldern des Küstgebiets der Provinz Västernorrland

- in den Jahren 1967–69. Skogshögsk., Inst. Skogszool. 8: 1–204.
- HARBORNE, J. B. 1977. Introduction to Ecological Biochemistry. 243 pp. London, New York, San Francisco.
- HUIKARI, O. 1955. Experiments on the effect of anaerobic media upon birch, pine and spruce seedlings. Selostus: Kokeita kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimiin. Commun. Inst. For. Fenn. 42 (5): 1–12.
- » — 1959. On the effect of anaerobic media upon the roots of birch, pine and spruce seedlings. Selostus: Kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimien juuristoihin. Commun. Inst. For. Fenn. 50 (9): 1–16.
- KANGAS, E. 1934. Über entomologische Analysen und ihre Anwendung. Selostus: Entomologisista analyysistä ja niiden soveltamisesta. Acta For. Fenn. 40 (6): 127–154.
- » — 1947. Kuusikoiden kuivuminen metsäntuho- ja metsänhoidollisena kysymyksenä. Referat: Über die Vertrocknung der Fichtenbestände als Waldkrankheits- und Waldbaufrage. Acta For. Fenn. 52 (5): 1–198.
- » — 1955. Tuhohyönteisten kohteenvalinta sovelletun entomologian probleemana. Luonnon Tutkija 59 (3): 68–72.
- Kansallispuistokomitean mietintö. Komiteamietintö 88/1976. Helsinki.
- KÖNIG, E. von & BERWING, W. 1971. Der Einfluss des Wassergehaltes im Fichtenholz auf die Befallsdisposition für den gestreiften Nutzholzborkenkäfer *Trypodendron lineatum* O. (Col., Scolytidae). Zeitschr. ang. Ent. 68: 258–263.
- LAHTI, S. 1966. Majavan ravinnonvalinnasta ja ravinnon käytöstä. Summary: On the food habits of the beaver (*Castor* spp.) in Northern Finland. Suomen Riista 18: 7–19.
- » — & HELMINEN, M. 1974. The beaver, *Castor fiber* (L.) and *Castor canadensis* (Kuhl), in Finland. Acta Theriol. 19 (13): 177–189.
- LEKANDER, B. 1959. Der doppeläugige Fichtenborkenkäfer, *Polygraphus poligraphus* L. Ein Beitrag zur Kenntnis seiner Morphologie, Anatomie, Biologie und Bekämpfung. Medd. Stat. Skogsforskningsinst. 48 (9): 1–116.
- » — 1972. Ett massuppträdande av granbarkborren i Gästrikland 1945–1952. (A Mass outbreak of *Ips typographus* in Gästrikland, Central Sweden 1945–1952). Skogshögsk., Inst. Skogszool. 10: 1–28.
- LÄHDE, E. 1971. Maan fyysikaaliset ominaisuudet ja männyntaimistojen kehitys Pohjois-Suomessa. Metsä ja Puu 4/1971, 20–22.
- LÖYTTYNIEMI, K. & UUSVAARA, O. 1977. Insect attack on pine and spruce sawlogs felled during the growing season. Seloste: Hyönteisten merkitys kasvukauden aikana valmistettujen mänty- ja kuusisahatukien pilaantumisessa. Commun. Inst. For. Fenn. 89 (6): 1–48.
- Metsähallituksen majavatyöryhmän mietintö 10. 12. 1975. Moniste. 38 s. Lieksa.
- NUORTEVA, M. 1956 a. Hakkuiden vaikutuksesta kaarnakuoriaisten esiintymiseen erällä metsäalueella Etelä-Hämeessä. Referat: Über den Einfluss der Hiebe auf das Auftreten der Borkenkäfer in Südfinnland (Süd-Häme). Acta For. Fenn. 65 (4): 1–38.
- » — 1956 b. Über den Fichtenstamm-Bastkäfer, *Hylurgops palliatus* Gyll., und seine Insektenfeinde. Selostus: Tutkimuksia vaippanilurista, *Hylurgops palliatus* Gyll., ja sen hyönteisvihollisista. Acta Ent. Fenn. 13: 1–118.
- » — 1963. Die Borkenkäfer (Col., Scolytidae) von Virolahti, Südfinnland, und deren natürliche Insektenfeinde. Ann. Ent. Fenn. 29: 281–282.
- » — 1964. Über Einfluss der Menge des Brutmaterials auf die Vermehrlichkeit und die natürlichen Feinde des grossen Waldgärtners *Blastophagus piniperda* L. (Col., Scolytidae). Ann. Ent. Fenn. 30: 1–17.
- » — 1968. Über Mengenveränderungen der Borkenkäferfauna in einem südfinnischen Waldgebiet in der Zeit von 1953 bis 1964. Acta Ent. Fenn. 24: 1–50.
- PELKONEN, E. 1975. Vuoden eri aikoina korkealla olevan pohjaveden vaikutus männyn kasvuun. Suo 26 (2): 25–32.
- PRICE, P. W. 1975. Insect Ecology. 514 pp. New York, London, Sydney, Toronto.
- RUMMUKAINEN, U. 1952. Koivun mantokuoriaisen, *Scolytus ratzeburgi* Jans., luontumuksista. Summary: On the inclination of birch sapwood borer, *Scolytus ratzeburgi* Jans. Commun. Inst. For. Fenn. 40 (8): 1–14.
- » — 1954. Über das Auftreten des grossen Birkensplintkäfers, *Scolytus ratzeburgi* Jans., in den Schneeschadengebieten des Winters 1947–48 in Nord-Karelien. Selostus: Koivun mantokuoriaisen, *Scolytus ratzeburgi* Jans., esiintymisestä talven 1947–48 lumituhoalueella Pohjois-Karjalassa. Commun. Inst. For. Fenn. 44 (3): 1–41.
- SAALAS, U. 1919. Kaarnakuoriaisista ja niiden aiheuttamista vahingoista Suomen metsissä. Ref.: Über die Borkenkäfer und deren durch sie verursachten Schaden in den Wäldern Finnlands. Acta For. Fenn. 10: 1–415.
- » — 1949. Suomen metsähyönteiset. 719 pp. Helsinki–Porvoo.
- » — 1952. Einiges über Charakterarten der Käferbestände an Fichten von verschiedener Beschaffenheit. Zeitschr. ang. Ent. 33: 12–18.
- SAARENMAA, H. 1977. Kaarnakuoriaisten esiintymisestä majavan aiheuttaman tulvan seurauksena kuolleessa metsikössä. 97 pp. M. For. Thesis. Univ. Helsinki. Dept. Agric. For. Zool.
- SCHIMITSCHEK, E. 1952, 1953. Forstentomologische Studien im Urwald Rotwald. I–III. Zeitschr. ang. Ent. 34: 178–215, 513–542, 35: 1–54.
- TRÄGÄRDH, I. 1934. Entomologiska analyser av torkande träd. Summary: Entomological analysis of dying trees. Medd. Stat. Skogsforsöksanst. 23: 191–216.
- UUSVAARA, O. & LÖYTTYNIEMI, K. 1977. The effect of injuries caused by summer storage of sawlogs on the quality and value of sawn timber. Seloste: Sahapuun kesävarastoinnista aiheutuvien varastovikojen vaikutus sahatavaran laatuun ja arvoon. Commun. Inst. For. Fenn. 89 (3): 1–100.
- VASAMA, P.-M. & VARTIA, Y. 1973. Johdatus tilastotieteeseen II. Helsinki.
- YELENOSKY, G. 1964. The tolerance of trees to poor soil aeration. Univ. Microfilms, London.

#### SUMMARY:

#### THE OCCURRENCE OF BARK BEETLES (COL., SCOLYTIDAE) IN A DEAD SPRUCE STAND FLOODED BY BEAVERS (*CASTOR CANADENSIS* KUHL)

Most of the beavers found in Finland belong to the species *Castor canadensis* Kuhl, which has been introduced by man. The total area flooded as a result of their activities is nowadays about 2 000 ha. Flooding kills-off the trees which subsequently offer suitable breeding sites for bark beetles. The aim of this study was to determine which insects infest such trees in different types of spruce stand (*Picea abies*, Karst.) and whether there is any danger that they would cause damage to the surrounding living forests. The study was carried out in one 4.55 ha wide flooded area at Evo in Southern Finland in summer 1976.

Estimation of the occurrence of bark beetles was done using circular sample plots regularly spaced along sampling lines, one tree representing the smallest unit. A total of 788 trees were debarked at the base and the insects present identified. The number of trees in which each species was found is given on page 204–205. The occurrence of each species of bark beetle together with another species was cross-tabulated (Table 4) and the corresponding coefficients of contingency (c) calculated. If the value for c differed significantly from nought it was marked with a + or – sign. The number of trees in which both species of various insect pairs were found was compared with the expected value. If there were more than expected, the value for c(s) was a positive one and if there were less then it was negative. Positive values of c(s) are directly proportional to the probability that two insects will be found in the same tree. Positive relationships are presented in Fig. 2 and the five groups formed on its basis are to be found on page 205.

The different combinations of bark beetles found in the trees were approximately the same as those five groups. They formed five different succession types representing the attack of insects and the drying process of the trees (Fig. 3). The

method used was such that insects living in the tops of the trees were not included. However, the occurrence of *Pityogenes chalcographus* at the top of each succession type is obvious. Three of the succession types, 3, 4 and 5 were the same as those found by KANGAS (1947) and they can be considered to be primary in certain conditions. In this case the result of flooding is that all the succession types were secondary.

As a result of flooding *Trypodendron lineatum* and *Dryocoetes autographus*, which prefer moist conditions, were abundant. The abundance of *T. lineatum* caused the logs to become spoiled quickly. Flooding does not harm the trees until July–August. Therefore the species that swarm in the following spring have the most food available for their use. Thus the breeding possibilities for late-swarming *Polygraphus poligraphus* were restricted.

Since the species in question infest trees, it was considered justifiable to treat the stand characteristics as autecological factors. The trees belonging to different succession types differed in diameter (Table 5) except for types 2 and 3. The values of the characteristics of the stand surrounding trees of each succession type did not differ from each other as often as diameter did (Table 8). The dominant height and volume of type 2 were greater than those of type 3. Diameter of the tree stem is the most important factor determining the type of succession to be found in trees of types 1, 2 and 4. In types 3 and 5 other factors are more important (Table 6).

The flooded area was further divided into sections according to the position of the sample plot in

I old forest (age 90 yrs.) near to the edge of an open felling area on the north-western side of the flooded area,

II young stand (age 45 yrs.),



III young pole-stage stand (age 15 yrs.) or  
IV virgin old forest (age 90 yrs.) with shaded  
borders.

The stand characteristics of sections I and IV were almost the same (Table 2, comp. 2 and 6). However, the proportion of *Ips typographus*-trees (type 3) was significantly greater and the proportion of trees infested by the secondary *T. lineatum*, *Hylurgops palliatus* and *D. autographus* (type 1) significantly smaller in section I than IV (table 9). This shows that although *I. typographus* lives only in large trees, the presence of unshaded forest borders is still more important.

There were two important dams. The first was made in 1972 and the second in November 1973. Owing to the small variations in topography all trees do not die at the same time (Fig. 4). Those trees that have some roots above the water level will withstand flooding for a longer time. Therefore the bark beetles will have small quantities of food available for their use also in the future. In this case no subsequent insect damage was observed in the surrounding forests. However, if the structure of the stand was more favorable to *I. typographus* it could be possible.