

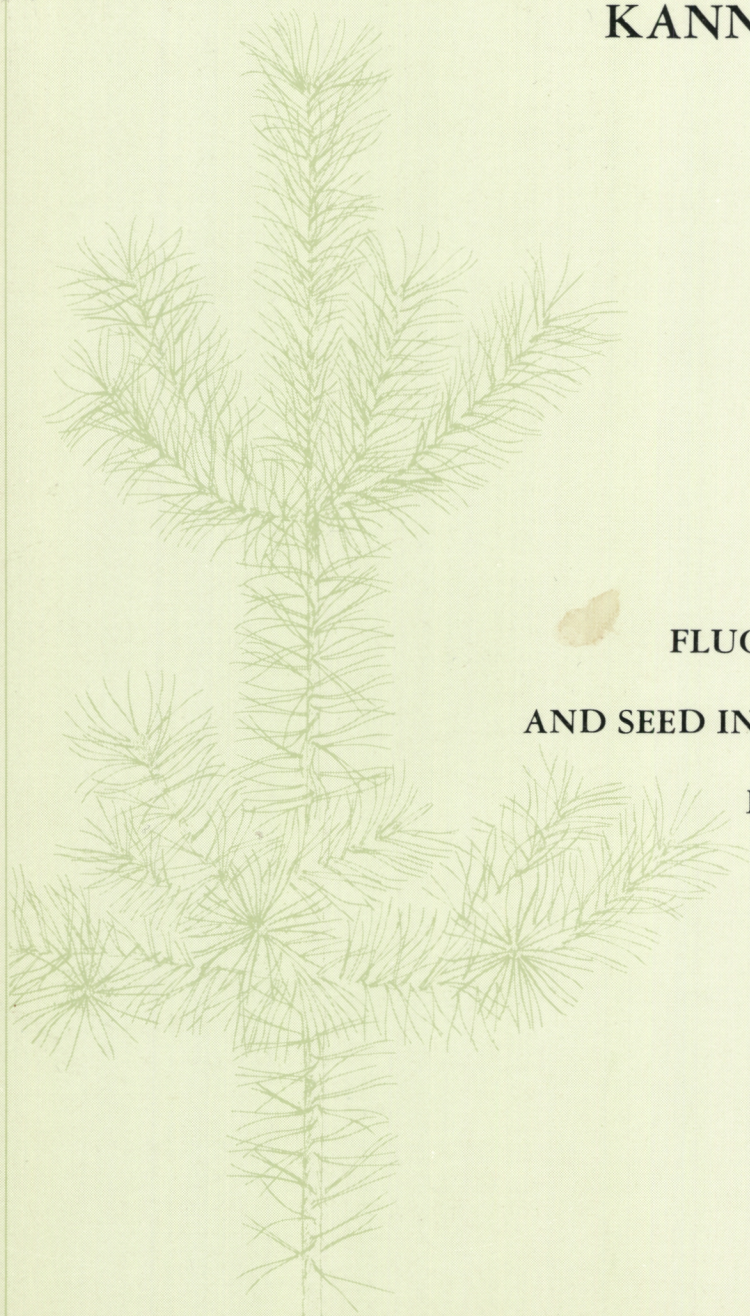
**KUUSEN KÄPY- JA SIEMENTUHOLAISTEN
KANNANVAIHTELU**

ERKKI ANNILA

SUMMARY

**FLUCTUATIONS IN CONE
AND SEED INSECT POPULATIONS
IN NORWAY SPRUCE**

HELSINKI 1981



COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE



THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE (METSÄNTUTKIMUSLAITOS)

Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND

telex: 125181 hyfor sf
attn: metla/

phone: 90-661 401

Director:
Professor Olavi Huikari

Head of Information Office:
Tuomas Heiramo

Distribution and exchange of publications:

The Finnish Forest Research Institute
Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND

Publications of the Finnish Forest Research Institute:

- Communicationes Instituti Forestalis Fenniae (Commun. Inst. For. Fenn.)
- Folia Forestalia (Folia For.)
- Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja

Cover (front & back): Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) is the most important tree species in Finland. Pine dominated forest covers about 60 per cent of forest land and its total volume is nearly 700 mill. cu.m. The front cover shows a young Scots pine and the back cover a 30-metre-high, 140-year-old tree.

ERKKI ANNILA

**KUUSEN KÄPY- JA SIEMENTUHOLAISTEN
KANNANVAIHTELU**

SUMMARY

**FLUCTUATIONS IN CONE AND SEED
INSECT POPULATIONS IN NORWAY SPRUCE**

HELSINKI 1981

ANNILA, E. 1981. Kuusen käpy- ja siementuholaisten kannanvaihtelu. Summary: Fluctuations in cone and seed insect populations in Norway spruce. *Commun. Inst. For. Fenn.* 101: 1–32.

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, missä määrin eräiden tärkeimpien kuusen käpy- ja siementuholaisten runsaus ja tuhot ovat riippuvaisia käpysadon vaihtelusta ja voidaanko tuhojen ankaruutta ennustaa. Suurin osa kuusen käpykääräisistä ja kuusen käpykärpäsisistä kuoriutui yhden tai kahden talvehtimisen jälkeen. Vain vähäinen osa toukista talvehti kolme tai neljä kertaa. Kuusen siemensääski ja kuusen siemenkiilukainen kuoriutuvat pääasiassa talvehdittuaan kolme tai neljä kertaa. Käpysadon ollessa heikko tai kohtalainen mitään selvää riippuvuussuhdetta ei todettu käpysadon suuruuden ja hyönteisten jättäytymisen tai kuoriutumisen välillä. Keskimääräistä enemmän jättäytyneet hyönteiset kuoriutuivat ainoastaan poikkeuksellisen runsaana käpyvuotena 1973. Useiden perättäisten vähintään kohtalaisen runsaiden käpyvuosien aikana käpyhyönteisten tuhot lisääntyivät nopeasti. Yksi huono käpyvuosi ei vielä olennaisesti vähentänyt käpytuholaisten määrää mutta kahden katovuoden jälkeen näiden määrä oli hyvin vähäinen. Siementuholaisten määrään ei kahdellakaan perättäisellä katovuodella ollut olennaista välitöntä vaikutusta. Vaikutukset tulivat ilmi vasta muutamien vuosien kuluttua. Tulosten perusteella näyttää siltä, että paraslaatuinen siemensato saadaan silloin, kun kahden tai useamman huonon käpysadon jälkeen kukinta on runsasta. Tutkimuksessa päädyttiin siihen, että hyönteisten aiheuttamia käpytuhoja voidaan käytännön kannalta riittävässä määrin ennustaa seuraamalla jatkuvasti käpysadon vuotuista runsautta.

Fluctuations in insect damage in relation to cone crop size was studied in southern Finland over a period of eleven years (1969–1980). A major part of *Laspeyresia strobilella* and *Hylemyia anthracina* emerged after one or two years. A small number remained in diapause for three or four years. *Plemeliella abietina* and *Megastigmus strobilobius* mainly emerged after three or four years. When the cone crop was light or medium, no correlation was found between cone crop size and the termination of insect diapause. However, a high percentage of diapausing insects emerged in 1973 when the cone crop was exceptionally large. Cone insect damage tended to increase if the cone crop was moderate for several years in succession. Damage did not essentially decrease after one poor cone crop but two consecutive failures in the cone crop drastically reduced the population of *L. strobilella*. The numbers of seed insects were not immediately affected by one or two poor cone yields in succession. The effect could only be seen after three or four years. It was concluded that insect damage will be small in years when there is a heavy crop preceded by two or more failures in the cone crop. In a practice, insect damage can be predicted to a sufficiently degree of accuracy through continuous recording of the annual cone crop size.

ODC 453:416. 2:174.7 *Picea abies*
ISBN 951-40-0528-7
ISSN 0358-9609

Helsinki 1981. Valtion painatuskeskus

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	5
3. TULOKSET	6
31. Kämpysato	6
32. Kuoriutuminen	7
33. Jättäytyminen	13
34. Jättäytymisen suhde kämpysatoon	15
35. Kannanvaihtelut	16
36. Tuhot	19
4. TULOSTEN TARKASTELU	25
KIRJALLISUUSLUETTELO	28
SUMMARY	30

1. JOHDANTO

Tunnettua on, että kuusen kävyissä elää suuri joukko hyönteisiä, jotka saattavat joinakin vuosina pahasti turmella siemensadon. Taloudellisen merkityksensä vuoksi monet näistä hyönteisistä ovat olleet tutkimuksen kohteena jo viime vuosisadalta lähtien ja niiden elintavat ovat suhteellisen hyvin tunnetut.

Siirryttäessä siemenviljelmillä tapahtuvaan metsäpuiden siementuotantoon kävyissä ja siemenissä elävien hyönteisten aiheuttamien tuhojen torjunta on tullut ajankohtaiseksi. Kemiallisten torjuntatoimenpiteiden tarpeellisuuden määrittäminen on kuitenkin osoittautunut vaikeaksi, sillä torjunta on tehtävä ennalta ehkäisevänä toimenpiteenä. Myöhemmin, kun tuholaisten runsaus on todettavissa, torjuntatoimenpiteillä ei ole enää riittävää tehoa.

Vaikka käpy- ja siementuholaisia käsittelevä kirjallisuus onkin hyvin laaja, tutkimuksia mahdollisuuksista ennustaa tuhoja on julkaistu hyvin niukasti. Kanadassa tehtyjen tutkimusten mukaan Douglas-kuusen kävyissä elävien hyönteisten aiheuttamat tuhot ovat pääasiassa riippuvaisia edellisen vuoden käpysadon runsaudesta ja diapaussiin jäävien hyönteisten määrästä (Hedlin 1964).

Tuhojen ennustaminen on yleensä mahdollista vain, jos ollaan riittävästi pe-

rillä hyönteisten kannanvaihteluista ja niihin vaikuttavista tekijöistä. Tärkeimpänä käpy- ja siementuholaisten kantaa säätelevänä tekijänä on yleensä pidetty käpysadon vuotuista vaihtelua, joka nimenomaan kuusella on hyvin voimakasta.

Nyt esillä olevan tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, missä määrin eräiden tärkeimpien kuusen käpy- ja siementuholaisten runsaudentvaihtelu ja tuhot ovat riippuvaisia käpysadon vaihtelusta ja voidaanko käpysadon runsautta seuraamalla ennustaa tuhojen ankaruutta.

Tutkimuksen kohteena olivat kuusen käpykääriäinen (*Laspeyresia strobilella* L., Lep., Tortricidae), kuusen käpykärpänen (*Hylemyia anthracina* Czerny, Dipt., Muscidae), kuusen siemensääski (*Plemeliella abietina* Seitner, Dipt., Cecidomyiidae) ja kuusen siemenkiilukainen (*Megastigmus strobilobius* Ratz., Hym., Torymidae). Kaikki nämä lajit kykenevät lisääntymään ainoastaan kuusen kävyissä. Aineistoa hankittaessa kerääntyi jonkin verran tietoa myös näiden lajien biologiasta. Huomiota kiinnitettiin myös käpykärpäsen ja siemensääsken loisiin, joista on suhteellisen vähän tietoa käytettävissä. Kuusen käpykoisasta (*Dioryctria abietella* (D. & S.) Lep., Pyralidae) kerääntynyt aineisto on pääosiltaan julkaistu jo aikaisemmin (Annila 1979).

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimus tehtiin Metsäntutkimuslaitoksen Ruotsinkylän kokeilualueessa vuosina 1969–1980. Tutkimusta varten perustettiin noin 80 vuotiaseen kuusimetsään 0,20 ha suuruinen koeala, joka käsitti yhteensä 90 puuta.

Vuotuisen käpysadon runsauden määrittämistä varten laskettiin emikukintojen lukumäärä kiikarilla kaikista koealan puista kuusen kukkimisaikana touko–kesäkuun vaihteessa. Tuhohyönteisten runsauden ja niiden aiheuttamien tuhojen määrittämistä varten kerättiin käpynäytteet syyskuussa. Runsaina käpyvuosina näytteitä otettiin 10:stä arpomalla määrätystä puusta vähintään 20 käpyä jokaisesta koepuusta. Kukinnan ollessa vähäistä näytteet olivat pienempiä ja ne voitiin ottaa ainoastaan tietyistä puista. Vuonna 1973 kerättiin käpyjä myös kuusen siemenviljelmiltä ja eri maantieteellistä alkuperää olevien puitten koemetsästä (metsäviljelmät no:t 123–139, 353–355). Kävyt varastoitiin muovipusseissa -18°C lämpötilassa laboratoriotutkimuksia varten.

Laboratoriossa kävyt halkaistiin ja halkaisupinnoista otettiin 20–50 siemenen näyte koko kävyn pituudelta. Molemmat kävyn puoliskot tutkittiin suomu suomulta ja tavatuista toukista tehtiin lajityypitys. Siemenet halkaistiin ja niiden laatu ja niissä tavatut toukat määritettiin.

Eri lajien jättäytymistä ja kuoriutumista selvittäviä tutkimuksia varten kerättiin käpyjä koealan

ulkopuolella olevista puista. Käpyjen vähimmäismäärä oli 20 käpyä 10:stä eri puusta. Käpykääräistä ja siemenissä eläviä lajeja koskevia tutkimuksia varten kävyt kerättiin lokakuussa. Jotta kävyissä olevien hyönteisten kehitys olisi mahdollisimman luonnonmukainen, käpyjen säilytys yli talven ja siementen karistaminen seuraavana keväänä tapahtui ulkoilmassa.

Käpykärpästä koskevia tutkimuksia varten käpyjä kerättiin kesäkuun lopussa. Kävyistä poistuvien toukkien pyydystämistä varten kävyt asetettiin verkosta valmistetulla välipohjalla varustettuun laatikkoon. Laatikon pohjalle pudottautuneet toukat hakeutuivat laatikon päähän asennettuun lasiputkeen. Kävyistä poistuneet toukat pantiin koteloitumaan ja talvehtimaan sahanpurulla täytettyihin verkkopohjaisiin ja -kattoisiin rasioihin, jotka sijoitettiin koealalle karikekerrokseen.

Seuraavana keväänä kävyt, karisseet siemenet ja edellisenä kesänä kerätyt käpykärpäsen kotelot pantiin kuoriutumislaitokoihin, jotka oli varustettu hyönteisiä keräävällä lasiastialla. Laatikot tarkastettiin vähintään kaksi kertaa viikossa ja keräytyneet hyönteiset määritettiin ja laskettiin. Kasvatuksen aikana mahdollisesti kuolevien toukkien määrän selvittämistä varten kerättiin eri laatikoihin käpyjä ja siemeniä, jotka tarkastettiin kuoriutumisajan päätyttyä.

3. TULOKSET

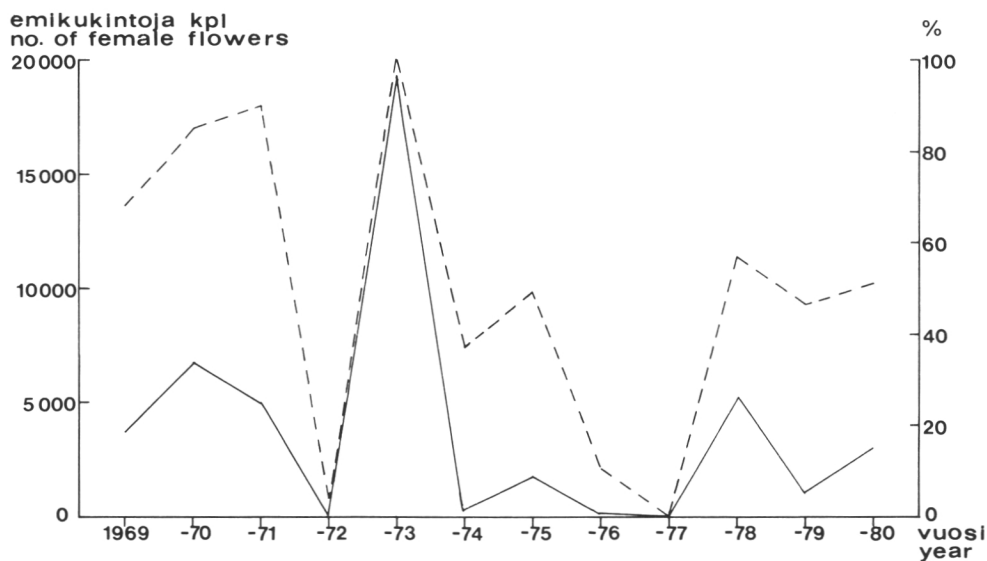
31. Kämpysato

Tutkimuksen kohteena ovat hyönteiset, käpykäriäinen, käpykärpänen, siemensääski ja siemenkiilukainen elävät yksinomaan kuusen kävyissä, joten niiden lisääntymismahdollisuudet ovat suuressa määrin riippuvaisia vuotuisesta käpysadon suuruudesta. Näin ollen käpysadon runsauden seuraaminen on välttämätön edellytys pyrittäessä selvittämään näiden hyönteisten kokonaismäärässä tapahtuvia vaihteluja.

Emikukintojen lukumäärä ei luonnollisesti anna täysin oikeata kuvaa käpysadon suuruudesta, sillä osa emikukinnoista tuhoutuu ennen kehittymistään täysikasvuiseksi kävyiksi. Tuhoutuvien kukintojen määrässä saattaa myös olla huomattavia vuosien välisiä eroja. Todennäköistä on, että huonoina kukkimisvuosina emikukinnoista tuhoutuu suhteellisesti suurempi osa kuin runsaina kukki-

misvuosina. Osa täysikasvuista kävyistä ja siemenistä tuhoutuu vielä syksyn ja talven aikana käpylintujen ja oravien käytössä niitä ravintonaan (Juutinen 1952, 1953). Näin ollen sellaisten käpyjen ja siementen lukumäärä, joissa hyönteiset voivat kehittyä aikuisiksi, saattaa olla huomattavasti vähäisempi kuin käpysatoa edeltävä emikukintojen ja niissä olevien siemenaiheitten määrä.

Emikukintojen lukumäärä antaa kuitenkin luotettavamman kuvan käpysadon vuotuisesta vaihtelusta kuin täysikasvuisten käpyjen määrä, koska ylöspäin suuntautuvat, punaiset emikukinnot voidaan laskea runsaina kukkimisvuosina huomattavasti tarkemmin kuin täysikasvuiset, alaspäin riippuvat, usein suurissa rypäleissä olevat kävyt. Kämpysadon runsaudessa esiintyy lisäksi niin huomattavia vuosien välisiä vaihteluja, että emikukintojen



Kuva 1. Kuusen kukkimisrunsaus Ruotsinkylässä vuosina 1969–1980. Emikukkien kokonaismäärä koelalla (—) ja kukkivien puitten suhteellinen määrä (---).

Fig. 1. Flowering intensity of Norway spruce in Ruotsinkylä experimental forest in the years 1969–1980. Total number of female flowers on the study plot (—) and the percentage of flowering trees (---).

määrä antaa tämän vaihtelun suuruudesta riittävän tarkan kuvan.

Vuonna 1973 kuusen kukinta oli poikkeuksellisen runsasta (kuva 1). Kosken ja Tallqvistin (1978) julkaiseman tilaston mukaan vuosi 1973 oli runsain siemenvuosi Ruotsinkylän kokeilualueessa vuosina 1957–73. Ainoastaan vuonna 1967 siemensato oli samaa suuruusluokkaa. Kun edellä mainittuun ajanjaksoon lisätään ne vuodet, jolloin nyt esillä olevia tutkimuksia tehtiin, voidaan käpysadon todeta olleen vuonna 1975 runsain 23 vuoden aikana.

Tutkimusjaksoon sisältyi yksi vuosi (1977), jolloin koealalla ei todettu yhtään emikukintoa ja lähialueillakin niitä tavattiin vain muutamia. Vuosina 1972, 1974 ja 1976 kukintoja oli koealalla niin vähän, että ne tuhoutuivat kesän kuluessa pääasiassa hyönteistoukkien vioittamina niin täydellisesti, ettei näytteitä syksyllä voitu ottaa.

Kukkivien puiden osuus vaihteli voimakkaasti eri vuosina. Sellaisia puita, jotka eivät kukkineet kertaakaan koko tutkimuskautena, ei koealalla tavattu. Toisaalta ei myöskään ollut sellaisia puita, joissa emikukintoja olisi ollut joka vuosi. Vuonna 1973 emikukintoja esiintyi kaikissa koealan puissa. Vuosina 1971 ja 1978 emikukintojen yhteismäärä oli koealalla suurin piirtein sama, mutta ensin mainittuna vuotena kukkivien puiden osuus oli 90,4 % kun sitä vastoin jälkimmäisenä vuotena vastaava prosenttiluku oli 57,5. Keskimäärin puut kukkivat 12 vuoden aikana 5,5 kertaa.

Niukkoina ja keskinkertaisina kukkimisvuosina suurimmassa osassa puita oli vähemmän kuin 100 emikukintoa. Sen sijaan runsaana kukkimisvuotena (1973) 73,6 %:ssa puita oli enemmän kuin 100 käpyä, eräissä puissa lähes 800.

Vaikka emikukintoja esiintyikin tutkimusaikana suuressa osassa koealan puita, pääasiallinen käpysato muodostui suhteellisen vähäisessä määrässä puita. Koko tutkimuskautena 20 % koealan puista tuotti puolet kaikista emikukinnoista. Samoissa puuyksilöissä oli vuodesta toiseen keskimääräistä enemmän emikukintoja. Kukkimistiheydellä ja emikukintojen lukumäärällä oli selvä positiivinen riippuvuussuhde (korrelaatiokerroin 0,617***). Tie-

tyt puut kukkivat siis huonoinakin kukkimisvuosina ja runsaina vuosina niiden tuottama käpymäärä oli keskimääräistä suurempi. Jotkin puut toisaalta kukkivat vain kokonaiskäpysadon ollessa runsas ja silloinkin niiden tuottama käpymäärä oli vähäinen.

Kosken ja Tallqvistin (1978) esittämien, varsin laajaan aineistoon perustuvien tietojen mukaan joka vuosi kukkivia kuusia oli mainittuna 10-vuotiskautena vain 1,2 % ja toisaalta kokonaan kukkimattomia 3,3 %. Kukkimiskertoja oli keskimäärin 5–6 kymmenen vuoden aikana. Niinikään emikukintojen lukumäärässä oli suuria suhteellisen pysyviä puitten välisiä eroja.

Vertailemalla edellä mainittuja tietoja keskenään voidaan tutkimusmetsikön todeta edustavan kukkimisolosuhteiltaan hyvin keskimääräistä varttunutta kuusimetsää. Kuusen kukinnassa ja käpysadon runsaudessa esiintyy voimakasta epäsäännöllistä vaihtelua, jolle kävyissä ja siemenissä elävät hyönteiset joutuvat alttiiksi.

32. Kuoriutuminen

Käpykääriäiset aikuistuiivat kasvatuslaitikoissa pidetyistä kävyistä pääasiallisesti kesäkuun ensimmäisellä puoliskolla paitsi vuonna 1974, jolloin kuoriutuminen sattui suurimmaksi osaksi vasta kuukauden jälkipuoliskolla (taulukko 1). Koiraat kuoriutuivat jonkin verran aikaisemmin kuin naaraat.

Kuoriutumisaika kesti yleensä noin 2 viikkoa paitsi vuonna 1976, jolloin ensimmäisten ja viimeisten yksilöitten kuoriutumisajoissa oli yli kuukauden ero. Kukintaa silmävaraisesti seuraamalla todettiin, että perhosten aikuistuminen alkoi sen jälkeen kun emikukintojen silmuusomut olivat karisseet myös kaikkein viimeksi kukkivista puista. Havainnot kuoriutumisajasta pitävät hyvin yhtä kirjallisuudessa esiintyvien tietojen kanssa (esim. Bakke 1963), joiden mukaan käpykääriäisen aikuistuminen tapahtuu kesäkuussa pääasiassa kuusen siitepölyn leviämisaikana.

Kuusen käpykärpänen aikuistui keskimäärin noin kaksi viikkoa aikaisemmin kuin kuusen käpykääriäinen (taulukko 2).

Taulukko 1. Kuusen käpykääriäisen kuoriutuminen vuosina 1970–76.
 Table 1. Emergence of *Laspeyresia strobilella* in 1970–76.

Pvm Date	Kuoriutuneita yksilöitä – No. of specimens													
	1970		1971		1972		1973		1974		1975		1976	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
19.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	0	–	–
22.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12	0	4	1
26.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	3	7	7
27.5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
28.5	11	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	13	0
29.5	5	3	1	0	–	–	–	–	–	–	2	2	–	–
30.5	22	8	8	2	–	–	–	–	–	–	–	–	44	11
31.5	–	–	18	8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1.6	–	–	16	29	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.6	–	–	24	20	–	–	–	–	–	–	0	2	–	–
3.6	18	2	13	59	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
4.6	48	34	3	5	–	–	146	103	2	0	–	–	–	–
5.6	–	–	–	–	–	–	55	29	–	–	2	2	–	–
6.6	–	–	–	–	120	52	63	83	8	3	–	–	121	32
7.6	103	160	3	2	204	264	–	–	–	–	–	–	–	–
8.6	15	26	–	–	36	92	4	47	–	–	–	–	14	8
9.6	5	10	1	2	4	37	–	–	–	–	2	17	–	–
10.6	1	3	–	–	2	8	–	–	11	3	–	–	–	–
11.6	1	8	–	–	–	–	0	2	–	–	–	–	–	–
12.6	–	–	–	–	6	27	–	–	34	9	–	–	45	10
14.6	–	–	–	–	0	6	–	–	51	14	–	–	183	209
15.6	–	–	–	–	–	–	–	–	167	122	–	–	–	–
16.6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	1	–	–
17.6	–	–	–	–	–	–	–	–	61	78	–	–	30	31
18.6	–	–	–	–	–	–	–	–	18	35	–	–	–	–
19.6	–	–	–	–	–	–	–	–	13	38	–	–	–	–
20.6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
22.6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	1
24.6	–	–	–	–	–	–	–	–	8	21	–	–	27	43
25.6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
26.6	–	–	–	–	–	–	–	–	0	1	–	–	–	–
28.6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	27
29.6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	30	42
30.6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	1
Yht. Total	229	255	87	127	372	486	268	264	373	324	24	27	523	423

Kärpästen kuoriutuminen alkoi selvästi ennen kuusen kukinnan alkamista ja huomattava osa emikukinnoista oli vielä silmuosomujen peittämiä kuoriutumisen alkaessa. Koiraat kuoriutuivat jonkin verran naaraita aikaisemmin.

Kirjallisuudessa on verrattain niukasti tietoja kuusen käpykärpäsen kuoriutumisaikakohdasta. Tiensuu (1935) on todennut aikuisia liikkeellä kesäkuun alkupuoliskolla. Saalaan (1949) mukaan kärpäset lentävät kesäkuussa. Neuvostoliitossa kärpästen lentoaika alkaa toukokuun puolivälissä heti, kun emikukintojen silmuosomut ovat karisseet, ja kestää 8–14 päivää (Stadnitskij ym. 1978).

Merkille pantavaa on, että kärpäset

kuoriutuivat selvästi ennen kuin niillä oli mahdollisuus munia kuusen emikukintoihin. Hackman (1979) on todennut, että jotkin sienissä elävät kärpäset (*Pegomya*) kuoriutuvat runsas kuukausi ennen kuin niillä on käytettävissä munimiseen sopivia sienilajeja. Hän arvelee näiden kärpälajien tarvitsevan tämän ajan ravinnonottoon ennen hedelmöittymistä. Näin saattaa asia olla myös kuusen käpykärpäsen osalta, vaikka mitään havaintoja tämän lajin ravinnonotosta ennen munintaa ei tehtykään. Munivia naaraita todettiin sen sijaan vielä kuusen kukinnan loppupuolellakin.

Kasvatuksissa kuoriutui myös kaksi kuusen käpykärpäsen loista, *Atractodes* sp.

Taulukko 2. Kuusen käpykärpäsen kuoriutuminen vuosina 1971–77.
 Table 2. Emergence of *Hylemyia anthracina* in 1971–77.

Pvm Date	Kuoriutuneita yksilöitä – No. of specimens													
	1971		1972		1973		1974		1975		1976		1977	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
11.5	—	—	—	—	31	17	—	—	—	—	—	—	—	—
13.5	—	—	—	—	9	11	—	—	—	—	—	—	4	3
14.5	—	—	—	—	0	2	—	—	—	—	—	—	—	—
15.5	—	—	—	—	—	—	—	—	14	11	—	—	—	—
16.5	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
17.5	7	2	—	—	—	—	1	3	—	—	19	16	0	5
18.5	20	11	—	—	—	—	6	19	—	—	—	—	—	—
19.5	10	15	—	—	8	8	0	1	2	6	—	—	—	—
20.5	—	—	—	—	—	—	0	1	—	—	6	13	6	0
21.5	21	22	—	—	3	9	2	2	—	—	—	—	—	—
22.5	3	5	—	—	—	—	0	5	—	—	—	—	—	—
23.5	8	14	—	—	0	2	0	1	—	—	10	3	5	8
25.5	—	—	0	2	—	—	—	—	—	—	4	2	—	—
26.5	7	12	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28.5	7	10	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4	—	—
29.5	2	4	1	2	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—
30.5	6	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31.5	0	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.6	—	—	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
4.6	—	—	2	10	—	—	3	5	—	—	—	—	—	—
5.6	—	—	0	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.6	—	—	0	2	—	—	—	—	—	—	0	5	—	—
8.6	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
14.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	5	—	—
22.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
Yht. Total	91	107	8	23	51	49	13	39	16	17	42	49	17	18

(Ichneumonidae) ja *Melanips* sp. (Cynipidae). Molemmat lajit ovat sisäloisia. Edellisen lajin kuoriutuminen alkoi yleensä välittömästi isäntälajin kuoriutumisen jälkeen ja jälkimmäisen noin viikkoa myöhemmin. *Atractodes*-lajin loisimien koteloitten osuus oli eri vuosina 1,9–10,9 % ja *Melanips*-lajin 11,9–44,2 %. Yhdessä nämä loiset voivat siis tuhota noin puolet kärpäskoteloista.

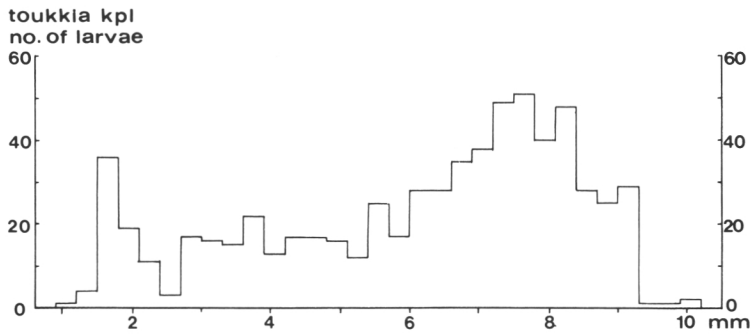
Kuusen käpykärpäsen toukissa on aikaisemmin todettu loisineen Ichneumonidae-heimon kuuluva *Asynchrita scutellata* Hellen (= *Atractodes scutellata*) (Kangas ja Leskinen 1943, Hellen 1944), jonka yleisyydestä ja merkityksestä ei ole kuitenkaan tehty havaintoja. Lovász (1942) on todennut Cynipidae-heimon kuuluvan lajin elävän sisäloisena kuusen käpykärpäsen toukissa.

Käpykärpäsen munia todettiin kuusen emikukinnoissa toukokuun lopulta ja toukkia kesäkuun puolivälistä lähtien

(taulukko 3). Toukkien kasvu on hyvin nopeata ja ne saavuttavat täyden kokonsa noin kahdessa viikossa munasta kuoriutumisen jälkeen. Alkiokehityksen aikana munan pituus kasvaa, mikä on selvästi havaittavissa taulukossa 3. Toukkien pituuden perusteella ei voida varmasti sanoa, kuinka monta toukka-astetta kuusen käpykärpäsellä on (kuva 2), mutta Hedlinin (1973) Kanadassa tekemien tutkimusten mukaan niitä on kolme ja ensimmäinen nahanluonti tapahtuu jo munan sisässä.

Ensimmäiset täysikasvuiset, 6–10 mm pitkät toukat tavattiin 19.6. Tänä ajankohtana otetuissa näytteissä tavattiin myös ensimmäiset sellaiset kävyt, joista toukka oli poistunut. Toukkia esiintyi kävyissä kuitenkin heinäkuun lopulle saakka.

Toukkien poistuminen kasvatuslaatikoihin kerätyistä kävyistä tapahtui hyvin eri aikoina eri vuosina (kuva 3). Vuonna



Kuva 2. Kuusen käpykärpäsen toukkien jakaantuminen pituusluokkiin.
 Fig. 2. Frequency distribution of the body length of *Hylemyia anthracina* larvae.

1969 toukat jättivät kävyt heinäkuun ensimmäisellä puoliskolla mutta vuonna 1973 poistuminen alkoi vasta heinäkuun jälkipuoliskolla ja sitä jatkui elokuun loppuun asti. Toukat poistuivat kävyistä yksinomaan sadepäivinä. Tämä pitää hyvin yhtä Hedlinin (1973) tekemien tutkimusten kanssa, joiden mukaan toukat poistuvat kävyistä olosuhteiden muuttuessa kosteiksi.

Toukkien poistumista puissa olevista kävyistä tapahtui jonkin verran kauemmin kuin kasvatuslaatikoissa olleista kävyistä. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että olosuhteet laatikossa olivat vähemmän vaihtelevat kuin puussa. Toukat kotoituiivat pääasiassa kahden päivän kuluessa kävystä poistumisen jälkeen.

Kirjallisuudessa esiintyy jonkin verran toisistaan poikkeavia käsityksiä käpykär-

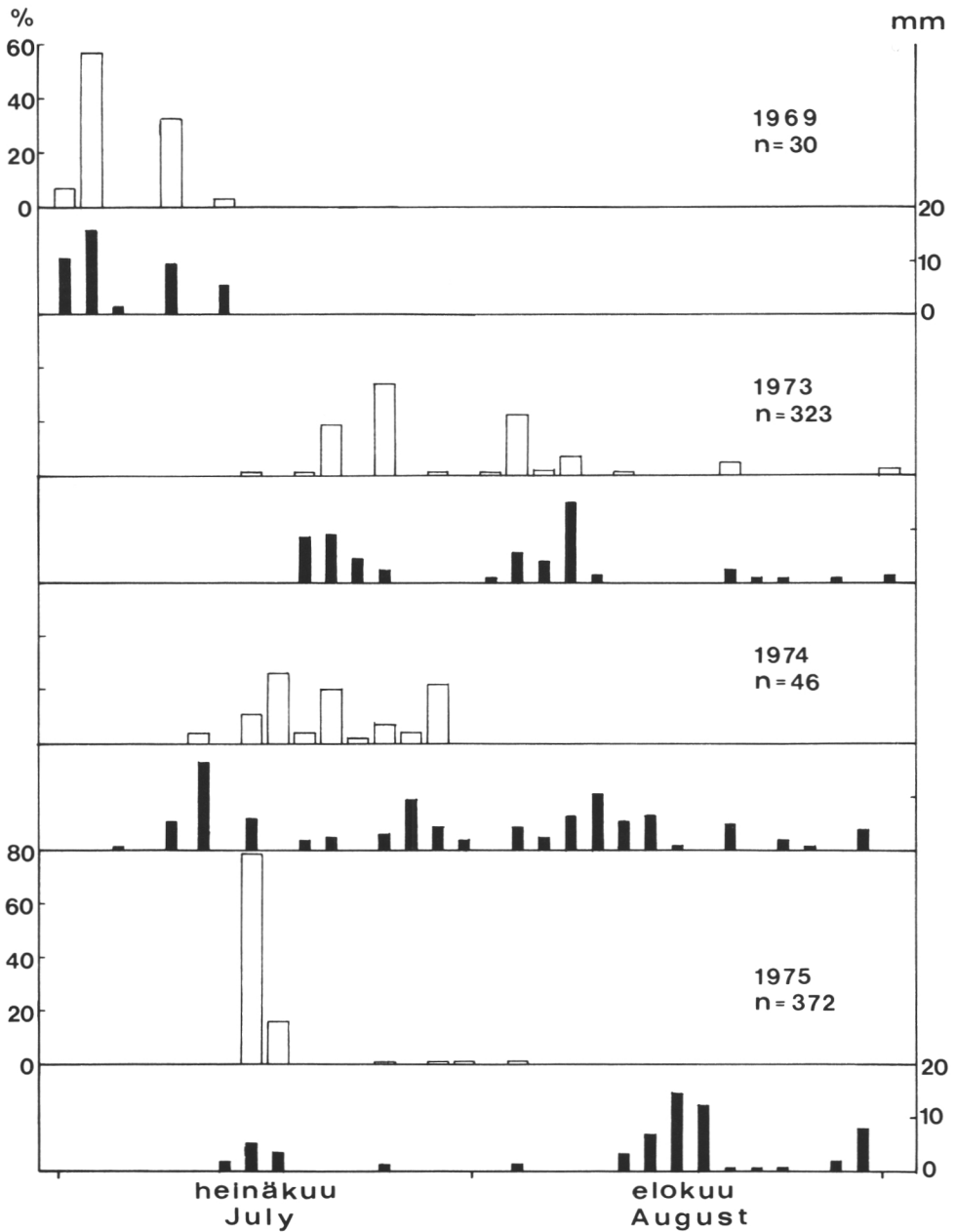
päsen elintavoista (esim. Lovász 1942, Kangas ja Leskinen 1943, Saalas 1949). Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että elintavat voivat eri vuosina olla hyvinkin erilaiset. Vaihtelu johtuu ensinnäkin kuusen kukkimisajoissa esiintyvistä vuosien välisistä eroista. Toiseksi toukat poistuvat kävyistä ainoastaan sadepäivinä ja näin ollen poistumisajoissa saattaa olla huomattavia vuosien välisiä vaihteluja riippuen siitä, koska sattuvat ensimmäiset sadepäivät toukkien saavutettua täyden kokonsa.

Kuusen siemensääsken aikuistuminen ja kuoriutuminen tapahtui verraten lyhyessä ajassa, noin viikon kuluessa, koiraitten kuoriutuessa selvästi naaraita aikaisemmin (taulukko 4). Kuoriutuminen sattui juuri kuusen kukinnan ollessa parhaimmillaan. Munintaa seuraamalla naa-

Taulukko 3. Kuusen käpykärpäsen munien ja toukkien esiintyminen kuusen kävyissä Ruotsinkylässä vuonna 1969.

Table 3. The occurrence of eggs and larvae of *Hylemyia anthracina* in spruce cones at Ruotsinkylä in 1969.

Pvm Date	Munan pituus Egg length		Toukan pituus Length of larvae		Poistuneita toukkia % % of larvae emerged	Havaintoja kpl No. of ob- servations
	\bar{x} mm	s	\bar{x} mm	s		
27.5	1,4	0,08	—	—	0	52
30.5	1,4	0,12	—	—	0	92
4.6	1,5	0,12	—	—	0	69
5.6	1,5	0,11	—	—	0	17
16.6	1,5	0,40	2,9	1,01	0	200
19.6	1,8	0,10	5,3	1,77	1,2	84
23.6	—	—	7,7	1,37	5,2	58
26.6	—	—	7,3	1,40	2,3	133
30.6	—	—	7,5	1,24	9,2	120
4.7	—	—	6,9	1,22	12,5	56
7.7	—	—	6,4	1,66	18,6	70
10.7	—	—	7,3	1,47	65,1	109
14.7	—	—	7,3	1,19	87,5	33
24.7	—	—	6,7	1,26	92,6	68
26.7	—	—	—	—	100,0	8



Kuva 3. Kuusen käpykärpäsen toukkien poistuminen kasvatustoukkoihin kerätyistä kävyistä (valkoiset pylväät) sekä sademäärä kahden päivän jaksoina (mustat pylväät).

Fig. 3. Percentage of *Hylemyia anthracina* larvae which emerged from the cones stored in rearing boxes (white columns) in relation to the precipitation (black columns).

raitteen todettiin asettavan munansa suoraan siemenaiheen pölykammioon (vrt. Annala 1966). Verrattuna käpysuomujen väliin muniviin hyönteisiin, kuten käpykääriäiseen ja käpykärpäseen, kuusen siemensäski kykenee munimaan ilmeisesti vain suhteellisen lyhyenä aikana. Käpy-

suomujen alkaessa sulkeutua muninta siemenaiheisiin ei ole enää mahdollista. Bakken (1963) ja Sarvaksen (1968) mukaan kuusen kukkimisaika on noin 10 vuorokautta. Ilmeisesti vain tuona aikana siemensäski kykenee sijoittamaan munansa siemenaiheen pölykammioon. Kuo-

Taulukko 4. Kuusen siemensäaskan kuoriutumisen.

Table 4. Emergence of *Plemeliella abietina*.

Pvm Date	Kuoriutuneita yksilöitä No. of specimens					
	1972		1973		1980	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
26.5	—	—	39	13	—	—
27.5	—	—	13	14	—	—
29.5	—	—	34	73	—	—
30.5	—	—	1	24	—	—
1.6	—	—	1	13	—	—
3.6	—	—	—	—	11	9
4.6	2	5	0	1	—	—
5.6	18	9	—	—	—	—
6.6	51	42	—	—	15	18
7.6	62	107	—	—	—	—
8.6	22	63	—	—	—	—
9.6	6	7	—	—	—	—
10.6	2	2	—	—	—	—
12.6	0	1	—	—	—	—
Yht. Total	163	236	88	138	26	27

riutumisen ajoittuminen juuri kuusen kukkimisajankohtaan on ilmeisesti tämän hyönteisen lisääntymisen kannalta hyvin olennainen seikka.

Kasvatuksissa kuoriutui myös kolme pistiäisiin (Chalcidoidea) kuuluvaa kuusen siemensäaskan loista, *Hypocampus contorticornis* (Ratz.) *Anogmus hobenheimensis* (Ratz.) ja *Torymus caudatus* Boh. *H. contorticornis* kuoriutui jonkin verran aikaisemmin kuin isäntänsä mutta muut kaksi lajia vasta noin kuukautta myöhemmin. Trägårdh (1917) arvelee tämän lajin munivan isäntänsä muniin. *H. contorticornis* tunnetaan myös kuusen käypsäaskan loisena (Trägårdh 1917, Holste 1922, Bakke 1955, 1963).

Madziara-Borusiewicz (1965) on seikkaperäisesti tutkinut *A. hobenheimensis*'in biologiaa Puolassa ja toteaa tämän lajin olevan yksinomaan kuusen siemensäaskan loinen.

Kaikki siemenistä kasvatetut *Torymus*-sukuun kuuluvat yksilöt olivat *T. caudatus*-lajia. Myös aikaisemmin samasta materiaalista kasvatetut yksilöt (Annala 1974) osoittautuivat tähän lajiin kuuluviksi. *T. caudatus*'in ohella myös *T. azureus*'in on todettu loisivat kuusen siemensäaskan toukissa (Györfi 1956, Lessmann 1974), mutta tätä tietoa ei voitu nyt esillä olevassa tutkimuksessa vahvistaa.

Loisten tuhoamien sääsken toukkien suhteellinen määrä vaihteli eri vuosina seuraavan asetelman mukaan:

Vuosi	Loisimis-%	Toukkia kpl
1969	36,3	972
1973	26,2	103
1975	25,1	313
1978	63,8	1 167
1979	35,5	439
1980	4,7	948

Eri loislajien keskinäisissä runsaussuhteissa esiintyi huomattavia vuosien välisiä vaihteluja.

Kuusen siemenkiilukaisen kuoriutumisaika kesti noin kaksi viikkoa. Aikuistuminen tapahtui kesäkuun jälkipuoliskolla tai heinäkuun alussa koiraitten kuoriutuessa aikaisemmin kuin naaraat (taulukko 5). Kuoriutumisvaiheessa kuusen kävyt olivat jo lähes täysikasvuisia. Naaraitten todettiin työntävän munanasettimen-

Taulukko 5. Kuusen siemenkiilukaisen kuoriutumisen.

Table 5. Emergence of *Megastigmus strobilobius*.

Pvm Date	Kuoriutuneita yksilöitä — No. of specimens							
	1972		1973		1974		1976	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
11.6	—	—	2	1	—	—	—	—
13.6	—	—	2	0	—	—	—	—
15.6	—	—	47	2	—	—	—	—
18.6	—	—	98	32	—	—	—	—
20.6	—	—	55	48	—	—	—	—
21.6	—	—	37	69	—	—	—	—
25.6	—	—	31	103	—	—	—	—
26.6	13	0	—	—	—	—	—	—
27.6	—	—	3	7	—	—	—	—
28.6	—	—	—	—	—	—	1	0
29.6	60	36	—	—	—	—	—	—
30.6	21	32	—	—	—	—	5	2
1.7	21	8	—	—	—	—	—	—
3.7	3	8	—	—	—	—	—	—
4.7	2	0	—	—	4	1	—	—
5.7	—	—	—	—	3	0	13	10
6.7	—	—	—	—	—	—	20	50
7.7	0	1	—	—	—	—	—	—
8.7	—	—	—	—	2	1	—	—
9.7	—	—	—	—	—	—	3	8
10.7	—	—	—	—	1	0	—	—
12.7	—	—	—	—	0	3	—	—
13.7	—	—	—	—	—	—	8	17
15.7	—	—	—	—	1	1	—	—
17.7	—	—	—	—	0	1	—	—
18.7	—	—	—	—	—	—	1	2
Yht. Total	120	85	275	262	11	7	51	89

sa suoraan käpysuomun lävitse siemenaiheeseen.

Siemenkiilukaisen samoin kuin muidenkin tutkimuksen kohteena olleiden hyönteisten kuolleisuus kasvatustaatikoissa oli hyvin vähäistä. Siemensääsken toukkien kuolleisuus alkoi kuitenkin selvästi lisääntyä neljä vuotta vanhemmissa siemenissä.

33. Jättäytyminen

Monet kävyissä ja siemenissä elävät hyönteiset eivät kehity aikuisiksi ensimmäisen talvehtimisen jälkeen, vaan talvehtivat toukkana tai kotelona useita kertoja. Tämä jättäytymisilmiö vaikeuttaa olennaisesti tuhojen ankaruuden ennustettavuutta, koska jättäytyneiden yksilöitten määrä vaihtelee varsin huomattavasti vuodesta toiseen eikä siinä ole ha-

vaittavissa ainakaan selvää säännön mukaisuutta.

Kaikkina tutkimusvuosina kuusen käpykääriäisistä kuoriutui yli puolet ensimmäisen talvehtimisen jälkeen (taulukko 6). Loput toukista talvehtivat kaksi tai kolme kertaa ja eräinä vuosina aivan vähäinen osa jopa neljä kertaa. Saksassa ja Unkarissa on todettu ainoastaan vähäisen osan toukista talvehtivan useammin kuin kerran (Holste 1922, Györfi 1956). Bakken (1963, 1971) Norjassa tekemien tutkimusten mukaan toukista jää diapausiin ensimmäisen talvehtimisen jälkeen 20–95 % mutta vain hyvin vähäinen osa talvehtii useammin kuin kaksi kertaa. Neuvostoliitossa sukupolviajan on todettu olevan 1–3 vuotta (Stadnitskij ym. 1978).

Myös kuusen käpykärpästä suurin osa aikuistui yleensä ensimmäisen talvehtimi-

Taulukko 6. Eri vuosina kuoriutuneitten kuusen käpykääriäisten, kuusen käpykärpästen ja viimeksi mainitun loisten (*Atractodes*, *Melanips*) suhteelliset määrät.

Table 6. Percentage of *Laspeyresia strobilella*, *Hylemyia anthracina*, *Atractodes*, and *Melanips* which emerged after diapause.

Kukkimis- vuosi Year of flowering	Kuoriutumivuosi — Year of emergence								Yksilöitä kpl No. of specimens
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	
	%								
<i>L. strobilella</i>									
1969	96,8	3,3	0	0	0	0	0	0	308
1970	—	70,6	9,0	19,9	0,5	0	0	0	201
1971	—	—	61,5	34,8	0,1	0	0	0	1 238
1972	—	—	—	95,2	4,8	0	0	0	62
1973	—	—	—	—	67,4	19,6	5,4	0	92
1975	—	—	—	—	—	—	99,7	0,3	931
<i>H. anthracina</i>									
1970	—	75,0	8,7	16,3	0	0	0	0	264
1971	—	—	12,9	81,4	5,7	0	0	0	70
1973	—	—	—	—	52,8	15,7	31,5	0	89
1974	—	—	—	—	—	95,0	5,0	0	20
1975	—	—	—	—	—	—	62,4	37,6	93
<i>Atractodes</i>									
1970	—	68,7	21,9	9,4	0	0	0	0	32
1971	—	—	0	100,0	0	0	0	0	17
1973	—	—	—	—	0	100,0	0	0	6
<i>Melanips</i>									
1970	—	65,0	5,0	30,0	0	0	0	0	40
1971	—	—	—	89,9	10,1	0	0	0	69
1973	—	—	—	—	47,6	47,6	4,8	0	21
1975	—	—	—	—	—	—	33,9	66,1	59
Emiku- kintoja No. of female- flowers	6 789	5 151	11	19 387	264	1 753	94	0	

sen jälkeen (taulukko 6). Tämän lajin loiset kuoriutuivat erinä vuosina suurimaksi osaksi yhden talvehtimisen jälkeen mutta toisina vuosina vasta talvehdittuaan kahdesti. Kaikki loiset kuoriutuivat viimeistään kolmantena kesänä. Kirjallisuudessa esiintyy jonkin verran toisistaan poikkeavia käsityksiä kuusen käpykärpäsen sukupolviajan pituudesta. Kankaan ja Leskisen (1943) samoin kuin Hedlinin (1973) mukaan sukupolviajan pituus on yksi vuosi. Sen sijaan Stadnitskij ym. (1978) ovat todenneet, että joinain vuosina suurin osa koteloista jää diapaussiin ensimmäisen talven jälkeen ja kuoriutuu vasta toisen talvehtimisen jälkeen.

Kuusen siemensääskeä kuoriutui ulkona kasvatuslaatikoissa pidetyistä siemenistä ainoastaan kolmena vuotena tutkimuksen kuluessa. Vuosina 1972 ja 1973 kuoriutui aikuisia hyönteisiä vuoden 1969 siemenistä (taulukko 7). Osa toukista aikuistui siis kolmen, osa vasta neljän talvehtimisen jälkeen. Vuoden 1973 siemenistä kuoriutuivat ensimmäiset säasket

kesällä 1980, siis vasta seitsemäntenä vuotena. Osa toukista jäi edelleen aikuisutumatta. Vuosina 1975 ja 1978 kerätyistä siemenistä ei kuoriutunut yhtään sääskeä vuoteen 1980 mennessä. Laboratoriossa sääskeä ei onnistuttu kasvattamaan aikuisiksi, mikä osoittaa, että toukkien koteloituminen saattaa olla jossain määrin riippuvainen myös kuoriutumishetkellä vallitsevista oloista. Tällä tekijällä on voinut olla vaikutusta myös ulkona kasvatuslaatikoissa tehdyissä kokeissa. Holste (1922) mainitsee, että kuusen siemensäasket ovat alttiimpia kuivumiselle kuin tämän lajin loiset.

Kirjallisuudessa esiintyvien tietojen mukaan kuusen siemensäaskan kehitys munasta aikuiseksi kestää yleensä 3–4 vuotta (Seitner 1908, Tahvonon 1931, Stadnitskij ja Grebenštšikova 1969, Stadnitskij ym. 1978). Joidenkin tietojen mukaan toukat saattaisivat aikuistua jo kahden talvehtimisen (Györfi 1956), joskus jopa yhden talvehtimisen jälkeen (Sylvén 1910, Kangas 1940).

Kuusen siemensäaskan loinen, *H. con-*

Taulukko 7. Eri vuosina kuoriutuneitten kuusen siemensäaskien ja sen loisten sekä kuusen siemenkiilukaisten suhteelliset määrät.

Table 7. Percentage of *Plemeliella abietina*, its parasites, and *Megastigmus strobilobius* which emerged after diapause.

Kukkimis- vuosi Year of flowering	Kuoriutumivuosi – Year of emergence								Yksilöitä kpl No. of specimens
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	
	%								
<i>P. abietina</i>									
1969	0	0	63,0	37,0	0	0	0	0	610
<i>H. contortacornis</i>									
1969	0	0	39,4	60,6	0	0	0	0	99
<i>A. bobenbeimensis</i>									
1969	0	0	100,0	0	0	0	0	0	2
1970	–	0	26,7	69,8	3,4	0	0	0	116
1975	–	–	–	–	–	–	4,6	95,5	110
<i>T. caudatus</i>									
1969	0	0	84,2	15,8	0	0	0	0	265
1970	–	0	0	100,0	0	0	0	0	20
1971	–	–	0	41,6	58,4	0	0	0	77
1973	–	–	–	–	0,4	2,6	96,6	0,4	1 590
<i>M. strobilobius</i>									
1969	0	0	51,1	48,9	0	0	0	0	401
1970	–	0	0	100,0	0	0	0	0	344
1971	–	–	0	96,8	3,2	0	0	0	555
1973	–	–	–	–	0	0,7	98,6	0,7	142
Emikukintoja kpl No. of female flowers	6 789	5 151	11	19 387	264	1 753	94	0	

tortacornis, aikuistui huomattavassa määrin ainoastaan vuoden 1969 siemenistä, joista kuoriutuminen tapahtui kolmantena ja neljäntenä kesänä (taulukko 7). Muutamilla yksilöillä diapaussi kesti kuitenkin huomattavasti pidemmän ajan. Niinpä vuoden 1973 siemenistä kuoriutui tätä loista vielä kesällä 1980.

A. bobenheimensis aikuistui osittain jo ensimmäisen talvehtimisen jälkeen mutta pääosaltaan kuitenkin toisena ja kolmantena kesänä. Vihreän käpykiilukaisen (*T. caudatus*) kehitys munasta aikuiseksi kesti 1–4 vuotta pääosan kuoriutuessa toisena ja kolmantena kesänä.

Kun kuusen siemensäaskan ja sen loisten jättäytymistä ja kuoriutumista verrataan toisiinsa, voidaan todeta, että loisten diapaussi on hyvin synkronoitunut isäntänsä kuoriutumiseen. Niinä vuosina, jolloin kuusen siemensäski aikuistui, aikuistui suurin osa myös sen loisista. Loisten kuoriutumista tapahtui tällaisina vuosina myös sellaisista siemenistä, jotka olivat myöhemmiltä vuosilta kuin ne siemenet, joista isäntä kuoriutui.

Kuusen siemenkiilukaisen kehitys munasta aikuiseksi kesti 2–4 vuotta. Joinakin vuosina kuoriutuminen tapahtui pääasiallisesti jo kahden, toisina vuosina vasta kolmen talvehtimisen jälkeen. Vuoden 1969 siemenistä lähes puolet siemenkiilukaisista kuoriutui vasta neljän vuoden kulluttua. Aikaisemmin julkaistujen tietojen mukaan kuusen siemenkiilukaisen sukupolviaika on kaksi- tai kolmivuotinen (Seitner 1916, Holste 1922). Stadnitskij ym. (1978) mukaan toukista jää diapaussiin 40–93 %, mutta vain 4–10 %:lla kehitys kestää kauemmin kuin kaksi vuotta.

34. Jättäytymisen suhde käpysatoon

Kuten edellä esitetystä on käynyt ilmi käpysadossa samoin kuin hyönteisten diapaussiajan pituudessakin esiintyi tutkimuksen kuluessa voimakasta vuosien välistä vaihtelua. Tuhojen ennustamisen kannalta on olennaista, missä määrin hyönteisten diapaussin laukeaminen ja kuoriutuminen noudattavat käpysadossa tapahtuvia vaihteluja.

Vuosien 1970 ja 1971 käpysatoa voi-

daan pitää keskinkertaisena (kuva 1). Näinä vuosina kuoriutui edellisen vuoden kävyissä talvehtineista käpykääriäisen toukista suurin osa (taulukko 6). Seuraavana kesänä (1972) ainoastaan kolmessa koelalan puussa oli emikukintoja, jotka nekin tuhoutuivat kesän kuluessa. Edellisen vuoden toukista kehittyi aikuisiksi nytkin huomattava osa, joskin suhteellinen määrä oli jonkin verran vähäisempi kuin kahtena edellisenä kesänä. Myös kaksi vuotta vanhoista toukista aikuistui vähäinen osa.

Vuonna 1973 käpysato oli poikkeuksellisen runsas. Yksivuotisista toukista aikuistuivat lähes kaikki, kaksivuotisista noin kolmannes ja kolmivuotisista noin viidennes. Keskimääräistä runsaampaa diapaussin laukeamista oli siis havaittavissa tuona runsaana käpyvuotena.

Kesällä 1974 kuusen kukkiminen oli jälleen hyvin vähäistä, ja suurin osa kävyistä tuhoutui jo ennen talven tuloa. Tästä huolimatta edellisen vuoden toukista aikuistui noin kaksi kolmasosaa, mutta näitä vanhemmista toukista vain muutamia yksilöitä. Vuonna 1975 käpysato oli keskinkertaista heikompi, vaikka noin puolessa koelalan puita olikin käpyjä, muutamissa jopa runsaasti. Edellisen vuoden huonon käpysadon vuoksi yksivuotisia toukkia ei ollut käytettävissä, mutta kahden vuoden vanhoista toukista kuoriutui nyt 19,6 %. Vaikka prosenttiluku ei ole kovin suuri, se edustaa kuitenkin varsin huomattavaa määrää käpykääriäisiä, koska toukat olivat peräisin runsaalta käpyvuodelta 1973.

Vuonna 1976 kuusi kukki jälleen erittäin niukasti ja kaikki koelalla olevat kävyt tuhoutuivat ennen talven tuloa. Vuoden vanhoista toukista aikuistui kuitenkin käytännöllisesti katsoen kaikki ja kolmen vuoden vanhoistakin 5,4 %. Määrällisesti kuoriutuminen oli varsin huomattavaa. Seuraavana vuonna (1977) koelalla ei tavattu yhtään emikukintoa ja kääriäisten kuoriutuminenkin oli melko vähäistä. Kuitenkin vuoden 1973 kävyistä kuoriutui vielä muutamia perhosia. Vuonna 1978 käpysato oli keskinkertainen, mutta aikaisempina vuosina kerätyistä kävyistä ei kuoriutunut yhtään käpykääriäistä, koska aikuistuminen oli tapahtunut jo edellisinä vuosina.

Kuusen käpykärpäsenkin kuoriutumissa oli havaittavissa jonkin verran riippuvuutta käpysadon runsaudesta (taulukko 6). Keskinäköisena käpyvuotena 1971 kuoriutui edellisen vuoden koteloista 3/4. Vanhempia koteloida ei ollut käytettävissä. Erittäin huonona käpyvuotena 1972 kuoriutui yhden vuoden vanhoista koteloida hyvin vähän ja kaksi vuotta vanhoistakin vain pieni osa. Poikkeuksellisen runsaana käpyvuotena 1973 kuoriutui valtaosa kaksi vuotta vanhoista koteloida ja varsin huomattava osa myös kolme vuotta vanhoista. Yksivuotisia koteloida ei ollut käytettävissä edellisen vuoden huonon käpysadon ansiosta. Selvää diapaussin laukeamista ja kuoriutumisen keskittymistä tähän vuoteen oli siis havaittavissa.

Huolimatta huonosta käpysadosta kuoriutui vuonna 1974 yli puolet edellisenä kesänä syntyneistä koteloida. Kuoriutuneitten kärpästen kokonaismäärä oli varsin huomattava, kun otetaan huomioon edellisen vuoden runsas käpysato.

Vuonna 1975 kuoriutuivat lähes kaikki edellisenä kesänä syntyneet kotelot ja huomattava osa myös kaksi vuotta vanhoista koteloida. Vaikka käpysato olikin keskinkertaista heikompi, tarjosi se kuitenkin suhteellisen hyvät lisääntymismahdollisuudet kärpäksille.

Vuosina 1976 ja 1977 käpysato oli niin heikko, ettei kävyissä elävillä hyönteisillä ollut käytännöllisesti katsoen mitään lisääntymismahdollisuuksia. Siitä huolimatta vuoden vanhoista koteloida kuoriutui vuonna 1976 runsaasti yli puolet ja kolme vuotta vanhoistakin lähes kolmannes.

Kuusen siemensäskéä kuoriutui tutkimuksen kuluessa huomattavassa määrin ainoastaan vuoden 1969 siemenistä. Runsaasti yli puolet toukista aikuistui huonona käpyvuotena 1972 ja loput vuotta myöhemmin runsaana käpyvuotena 1973 (taulukko 7). Vuonna 1980, jolloin kuusi kukki keskinkertaisesti, kuoriutui jonkin verran sääskiä vuoden 1973 siemenistä. Huomattava osa toukista jäi kuitenkin edelleen aikuistumatta. Siemensäskén lóinen, *T. caudatus*, kuoriutui vuoden 1973 siemenistä pääasiallisesti vuonna 1976 (taulukko 7), joten saattaa olla mahdollista, että samana vuonna aikuis-

tui ainakin jossain määrin myös siemensäskéiä, vaikkei niitä kasvatuksissa saatuakaan. Aikuistuminen olisi tuolloin tapahtunut hyvin huonona käpyvuotena.

Kuusen siemenkiilukaisen toukat aikuistuivat vuoden 1969 siemenistä vuosina 1972 ja 1973 suurin piirtein yhtä suuressa määrin kumpanakin vuotena (taulukko 7). Vuonna 1973 aikuistuivat myös kaikki vuonna 1970 syntyneet toukat ja lähes kaikki vuotta myöhemmin syntyneistä toukista. Kuoriutumisessa oli siis hyvin selvää keskittymistä runsaaseen käpyvuoteen. Vuonna 1973 syntyneet toukat aikuistuivat pääasiallisesti huonona käpyvuotena 1976.

Yhteenvetona voidaan todeta, että kaikki tutkimuksen kohteena olleet hyönteiset kuoriutuivat keskimääräistä runsaammin poikkeuksellisen runsaana käpyvuotena 1973. Sen sijaan kuoriutuneitten määrässä keskinkertaisten ja huonojen käpyvuosien välillä ei voitu todeta mainittavaa eroa. Saatujen tulosten perusteella näyttäisi siis siltä, että eri lajien kuoriutumisen keskittymistä tapahtuisi ainoastaan sellaisina vuosina, jolloin käpysato on poikkeuksellisen runsas.

35. Kannanvaihtelut

Käpy- ja sementtuholaisten esiintymisrunsautta tutkittiin syksyllä kerätyistä käpynäytteistä. Koska käpykärpäsen toukat poistuvat kävyistä jo kesällä, niiden tarkkaa lukumäärää ei voida määrittää syksyllä kerätyistä kävyistä, vaikka toukkien voittamat kävyt ovatkin suhteellisen helposti tunnistettavissa. Tämän vuoksi laskelmia tehtiin ainoastaan käpykääriäisen, siemensäskén ja siemenkiilukaisen runsaudesta.

Käpykääriäisen toukkien lukumäärä laskettiin käpyä kohti. Kertomalla tutkituissa kävyissä olevien toukkien lukumäärä koko koealalla olevien emikukintojen lukumäärällä saatiin arvio toukkien kokonaismäärästä koealalla. Arvio on todellista lukumäärää ilmeisesti jonkin verran suurempi, koska osa emikukinnoista ja nuorista kävyistä tuhoutuu kesän aikana. Arviot ovat kuitenkin eri vuosien välillä suhteellisen vertailukelpoiset ainakin keskinkertaisina ja hyvinä käpyvuosina.

Huonoina käpyvuosina tuhoutuneitten käpyjen suhteellinen määrä voi olla huomattavan suuri mutta tällaisina vuosina arvioita ei tehtykään, koska kävyt tuhoutuivat lähes kokonaan niin, että näytteiksi saatiin vain muutamia käpyjä.

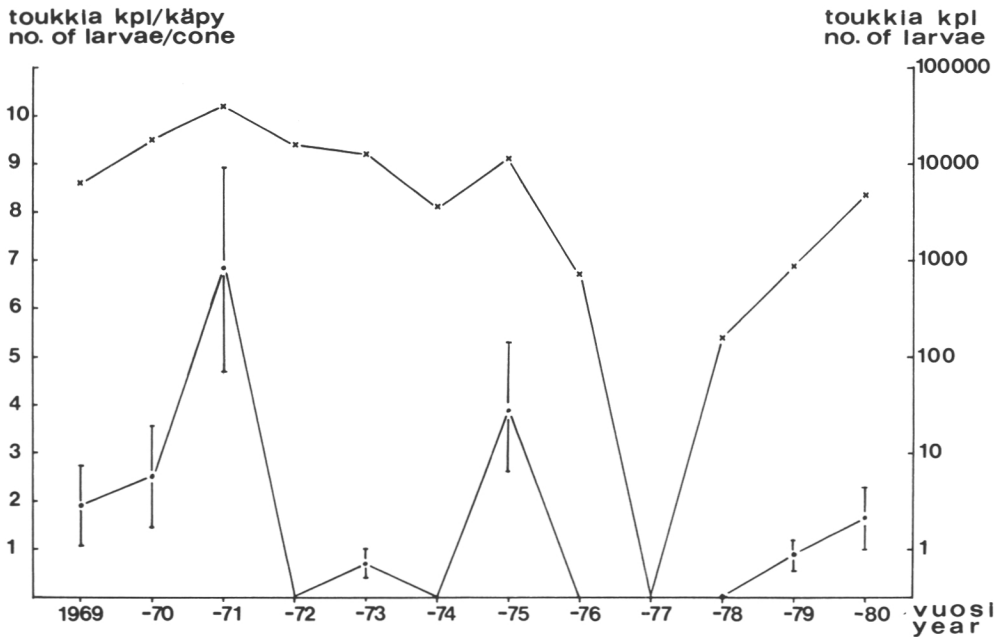
Sientuholaisten kokonaismäärän arviointia varten laskettiin kunakin vuotena kymmenestä keskikokoisesta kävystä sementin lukumäärä. Kertomalla näin saatu arvo koelalla todettujen emikukintojen lukumäärällä saatiin arvio kokonaissiemenmäärästä. Sientuholaisten runsaus laskettiin prosentteina sementin kokonaismäärästä. Yhdessä kävyssä olevien sementin keskimääräinen lukumäärä vaihteli eri vuosina 146:sta 254:ään siten, että siemeniä oli runsaammin hyvinä kuin huonoina käpyvuosina. Todetut siemenmäärät vastaavat hyvin kirjallisuudessa aikaisemmin esitettyjä tietoja (Andersson 1965, Sarvas 1968).

Käpykääriäisen toukkien lukumäärä käpyä kohti laskettuna vaihteli eri vuosina varsin voimakkaasti (kuva 4). Merkille pantavaa on, että keskiarvon suuretessa suureni myös hajonta merkittävästi. Kannan ollessa alhainen naaras munii ilmei-

sesti vähemmän munia yhteen käpyyn kuin kannan ollessa runsas. Korkein tutkimusjakson aikana yhdessä kävyssä todettu toukkien määrä oli 24. Erittäin huonoina käpyvuosina pieniä toukkia saattaa olla yhdessä kävyssä aluksi hyvinkin runsaasti mutta liiallinen toukkien määrä johtaa kävyn ja siinä olevien toukkien tuhoutumiseen kesän kuluessa.

Toukkien kokonaismäärän vaihtelut poikkesivat huomattavasti suhteellisen määrän vaihtelusta. Hyvinä käpyvuotena toukkia oli koelalla huomattavasti enemmän kuin huonona käpyvuotena mutta käpyä kohti laskettuna määrä oli vähäinen. Kun toukkien kokonaismäärään lasketaan mukaan myös vanhoissa kävyissä olevat, diapaussiin jääneet toukat, kannanvaihtelut tasoittuvat huomattavasti, eikä esimerkiksi yksi huono käpyvuosi vähennä kantaa kovin voimakkaasti (taulukko 8).

Vuonna 1971 vanhoissa kävyissä olevat toukat muodostivat 12,6 % koko käpykääriäkannasta. Seuraavana vuonna (1972), jolloin uudet kävyt tuhoutuivat käytännöllisesti katsoen kokonaan ennen talven tuloa, kanta muodostui yksin-



Kuva 4. Kuusen käpykääriäisen kannanvaihtelut; toukkien kokonaismäärä sisältäen jättäytyneet toukat (x—x) ja toukkia kpl/käpy (●—●) (pystysuora jana = keskihajonta).

Fig. 4. Population fluctuation of *Laspeyresia strobilella*: total number of larvae, including diapausing larvae (x—x), and number of larvae/cone (●—●) (vertical line = standard deviation).

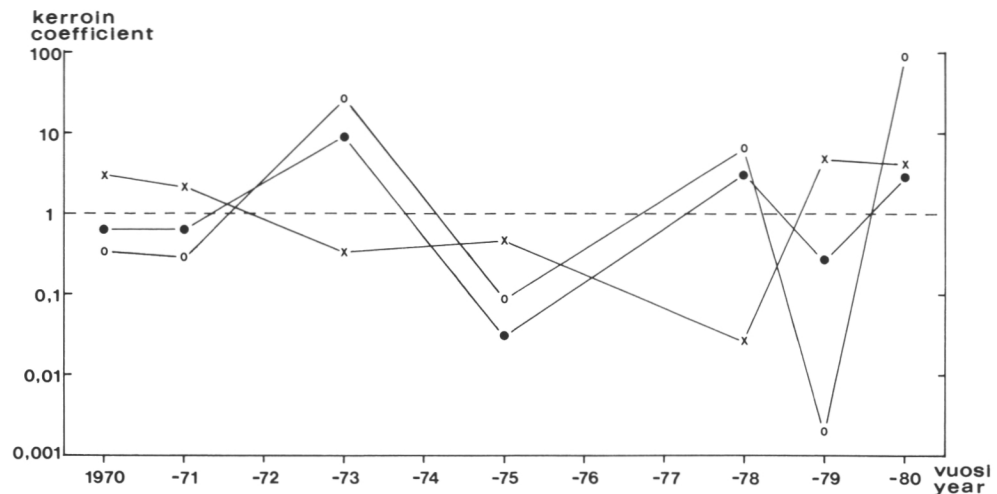
omaan jättäytyneistä toukista, joista 22,3 % oli talvehtinut jo kahdesti. Yhden huonon käpyvuoden seurauksena ei siis kannassa tapahtunut kovin jyrkkää vähenemistä. Runsaana käpyvuotena 1973 kuoriutuivat lähes kaikki edellisinä vuosina syntyneet toukat joten käpykääriäiskanta muodostui lähes yksinomaan uusissa kävyissä olevista toukista. Seuraavana kesänä (1974) uudet kävyt tuhoutuivat käytännöllisesti katsoen kokonaan joten kannan muodostivat nyt puolestaan

vanhoissa kävyissä olevat toukat. Vuonna 1975 toukkia oli suhteellisen runsaasti sekä uusissa että vanhoissa kävyissä. Seuraavan kahden vuoden aikana (1976, 1977) aikuistuivat kaikki edellisinä vuosina jättäytyneet toukat, mutta huonojen käpyvuosien ansiosta lisääntymistä tuskin tapahtui ollenkaan joten käpykääriäiskanta oli poikkeuksellisen alhainen keväällä 1978. Vaikka kasvatustaikoissa pidentyistä kävyistä ei saatukaan kuoriutumaan yhtään aikuista perhosta kesällä 1978, ta-

Taulukko 8. Kuusen käpykääriäisen, kuusen siemensäaskan ja kuusen siemenkiilukaisen toukkien kokonaislukumäärä koealalla.

Table 8. Total number of *Laspeyresia strobilella*, *Plemeliella abietina* and *Megastigmus strobilobius* larvae in the study plot.

Vuosi Year	Uusia käpyjä kpl No. of new cones.	Toukkia kpl - No. of larvae			
		L. strobil.		P. abiet.	M. strobil.
		uudet kävyt new cones	vanhat kävyt old cones		uudet kävyt new cones
1969	3 702	6 235	—	194 321	94 055
1970	6 789	17 234	203	120 464	35 942
1971	5 151	35 178	5 067	80 033	12 469
1972	11	0	15 793	0	0
1973	19 387	13 474	121	730 050	353 220
1974	264	0	4 393	0	0
1975	1 753	6 891	3 368	25 457	30 581
1976	94	0	748	0	0
1977	0	0	0	0	0
1978	5 319	170	0	88 354	202 072
1979	1 052	945	—	24 981	418
1980	3 010	5 040	—	96 795	37 598



Kuva 5. Kuusen käpykääriäisen (x—x), kuusen siemensäaskan (●—●) ja kuusen siemenkiilukaisen (o—o) kannan suuruus uusissa kävyissä edelliseen lisääntymisvuoteen verrattuna.
Fig. 5. Population of *L. strobilella* (x—x), *P. abietina* (●—●), and *M. strobilobius* (o—o) in new cones compared with the previous breeding year (= reproduction coefficient).

vattiin syksyllä kerätyissä kävyissä jonkin verran toukkia niin, että koealalla laskettiin olevan 170 toukkaa.

Siementuholaisten kannanvaihteluista on esitettävissä tietoja ainoastaan uusissa kävyissä olevista toukista (taulukko 8). Jättäytyneiden toukkien osuus koko kannasta on ilmeisesti kuitenkin varsin huomattava myös hyvinä käpyvuosina ja huonoina käpyvuosina kanta muodostuu lähes yksinomaan näistä toukista, koska käpytuholaiset turmelevat uudet kävyt ennen talven tuloa.

Siemensäaskan ja siemenkiilukaisen kannan suuruuteen ei kahdellakaan perättäisellä huonolla käpyvuodella ollut olennaista välitöntä vaikutusta. Näiden lajien jättäytymisajan pituuden vuoksi vaikutukset saattavat näkyä vasta kolmen tai neljän vuoden kuluttua.

Tarkasteltaessa käpy- ja siementuholaisten kannanvaihteluja uusissa kävyissä kannan suuruutta ei voida useinkaan verrata edellisen vuoden kantaan huonon käpysadon vuoksi. Vertailu on tällöin tehtävä kaksi tai kolme vuotta aikaisemmin vallinneeseen kantaan. Siementuholaisten runsaudessa voidaan muutosten todeta tapahtuneen yleensä päinvastaiseen suuntaan kuin käpykääriäisen runsaudessa (kuva 5). Käpykääriäiskanta kohosi kolmena perättäisenä suhteellisen hyvänä käpyvuotena 1969–71 niin, että se oli 2–3 kertainen edelliseen vuoteen verrattuna. Sen sijaan siementuholaisten määrä väheni tuona aikana kannan ollessa vain 0,35–0,66 kertainen edelliseen vuoteen verrattuna. Vuoden 1972 huonon käpysadon ansiosta käpykääriäiskanta väheni niin, että se oli vuonna 1973 ainoastaan 0,35 kertainen vuoteen 1971 verrattuna. Sen sijaan siemensäaskan kanta oli 9,1 ja siemenkiilukaisen kanta 28,3 kertainen.

Vuonna 1975 kaikkien tutkimuksen kohteena olleiden hyönteisten määrät olivat vähentyneet edelliseen lisääntymiskauteen (1973) verrattuna mutta käpykääriäisen kanta kuitenkin huomattavasti vähemmän kuin siementuholaisten. Käpykääriäisten määrä muodostui suhteellisen korkeaksi siitä syystä, että huomattava osa vuonna 1973 syntyneistä toukista aikuistui kesällä 1975. Vuonna 1978 käpykääriäisen toukkia oli vain 2,5 % edellisen lisääntymiskauden, vuoden 1975

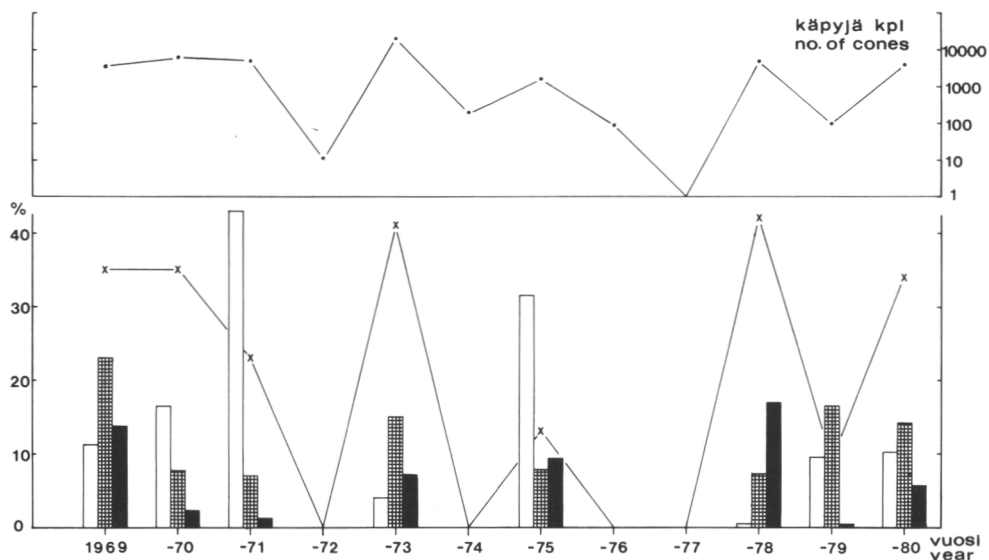
toukkien määrästä ja 236 kertaa vähemmän kuin vuonna 1971, jolloin toukkia esiintyi runsaimmin koealalla. Kahtena seuraavana vuotena kanta lisääntyi kohtalaisten käpysatojen ansiosta lähes 30-kertaiseksi.

Siemensäaskien määrä oli vuonna 1978 noin 3,5 kertaa ja siemenkiilukaisten noin 6,5 kertaa suurempi kuin vuonna 1975. Todennäköistä on, että näitä hyönteisiä kuoriutui kolme vuotta vanhoista tai vieläkin vanhemmista siemenistä. Seuraavana vuonna (1979) siemenkiilukaisen kanta väheni erittäin voimakkaasti ollen vain 0,002 kertainen edelliseen vuoteen verrattuna. Vähenemisen syynä olivat todennäköisesti vuosien 1976 ja 1977 huonot käpysadot. Vuotta myöhemmin kanta nousi jälleen huomattavasti. Siemensäaskan toukkia esiintyi vuonna 1980 suhteellisen runsaasti, vaikka kolme ja neljä vuotta aikaisemmin oli erittäin huono siemensato. Aivan ilmeisesti sääskiä kuoriutui tuolloin neljä vuotta vanhemmista siemenistä. Kuten jo aikaisemmin on käynyt ilmi sääskiä kuoriutui kasvatuskokeissa kesällä 1980 vuoden 1973 siemenistä.

Yleisesti ottaen siemensäaskellä kannanvaihtelut olivat suhteellisesti pienempiä kuin siemenkiilukaisella. Pienemmän ja suurimman todetun toukkamäärän ero oli siemensäaskellä vain 29-kertainen kun se siemenkiilukaisella oli 845-kertainen.

36. Tuhot

Hyönteisten esiintymisrunsaudessa todetut erot tulevat hyvin esiin myös niiden aiheuttamien tuhojen määrässä. Käpykääriäistoukkien tuhoamien siementen osuus kasvoi melko jyrkästi vuodesta 1969 vuoteen 1971 (kuva 6). Yhden toukan todettiin tuhoavan keskimäärin 14,6 ($\pm 1,45$) siementä. Tuhojen lisääntyminen perättäisinä suhteellisen hyvinä käpyvuosina oli odotettavissa, koska suurin osa kääriäisistä kuoriutui yhden talvehtimisen jälkeen. Sen sijaan molempien siementuholaisten, siemensäaskan ja siemenkiilukaisen, aiheuttamat tuhot vähenivät selvästi samana ajanjaksona. Tarkkoja tietoja käpysadon runsaudesta ja näiden hyönteisten määrästä ennen vuotta 1969 ei ol-



Kuva 6. Kuusen käpykääriäisen (valkoiset pylväät), kuusen siemensäasken (ruudutetut pylväät) ja kuusen siemenkiilukaisen (mustat pylväät) tuhoamien siementen sekä täysien siementen suhteellinen määrä (x—x) verrattuna vuotuisen käpysatoon (●—●).

Fig. 6. Percentage of seeds destroyed by *Laspeyresia strobilella* (white columns), *Plemeliella abietina* (hatched columns), and *Megastigmus strobilobius* (black columns), and proportion of filled, viable seeds (x—x), in relation to the annual cone crop (●—●).

lut käytettävissä joten syitä tuhojen vähenemiseen ei voida esittää.

Vuonna 1973 kääriäistoukkien tuhot olivat hyvin vähäiset mutta siementuhot selvästi suuremmat kuin kaksi vuotta aikaisemmin. Kääriäistuhon voimakas väheneminen johtui ilmeisesti pääasiassa edellisen vuoden erittäin huonosta käpysadosta mutta myös vuoden 1973 poikkeuksellisen runsaasta käpymäärästä, jossa toukkien suhteellinen määrä jäi vähäiseksi. Siementuhojen huomattava lisääntyminen johtui ennen kaikkea siitä, että siemensäaskeä kuoriutui runsaasti vuoden 1969 siemenistä ja siemenkiilukaista vuosien 1969–71 siemenistä. Siementuhojen kokonaismäärän lisääntyminen oli varsin merkittävää, kun otetaan huomioon poikkeuksellisen hyvä käpysato.

Vuonna 1975 kääriäistuhot lisääntyivät voimakkaasti, vaikka edellisenä vuotena käpyjä oli hyvin vähän. Tämä johtui todennäköisesti siitä, että käpysato oli suhteellisen heikko mutta myös siitä, että vuoden 1973 käyistä kuoriutuvien aikuisten kokonaismäärä oli verrattain suuri, vaikka määrä suhteellisesti olikin vähäinen. Siemensäasken tuhot olivat huomattavasti vähäisemmät kuin kaksi vuot-

ta aikaisemmin, mikä on hyvin ymmärrettävissä, jos oletetaan, että siemensäaskeä kuoriutuvat pääasiassa kolme ja neljä vuotta vanhoista siemenistä. Vuonna 1971 siemensäaskeä oli verrattain vähän ja vuonna 1972 käpysato tuhoutui jokseenkin kokonaan ennen talven tuloa. Siemenkiilukaisen tuhot olivat suhteellisesti samaa suuruusluokkaa kuin kaksi vuotta aikaisemmin.

Vuonna 1978, kahden perättäisen huonon käpysadon jälkeen, kääriäistoukkien tuhot olivat hyvin vähäisiä, vaikka käpysato ei ollutkaan mitenkään runsas. Kahden seuraavana vuotena tuhot olivat huomattavasti suuremmat. Siemenkiilukaisen tekemät tuhot olivat vuonna 1978 suurimmat koko tutkimusjakson aikana. Jos oletetaan, että siemenkiilukaisen kehitysaika on pääasiallisesti kolme vuotta, olisivat kesällä 1978 kuoriutuneet aikuiset peräisin vuoden 1975 siemenistä, joissa oli verrattain runsaasti tämän lajin toukkia. Vuonna 1979 siemenkiilukaisen tuhot olivat hyvin vähäisiä, mikä oli ilmeisesti seurausta vuosien 1976 ja 1977 huonoista käpysadoista. Siemensäasken tuhot olivat vuonna 1978 keskinkertaiset mutta kahtena seuraavana vuotena huo-

mattavasti suuremmat. Näinä vuosina ai-kuistuneet sääsket olivat ilmeisesti kuo-riutuneet vuonna 1975 tai sitä ennen syn-tyneistä siemenistä.

Koska käpyjä kerättiin eri vuosina sa-moista puista, voitiin vertailuja toukkien runsaudesta tehdä myös eri puuyksilöiden välillä. Tutkituista puista oli 33,3 % sel-laisia, joissa esiintyi keskimääräistä run-saammin käpykääriäisen ja siemensäaskan toukkia. Siemenkiilukaisen kohdalla vas-taava luku oli 22,2 %. Muutamissa puis-sa tuholaisia esiintyi kaikkina vuosina huomattavasti keskimääräistä runsaam-min. Käpykääriäinen ja siemensäski esiintyivät runsaina samoissa puissa mutta siemenkiilukainen eri puissa. Mitään riip-puvuutta kukkimisrunsauden ja tuholais-ten esiintymisen välillä ei todettu, joskin näytepuut käsittivät suurimmaksi osaksi sellaisia puita, jotka kukkivat keskimää-räistä runsaammin ja useammin. Tuholai-sia esiintyi kuitenkin runsaasti myös sel-laisissa puissa, jotka kukkivat vain kerran tutkimusjakson aikana.

Syksyllä kerätyistä käpynäytteistä teh-tiin tuhojälkien perusteella havaintoja myös käpykärpäsien ja käpykoisan esiinty-misrunsaudesta. Näiden lajien toukkien viottamien käpyjen suhteellinen määrä tutkimusjakson aikana ilmenee taulukosta 9. Kummankin hyönteisen aiheuttamat tuhot olivat eräinä vuosina varsin huo-mattavat. Muutamien heinäkuussa kerät-tyjen näytteiden perusteella yhden käpy-kärpäsien toukan todettiin voittavan 10–15 siementä. Vaikka kärpästoukka tu-hoaakin suurin piirtein yhtä monta sie-mentä kuin kääriäistoukka, kokonaistu-

hot eivät nouse yhtä suuriksi, koska kä-vyssä on tavallisesti vain yksi kärpästouk-ka. Käpykoisan toukan tuhoamien sie-menten määrä vaihteli huomattavasti. Tä-män lajin toukkahan voi siirtyä kävystä toiseen ja tuhoutuneitten siementen mää-rä riippuu siitä, milloin toukka on tullut käpyyn.

Hyönteisten tuhoamien siementen ko-konaismäärä vaihteli eri vuosina huomattavasti. Sellaisinkin vuosina, jolloin tu-hot olivat suhteellisen lieviä, siemenistä menetettiin noin neljännes. Eniten siemenistä tuhoutui vuonna 1975, jolloin hyönteiset tuhosivat 65,3 % siemensadosta.

Täysien itämiskelpoisten siementen osuus vaihteli myös voimakkaasti vuodes-ta toiseen (kuva 6). Tunnetuahan on, et-tä hyvinä kukkimisvuosina tyhjien sie-menten osuus on huomattavasti alhaisem-pi kuin huonoina kukkimisvuosina (esim. Sarvas 1968). Kun otetaan huomioon hyönteisten aiheuttamat tuhot ja tyhjien siementen osuus, oli siemensato hyvälaa-tuista tutkimusjakson aikana ainoastaan vuosina 1970, 1973 ja 1978. Vuonna 1971 kuusi kukki jokseenkin yhtä run-saasti kuin vuonna 1978 mutta käpykää-riäiskannan ollessa hyvin korkea toukat tuhosivat siemensadon pahasti. Vuonna 1973 hyönteiskannat olivat verrattain korkeat mutta poikkeuksellisen runsaan kukkimisen ansiosta siemensadon laatu muodostui hyväksi. Esimerkiksi siemen-säaskan kokonaismäärä oli vuonna 1973 noin 30 kertaa suurempi kuin vuonna 1979 mutta toukkien aiheuttamat tuhot olivat kumpanakin vuotena prosentuaali-

Taulukko 9. Kuusen käpykärpäsien ja kuusen käpykoisan viottamien käpyjen suhteellinen määrä koe-alalta kerätyissä kävyissä.

Table 9. Percentage of cones infested by *Hylemyia anthracina* and *Dioryctria abietella* in the study plot.

Vuosi Year	Toukkien viottamia käpyjä – Infested cones %				Käpyjä kpl No. of cones
	<i>H. anthracina</i>		<i>D. abietella</i>		
	\bar{x}	SE	\bar{x}	SE	
1969	39,6	9,10	36,8	9,82	133
1970	46,9	6,18	25,4	7,88	117
1971	9,3	3,99	16,3	6,97	164
1973	24,0	8,33	3,0	2,13	200
1975	42,0	9,78	9,7	4,00	174
1978	4,9	3,25	2,3	1,11	312
1979	20,9	9,67	18,6	7,82	108
1980	4,0	1,63	1,0	0,67	200

Taulukko 10. Kuusen käpy- ja siementuholaisten esiintyminen kloonikokoelmissa ja metsässä sijaitsevalla koealalla Ruotsinkylässä 1973.

Table 10. Occurrence of cone and seed insects in spruce clone collection and in the study plot at Ruotsinkylä in 1973

Kloonikok. no. Clone col- lection no.	Klooneja kpl No. of clones	Käpyjä kpl No. of cones	Vioitettuja käpyjä Infested cones %						Siemeniä kpl No. of seeds	Siemenistä tuhoutunut Infested seeds %			
			L. strob.		H. antr.		D. abiet.			P. abiet.		M. strob.	
			\bar{x}	SE	\bar{x}	SE	\bar{x}	SE		\bar{x}	SE	\bar{x}	SE
1	9	180	86,1	5,6	1,7	1,1	3,5	1,5	2 005	3,1	0,6	4,8	2,3
5	10	200	87,5	6,1	0,0	0,0	8,5	4,0	2 201	1,6	0,6	3,2	1,8
8	7	131	72,5	10,1	0,0	0,0	2,7	1,8	1 361	0,0	0,0	0,4	0,3
9	10	200	32,5	7,9	19,5	6,3	25,0	6,9	1 770	1,7	1,0	2,8	1,1
koeala study plot	10	200	45,5	8,8	24,0	8,3	2,5	2,0	1 990	14,6	3,5	7,0	3,8

sesti suurin piirtein yhtä suuret. Vuonna 1978 kuusi kukki keskinkertaista heikommin, mutta lähinnä käpykääriäisen kannan alhaisuuden vuoksi hyönteistuhot jäivät suhteellisen vähäisiksi.

Vuonna 1973, jolloin käpyjä esiintyi suhteellisen runsaasti myös kuusen vartteissa, tutkittiin tuholaisten esiintymisrunsausta myös neljässä eri kloonikokoelmassa, joista kolme (no:t 1, 5, 8) oli perustettu pellolle ja yksi (no 9) entiselle metsämaalle. Pelloilla sijaitsevilla vartetarhoissa esiintyi kuusen käpykääriäisen toukkia selvästi enemmän kuin metsämaalla olevassa vartetarhassa tai koealalla (taulukko 10). Kärpästoukkien kohdalla tilanne oli jokseenkin päinvastainen. Käpykoisen voittamia käpyjä oli kahdella vartetarhalla selvästi enemmän kuin koealalla. Molempia siementuholaisia, niin hyvin siemensäskeä kuin siemenkiilukaistakin, esiintyi vartetarhoissa selvästi vähemmän kuin metsässä olevalla koealalla.

Erot eri hyönteislajien runsaudessa johtuvat ilmeisesti osittain siitä, että vartteissa oli hyvin vähän käpyjä edellisinä vuosina, kun niitä sen sijaan koealalla oli kohtalaisesti. Erot saattavat johtua osittain myös hyönteisten erilaisesta leviämiskyvystä ja erilaisista elinpaikkavaatimuksista. Käpykääriäinen ja käpykoisa kykenevät ilmeisesti paremman lentokykynsä turvin siirtymään nopeammin ympärillä olevista metsistä vartetarhaan kuin siemensäski ja siemenkiilukainen.

Käpynäytteitä kerättiin vuonna 1973 myös eri maantieteellistä alkuperää olevista kuusen koeviljelmistä. Metsiköt on istutettu vuonna 1931 ja puuston valtipuutus oli vuonna 1971 10–14 m. Näytteitä kerättiin kustakin alkuperästä 10:stä

arvotusta puusta, joista jokaisesta otettiin mielivaltaisesti 10 käpyä. Näytteet kerättiin 24.9 ja niistä tutkittiin käpykääriäisen, siemensäsksen ja siemenkiilukaisen esiintymisrunsaus.

Käpykääriäisen toukkia esiintyi lähes kaikissa keskieuropallaista alkuperää olevissa puissa jonkinverran enemmän kuin paikallisessa, tuusulalaisessa alkuperässä (taulukko 11). Sen sijaan kotimaiset alkuperät Muoniota lukuunottamatta eivät poikenneet merkittävästi paikallisesta alkuperästä. Siementuholaisia, varsinkin siemenkiilukaista, oli sen sijaan keskieuropalaisissa alkuperissä vähemmän mutta pohjoissuomalaisissa merkittävästi enemmän kuin paikallisessa alkuperässä. Huomion arvoista on myös, että etelänorjalainen alkuperä ei poikennut olennaisesti tuusulalaisesta alkuperästä.

Siemensäsksen toukista oli myös loisittu sitä enemmän mitä pohjoisempaa alkuperää puut olivat. Keskieuropalaisissa alkuperissä oli loisittuja toukkia vain muutamia prosentteja mutta pohjoissuomalaisissa yli 20 %. Suurin osa loisista oli vihreää käpykiilukaista (*T. caudatus*).

Erot siementuholaisten runsaudessa eri maantieteellistä alkuperää olevien puitten välillä johtuvat todennäköisesti ainakin osaksi kukkimisajankohdissa ilmenevistä eroista. Tunnettuahan on, että pohjoisesta siirretyt alkuperät kukkivat aikaisemmin ja etelästä siirretyt myöhemmin kuin paikallinen rotu (Sarvas 1967). Näyttää siis siltä, että pohjoista alkuperää olevien puitten emikukinnot ovat siemensäsksen kuoriutumisajankohtana juuri sopivassa kehitysvaiheessa munintaa ajatellen. On myös mahdollista, että siemensäskset ovat valmiita munimaan jo ennen kuusen kukkimista ja hakeutuvat näin ollen en-

simmäisiksi avautuviin emikukintoihin. Männyssä on käypikikärsäkkään aiheuttamat tuhot todettu pohjoissuomalaista alkuperää olevissa puissa suuremmiksi kuin paikallisessa eteläsuomalaisessa roduksa (Annila 1975).

Kukkimisajoissa ilmenevistä eroista johtuu todennäköisesti myös se, että täysien siementen osuus oli muoniolaista alkuperää olevissa puissa huomattavasti alhaisempi (30,8 %) kuin keskieuropplaista alkuperää olevissa puissa (77–89 %). Toisaalta tyhjien siementen määrässä erot olivat suhteellisen vähäisiä joten tuhot vähensivät nimenomaan täysien siementen osuutta.

Emikukintojen ja käpyjen koolla saattaa myös olla vaikutusta siemensäaskan esiintymisrunsauteen. Esimerkiksi tšekkoslovakialaista alkuperää olevissa puissa kymmenessä keskikokoisessa kävyssä oli keskimäärin 315 siementä, kun vastaava luku muoniolaisissa puissa oli vain 122. Vastaavanlaisia havaintoja siementen lukumäärän vähentymisestä pohjoiseen päin

edettäessä on tehty mm. Ruotsissa (Andersson 1965). Niinikään on mahdollista, että pohjoissuomalainen kuusirotu on alttiimpi siemensäaskan tuhoille kuin eteläisemmät rodut, sillä kirjallisuudessa esiintyvien tietojen mukaan tätä hyönteistä esiintyy Pohjois-Euroopassa ainoastaan 62° leveyspiirille saakka (Simak 1955, Rummukainen 1960). Näin ollen siemensäaskellä ei ole ollut mitään vaikutusta pohjoissuomalaisen kuusirodun kehityksessä.

Siemenkiilukaisen runsaampaan esiintymiseen pohjoissuomalaista alkuperää olevissa puissa saattavat vaikuttaa osittain samat tekijät kuin siemensäaskan esiintymiseen. Kukkimisajankohdalla sinänsä ei kuitenkaan todennäköisesti ole merkitystä, koska siemenkiilukainen munii lähes täysikasvuisiin käpyihin. Kävyen ja siemenen sopivalla kehitysvaiheella samoin kuin kävyn koolla saattaa sen sijaan olla tärkeä merkitys muninnan onnistumiselle. Siemenkiilukainenhan munii suoraan käpysuomun läpi ja tällöin etäisyys kävyn

Taulukko 11. Kuusen käpykäriäisen, kuusen siemensäaskan ja kuusen siemenkiilukaisen esiintymisrunsaus eri maantieteellistä alkuperää olevissa koemetsikoissa verrattuna paikalliseen (Tuusula) rotuun.

Table 11. Occurrence of *Laspeyresia strobilella*, *Plemeliella abietina*, and *Megastigmus strobilobius* in different provenances of Norway spruce (10 trees/provenance) compared with the local provenance, Tuusula.

Alkuperä Provenance	Käpyjä No. of cones	Siemeniä No. of seeds	<i>L. strob.</i> toukkia/käpy larvae/cone \bar{x}	<i>P. abiet.</i> <i>M. strob.</i>	
				tuhoutun. siemeniä infested seeds	
				\bar{x}	\bar{x}
Sveitsi					
<i>Switzerland</i>	100	2 970	0,69a	2,71ab	0,13a
Saksa, Germany					
Sprigellau	94	2 820	0,91a	2,13a	0,04a
Saksa, Germany					
Schmiedewald	96	2 844	0,88a	2,04a	0,11a
Tšekkoslovakia					
<i>Czechoslovakia</i>	100	3 000	0,77a	1,70a	0,00a
Puola, Poland					
Visla	100	1 854	1,04a	3,62ab	0,97a
Latvia	100	1 879	0,89a	4,49ab	1,31a
Suomi, Finland					
Tuusula	100	1 929	0,40a	6,44abc	1,38a
Norja, Norway					
Opland	90	2 700	0,44a	9,46abc	1,52a
Suomi, Finland					
Pieksämäki	100	1 943	0,48a	10,61bc	3,44a
Suomi, Finland					
Simo	100	1 926	0,40a	8,71abc	27,59b
Suomi, Finland					
Sodankylä	100	1 606	0,36a	12,37cd	30,70b
Suomi, Finland					
Muonio	97	2 739	2,12b	19,01d	30,10b

Keskiarvot, joiden jäljessä on sama kirjain, eivät eroa merkitsevästi toisistaan ($P < 0,01$), Duncan-testi. Means followed by the same letter are not significantly different at the 1 % level by Duncan's multiple range test.

pinnasta siemeneen saattaa olennaisesti vaikuttaa muninnan onnistumiseen.

Nyt esillä olevassa tutkimuksessa saadut tulokset kuusen kävyissä ja siemenissä elävien hyönteisten aiheuttamista tuhoista tukevat pääosin kirjallisuudessa aikaisemmin esitettyjä tietoja. Kuusen käpykääriäisen tekemät tuhot vaihtelevat huomattavasti vuodesta toiseen riippuen niin hyvin käpysadon kuin toukkienkin runsaudesta. Schwenken (1978) mukaan yksi toukka tuhoaa korkeintaan 10 % kävyssä olevista siemenistä mutta karistettaessa saatavan siemenen määrä vähenee 50 %:lla. Hyvin usein käpykääriäisen toukat turmelevat käpysadon keräyskelvottomaksi (Zašev 1959, Stadnitskij ym. 1978).

Kuusen siemenissä elävät hyönteiset tuhoavat julkaistujen tutkimusten mukaan yleensä vain muutamia prosentteja siemensadosta (Seitner 1908, Holste 1922, Kangas 1940, Gäbler 1955, Rumukainen 1960, Istrate ja Ceianu 1975,

Stadnitskij ym. 1978, Skrzypczyńska 1980). Kuitenkin Györfi (1956) mainitsee siemensääsken tuhoavan Unkarissa keskimäärin 10–25 % siemenistä ja Madziara-Borusiewiczin (1961) mukaan tämä hyönteinen tuhosi Puolassa eräänä vuonna 57 % siemenistä. Suomessa siemensääski ja siemenkiilukainen tuhoavat yhdessä ilmeisesti keskimäärin noin 20 % kuusen siemenistä mutta joinakin vuosina tuhoutuneitten siementen määrä voi olla jopa 35 %.

Erilaiset arviot siementuhojen määrästä voivat johtua paitsi tuhojen vuotuisesta vaihtelusta myös tutkimusmenetelmissä ilmenevistä eroista. Karistettua siementä tutkittaessa tuhojen määrä saattaa jäädä todellista vähäisemmäksi sillä osa ainakin siemensääsken tuhoamista siemenistä on normaalia pienempiä ja saattaa näin joutua erilleen karistamalla saadusta siemenestä. On myös mahdollista, että hyönteisten tuhoamat siemenet karisevat huommin kuin terveet.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Kuusen kävyissä ja siemenissä elävien hyönteisten jättäytyminen on useissa tutkimuksissa katsottu sopeutumaksi kuusen käpysadon voimakkaaseen vaihteluun (esim. Seitner 1916). Eräiden tutkimusten mukaan diapaussi laukeaisi ja hyönteiset aikuistuisivat pääasiallisesti sellaisina vuosina, jolloin käpy- ja siemensato on runsas (Bakke 1963, Stadnitskij ym. 1978). Hyönteisten kuoriutumisrunsaus seuraisi siis suhteellisen kiinteästi kukkimisrunsausta ja siihen vaikuttaisivat ainakin osittain samat tekijät kuin kuusen kukkimisrunsauteenkin, jonka on todettu olevan pääasiassa riippuvainen edellisen kesän lämpötilasta (esim. Tirén 1935).

Nyt esillä olevassa tutkimuksessa saadut tulokset tukevat jossain määrin edellä esitettyjä näkemyksiä. Käpykääriäisen, käpykärpäsen, siemensääsken ja siemenkiilukaisen diapaussin laukeaminen ja hyönteisten kehittyminen aikuisiksi näyttää ainakin jonkin verran keskittyvän poikkeuksellisen runsaaseen käpyvuoteen. Vuonna 1972 kesä oli hyvin lämmin, mikä seikka saattoi vaikuttaa hyönteisten tavallista runsaampaan kuoriutumiseen kesällä 1973. Kovin selvää kuoriutumisen riippuvuutta käpysadon runsaudesta ei ilmeisesti ole kuitenkaan olemassa, koska kaikkia tutkittuja lajeja kuoriutui runsaasti myös sellaisina vuosina, jolloin käpyjä oli erittäin niukasti tai niitä ei ollut ollenkaan. Tätä ajatusta tukee Kanadassa tehty tutkimus (Hedlin 1964), jonka mukaan erään douglaskuusen kävyissä elävän sääsken (*Contarinia oregonensis* Foote) jäämisessä diapaussiin on suuria vuosien välisiä vaihteluja mutta suurin osa sääskistä saattaa kuoriutua sellaisenakin vuotena, jolloin käpysato on erittäin niukka.

On ilmeistä, että käpykääriäinen ja käpykärpäsen kuoriutuvat pääasiassa ensimmäisen tai toisen talvehtimisen jälkeen ja vain vähäinen osa talvehtii kolme tai neljä kertaa. Talvehtiiko näiden lajien toukka yksi vai kaksi kertaa, saattaa olla riippu-

vainen kuusen kukkimisrunsaudesta, mutta myöhemmin kuoriutuvien määrässä tällaista riippuvuutta tuskin on olemassa. Se, että osa toukista on diapaussissa kauemmin kuin kaksi vuotta, varmistaa kannan säilymisen myös silloin, kun kuusen kukkiminen on kahtena, jopa kolmena perättäisenä vuotena hyvin vähäistä. Käpykärpänen, jonka toukat kehittyvät nopeasti ja poistuvat kävyistä jo kesällä, kykenee ilmeisesti jossain määrin lisääntymään myös huonoina käpyvuosina ennen käpyjen tuhoutumista.

Siemensääski ja siemenkiilukainen kuoriutuvat kaikesta päätellen talvehtituaan kolme tai neljä kertaa. Siemenkiilukainen voi kuitenkin kuoriutua jo yhden tai kahden talvehtimisen jälkeen ainakin silloin, kuin kuusi kukkii runsaasti. Osa siemensääsken toukista voi olla diapaussissa kauemminkin kuin neljä vuotta. Siemenissä elävät hyönteiset voivat lisääntyä ainoastaan sellaisina vuosina, jolloin käpysato on kohtalainen tai runsas. Huonoina käpyvuosina käpykääriäisen, käpykärpäsen ja käpykoisan toukat tuhoavat kävyt ja niissä olevat siemenet kesän aikana siinä määrin, etteivät siemenissä elävät hyönteiset voi niissä lisääntyä. Oravat ja linnut vähentävät vielä talven kuluessa siemenissä talvehtivien hyönteisten määrää, vaikka oravien on jossain määrin todettukin karttavan hyönteistoukkia sisältäviä käpyjä (Lampio 1967). Näin ollen siementuholaiset ovat ilmeisesti sopeutuneet paitsi käpysadon vuotuisen vaihteluun myös käpytuholaisten vaihteluun. Todennäköisesti tästä syystä niiden kannanvaihtelut eivät noudata ainakaan niiden tärkeimmän kilpailijan käpykääriäisen kannanvaihteluja, vaan paremminkin vaihtelut näyttävät tapahtuvan päinvastaiseen suuntaan. Kahden perättäisen huonon käpyvuoden jälkeen käpytuholaisten määrä on vähäinen, joten siementuholaisille tarjoutuu tällöin hyvät lisääntymismahdollisuudet. Diapaussin

laukeaminen kolmantena tai neljäntenä vuotena näyttää tätä silmällä pitäen tarkoituksenmukaiselta. Siemenkiilukainen, joka kuoriutuu viimeisenä nyt esillä olevista lajeista, munii ilmeisesti enimmäkseen sellaisiin käpyihin, joissa on keskimääräistä vähemmän käpykääriäisen ja siemensääsken toukkia. Lisäksi on otettava huomioon, että eräiden havupuiden siemenissä lisääntyvien siemenkiilukaisten tiedetään munivan ainoastaan terveisiin siemeniin (Hussey 1954). Huonoina kukkimisvuosina täysien, elinkykyisten siementen osuus on yleensä hyvin vähäinen, mikä seikka vielä vähentää siemenkiilukaisten lisääntymismahdollisuuksia.

Koska käpy- ja siementuholaisten diapaussinajan pituus ei ilmeisestikään ole kovin tarkasti sopeutunut käpysadon vuotuisen vaihteluun, on tästä seurauksena, että hyönteiskantojen runsaudessa saattaa tapahtua hyvinkin voimakkaita vaihteluja. Douglas-kuusen kävyissä samoin kuin koivun hedenorkoissakin elävien hyönteisten kokonaismäärissä on todettu huomattavia vuosien välisiä eroja (Hedlin 1964, Juutinen 1974). Toisaalta Stadnitskij ym. (1978) ovat sitä mieltä, että kuusen kävyissä ja siemenissä elävien hyönteisten runsaudessa esiintyvät vaihtelut ovat vähäisiä. Mattssonin (1971) Minnesotassa tekemien tutkimusten mukaan sikäläisen männyn (*Pinus resinosa* Aiton) kävyissä hyönteistuhojen vaihtelusta 66 % johtuu käpysadon vaihtelusta. Myös nyt esillä olevassa tutkimuksessa saatujen tulosten mukaan käpytuholaisten kannanvaihtelut näyttävät olevan hyvin selväpiirteisesti ja suoranaisesti riippuvaisia käpysadon vaihtelusta. Sen sijaan siementuholaisten runsauteen käpysadon vaihtelulla ei näytä olevan yhtä selvää vaikutusta. Vaikutukset tulevat ilmi vasta muutamien vuosien kuluttua. Diapaussin kestoajassa ilmenevä vaihtelu varmistaa kuitenkin niin hyvin käpy- kuin siementuholaistenkin kannan säilymisen huonojen käpyvuosien yli.

Käpyjä ja siemeniä syöville eläimillä on kaikesta päätellen hyvin tärkeä merkitys kuusen lisääntymisessä ja käpysadon voimakas vaihtelu estää tuholaiskantojen kasvun liian suureksi. Näin ollen tasapainon säilymisen kannalta näyttää tarkoituksenmukaiselta, etteivät käpy- ja sie-

mentuholaisten kannanvaihtelut noudata kovin tarkkaan käpysadon vaihtelua.

Voimakkaasti vaihteleva käpysato vaikeuttaa olennaisesti käpy- ja siementuhojen ennustamista. Stadnitskij ym. (1978) mukaan ennustamisessa voidaan käyttää apuna silmututkimuksiin perustuvaa arviointia kuusen tulevasta kukkimisrunsaudesta. Hedlinin (1964) mukaan täytyy olla jonkinverran tietoa myös tuholaiden kuoriutumisrunsaudesta. Nyt esillä olevassa tutkimuksessa saatujen tulosten mukaan käpytuholaisten ja niiden aiheuttamien tuhojen määrä näyttää lisääntyvän melko nopeasti, jos kuusi kukkii kohtalaisesti tai runsaasti useina perättäisinä vuosina. Rummukainen (1960) totesi käpykääriäisen tuhojen lisääntyneen voimakkaasti kolmen perättäisen suhteellisen hyvän käpyvuoden aikana. Käpyjen täydellinen puuttuminen yhtenä vuotena ei vielä olennaisesti vähennä tuhoriskiä seuraavana vuonna mutta jos kuusi on kukkimatta kahtena perättäisenä vuotena, käpytuholaisten määrä vähenee voimakkaasti. Sen sijaan siementuholaisten määrä saattaa olla vielä kolmenkin huonon käpyvuoden jälkeen verraten korkea ja vaikka käpysato näyttäisikin terveeltä, voi siemenistä olla huomattava osa tuhoutuneita. Paraslaatuinen siemensato saadaan kuitenkin silloin, kun kahden huonon käpyvuoden jälkeen kukinta on runsasta. Keskinkertainenkin käpysato saattaa tällöin olla verraten tervettä ja keräyskelpoista. Siemenviljelmässä siemensadon laatua voidaan vielä parantaa 2–3 viikon kukinnan jälkeen tapahtuvalla torjuntaainekäsittelyllä (vrt. Annila 1973). Koska jättäytyneillä on hyvin tärkeä merkitys hyönteiskantojen säilymisessä huonojen käpyvuosien yli, voidaan tuhoriskiä siemenviljelmällä vielä vähentää keräämällä ja hävittämällä kävyt myös sellaisina vuosina, jolloin niitä ei kerätä siemenen karistamista varten.

Saatujen tulosten perusteella näyttää siltä, että käpykääriäisen esiintyminen olisi siemenviljelmässä jossain määrin runsaampaa mutta siemensääsken ja siemenkiilukaisen hiukan vähäisempää kuin metsässä. Vertailuja eri tuholaiden runsaudesta voidaan tehdä kuitenkin vasta sitten, kun vartteet ovat saavuttaneet sel-

laisen iän, että niiden kukinta on vakiintunut.

Hyvin todennäköiseltä vaikuttaa, että eri puuyksilöiden välillä on huomattavia eroja alttiudessa käpy- ja siementuholaisille. Siementuotantoon valittujen kanta-puiden ominaisuudet olisi tässä suhteessa tutkittava ja tarkastelun kohteeksi olisi ensin otettava käpykääriäinen ja siemensääski, jotka näyttävät olevan pitkällä aikavälillä tarkasteltuna tärkeimmät tuholaiset ja esiintyvät usein runsaina samoissa puissa.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ANDERSSON, E. 1965. Cone and seed studies in Norway spruce (*Picea abies*) (L.) Karst.). Stud. For. Suec. 23: 1–214.
- ANNILA, E. 1966. On the occurrence of *Plemeliella abietina* Seitn. (Dipt., Cecidomyiidae) and *Megastigmus strobilobius* Ratz. (Hym., Chalcididae) in Finland. Ann. Ent. Fenn. 32: 3–11.
- 1973. Chemical control of spruce cone insects in seed orchards. Seloste: Kuusen käpy- ja siementuholaisten kemiallisesta torjunnasta siemenviljelmillä. Commun. Inst. For. Fenn. 78. (8): 1–23.
- 1974. Notes on the larva of *Anogmus hobenbeimensis* Ratz. (Hym., Pteromalidae), *Torymus azureus* Boh. and *T. caudatus* Boh. (Hym., Torymidae). Ann. Ent. Fenn. 40: 35–37.
- 1975. The biology of *Pissodes validirostris* Gyll. (Col., Curculionidae) and its harmfulness, especially in Scots pine seed orchards. Seloste: Käpypikkikärsäkkään (*Pissodes validirostris* Gyll.) (Col., Curculionidae) biologia ja vahingollisuus erityisesti männyn siemenviljelmillä. Commun. Inst. For. Fenn. 85 (6), 1–95.
- 1979. The life cycles of the cone-infesting *Diostryctria* species (Lepidoptera, Pyralidae) in Finland. Notulae Ent. 59: 69–74.
- BAKKE, A. 1955. Insects reared from spruce cones in northern Norway 1951. Norsk Ent. Tidsskr. 9: 152–212.
- 1963. Studies on the spruce cone insects *Laspeyresia strobilella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae), *Kaltenbachiola strobi* (Winn.) (Diptera: Itonidae) and their parasites (Hymenoptera) in Norway. Medd. Norska Skogforsöksv. 19: 1–151.
- 1971. Distribution of prolonged, diapausing larvae in populations of *Laspeyresia strobilella* L. (Lep., Tortricidae) from spruce cones. Norsk Ent. Tidsskr. 18: 89–93.
- GYÖRFI, J. 1956. Nadelholzzapfen- und Nadelholzsamenschädlinge und ihrer Parasiten. Acta Agron. Acad. Scient. Hung. 6: 321–373.
- GÄBLER, H. 1955. Forstliche Samenschädlinge und ihre Bedeutung. Arch. Forstw. 4: 434–438.
- HACKMAN, W. 1979. Reproductive and developmental strategies of fungivorous *Pegomya* species (Diptera, Anthomyiidae). Aquilo Ser. Zool. 20: 62–64.
- HEDLIN, A. 1964. A six-year plot study on Douglas-fir cone insect population fluctuations. Forest Science 10: 124–128.
- 1973. Spruce cone insects in British Columbia and their control. Can. Ent. 105: 113–122.
- HELLEN, W. 1944. Die *Asyncrita*-Arten Finnlands (Hym. Ichn.). Notulae Ent. 24: 11–13.
- HOLSTE, G. 1922. Fichtenzapfen- und Fichtensamenbewohner Oberbayerns. Z. Angew. Ent. 8: 125–160.
- HUSSEY, N. W. 1954. *Megastigmus* flies attacking conifer seed. Forestry Commission. Leaflet 8: 1–10.
- ISTRATE, G & CEIANU, I. 1975. Observatii privind atacurile produse de insecte la conurile de molid in padurile din nordul Carpatilor orientali. Studii si Comunicari 8: 167–181.
- JUUTINEN, P. 1952. Oravan kuusen siemensadolle aiheuttamasta vahingosta. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 69: 219–221.
- 1953. Pikkukäpylinnun (*Loxia curvirostrata* L.) ravinnosta ja metsätaloudellisesta merkityksestä. Referat: Über Nahrung und forstwirtschaftliche Bedeutung des Fichtenkreuzschnabels (*Loxia curvirostrata* L.). Commun. Inst. For. Fenn. 41 (3): 1–41.
- 1974. Über die in den männlichen Blütenkätzchen der Rau- und Moorbirke vorkommenden *Argyresthia*-Arten (Lepidoptera: Argyresthiidae). Seloste: Raudus- ja hieskoivun hedenorjoissa esiintyvistä *Argyresthia*-lajeista (Lepidoptera: Argyresthiidae). Commun. Inst. For. Fenn. 82 (3): 1–31.
- KANGAS, E. 1940. Kuusen käpytuhot ja siemensato v. 1937. Referat: Zapfenschäden und Samenrag bei der Fichte im J. 1937. Commun. Inst. For. Fenn. 29 (2): 1–38.
- & LESKINEN, K. 1943. *Pegobylemyia anthracina* Czerny (Dipt., Muscidae) als Zapfenschädling an der Fichte. Ann. Ent. Fenn. 9: 195–212.
- KOSKI, V. & TALLQVIST, R. 1978. Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla. Summary: Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. Folia For. 364: 1–60.
- LAMPIO, T. 1967. Sex ratios and the factors contributing to them in the squirrel, *Sciurus vulgaris*, in Finland II. Finnish Game Research 29: 1–69.
- LESSMANN, D. 1974. Zum Vorkommen von *Megastigmus*-Arten und weiteren Samenschädlingen in der Bundesrepublik Deutschland. Z. Ang. Ent. 76: 160–166.
- LOVÁSZY, P. 1942. Fliegenlarven als Zapfenschädlinge. Ann. Ent. Fenn. 8: 79–83.
- MADZIARA-BORUSIEWICZ, K. 1961. Masowy pojaw przyszczarka *Plemeliella abietina* Seitn. (Cecidomyiidae, Dipt.) szkodnika nasion świerka pospolitego oraz wystapienie jego nowego pasozyta *Anogmus hobenbeimensis* Ratzb. (Pteromalidae, Hym.). Referat: Massenerscheinung des Fichtensamenschädlings *Plemeliella abietina* Seitn. (Cecidomyiidae Dipt.) und Auftreten

- dessen neuen Schmarotzers *Anognmus hobenheimensis* Ratzb. (Pteromalidae, Hym.). Folia For. Polon. A 6: 141–147.
- 1965. *Anognmus hobenheimensis* (Ratzb.) (Pteromalidae, Hym.) jeho morfologia, Biologia i znaczenie gospodarcze. Referat: *Anognmus hobenheimensis* (Ratzb.) (Pteromalidae, Hym.) – seine Morfologie, Biologie und forstwirtschaftliche Bedeutung. Folia For. Polon. A 11: 334–368.
- MATTSON, W. 1971. Relationship between cone crop size and cone damage by insects in red pine seed-production areas. Can. Ent. 103: 617–621.
- RUMMUKAINEN, U. 1960. Kuusen siementuhojen runsaudesta ja laadusta. Referat: Über Reichlichkeit und Art der Samenschäden bei der Fichte. Commun. Inst. For. Fenn. 52 (3): 1–83.
- SAALAS, U. 1949. Suomen metsähyönteiset. 719 pp. Helsinki.
- SARVAS, R. 1967. The annual period of development of forest trees. Proc. Finnish Acad. Sci Letters 1965: 211–231.
- 1968. Investigations on the flowering and seed crop of *Picea abies*. Commun. Inst. For. Fenn. 67 (5): 1–84.
- SCHWENKE, W. 1978. Die Forstschädlinge Europas 3. Schmetterlinge. 467 pp. Hamburg.
- SEITNER, M. 1908. Die Fichtensamengallmücke (*Plemeliella abietina*). Centralbl. Ges. Forstw. 34: 185–190.
- 1916. Über Nadelholzsamen zerstörende Chalcididen. Centralbl. Ges. Forstw. 42: 307–324.
- SIMAK, M. 1955. Bestämning av insektskador på granfrö medelst röntgenfotografering. Summary: Insect damage on seeds of Norway spruce determined by X-ray photography. Norrl. Skogsv. Förb. Tidskr. 53: 299–307.
- SKRZYPCZYNSKA, M. 1980. Contribution to the knowledge of the spruce-cone gall midge *Kaltenbachiola strobi* (Winn.) (Diptera, Cecidomyiidae) and its parasites in Wienerwald. Z. Ang. Ent. 90: 90–98.
- STADNITSKIJ, G. V. & GREBENŠTIKOVA, V. P. 1969. Kto vredit semenam eli? Lesn. Hos. 9: 51–55.
- STADNITSKIJ, G. V., GREBENŠTIKOVA, V. P., NAUMOV, F. V. & BORTNIK, A. M. 1978. Zaščita reproduktivnyh organov hvojnnyh porod na leseosemnyh učastkah i plantacijah. 64 pp. Leningrad.
- JURČENKO, G. I., SMETANIN, A. N., GREBENŠTIKOVA, V. P. & PRIBYLOVA, M. V. 1978. Vrediteli šišek i semjan hvojnnyh porod. Moskva. (Translation: Yates, H. O. Conifer cone and seed pests. 218 pp. Athens)
- SYLVEN, N. 1910. Om pollineringsförsök med tall och gran. Referat: Über Bestäubungsversuche mit Kiefer und Fichte. Medd. Stat. Skogsf. Anst. 7: 219–228.
- TAHVONEN, E. 1931. Kuusenkäpyjen asukkaisra. Tapio 24: 470–476.
- TIENSUU, L. 1935. Die bisher aus Finland bekannten Musciden. Acta Soc. F. Fl. Fenn. 58 (4): 1–56.
- TIREN, L. 1935. Om granens kottsättning, dess periodicitet och samband med temperatur och nederbörd. Summary: On the fruit setting of spruce, its periodicity and relation to temperature and precipitation. Medd. Stat. Skogsf. Anst. 28: 413–524.
- TRÄGÅRDH, I. 1917. Undersökningar över gran- och tallkottarnas skadeinsekter. Summary: Investigations into the insects injurious to the spruce and pine cones. Medd. Stat. Skogsf. Anst. 13–14: 1141–1204.
- ZAŠEV, B. 1959. Vývoj obalovača šiškového *Laspayresia (Grapholitha) strobilella* L. v. Bulharsku a jeho škodlivost na úrode semena roku 1955. Referat: Über die Entwicklung des Fichtenzapfenwicklers *Laspayresia (Grapholitha) strobilella* L. in Bulgarien und die durch diesen entstehende Schäden des Samenertrages vom J. 1955. Lesn. Casopis 5: 397–408.

SUMMARY

Fluctuations in cone and seed insect populations in Norway spruce

Introduction

The aim of the present work was to study the fluctuation in the population and damage caused by some of the main spruce cone insects in relation to the size of the annual cone crop. The main purpose of the study was to obtain information for the prediction of cone and seed insect damage in seed orchards. The objects of the study were the spruce cone moth (*Laspeyresia strobilella* L., Lep., Tortricidae), the spruce cone fly (*Hylemyia anthracina* Czerny, Dipt., Muscidae), the spruce seed gall midge (*Plemeliella abietina* Seitner, Dipt., Cecidomyiidae), and the spruce seed chalcid (*Megastigmus strobilobius* Ratz., Hym., Torymidae). All of these species can only breed in spruce cones. Observations on the life histories of these species were also recorded. Investigations were carried out in Ruot-sinkylä experimental forest, southern Finland, in the years 1969–1980.

Material and methods

The study plot, consisting of 90 trees, was established in a stand about 80 years old. Annual cone production was calculated by counting the number of female flowers on the plot every year during flowering time with the aid of binoculars. Cone samples were collected in September. When the cone crop was heavy 20 cones were collected from 10 sample trees. However, when it was light smaller samples were taken. Cones were stored in plastic bags at a temperature of -18°C for detailed study. The cones were dissected longitudinally and 20–50 seeds along the cone axis picked out for the determination of damage by seed insects. Both halves of each cone were studied scale by scale in order to determine the number of insect larvae. The emergence and diapause of the insects was studied by collecting 20 cones from 10 different trees outside the study plot in October. The cones were stored in outdoor conditions. The seeds were extracted the following spring and the cones and seeds placed in the plywood boxes for insect emergence. Puparia of *H. anthracina* were obtained by collecting infested cones at the end of June. Emerging larvae were put in small boxes filled with sawdust for pupation. Puparia were stored in forest litter until the next spring.

Observations were made in 1973 on insect occurrence and damage in seed orchards and a provenance test plot of Norway spruce.

Cone crop

The fluctuation in the cone yield during the study period was very large, including the extremely heavy yield in 1973 and the total failure in 1977 (Fig. 1). The yield in some years was so small that all cones were destroyed by insects, birds and squirrels by the onset of autumn.

Emergence

The adults of *L. strobilella* emerged, in most cases, from the cones during the first half of June (Table 1). Emergence began at the time when the spruces were flowering.

The emergence of *H. anthracina* took place about two weeks earlier than that of *L. strobilella* (Table 2). Most of the female strobili were still covered by the bud scales at the time when the first specimens emerged from the plywood boxes. However, ovipositing females were observed right up until the end of the flowering period. Two parasitic species, *Atractodes* sp. (Ichneumonidae) and *Melanips* sp. (Cynipidae) were reared from the puparia of *H. anthracina*. From 1,9 to 10,9 % of the puparia were parasitized by *Atractodes* and 11,9 to 44,2 % by *Melanips*.

Eggs of *H. anthracina* were found in female flowers and young cones from the end of May and larvae from the middle of June (Table 3). It was not possible to determine, with any certainty, the number of larval instars by measuring the body length (Fig. 2).

There was great annual variation in the time when fully-grown *anthracina*-larvae left the cones (Fig. 3). Larvae were found to emerge from the cones only on rainy days.

The adult midges of *P. abietina* emerged from seeds during a relatively short period of time (Table 4). The females were found to deposit their eggs right into the pollen chamber of the ovule. Three parasites, *Hypocampsis contorticornis* (Ratz.), *Anogmus hobenbeimensis* (Ratz.), and *Torymus caudatus* Boh. were reared from the seeds infested by *P. abietina*. Overall, parasitism ranged from 4,7 to 63,8 %.

The emergence of *M. strobilobius* took place in late June or early July, about three weeks after the end of the flowering time of spruce (Table 5).

Diapause

More than 50 % of the specimens of *L. strobilel-*

la emerged after hibernating once. The rest of the larvae had a prolonged diapause and emergence took place after two to four years (Table 6).

Most of the puparia of *H. anthracina* developed into adults after one hibernation, only a few remaining in diapause for two or three years (Table 6). The diapause of the parasites was well synchronized with that of their hosts.

The diapause of *P. abietina* generally lasted for three or four years (Table 7). In 1980 a lot of adult midges emerged from the seeds of the year 1973, after seven hibernations. Some of the larvae still remained in diapause. No specimens had emerged from the seeds of 1978 or 1979 by 1980. The parasites of *P. abietina* showed the same kind of prolonged diapause as their host.

The development of *M. strobilobius* from egg to adult took 2 to 4 years (Table 7). In some years most specimens emerged after two, in other years after three or four hibernations.

When the size of the annual cone crop is compared with the percentages of insects which emerged in different years, it can be seen that there was a concentration of insect emergence in 1973 when the cone crop was exceptionally heavy. On the other hand, no such correlation could be found between the years when the cone yield was medium or light. For instance, large numbers of insects emerged in 1972 when the breeding possibilities were extremely poor.

Population fluctuation

The number of *L. strobilella* larvae per cone varied considerably from year to year (Fig. 4). Variation in the total number of larvae, including diapausing larvae in old cones, was much smaller (Table 8). In the years when the cone crop was very poor, all cones of the current year had been destroyed by the autumn and the overwintering population consisted of the larvae from previous years alone.

The number of seed destroyers in the new cones was quite small in some years (Table 8). However, taking into account the diapausing larvae from previous years, the total number of *P. abietina* and *M. strobilobius* was much higher. Owing to the prolonged diapause, the actual fluctuation was much smaller than the fluctuation in the number of larvae in the new cones.

When the number of larvae of the current year is compared with the number of the previous year, it is evident that while the number of seed destroyers usually decreased the number of spruce cone moths increased and vice versa (Fig. 5).

Damage

Damage caused by *L. strobilella* increased during the three successive years (1969–1971) when the cone crop was medium (Fig. 6). In 1973 the total number of larvae did not decrease very much after the poor cone crop in 1972, but owing to the heavy crop in 1973, the proportion of the infested seeds was quite small. In 1975 damage by *L. strobilella* was heavy in spite of the poor crop in 1974. The main reason for this was the fact that the

number of insects emerging from the cones of the year 1973 was high in relation to the cone crop of the current year.

As a result of the poor crop in 1976 and the total failure in 1977, the population of *L. strobilella* was very low in 1978. In spite of the medium cone crop in 1978 only a small percentage of the seeds was destroyed by this moth.

The percentages of seeds infested by *P. abietina* and *M. strobilobius* decreased in the years 1969–1971 despite of the fact that the cone yield was medium. In 1973 the rate of infestation was relatively high owing to the emergence of insects from the seeds of the year 1969. Damage by *M. strobilobius* in 1978 and by *P. abietina* 1979 was comparatively high, although the species had had no possibilities of breeding during the two previous years. Insects which emerged from the seeds of 1975, or even earlier, must have been responsible for the damage in 1978 and 1979. In 1980 a considerable proportion of the seeds was infested by the midges, which evidently originated from the seeds of 1973.

Some information about damage by *H. anthracina* and *Dioryctria abietella* (D. & S.) was obtained when the cone samples were studied. Since the larvae leave the cones before the autumn the observations were based on the tunnels and frass made by larvae. The proportion of cones infested by *H. anthracina* varied from 1,6 to 47,0 % and by *D. abietella* from 0,6 to 34,6 % (Table 9).

The total percentages of seeds destroyed by insects varied from 24,4 % in 1978 to 65,3 % in 1975. In addition to the actual insect damage, some of the undamaged, healthy seeds were not shed from infested cones because of resin flow. Furthermore, the percentage of empty, unviable seeds was high in most years (Fig. 6). Considering insect damage and the proportion of empty seeds, the cone crop was good enough for seed extraction in the years 1970, 1973 and 1978.

The percentage of cones infested by *L. strobilella* and *D. abietella* in seed orchards was somewhat greater than in the study plot. The occurrence frequency of *H. anthracina* and seed insects, however, was smaller (Table 10).

There were some differences in the number of *L. strobilella* between different geographical races of Norway spruce (Table 11). The percentages of seeds destroyed by seed insects in the northern provenances was considerably higher than in the southern provenances. Furthermore, the proportion of *P. abietina* larvae parasitized by *Torymus caudatus* was more than 20 % in the from northern Finland trees, but only 1–2 % in the trees from Central Europe. It was concluded that the differences found between races may be due to the different flowering times, different cone size, or different susceptibility of the northern provenances, especially to *P. abietina*, which does not occur north of 62° latitude.

Conclusions

Some conclusions were made on the basis of the results obtained in the present study. There does not seem to be very strong correlation between cone crop size and the termination of diapause.

The percentage of emerging insects in years when the cone crop is exceptionally heavy may be greater than in years when there is a medium or poor crop. On the other hand, large numbers of insects may emerge in the years when the cone crop is a total failure. It is evident that most *L. strobilella* and *H. antracina* usually emerge after one hibernation and only a few have a prolonged diapause of two to four years.

The emergence of *P. abietina* and *M. strobilobius* mainly takes place after three or four hibernations. A considerable number of the midge larvae may remain in diapause even longer. It is obvious that seed insects can only breed in years when the cone yield is heavy, or at least medium. In years when crop is light, seed insect larvae will be totally destroyed by cone insects, birds and squirrels before the following spring. It seems possible that seed insects have not only adapted to fluctuations in the annual cone yield but also to fluctuations in cone-destroyer population as well. Seed insects have good breeding possibilities after two or three suc-

cessive poor cone years, when the population level of cone destroyers is low.

Owing to the relative weak correlation between cone crop size and the termination of diapause, there are great annual variations in the population level of cone and seed insects. Variation in the duration of diapause means that part of the population is kept in reserve in years when there are no breeding possibilities. Cone and seed destroying agents evidently have a strong influence on the seed production of Norway spruce. Large annual variation in the number of cones effectively prevents the continuous increase of the pest population.

Damage by cone insects will be substantially reduced by a failure of cone crop in two successive years. However, the infestation of seed insects may still be high. A crop of the best quality will be produced in years when a heavy cone yield is preceded by two or more failures. Broadly speaking, insect damage in spruce cones can be predicted by continuous recording of the annual cone yield.

ODC 453:416. 2:174.7 *Picea abies*
ISBN 951-40-0528-7
ISSN 0358-9609

ANNILA, E. 1981. Kuusen käpy- ja siementuholaisten kannanvaihtelu. Summary: Fluctuations in cone and seed insect populations in Norway spruce. *Commun. Inst. For. Fenn.* 101:1-32

The relationship between cone crop size and damage by cone and seed insects was studied in southern Finland during an eleven-year period. Investigations were carried out on the life histories, emergence, length of diapause, and population fluctuations of the following insects: *Laspeyresia strobilella*, *Hylemyia anthracina*, *Plemelietta abietina*, and *Megasitigmus strobilobius*.

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

ODC 453:416. 2:174.7 *Picea abies*
ISBN 951-40-0528-7
ISSN 0358-9609

ANNILA, E. 1981. Kuusen käpy- ja siementuholaisten kannanvaihtelu. Summary: Fluctuations in cone and seed insect populations in Norway spruce. *Commun. Inst. For. Fenn.* 101:1-32

The relationship between cone crop size and damage by cone and seed insects was studied in southern Finland during an eleven-year period. Investigations were carried out on the life histories, emergence, length of diapause, and population fluctuations of the following insects: *Laspeyresia strobilella*, *Hylemyia anthracina*, *Plemelietta abietina*, and *Megasitigmus strobilobius*.

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

Tilaan kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND

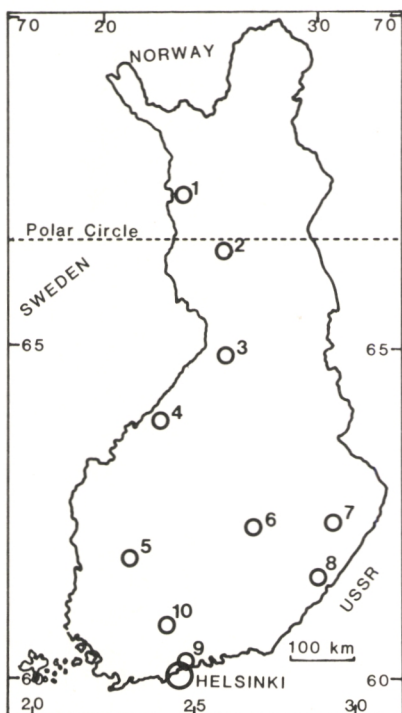


Folia Forestalia _____

Communications Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomaukskia & tiedusteluja

Remarks & calls for information _____



THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

DEPARTMENTS (Helsinki)

Administration Office
 Information Office
 Experimental Forest Office
 Dept. of Soil Science
 Dept. of Peatland Forestry
 Dept. of Silviculture
 Dept. of Forest Genetics
 Dept. of Forest Protection
 Dept. of Forest Technology
 Dept. of Forest Inventory and Yield
 Dept. of Forest Economics
 Dept. of Mathematics

RESEARCH STATIONS

- 1 Kolari
- 2 Rovaniemi
- 3 Muhos
- 4 Kannus
- 5 Parkano
- 6 Suonenjoki
- 7 Joensuu
- 8 Punkaharju
- 9 Ruotsinkylä
- 10 Ojajoki

FACTS ABOUT FINLAND

Total land area: 304 642 km² of which 60–70 per cent is forest land.

Mean temperature, °C:	Helsinki	Joensuu	Rovaniemi
January	-6,8	-10,2	-11,0
July	17,1	17,1	15,3
annual	4,4	2,9	0,8

Thermal winter
 (mean temp. < 0°C): 20.11.–4.4. 5.11.–10.4. 18.10.–21.4.

Most common tree species: *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula pendula*, *Betula pubescens*



Communicationes Instituti
Forestalis Fenniae

- 101 Annila, E. Kuusen käpy- ja siementuholaisten kannanvaihtelu. Summary: Fluctuations in cone and seed insect populations in Norway spruce.
- 102 Kurkela, T. Growth reduction in Douglas fir caused by Rhabdocline needle cast. Seloste: Rhabdoclinekaristeen aiheuttama kasvunvähennys Douglaskuusella.
- 103 Magnusson, M.L. Nematodes in some coniferous forests in Finland. Seloste: Nematodien esiintymisestä Suomen havumetsissä.
- 104 Saastamoinen, O. Economics of multiple-use forestry in the Saariselkä forests and fell area. Seloste: Metsien moninaiskäytön ekonomia Saariselän metsä- ja tunturialueella.

