

Polton sekä harvennushakkuun ja tuotetun lahoppuun vaikutus kovakuoriaisten laji- ja yksilömääriin lyhyellä aikavälillä

Jyväskylän yliopisto  
Bio- ja ympäristötieteiden laitos  
Ekologian ja ympäristönhoidon  
pro gradu –tutkielma  
Merja Aho  
16.3.2006

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO, matemaattisluonnontieteellinen tiedekunta

Biologian koulutusohjelma

Ekologia ja ympäristöhoito

MERJA AHO, H.: Polton sekä harvennushakkuun ja tuotetun lahoppuun vaikutus kovakuoriaisten laji- ja yksilömääriin lyhyellä aikavälillä

Pro gradu: 34 s., 2 liitettä (11 s.)

Työn ohjaajat: FM Tero Toivanen, FT Janne Kotiaho

Tarkastajat: Prof. Mikko Mönkkönen, FT Janne Kotiaho

Maaliskuu 2006

---

Hakusanat: Metsäpalo, lahoppu, harvennushakkuu, palonvaatijakovakuoriainen, palon-  
suosijakovakuoriainen, saproksyylikovakuorianen, ennallistaminen

## TIIVISTELMÄ

Fennoskandiassa borealisiin luonnonmetsiin on rajuimmin vaikuttanut viime vuosikymmeninä metsätalous. Heterogeenisen ja yhtenäisen metsämaiseman ovat korvanneet tasaikäiset ja -rakenteiset, aukeiden pirstomat metsiköt. Metsän uudistuminen luonnon häiriöiden avulla on korvautunut tasaisin väliajoin toistuvilla hakkuilla. Metsäpalot ovat luonnontilaisen boreaalisen metsän voimakkain ja laaja-alaisin häiriötekijä. Boreaalisen metsävyöhykkeen metsät ovat palaneet keskimäärin 50- 200 vuoden välein. Viime vuosikymmeninä palot ovat kuitenkin vähentyneet tehokkaan palotorjunnan takia, ja monet paloista riippuvaiset eliölajit ovat harvinaistuneet ja uhanalaistuneet. Ennallistaminen ja metsätaloudelliset kulotukset ovat tällä hetkellä ainoita keinoja palonvaatijalajien säilyttämiseksi. Ennallistamispoltto on kuitenkin varsin uusi menetelmä luonnonsuojelussa, ja sen vaikutuksia eliölajistoon on tutkittu vasta vähän.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää polton sekä harvennushakkuun ja tuotetun lahoppuun vaikutusta kovakuoriaisten laji- ja yksilömääriin viidessä eri kovakuoriaisryhmässä (Saproksyyli-, ei-saproksyyli-, harvinaiset -, uhanalaiset - ja palonvaatijakovakuoriaiset). Koeasetelma muodostui 24 tutkimuslohkosta. Kahdeksalletoista tutkimuslohkolle tehtiin harvennushakkuukäsittely sekä tuotettiin maapuuta. Puolet tutkimuslohkoista poltettiin kesällä 2002. Aineisto kerättiin kesän 2002 aikana ikkunapyydysmenetelmällä.

Pyydyksiin kertyi yhteensä 27041 yksilöä, jotka kuuluivat 458 lajiin. Polttolohkoilla havaittiin enemmän sekä kovakuoriaislajeja että – yksilöitä kaikissa tutkituissa kovakuoriaisryhmissä. Harvennus ja tuotettu maapuuta vaikutti sitä vastoin eri tavoin poltto ja ei-polttotutkimuslohkoilla laji- ja yksilömääriin. Polttokohteilla yksilömäärät olivat suuremmat saproksyylien ja ei-saproksyylien osalta pystymetsän tutkimuslohkoilla, kun taas ei-polttokohteilla lajimäärät olivat suuremmat hakkuukohteilla. Tulokset osoittivat, että keinotekoisesti luonnon häiriöitä, metsäpaloja jäljittelemällä on mahdollista säilyttää palonvaatijalajistoa ja ylläpitää saproksyytilajeille tärkeää lahoppuujatkumoa.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of mathematics and natural sciences

Program of biology

Ecology and environmental management

AHO MERJA, H.: Short term effects of prescribed burning and partial cutting with dead wood creation on a number of beetle species and individuals

Master of Science thesis: 34 p., 2 appendices (11 p.)

Supervisors: MS Tero Toivanen, Dr. Janne Kotiaho

Inspectors: Professor Mikko Mönkkönen, Dr. Janne Kotiaho

March 2006

---

Keywords: Forest fire, prescribed burning, decaying wood, partial cutting, fire dependent beetle, fire favoured beetle, saproxylic beetle, restoration

## ABSTRACT

In Fennoscandia intensive forest management has broadly changed the forest structure over the past decades. Even aged and – structured, fragmented forests have replaced the former heterogenic and continuous forest landscape. Furthermore, natural disturbances have been prevented and replaced by modern management practices, such as clear-cut harvesting. Forest fires are the most powerful disturbance factor in natural boreal forests. However, during the last few decades fires have been effectively prevented. Because of that several fire-associated species have decreased and are now threatened. Controlled burning is a new method in conserving and maintaining the forest biodiversity and the populations of saproxylic and fire-associated species. Yet, the effects of these methods have remained largely unexplored.

In this study the main purpose was to investigate the immediate effects of controlled burning and partial cutting with dead wood creation on a number of beetle species and individuals in five different beetle groups (saproxylic, non-saproxylic, fire-dependent, rare and threatened species). The factorial study design included 24 sites. Treatments consisted of partial cuttings with a constant level of retention trees (50 m<sup>3</sup>/ha) and three levels of decaying wood, and burning/non burning treatments. Three of the study sites were controls and were not treated. Window traps were used to sample the beetles during the summer 2002.

The data consisted a total of 27041 individuals and 458 species. Both the number of species and the abundances increased on burned sites in every studied beetle group. Harvesting and retention trees affected the number of beetle species on unburned sites while on burned sites only the abundance was affected. Results show that mimicking natural disturbances, such as controlled burning and partial cutting with dead wood creation has a great immediate effect on beetle fauna. Especially with controlled burning it is not only possible to maintain the populations of threatened fire-associated beetles but also increase the amount of dead wood important for saproxylic species.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
1 JOHDANTO	5
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	8
2.1 Tutkimusalueen kuvaus	8
2.2 Koeasetelma	8
2.3 Aineiston analysointi	10
3 TULOKSET	12
3.1 Kovakuoriaisten kokonaislaji- ja yksilömäärät	12
3.2 Saproksyyililaji- ja yksilömäärät	14
3.3 Ei- saproksyyililaji- ja yksilömäärät	16
3.4 Palolajit	19
3.5 Uhanalaiset ja huomionarvoiset lajit	20
4 TULOSTEN TARKASTELU	23
4.1 Polton vaikutus	23
4.2 Hakkuun ja tuotetun maapuun vaikutus	26
4.3 Lopuksi	28
KIITOKSET	28
KIRJALLISUUS	29
LIITTEET	
Liite 1. Tutkimusalue	
Liite 2. Lajilista	

## 1 JOHDANTO

Pohjoisella havumetsävyöhykkeellä metsäekosysteemejä on viime vuosikymmeninä muuttanut rajuimmin metsätalous (Axelsson & Östlund 2001; Siitonen 2001), ja puulajisuhteiden yksipuolistuminen, lahoppuun puuttuminen sekä puuston tasaikäisyys luonnehtivatkin parhaiten nykyisten metsäalueiden rakennetta ja toimintaa (Kouki 1994; Linder & Östlund 1998; Kouki ym. 2001). Luonnontilaista metsää kuvattaessa leimaa antavia piirteitä ovat satunnainen puuston ikä- ja tilajakauma sekä runsas kuolleen puun määrä. Metsikössä kasvaa runsaasti eri kehitysvaiheessa olevia puita, ja kuollutta puuta syntyy kaiken aikaa. Lahoppu muodostuu eri puulajeista, ja se on kooltaan ja lahoasteeltaan monipuolista. Talousmetsän ja luonnontilaisen metsän väliset erot rakenteessa ja toiminnassa selittyvät pitkälti metsien erilaisilla häiriödynamiikoilla (Anonyymi 2000). Talousmetsässä häiriötekijä on säännöllisin väliajoin toistuva melko samankokoiselle alueelle kohdistuva hakkuu, kun taas luonnontilaisessa metsässä häiriöt ovat monista eri lähteistä johtuvia, satunnaisia ja eri mittakaavoissa toteutuvia. Merkittävin ja laajalajisin häiriötekijä luonnontilaisessa borealisessa metsässä ovat olleet metsäpalot (Zackrisson 1977; Engelmark 1984; Zackrisson ym. 1996; Gromtsev 2002).

Borealisen metsävyöhykkeen metsät ovat palaneet keskimäärin 50 - 200 vuoden välein riippuen alueella vallitsevasta kasvillisuustyypistä, topografiasta sekä vesistöjen ja soiden tilajakaumasta (Zackrisson 1977; Engelmark 1984; Lehtonen 1997; Pitkänen 1999). Kuivat mäntykankaat ja etelärinteet ovat palaneet useimmin, noin 50 vuoden välein, kun taas tuoreet kankaat ja kosteat painanteet ovat palaneet vain todella voimakkaissa paloissa tai jääneet palonkiertämiksi (Wallenius 2002). Myös ihmisellä on ollut merkittävä vaikutus metsien palohistoriassa Fennoskandian alueella. Esihistoriallisena aikana metsää poltettiin riistalaitumiksi, myöhemmin 1500-luvulta lähtien metsää kaskettiin viljelyyn. Lehtosen (1997) mukaan metsäpalot yleistyivät Itä-Suomessa kaskiviljelyn aikaan, jolloin viljelyalueiden lähimetsät saattoivat palaa jopa 30 vuoden välein.

Metsäpaloilla on ollut tärkeä rooli mosaiikkimaisen ja monimuotoisen metsäympäristön ylläpitäjänä (Bergeron 1991; Ryan 2002; Kuuluvainen 2002). Ne muuttavat tehokkaasti

metsän ikärakennetta, vaikuttavat ravinteiden kiertoon ja metsikön puulajisuhteisiin lisäämällä lehtipuun, erityisesti koivun ja haavan osuutta (Wikars 1992; Zackrisson ym. 1996; Lehtonen 1997; Karen ym. 2002). Palaneelle metsälle ominaisia ja ainutlaatuisia piirteitä ovat myös lämmin pienilmasto, vähäinen lajien välinen kilpailu ja suuri lahopuun määrä (Wikars 1997; Siitonen 2001; Uotila ym. 2001). Palaneen alueen poikkeukselliset olot tarjoavat elinympäristön lajeille, jotka usein puuttuvat metsän myöhemmistä sukkessiovaiheista.

Monet paloalueille kolonisoivista lajeista ovat saproksyylijä, lajeja, jotka ovat jossakin elämänsä vaiheessa riippuvaisia lahoavasta puuaineksesta tai jostakin toisesta lahopuusta riippuvaisesta lajista (Speight 1989). Fennoskandiasta tunnetaan tuhansia saproksyylijalajeja, joista suurin joukko kuuluu kovakuoriaisten ryhmään (Coleoptera) (Siitonen 2001). Koska luonnonmetsissä lahopuun määrä on suurimmillaan heti metsäpalon jälkeen (Siitonen 2001), monet saproksyylikovakuoriaiset ovat erikoistuneet juuri tällaisiin metsän nuoriin sukkessiovaiheisiin, joissa on runsaasti järeää lahopuuta paahteisissa elinympäristöissä. Näitä palonsuosijoiksi sanottuja lajeja tavataan myös muilta avoimilta paikoilta, esimerkiksi hakkuuaukeilta, jos vain järeää lahopuuta on riittävästi tarjolla (Kaila ym. 1997). Palonsuosijoihin kuuluu myös suuri joukko esimerkiksi petokovakuoriaisia, jotka lisääntyvät alueella runsastuneen ravinnon takia (Muona & Rutanen 1994).

Palonvaatijat elävät paloalueella vain muutamina palon jälkeisinä vuosina, ja ovat siten riippuvaisia katkeamattomasta palojatkumosta (Ahlund & Lindhe 1992; Wikars 1992; Anonyymi 2000). Metsäpaloista riippuvaiset eliöt ovat pääasiassa sieniä ja hyönteisiä, lajeja, jotka pystyvät levittäytymään tehokkaasti uusille paloalueille (Esseen ym. 1997). Esimerkiksi kovakuoriaisiin (Coleoptera) kuuluva kulokauniainen (*Melanophila acuminata*) aistii palon aiheuttaman pitkäaaltoisen lämpösäteilyn erityisten infrapuna-aistimiensa avulla ja saapuu usein paloalueelle jo palon aikana (Evans 1966). Pohjois-Euroopasta on tavattu noin 40 palonvaatijaksi luokiteltua hyönteislajia, joista suurin osa on kovakuoriaisia (Wikars 1997). Useimmat niistä elävät toukkavaiheensa palaneessa tai palon vaurioittamassa puussa tai maaperässä. Aikuisina palonvaatijalajit ovat yleensä ravinnonkäytöltään sienensyöjiä, saproksyylijä tai petoja (Muona & Rutanen 1994).

Viime vuosikymmeninä metsäpalot ovat vähentyneet Suomesta tehokkaan palotorjunnan vuoksi. Vaikka metsäpaloja on edelleen vuosittain lukumääräisesti runsaasti, on palavan alueen keskimääräinen koko pienentynyt alle hehtaariin. Myös metsätaloudellisen kulotuksen merkitys maanmuokkausmenetelmänä on vähentynyt kymmenesosaan 1960-luvulta, jolloin sitä käytettiin yleisesti metsän uudistamisessa. Nykyään vuosittain kulloitettava pinta-ala on noin 1000-1500 ha (Peltola 2004). Tehokas metsäpalojen torjuminen on johtanut myös paloista riippuvaisten tai niitä suosivien kovakuoriaislajien taantumiseen ja uhanalaistumiseen (Rassi ym. 2001).

Edellytyksenä palonvaatijalajien säilymiselle on katkeamaton palojatkumo. Tällä hetkellä suojelualueilla tehtävät ennallistamispoltot sekä metsätalousmaiden kulotukset ovat ainoita keinoja palonvaatijalajien säilyttämiseksi. Ennallistamispoltot tehdään pysymetsissä, ja niiden tarkoituksena on metsän luontaista häiriötekijää jäljitellen sysätä käyntiin metsän luontaisia kehityskulkuja (Tukia ym. 2003). Polton jälkeen lahopuun määrä nousee paloalueella keskimäärin 100 m<sup>3</sup>/ha (Hokkanen ym. 2005). Metsätaloudellinen kulotus on sen sijaan metsähoidollinen toimenpide, jonka avulla parannetaan metsämaan taimettumista hakkuun jälkeen. Kulotuksessa palava puuainekes muodostuu kannoista ja säästöpuista (Heinonen ym. 2004), ja sen määrä on usein alle 10m<sup>3</sup>/ha. Etelä-Suomen metsien - (2000) ja ennallistamistoimikunnan (2003) mietinnöissä esitettiin arvio metsien ennallistamistarpeelle vuosiksi 2003-2012. Polton osalta tavoite koko maassa oli 1320 ha, josta vuoden 2005 loppuun mennessä oli toteutettu 535 ha (Päivinen, suull. tiedonanto). Ennallistamispoltto on siis varsin uusi menetelmä luonnonsuojelun keinona, ja sen vaikutuksia eliölajistoon on tutkittu vähän. Tärkeää on selvittää pysytäänkö polton avulla turvaamaan palonvaatijoiden ja niitä suosivien lajien säilyminen.

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää:

1. Ennallistamispolton vaikutusta kovakuoriaisten laji- ja yksilömääriin lyhyellä aikavälillä  
sekä
2. Harvennushakkuun ja tuotetun lahopuun vaikutusta kovakuoriaisten laji- ja yksilömääriin lyhyellä aikavälillä.

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Tutkimusalueen kuvaus

Tutkimus toteutettiin Etelä-Hämeen maakunnassa Evon ja Padasjoen kunnissa (61° N, 25° E, Liite 1). Tutkimuslohkot sijaitsevat Metsähallituksen ja Hämeen ammattikorkeakoulun mailla Evon retkeilyalueella sekä Padasjoella Metlan, UPM:n ja Hämeenlinnan kaupungin omistamilla mailla. Eliömaantieteellisessä jaottelussa alue kuuluu Etelä-Hämeeseen. Erityistä tutkimusalueelle on pitkä kaskiperinne ja kulottamisen käyttäminen talousmetsien maanmuokkausmenetelmänä. Kulojatkumo alueella on säilynyt lähes katkeamattomana tähän päivään asti (Sistola 2002). Vielä 1950-luvun jälkeen on alueella kulotettu säännöllisesti, yhteensä noin 840 ha:n alalla (Anonyymi 2003). Evon alue on myös yksi viidestäkymmenestä valtakunnallisesta palojatkumoalueesta, joilla ennallistamispolto ja kulotukset pyritään turvaamaan vuosikymmeniksi eteenpäin.

Tutkimuslohkot ovat 1- 3 hehtaarin kokoisia, osin soistuneita tuoreen kankaan kuusisekametsiä (*Picea abies*), joissa pääpuulajin ikä vaihtelee 60 ja 100 vuoden välillä. Kuusen lisäksi tutkimuslohkoilla kasvaa vaihtelevissa määrin raudus- (*Betula pendula*)- ja hieskoivua (*Betula pubescens*), haapaa (*Populus tremula*) ja mäntyä (*Pinus sylvestris*) sekä alikasvoksena pihlajaa (*Sorbus aucuparia*) ja katajaa (*Juniperus communis*).

### 2.2 Koeasetelma

Koeasetelman muodostavat 24 tutkimuslohkoa, jotka eroavat toisistaan puuston käsittelyn ja polton suhteen. Poltto edeltävänä talvena 18 tutkimuslohkoa harvennettiin siten, että pystypuutilavuudeksi jäi noin 50 m<sup>3</sup>. Lisäksi harvennetuille tutkimuslohkoille jätettiin maapuuta 5, 30, tai 60 m<sup>3</sup>. Maahan kaadettavat puut valittiin siten, että niiden rinnankorkeusläpimitta oli yli 10 cm. Maapuiden lisäksi tutkimuslohkoille jätettiin harvennuksessa muodostunut hakkuutähde. Puustoa poistettiin keskimäärin 108 -168 m<sup>3</sup> riippuen maahan kaadetun puun määrästä (Lilja ym. 2005). Maapuun määrän vaikutusta ei tässä yhteydessä tutkittu erikseen, vaan sitä käsiteltiin harvennushakkuun kanssa yhtenä



muuttujana. Puolet tutkimuslohkoista poltettiin perinteisellä kulotusmenetelmällä kesäl-  
lä 2002; 5 lohkoa kesäkuussa, 5 heinäkuussa ja 2 elokuussa (Taulukko 1).

**Taulukko 1.** Koeasetelma. Hakkuututkimuslohkoilla pystyputta on noin 50 m<sup>3</sup>, ja kaadettua maapuuta 5-60 m<sup>3</sup>. Jokainen käsittely toistettiin 3 kertaa. Tämän tutkimuksen yhteydessä harvennushakkuukäsittelyt eri maapuumääriin yhdistettiin yhdeksi hakkuumuuttujaksi. Näin ollen toistojen määrät olivat: Poltto - Ei hakkuu n= 3, Ei poltto - Ei hakkuu n=3, Poltto - Hakkuu n= 9, Ei poltto - Hakkuu n=9.

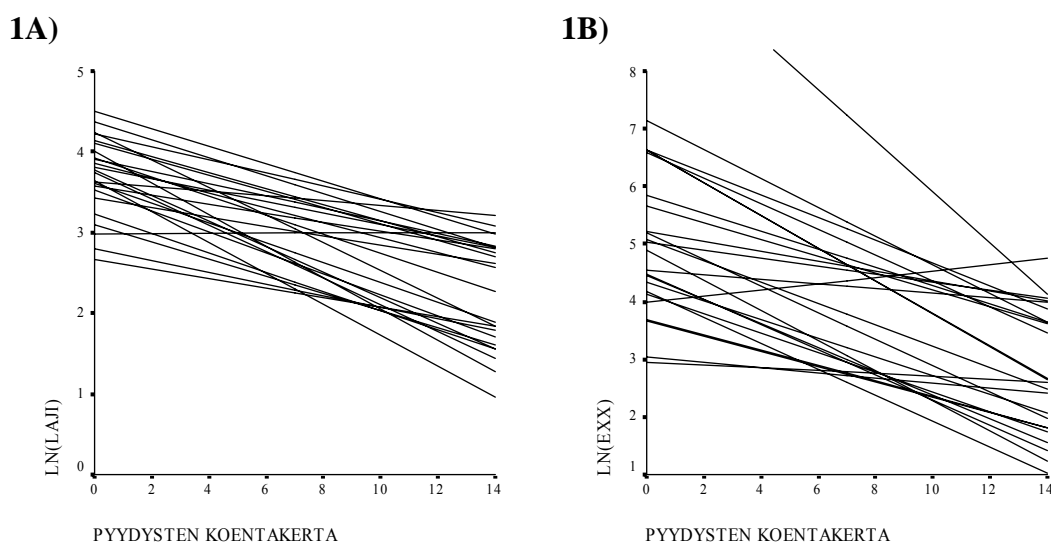
Käsittelyt	Ei Hakkuu	Hakkuu, 5m <sup>3</sup>	Hakkuu 30 m <sup>3</sup>	Hakkuu 60 m <sup>3</sup>
Poltto	N=3	N=3	N=3	N=3
Ei Poltto	N=3	N=3	N=3	N=3

Kovakuoriaisten pyyntimenetelmänä käytettiin vapaasti roikkuvia ikkunapyydyksiä, jotka rakentuvat kahdesta ristikkäin asetetusta läpinäkyvästä muovilevystä, sekä niiden alapuolelle kiinnitettävästä muovisuppilosta ja keräyspullosta. Hyönteiset lentävät päin läpinäkyvää muovilevyä, ja putoavat suppilon kautta keräyspulloon. Pyydykset asetettiin riippumaan kahden puun väliin viritetystä narusta siten, että ne jäivät vähintään 50 cm korkeudelle maan pinnasta. Säilöntänesteenä keräyspullossa käytettiin merisuolalla kyllästettyä saippuavesiliuosta. Pyydykset vietiin tutkimuslohkoille heti polttojen jälkeen, ja ne tyhjennettiin viikon välein lokakuun alkuun saakka. Ei- polttotutkimuslohkoille pyydykset vietiin kesäkuun puolivälissä ensimmäisten ennallistamispolttojen aikaan.

Kovakuoriaiset lajiteltiin ja määritettiin syksyn 2002 ja talven 2003 aikana. Kertynyt aineisto määritettiin lajitasolle lukuun ottamatta lyhytsiipisten (Staphylinidae) Aleocharinae- alaheimoa sekä 236 yksilöä suvuista *Acrotrichis*, *Anasapis*, *Apion*, *Atomaria*, *Carpelimus*, *Clambus*, *Corticaria*, *Corticarina*, *Cryptophagus*, *Cyphon*, *Enicmus*, *Epu-raea*, *Euplectus*, *Hydroporus*, *Leiodes*, *Malthodes*, *Orthoperus*, *Pityogenes* ja *Stenus*. Aineiston analysointia varten kovakuoriaiset jaoteltiin 5 osittain päällekkäiseen ryhmään: saproksyyleihin, ei- saproksyyleihin, palonvaatijoihin, harvinaisiin ja uhanalaisiin lajeihin. Saproksyyllilajiluokitus perustuu kirjallisuushakuihin (Saalas 1917, 1923; Palm 1951, Palm 1959; Koch 1989-1992). Palolajit on luokiteltu Wikarsin (1997) mukaan. Uhanalaisiksi luokiteltiin Suomessa uhanalaiset ja silmälläpidettävät lajit (Rassi ym. 2001), ja harvinaisiksi lajeiksi nimettiin ne, joita on havaittu Suomessa enintään 25 eri paikalta vuosina 1960-1990 (Rassi 1993).

## 2.3 Aineiston analysointi

Aineiston analysoinnissa käytettiin SPSS 11.0 – ohjelmaa. Koska tutkimuslohkot poltettiin eri aikoina kesällä 2002, jouduttiin analysoinnissa käyttämään paikkakohtaisia koentakertojen keskiarvoja kesän kokonaislaji- ja yksilömäärien sijaan. Jotta koentakertojen keskiarvoja voitiin käyttää, jouduttiin vuodenajan mahdollinen vaikutus ottamaan huomioon aineiston tilastollisessa analysoinnissa. Vuodenaika (koentakerta) vaikutti negatiivisesti laji- ja yksilömäärään, toisin sanoen sekä laji- että yksilömäärät laskivat lineaarisesti keväästä syksyä kohden (Kuvat 1A ja 1B, Taulukko 2). Samoin saproksyyliyksilömäärät ja saproksyylijäljelmäärät laskivat lineaarisesti keväästä syksyä kohden. Myös ei-saproksyyli kovakuoriaisten osalta vuodenajan vaikutus oli negatiivinen (Taulukko 2).



**Kuva 1.** Vuodenajan vaikutus kovakuoriaisten laji- ja yksilömääriin. Viivat kuvaavat eri tutkimuslohkoja.  $LN(LAJI) = \ln(\text{kokonaislajimäärä})$ ,  $LN(EXX) = \ln(\text{kokonaisyksilömäärä})$

**Taulukko 2.** Vuodenajan vaikutus eri muuttujaryhmiin. (Nested Analysis of Covariance)

	Muuttujaryhmä	F <sub>1,24</sub>	Sig.
KOKONAIS	Lajimäärä	14,407	<0,001
	Yksilömäärä	15,643	<0,001
SAPROKSYyli	lajimäärä	14,038	<0,001
	yksilömäärä	17,003	<0,001
EI-	lajimäärä	6,683	<0,001
	SAPROKSYyli	8,400	<0,001

Vuodenajan negatiivinen vaikutus otettiin huomioon tilastollisissa analyyseissä siten, että koentakerran ja kunkin muuttujan välille laskettiin lineaarinen regressio. Edelleen tutkimuslohkoittain laskettiin kullekin muuttujalle regression residuaalien keskiarvo, jota käytettiin uutena muuttujana. Huomattavaa on, vaikka lineaarinen regressio tehtiin, ei sitä tulkita eikä raportoida, vaan testiä käytettiin ainoastaan residuaaliarvojen saamiseksi. Residuaalimuuttujia käytetään ja niiden testiarvoja tulkitaan aivan kuten aikaisempia muuttujiakin. Näiden muuttujien osalta muunnettu aineisto testattiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä.

Harvinaisten, uhanalaisten ja paloista riippuvaisten kovakuoriaisten osalta ei vuodenajan vaikutusta pystytty testaamaan, koska Nested Analysis of Covariance- analyysin vaatimat oletukset eivät toteutuneet. Näiden ryhmien osalta aineisto analysoitiin siten, että mukaan otettiin kaikki ei-polttolohkot ja kesäkuussa poltetut tutkimuslohkot, ts. 12 polttamatonta ja 5 poltettua koealaa. Muuttujina käytettiin nyt koko kesän aikaisia kumulatiivisia laji- ja yksilömääriä. Aineisto analysoitiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä, t-testillä sekä ei-parametrisella Mann-Whitneyn U- testillä.

### 3 TULOKSET

#### 3.1 Kovakuoriaisten kokonaislaji- ja yksilömäärät

Koealojen pyydyksiin päätyi kesän 2002 aikana yhteensä 27041 kovakuoriaisyksilöä, jotka kuuluivat 458 lajiin. Poltetut tutkimuslohkot houkuttelivat kesän aikana yhteensä 22249 kovakuoriaisyksilöä 389sta lajista, kun taas ei-polttkohteilla pyydyksiin päätyi 334 kovakuoriaislajia ja 4792 yksilöä (Liite 2).

Poltoilla ja hakkuulla oli yhdysvaikutus kovakuoriaisten lajimääriin (Taulukko 3). Hakatuilla ei- polttolohkoilla kovakuoriaislajeja havaittiin enemmän kuin pystymetsän ei-polttolohkoilla. Sen sijaan hakkuulla ei ollut vaikutusta lajimäärään polttokohteilla (taulukko 4). Polttotutkimuslohkot houkuttelivat enemmän kovakuoriaislajeja molemmissa hakkuuluokissa (Taulukko 4, Kuva 2A).

**Taulukko 3.** Varianssitaulu kokonaislajimäärille (ANOVA).  $\eta^2$  = Selitysaste, joka on kunkin muuttujan vaihtelun osuus kokonaisvaihtelusta,  $df$  = Vapausasteluku,  $MS$  = Keskineliö,  $F$  = testin  $F$ -tunnusluku =  $MS_{\text{käsittely}}/MS_{\text{virhe}}$ ,  $Sig$  = merkitsevyystaso.

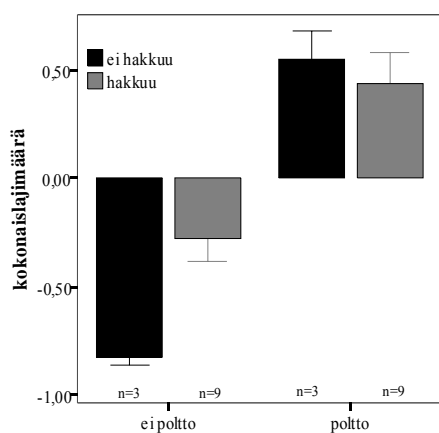
Vaihtelun lähde	$\eta^2$	df	MS	F	Sig.
POLTTO	,826	1	4,146	95,195	,000
HAKKU	,099	1	9,596E-02	2,203	,153
POLTTO * HAKKU VIRHE	,214	1	,237	5,433	,030
KOKONAI		20	4,355E-02		

**Taulukko 4.** Hakkuun ja polton yksinkertaiset vaikutukset kovakuoriaislajimäärään.

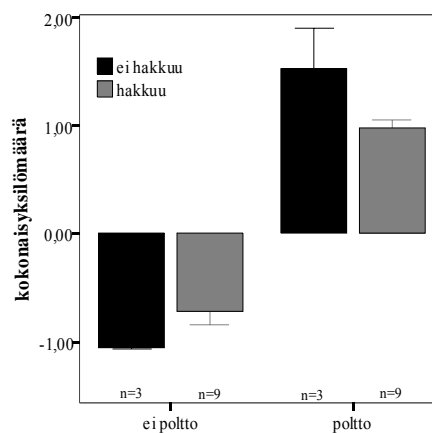
KÄSITTELY	$\eta^2$	df	MS	F	Sig.
Ei poltto	0,0267	1	,317	7,278	,014
HAKKUUN VAIKUTUS Poltto	0,018	1	1,560E-02	,358	,556
Ei hakkuu	0,709	1	2,121	48,703	<0,001
POLTON VAIKUTUS Hakkuu	0,734	1	2,402	55,145	<0,001
Virhevaihtelu*		20	4,355E-02		

\* Virhevaihtelu lasketaan koko aineistosta, ja on sama kaikissa käsittelyluokissa.

2A)



2B)



**Kuva 2.** Laji- ja yksilömäärät eri tutkimuslohkoilla (Keskiarvo  $\pm$  1 SE). Lajimäärä on residuaalien keskiarvo ln- muunnetulle lajimäärälle ja yksilömäärä on residuaalien keskiarvo ln- muunnetulle yksilömäärälle, katso kohta 2.3. Aineiston analysointi.

Poltolla ja hakkuulla oli yhdysvaikutus myös kovakuoriaisyksilömääriin (taulukko 5). Poltetuilla tutkimuslohkoilla oli enemmän kovakuoriaisyksilöitä kuin ei-polttolohkoilla (taulukko 6, kuva 2B). Polttolohkoilla yksilömäärät olivat suuremmat pystymetsälohkoilla kuin harvennetuilla tutkimuslohkoilla. Ei-polttolohkoilla ei yksilömäärissä eri hakkuuluokissa ollut eroja (taulukko 6, kuva 2B).

**Taulukko 5.** Varianssitaulu kokonaisyksilömäärille (ANOVA).

Vaihtelun lähde	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
POLTTO	,895	1	20,564	169,952	<0,001
HAKKUU	,021	1	5,316E-02	,439	,515
POLTTO * HAKKUU	,272	1	,905	7,478	,013
VIRHE		20	,121		
KOKONAIS		24			

**Taulukko 6.** Yksinkertaiset vaikutukset kovakuoriaisyksilömääriin eri käsittelyryhmissä.

KÄSITTELY	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
HAKKUUN VAIKUTUS Ei poltto	0,097	1	,260	2,146	,158
POLTON VAIKUTUS Poltto	0,224	1	,698	5,771	,026
HAKKUUN VAIKUTUS Ei hakkuu	0,806	1	10,032	82,910	<0,001
POLTON VAIKUTUS Hakkuu	0,841	1	12,842	106,129	<0,001
Virhevaihtelu*		20	,121		

\* Virhevaihtelu lasketaan koko aineistosta, ja on sama kaikissa käsittelyluokissa.

### 3.2 Saproksyyllilaji- ja yksilömäärät

Tutkimuksen kannalta olennaista on erottaa aineistosta lahoppuista riippuvaiset lajit. Saproksyylikovakuoriaisia löytyi yhteensä 205 lajia ja 12511 yksilöä. Näistä 174 lajia ja 9880 yksilöä esiintyi polttotutkimuslohkoilla kun taas ei- polttotutkimuslohkoilta löytyi 2631 yksilöä, jotka kuuluivat 166:een lajiin. Poltetut tutkimuslohkot houkuttelivat enemmän saproksyyllilajeja kuin ei-polttotutkimuslohkot (Taulukot 7 ja 8, Kuva 3A). Polttotutkimuslohkoilla ei hakkuuluokalla ollut vaikutusta saproksyyllilajimääriin. Sen sijaan ei- polttotutkimuslohkoilla hakkuulohkot houkuttelivat enemmän saproksyyllilajeja kuin ei- hakkuulohkot (taulukko 8, kuva 3A).

**Taulukko 7.** Varianssitaulu saproksyyllilajimäärille (ANOVA).

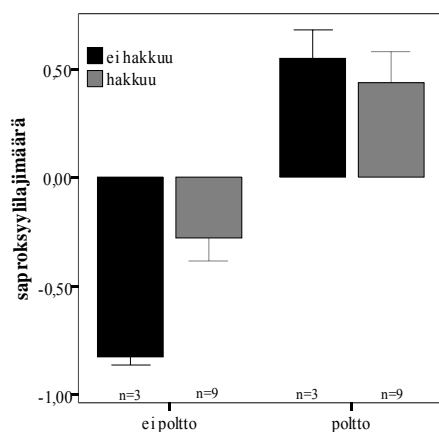
Vaihtelun lähde	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
POLTTO	,768	1	5,009	66,223	<0,001
HAKKUUN	0,135	1	0,236	3,123	0,092
POLTTO * HAKKUUN VIRHE	0,224	1	0,436	5,770	0,026
		20	0,76		
KOKONAIS		24			

**Taulukko 8.** Polton ja hakkuun yksinkertaiset vaikutukset saproksyylijimääriin.

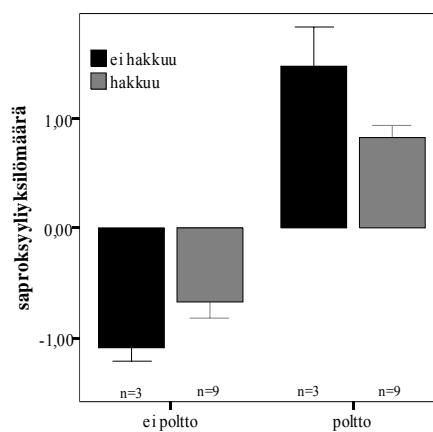
KÄSITTELY	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
Ei poltto	0,303	1	0,657	8,692	0,008
HAKKUUN VAIKUTUS Poltto	0,015	1	0,015	0,202	0,658
Ei hakkuu	0,649	1	2,801	37,029	<0,001
POLTON VAIKUTUS Hakkuu	0,622	1	2,488	32,898	<0,001
Virhevaihtelu*		20	0,076		

\* Virhevaihtelu lasketaan koko aineistosta, ja on sama kaikissa käsittelyluokissa.

3A)



3B)



**Kuva 3.** Saproksyylijaji – ja yksilömäärät eri tutkimuslohkoilla (Keskiarvo  $\pm$  1 SE). Saproksyylijaji-määrä on residuaalien keskiarvo ln- muunnetulle saproksyylijajimäärälle ja saproksyyliyksilömäärä on residuaalien keskiarvo ln- muunnetulle saproksyyliyksilömäärälle, katso kohta 2.3. Aineiston analysointi.

Poltetuilla tutkimuslohkoilla havaittiin suuremmat saproksyyliyksilömäärät molemmissa hakkuuluokissa (Taulukko 9, Kuva 3B). Sen sijaan hakkuu-muuttuja vaikutti eri tavoin poltto- ja ei- polttolohkoilla (Taulukko 10). Polttolohkoilla saproksyyliyksilömäärät olivat suuremmat pystymetsän tutkimuslohkoilla. Ei- polttolohkoilla ei saproksyyliyksilömäärissä havaittu eroja eri hakkuuluokissa. (Taulukko 10, Kuva 3B).

**Taulukko 9.** *Varianssitaulu saproksyyliyksilömäärille (ANOVA).*

Vaihtelun lähde	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
POLTTO	,843	1	17,795	107,093	<0,001
HAKKUUN	,029	1	0,099	,597	0,449
POLTTO * HAKKUUN VIRHE	,287	1	1,340	8,067	,010
		20	,166		
KOKONAIS		24			

**Taulukko 10.** *Polton ja hakkuun yksinkertaiset vaikutukset saproksyyliyksilömääriin.*

KÄSITTELY	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
Ei poltto	0,097	1	0,355	2,137	0,159
HAKKUUN VAIKUTUS Poltto	0,246	1	1,084	6,527	0,019
Ei hakkuu	0,744	1	9,634	57,981	<0,001
POLTON VAIKUTUS Hakkuu	0,738	1	9,368	56,375	<0,001
Virhevaihtelu*		20	0,166		

\* Virhevaihtelu lasketaan koko aineistosta, ja on sama kaikissa käsittelyluokissa.

### 3.3 Ei- saproksyyli- ja yksilömäärät

Tutkimuslohkoilta löytyi yhteensä 13371 ei- saproksyyliksi luokiteltua kovakuoriaista 246 lajista. Polttolohkoilta löytyi 203 lajia ja 11537 yksilöä, kun taas ei- polttolohkoilla lajeja oli 154 ja yksilöitä 1834. Hakkuu vaikutti eri tavoin ei- poltto- ja polttolohkoilla ei-saproksyyliksi luokiteltujen kovakuoriaisten laji- ja yksilömääriin (Taulukot 11 ja 13, Kuvat 4A ja 4B). Polttolohkoilla sekä laji- että yksilömäärät olivat suuremmat kuin ei- polttolohkoilla molemmissa hakkuuluokissa (Taulukot 12 ja 14). Ei- polttotutkimuslohkoilta ei-saproksyyli- ja yksilömäärät löytyi enemmän harvennetuilta tutkimuslohkoilta. Sen sijaan polttotutkimuslohkoilla ei hakkuulla ollut vaikutusta lajimääriin (Taulukko 12). Verrattaessa yksilömääriä tulokset olivat päinvastaiset. Ei- polttotutkimuslohkoilla ei yksilömäärissä ollut eroja pystymetsälohkojen ja hakkuulohkojen



välillä, mutta polttoalueilla pystymetsälohkoilla havaittiin suuremmat yksilömäärät (taulukko 14).

**Taulukko 11.** *Varianssitaulu ei- saproksyyleiksi luokitelluille kovakuoriaislajimäärille.*

Vaihtelun lähde	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
POLTTO	,892	1	4,844	164,995	<0,001
HAKKUUN	,047	1	0,029	0,978	,334
POLTTO * HAKKUUN VIRHE	,194	1	,142	4,826	,040
		20	0,029		
KOKONAIS		24			

**Taulukko 12.** *Polton ja hakkuun yksinkertaiset vaikutukset ei-saproksyyllilajimääriin.*

	KÄSITTELY	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
HAKKUUN	Ei poltto	0,202	1	,149	5,075	,036
VAIKUTUS	Poltto	0,035	1	0,021	,729	,403
POLTON	Ei hakkuu	0,790	1	2,214	75,419	<0,001
VAIKUTUS	Hakkuu	0,850	1	3,329	113,385	<0,001
	Virhevaihtelu*		20	0,029		

\* Virhevaihtelu lasketaan koko aineistosta, ja on sama kaikissa käsittelyluokissa.

**Taulukko 13.** *Varianssitaulu ei- saproksyyleiksi luokitelluille kovakuoriaisyksilömäärille.*

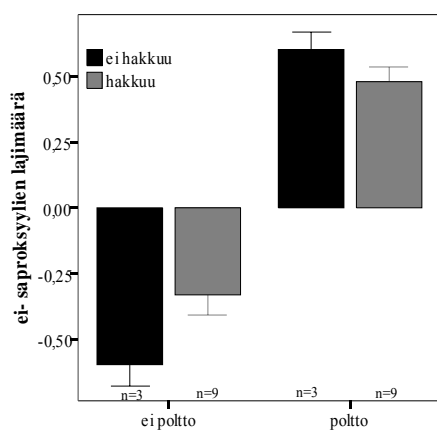
Vaihtelun lähde	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
POLTTO	,882	1	24,561	148,808	<0,001
HAKKUUN	,037	1	,125	,759	,394
POLTTO * HAKKUUN VIRHE	,199	1	,820	4,967	,037
		20	,165		
KOKONAIS		24			

**Taulukko 14.** Polton ja hakkuun yksinkertaiset vaikutukset ei-saproksyyliyksilömääriin.

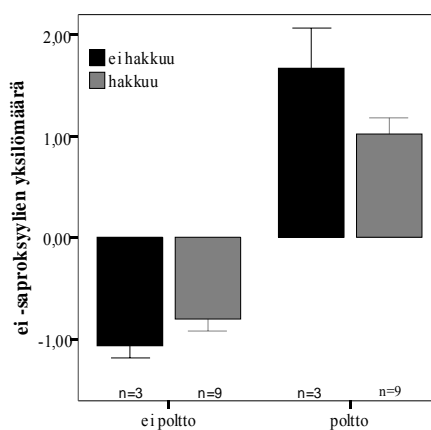
KÄSITTELY	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
Ei poltto	0,044	1	,152	,921	,349
HAKKUUN VAIKUTUS Poltto	0,194	1	,793	4,804	,040
Ei hakkuu	0,776	1	11,451	69,382	<0,001
POLTON VAIKUTUS Hakkuu	0,832	1	16,402	99,402	<0,001
Virhevaihtelu*		20	,165		

\* Virhevaihtelu lasketaan koko aineistosta, ja on sama kaikissa käsittelyluokissa

4A)



4B)

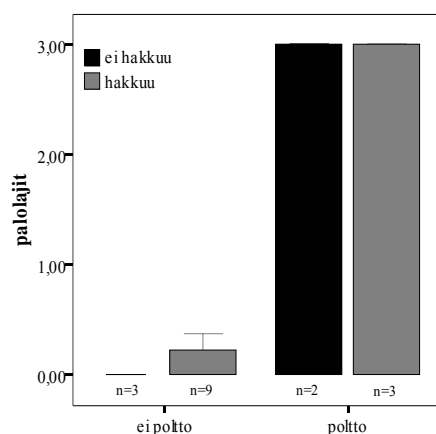


**Kuva 4.** Ei-saproksyylikovakuoriaislaji- ja yksilömäärät eri tutkimuslohkoilla (Keskiarvo  $\pm$  1 SE). Ei-saproksyyllilajimäärä on residuaalien keskiarvo ln- muunnetulle ei- saproksyyllilajimäärälle ja ei- saproksyyliyksilömäärä on residuaalien keskiarvo ln-muunnetulle ei- saproksyyliyksilömäärälle, katso kohta 2.3. Aineiston analysointi.

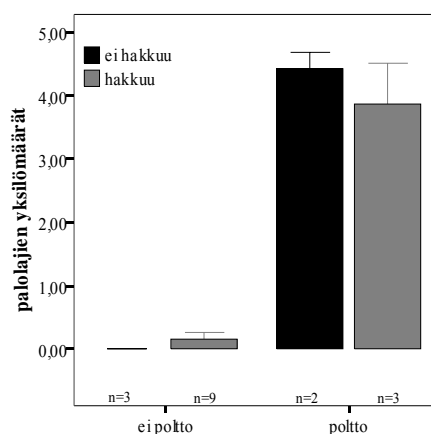
### 3.4 Palolajit

Paloista riippuvaisia kovakuoriaislajeja tavattiin yhteensä 390 yksilöä lajeista *Sphaeriestes stockmanni* (Salpingidae, NT), *Henoticus serratus* (Cryptophagidae) ja *Sericoda quadripunctata* (Carabidae). Luonnollisesti polttolohkot houkuttelivat enemmän palonvaatijalajeja (Mann-Whitney,  $U=12,925$ ,  $df=1$ ,  $p<0,001$ , Kuva 5A) ja – yksilöitä (t-testi,  $t=-6,168$ ,  $df=5$ ,  $p=0,002$ , Kuva 5B). Kaikki palolajeiksi luokitellut kovakuoriaiset löytyivät polttolohkoilta kahta *S. stockmannii* -yksilöä lukuun ottamatta. Lisäksi pyydystenlaiton yhteydessä havaittiin muutamilta polttolohkoilta paloista riippuvainen kovakuoriaislaji *Melanophila acuminata* (Buprestidae), jota ei kuitenkaan saatu pyydyksiin.

5A)



5B)



**Kuva 5.** Palonvaatijakovakuoriaisten laji- ja yksilömäärät tutkimuslohkoilla (Keskiarvo  $\pm 1$  SE, yksilömäärät  $\ln+1$  -muunnetulle aineistolle).

Kaikki 3 palolajia esiintyivät yhtälailla niin ei- hakkuulohkoilla kuin hakkuulohkoilla (Mann-Whitney,  $U=0,000$ ,  $df=1$ ,  $p=1,000$ , Kuva 5A). Myöskään yksilömäärissä ei havaittu eroja eri hakkuuluokkien välillä (t-testi,  $t=0,647$ ,  $df=3$ ,  $p=0,564$ , Kuva 5B).

### 3.5 Uhanalaiset ja huomionarvoiset lajit

Aineistosta eroteltiin frekvenssipisteiltään yli 40 ylittäneet lajit, toisin sanoen lajit, joiden esiintyminen rajoittui vuosina 1960-1990 enintään 25 eri alueelle Suomessa (Rassi ym. 1993). Harvinaisia lajeja löytyi yhteensä 29, ei- polttotutkimuslohkoilta keskimäärin 4 lajia ja 7 yksilöä, polttotutkimuslohkoilta 9 lajia ja 38 yksilöä. Poltetut tutkimuslohkot houkuttelivat enemmän harvinaisia lajeja kuin ei- polttotutkimuslohkot. Harvennushakkuulla ja tuotetulla maapuulla ei sen sijaan ollut vaikutusta harvinaisten kovakuoriaisten esiintymiseen (Taulukot 15 ja 16, Kuva 6A).

**Taulukko 15.** Polton ja hakkuun vaikutus harvinaisten kovakuoriaisten lajimääriin.

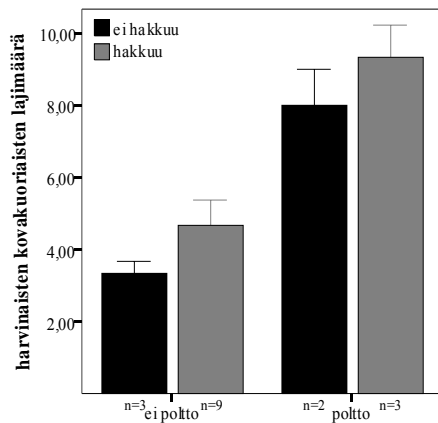
Vaihtelun lähde	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
POLTTO	0,623	1	68,174	21,442	<0,001
HAKKUUN	0,119	1	5,565	1,750	0,209
POLTTO * HAKKUUN VIRHE	0,000	13	0,000 3,179	0,000	1,000
KOKONAIS		17			

**Taulukko 16.** Polton ja hakkuun yksinkertaiset vaikutukset harvinaisten kovakuoriaisten lajimääriin.

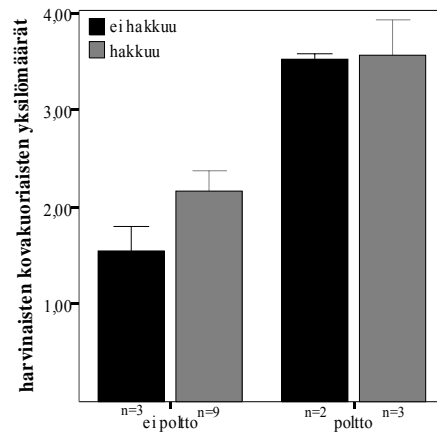
KÄSITTELY	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
HAKKUUN VAIKUTUS Ei poltto	0,088	1	4,00	1,258	0,282
POLTTON VAIKUTUS Poltto	0,49	1	2,133	0,671	0,427
HAKKUUN VAIKUTUS Ei hakkuu	0,387	1	26,133	8,219	0,013
POLTTON VAIKUTUS Hakkuu	0,542	1	49,00	15,411	0,002
Virhevaihtelu*		13	3,179		

\* Virhevaihtelu lasketaan koko aineistosta, ja on sama kaikissa käsittelyluokissa

6A)



6B)



**Kuva 6.** Harvinaisten kovakuoriaisten laji- ja yksilömäärät eri tutkimuslohkoilla (Keskiarvo  $\pm$  1 SE, yksilömäärät  $\ln+1$  -muunnnetulle aineistolle ).

Poltetuilla tutkimuslohkoilla myös harvinaisten lajien yksilömäärät olivat suurempia kuin ei- polttolohkoilla. Hakkuu ja tuotettu maapuu eivät vaikuttaneet yksilömääriin (Taulukot 17 ja 18, Kuva 6B).

**Taulukko 17.** Polton ja hakkuun vaikutus harvinaisten kovakuoriaisten yksilömääriin.

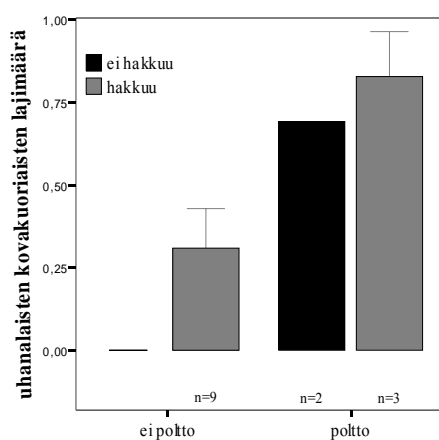
Vaihtelun lähde	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
POLTTO	0,681	1	8,895	27,706	<0,001
HAKKUU	0,076	1	0,346	1,077	0,318
POLTTO * HAKKUU	0,058	1	0,259	0,807	0,385
VIRHE		13	0,321		
KOKONAIS		17			

**Taulukko 18.** Polton ja hakkuun yksinkertaiset vaikutukset harvinaisten kovakuoriaisten yksilömääriin.

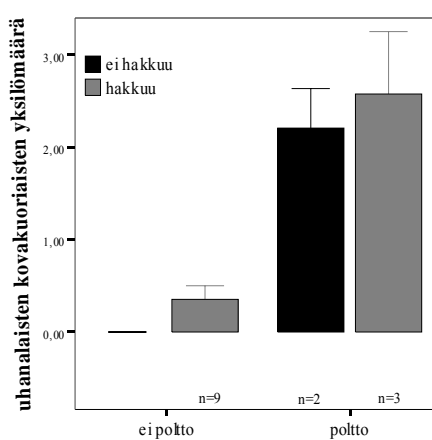
KÄSITTELY	eta <sup>2</sup>	df	MS	F	Sig.
HAKKUUN VAIKUTUS Ei poltto	0,172	1	0,865	2,693	0,125
POLTON VAIKUTUS Poltto	0,001	1	0,002	0,007	0,932
HAKKUUN VAIKUTUS Ei hakkuu	0,528	1	4,673	14,554	0,002
POLTON VAIKUTUS Hakkuu	0,513	1	4,398	13,698	0,003
Virhevaihtelu*		13	0,321		

Tutkimuslohkoilta löytyi yhteensä 4 uhanalaiseksi luokiteltua kovakuoriaislajia: *Laccon conspersus* (Elateridae NT), *Sphaeriestes stockmanni* (Salpingidae NT), *Sacium pusillum* (Corylophidae VU) ja *Cryptocephalus saliceti* (Chrysomelidae VU). Poltto-tutkimuslohkoilta havaittiin enemmän uhanalaisia kovakuoriaislajeja kuin ei- poltto-tutkimuslohkoilta (t-testi,  $t=-4,257$ ,  $df=13,683$ ,  $p=0,001$ , Kuva 7A). Myös uhanalais-ten lajien yksilömäärät olivat suurempia polttotutkimuslohkoilla (t-testi,  $t=-7,031$ ,  $df=15$ ,  $p<0,001$ , Kuva 7B). Hakkuu ei vaikuttanut uhanalaisten kovakuoriaislajien tai – yksilöiden esiintymiseen polttotutkimuslohkoilla (t-testi, Lajit:  $t=-0,075$ ,  $df=3$ ,  $p=0,495$ , Yksilöt:  $t=-0,775$ ,  $df=3$ ,  $p=0,720$ ). Sen sijaan hakatuilta ei- polttotutkimus-lohkoilta havaittiin enemmän uhanalaisia lajeja ja – yksilöitä kuin pystymetsän tutki-muslohkoilta (t-testi, Lajit:  $t=-2,530$ ,  $df=8$ ,  $p=0,035$ , Yksilöt:  $t=-2,425$ ,  $df=8$ ,  $p=0,041$ ).

**7A)**



**7B)**



**Kuva 7.** Uhanalaisten kovakuoriaisten laji- ja yksilömäärät tutkimuslohkoilla (Keskiarvo  $\pm 1$  SE, yksilömäärien osalta  $\ln+1$  -muunnetulle aineistolle).

## 4 TULOSEN TARKASTELU

### 4.1 Polton vaikutus

Laji- ja yksilömäärät olivat kaikissa testatuissa kovakuoriaisryhmissä odotetusti suuremmat polttotutkimuslohkoilla kuin ei- polttotutkimuslohkoilla. Myös aikaisemmissa tutkimuksissa lajimäärien ja runsauksien on havaittu nousseen palon jälkeen (Ehnström 1995; Wikars 1997; Hyvärinen ym. 2005; Toivanen & Kotiaho 2006a). Lajeja, jotka esiintyivät vain poltetuilla tutkimuslohkoilla, havaittiin 143. Polttokohteilla lajimäärissä ei ollut eroja pystymetsän tutkimuslohkoilla ja harvennetuilla kohteilla. Sen sijaan yksilömäärät olivat selvästi suurempia pystymetsän kohteilla, jossa myös palanutta puuainesta oli enemmän. Pystymetsän polttotutkimuslohkojen suurempia yksilömääriä selittävät muutamien lajien esiintyminen runsaana palon jälkeen. Yli kolmannes polttokohteiden yksilöistä kuului kahteen kaarnakuoriaislajiin; *Pityogenes chalcographus* ja *Polygraphus poligraphus* (Scolytidae).

Tässä tutkimuksessa havaittiin 205 saproksyyliksi luokiteltavaa kovakuoriaislajia, joka on yli neljäsosa noin 800:sta Suomessa tavattavasta saproksyylikovakuoriaisesta. Saproksyylikovakuoriaisista polttolohkoilla runsaimpia lajeja olivat *Pityogenes chalcographus* ja *Polygraphus poligraphus* (Scolytidae), *Henoticus serratus* (Cryptophagidae), *Dorcatoma punctulata* (Anobidae). Lajit ovat tyypillisiä kuolevaa tai vastakuollutta puuta hyödyntäviä lajeja kantokäävällä (*Fomitopsis pinicola*) elävää *D. punctulataa* lukuun ottamatta, ja on todennäköistä, että harventamattomien polttokohteiden suuremmat yksilömäärät selittyvät suuremmalla ravintoresurssin määrällä.

Runsaimpina polttokohteilla esiintyivät ei- saproksyylikovakuoriaisten ryhmästä *Corticaria ferruginea*, *Corticaria rubripes* ja *Cartodere constricta* (Latridiidae), *Atomaria pulchra* (Cryptophagidae) ja *Epuraea binotata* (Nitidulidae). Valtaosa polttokohteilla havaituista ei- saproksyylikovakuoriaisista on ns. fakultatiivisia saproksyylijä, jotka eivät varsinaisesti ole riippuvaisia lahoppuusta, mutta tarvittaessa voivat hyödyntää myös lahoppuella kasvavaa ravintoresurssia. Polttoalueilla havaitut lajit käyttävät ravinnokseen homesienten (*Trichoderma*) itiöitä, joiden on todettu suosivan kasvualustanaan palanutta puuainesta (Lundberg 1984; Wikars 2002). Polttotutkimuslohkot

houkuttelivat pyydyksiin runsaan joukon myös ns. kulttuurinseuralaislajeja, jotka normaalisti elävät ihmisen luomissa elinympäristöissä, kuten komposteissa. Lajeista esimerkiksi *Cryptopleurum subtile* (Hydrophilidae), *Gabrius appendiculatus* (Staphylinidae) ja *Monotoma picipes* (Monotomidae) saapuvat paloalueelle lämmön ja mustuneen maan houkuttelemina (Rutanen 1994). Harvinaisempia kompostilajeja aineistossa olivat *Gabronthus sulcifrons* (Staphylinidae), *Ahasverus advena* (Cucujidae) ja *Cynaesus opacus* (Tenebrionidae).

Tutkimuksessa havaittiin tyypillisiä ensimmäisinä palon jälkeisinä vuosina paloalueilla esiintyviä palonvaatijalajeja. Kolme palonvaatijalajia, *S. stockmanni*, *H. serratus* ja *S. quadripunctata* tavattiin kaikilta polttotutkimuslohkoilta, vaikka kaukaisimmat polttopaikat sijaitsivat 20 km:n päässä Evon metsäkoulun mailta, jossa metsiä on kuletettu säännöllisesti. Lajit esiintyvät runsaina heti palon jälkeen myös muissa metsäpalo- tai kulotusalueilla tehdyissä tutkimuksissa (Muona & Rutanen 1994; Rutanen 1994; Wikars 1997; Hyvärinen ym. 2005). Havaitut lajit ovat yleisimpiä palonvaatijoista, ja edustavat vain pientä joukkoa 21:stä palonvaatijaksi luokitellusta lajista. Suomessa palonvaatijalajisto on monipuolisinta itärajan tuntumassa johtuen Venäjän metsien vielä suhteellisen tiheästä palofrekvenssistä. Evon tutkimusalue sijaitsee Hämeessä, sisä-Suomen eristettynä palojatkumoalueena. Tulokseen saattoi vaikuttaa alueen kaukainen sijainti palonvaatijalajien lähdepopulaatioista. Toisaalta Evolla tehdyissä kulotustutkimuksissa alueelta on havaittu useita uhanalaisia kovakuoriaislajeja, jotka elävät metsäpalojen jälkeisissä myöhemmän kehitysvaiheen metsissä. Tällaisia lajeja ovat mm. isokelokärsäkäs ja koivukelokärsäkäs [*Platyrhinus resinosus* ja *Tropideres dorsalis*] (Curculionidae) (Toivanen, Mattila suull. tiedonanto), jotka elävät palon vioittamassa puussa kasvavissa sienilajeissa (Anonyymi 2003). Näin ollen lajien esiintyminen koealoilla heti polton jälkeen ei ole todennäköistä.

Harvinaisista ja uhanalaisista lajeista suurin osa havaittiin polttotutkimuslohkoilta. Uhanalaisten lajien osalta tulosta selittää yhden palonvaatijalajin (*S. stockmanni*) kuumuminen molempiin em. ryhmiin. Harvinaiset ja uhanalaiset lajit ovat yleensä myös harvalukuisina esiintyviä, joten niiden joutuminen passiivisena pyytäviin ikkunapyydyksiin on varsin sattumanvaraista (Martikainen ym. 2000; Martikainen & Kouki 2003; Martikainen & Kaila 2004). Esimerkiksi *M. acuminataa* (Buprestidae) havait-



tiin useilta tutkimuslohkoilta, mutta laji ei lentänyt yhteenkään ikkunapyödykseen. Aineiston harvinaiset ja uhanalaiset lajit olivat jakautuneet varsin tasaisesti saproksyyleihin ja ei- saproksyylikovakuoriaisiin.

Vaikka polttokohteet houkuttelivatkin keskimääräisesti enemmän kovakuoriaislajeja ja yksilöitä verrattuna ei-polttolohkoihin, eivät suinkaan kaikki lajit esiintyneet runsaampina polttotutkimuslohkoilla. Lajeista osa havaittiin selvästi runsaampana ei-polttoalueilla, osan esiintyminen jopa rajoittui vain näille tutkimuslohkoille. Lajeja, jotka esiintyivät vain polttamattomilla tutkimuslohkoilla, oli 81. Tyypillisiä ei-polttoalueella runsaampina esiintyviä kovakuoriaisia olivat lyhytsiipisiin (Staphylinidae) kuuluvat lajit, jotka elävät maan pinnalla karikkeessa. Myös monet sienissä ja kääväkkäissä elävät lajit olivat huomattavasti runsaampia ei-polttoalueilla. Monet *Agathidium*- ja *Anisotoma*-sukujen (Leiodidae) kovakuoriaiset olivat yksilömääriltään jopa kymmenkertaisia polttamattomilla tutkimuslohkoilla.

Mittavan koeasetelman toteuttaminen ei aina ponnisteluista huolimatta suju suunnitelmien mukaan. Puolet tutkimuslohkoista oli tarkoitus polttaa kesäkuussa 2002. Osa poltoista kuitenkin siirtyi heinä- ja elokuulle sääolosuhteiden tai riittämättömän polttomiehityksen takia. Polttojen eriävien ajankohtien takia eivät polttolohkojen aineistot olleet suoraan vertailukelpoisia, vaan vuodenajan vaikutus täytyi poistaa lineaarisen regression ja residuaalien avulla. Tämä saattoi vaikuttaa tutkimustuloksiin, koska alkukesän aineisto kerättiin vain viideltä polttokohteelta, ja toistojen määrä jäi varsin pieneksi. Osa poltto- ja ei- polttotutkimuslohkoista sijaitti lähellä toisiaan, matkaa tutkimuslohkojen välillä oli vähimmillään vain satoja metrejä. Osa ei- polttotutkimuslohkojen kovakuoriaisista saattoi joutua pyödyksiin läheisen ennallistamispolton houkuttelemina. Pääsääntöisesti kovakuoriaisten lento kontrollilohkoilla on kuitenkin ollut alueelle tyypillistä taustalentoa, sillä palonvaatijoita ei polttamattomilta tutkimuslohkoilta löytynyt kahta *S. stockmanni*- yksilöä lukuun ottamatta.

## 4.2 Hakkuun ja tuotetun maapuun vaikutus

Tämän tutkimuksen perusteella poltto on tärkein kovakuoriaislajiston monimuotoisuuden vaikuttava tekijä. Hakkuulla ja tuotetulla maapuulla oli sen sijaan merkitystä polttamattomilla koealoilla. Poltetuilla tutkimuslohkoilla ei hakkuulla ollut vaikutusta lajimääriin. Ei-polttokohteilla harvennetut tutkimuslohkot, joille oli myös kaadettu lahopuuta, houkuttelivat lajeja pystymetsiä enemmän saproksyyli- ja ei- saproksyylikovakuoriaisten ryhmissä.

Koealat olivat varttuneita kasvatusmetsiä, joissa ei ollut luontaisesti syntynyttä lahopuuta. Odotetusti koealat, joilla tuotettiin maapuuta, houkuttelivat enemmän lahopuusta riippuvaisia lajeja. Runsaimpina esiintyneet lajit olivat tyypillisiä tuoreen lahopuun hyödyntäjiä, kuten kaarnakuoriaisia (*Scolytidae*). Näitä ns. primaarikolonisoijia tavataan yleisesti talousmetsistä mm. korjuutähteistä (Sippola ym. 2002). Eisaproksyylien osalta jättöpuun vaikutus lajimäärään tuntuu yllättävältä. Tulosta selittävät suurelta osin fakultatiivisten saproksyylikovakuoriaisten esiintyminen hakkuututkimuslohkoilla. Puunkorjuun myötä syntyvät kannot ja hakkuutähteet lisäävät myös näiden lajien ravintoresurssia. Runsaista ei- saproksyylejä näillä tutkimuslohkoilla olivat esimerkiksi monet *Atomaria* (Cryptophagidae) ja *Clambus* (Clambidae) -sukujen kovakuoriaislajit. On todennäköistä, että lajeja hakkuututkimuslohkoille houkuttelivat myös muut puuston kaatamiseen liittyvä tekijät, kuten avoimuuden ja paahteisuuden lisääntyminen sekä lisääntyneen ravinnon perässä kolonisoivat petokovakuoriaiset.

Metsäpalon ja avohakkuun häiriövaikutusta on pidetty hyvin samankaltaisina. Viimeaikaiset tutkimukset kuitenkin osoittavat, että näiden häiriötekijöiden ekologiset vaikutukset poikkeavat toisistaan merkittävästi (Siitonen 2001; Similä ym. 2003; Hyvärinen ym. 2005). Suurin avohakkuun ja metsäpalon erottava tekijä on kuolleen puun määrä. Metsäpalossa voi syntyä kuollutta puuainesta jopa satoja kuutioita hehtaarille. Ennallistamispoltoissa syntyvä kuolleen puun määrä on noin 100 m<sup>3</sup>/ha (Hokkanen ym. 2005), ja vastaavasti metsätaloudellisissa kulotuksissa lahoavaa puustoa kantojen lisäksi jää alle 10 m<sup>3</sup>/ha. Toisaalta metsätalouden kulotuksissa, kuten metsäpaloissaakin, jättöpuut voivat olla järeitä, ja seassa on myös lehtipuuta, kun taas ennallistamispoltoissa palava metsä on yleensä nuorta tasalaatuista kasvatusmetsikköä. Tämän tut-

kimuksen perusteella polttoalueilla ei harvennushakkuulla ja maapuun tuotolla näyttäisi olevan vaikutusta kovakuoriaisten kolonisaatioon. Tutkimuksessa ei kuitenkaan ollut vertailukohtaa metsätaloudelliseen, avohakkuun jälkeen tehtävään kulotukseen, koska kaikilla tutkimuslohkoilla oli jättopuuta enemmän kuin kuloalueilla yleensä.

Suomen uhanalaisuusarvion (Rassi ym. 2001) mukaan uhanalaisista kovakuoriaisista 45,5 % elää metsäisissä ympäristöissä, ja 19 % on riippuvaisia lahoppuusta. Runsas joukko metsien uhanalaisista lajeista on sopeutunut metsäpalon jälkeiseen nuoren sukessiovaiheen metsään, ja ne vaativat järeän lahoppuun lisäksi avointa ja paahteista elinympäristöä (Similä ym. 2002). Tehokkaan metsäpalojen torjunnan takia tällaisia elinympäristöjä ei synny enää luontaisesti. On todettu, että vaikka metsälajit pystyvät osin hyödyntämään myös paahteisten hakkuuaukkojen lahoppuuresursia (Kaila ym. 1997), poikkeavat nuoren sukessiovaiheen kovakuoriaisyhteisöt toisistaan huomattavasti talousmetsässä ja luonnontilaisen kaltaisessa metsässä (Similä ym. 2002; Wikars 2002).

On todennäköistä, että heti polttokäsittelyn jälkeen paloalueelle saapuu hajujen ja lämmön houkuttelemina joukko lajeja, jotka eivät ole sidoksissa metsäympäristöön, eivätkä pysty lisääntymään paloalueella. Tutkimus koski ainoastaan tutkimuslohkoille heti käsittelyjen jälkeen kolonisoivia, ei siellä lisääntyneitä lajeja. Silti aineistoon keriyi harvinaisia tai uhanalaisia palonvaatijoita ja saproksyylikovakuoriaisia. Useat uhanalaiset ja harvinaiset lajit esiintyvät runsaina myös vanhoilla kulotusalueilla, joten lajit todella pystyvät myös lisääntymään näillä kohteilla (Toivanen & Kotiaho 2006b). Vaikka heti polttoa seuranneen kovakuoriaispyynnin perusteella ei voida vetää lopullista johtopäätöstä ennallistamispoltton ja jättopuun hyödystä uhanalaisille ja harvinaisille lajeille, antaa lyhyen aikavälin tutkimus kuitenkin viitteitä ennallistamispolttojen tuomasta mahdollisuudesta uhanalaisten metsälajien säilyttämisessä.

### 4.3 Lopuksi

Tällä hetkellä ennallistamispolttot ja metsätaloudelliset kulotukset ovat ainoita keinoja paloista riippuvaisten lajien säilymisen turvaamiseksi. Lisäksi polttojen avulla voidaan helposti lisätä myös lahoppuun määrää suojelualueilla. Ennallistamispolttujen ensisijaisena tavoitteena on metsärakenteen monipuolistaminen suojelualueilla, polttamalla sysätään käyntiin metsän lauontainen kehityskulku. Paloista riippuvaisten kovakuoriaisten kannalta puun järeydellä ei ole suurta merkitystä. Sen sijaan useat järeästä lahoppuusta ja paahteisesta elinympäristöstä riippuvaiset kovakuoriaiset eivät pysty hyödyntämään polttoalueiden riukumaista lahoppuuresurssia. Tärkeää tulevaisuuden ennallistamispolttaja suunniteltaessa olisikin mahdollisimman monipuolisten metsäalueiden polttaminen; palavan puun järeyden sekä lehtipuun osuuden lisääminen. Monille lajeille riittäisi yksittäisten suurten runkojen sijainti polttoalueella. Näin, paitsi varmistettaisiin palolajien säilyminen, pystyttäisiin palojatkumoalueille lisäämään myös monille uhanalaisille saproksyylikovakuoriaisille arvokasta lahoppuuresurssia.

### KIITOKSET

Kaunis kiitos kaikille teille, jotka olette auttaneet minua lopputyöni eri vaiheissa. Ensin tahot, jotka mahdollistivat työni toteutuksen. Kiitokset sitkeille gradunohjaajilleni Tero Toivaselle ja Janne Kotiaholle. Autoitte aina, kun apua tarvitsin. Jarnolle, Satulle ja Elinalle kiitos työstänne kovakuoriaisten parissa. Taloudellista tuesta kiitokset Suomen Hyönteistieteelliselle seuralle ja Societas Pro Fauna & Flora Fennicalle. Kiitän myös Helsingin yliopistoa koeasetelman järjestämisestä. Kiitos maanhaltijat: Metsähallitus, Metsäntutkimuslaitos, Hämeen ammattikorkeakoulu, Hämeenlinnan kaupunki ja UPM. Kiitos Metsähullutuslaiset työkaverini. Jatkuva kiinnostuksenne ja utelunne lopputyöni etenemisestä auttoivat pakertamaan sen loppuun. Suuri kiitos kuuluu myös vanhemmille ja ystäville, joilla ei välttämättä ollut mitään tekemistä itse työn kanssa, mutta joitten ansiosta sain välillä myös muuta ajateltavaa. Erityiskiitos Maijalle, joka kommentoi lopputyötäni sen kaikissa vaiheissa. Suurin kiitos kuuluu latvasien miehelle. Kiitos Olli, ilman sinua työni olisi luultavasti valmistunut vain hiukan aikaisemmin, mutta elämästä olisin menettänyt paljon.

## KIRJALLISUUS

- Ahnlund, H. & Lindhe, A. 1992: Hotade vedinsekter i barrskogslandskapet – några synpunkter utifrån studier av sörmländska brandfält, hållmarker och hyggen. Entomol. Tidskr. 113: 13-23.
- Anonyymi 2000: Metsien suojelun tarve Etelä-Suomessa ja Pohjanmaalla. Etelä-Suomen ja Pohjanmaan metsien suojelun tarve –työryhmän mietintö. Suomen Ympäristö 437. Ympäristöministeriö. 284 s.
- Anonyymi 2003: Ennallistaminen suojelualueilla. Ennallistamistyöryhmän mietintö. Suomen Ympäristö 618. Ympäristöministeriö. 220 s.
- Axelsson, A.L. & Östlund, L. 2001: Retrospective gap analysis in a Swedish boreal forest landscape using historical data. – For. Ecol. Manage. 147: 109:122.
- Bergeron Y. 1991: The influence of island and mainland lakeshore landscapes on boreal fire regimes. Ecology 72: 1980-1992.
- Ehnström, B., Långstöm, B. & Hellqvist, C. 1995: Insects in burned forests. – Forest protection and and faunal conservation (preliminary results). Entomol. Fenn.6: 109-117.
- Engelmark, O. 1984: Forest fires in muddus National Park (northern Sweden) during the past 600 years - Can. J. Bot. 62: 893-898.
- Esseen, P-A, Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. 1997: Boreal forests. Ecol. Bull. 46: 16-47. (Ref. Wikars 2002)
- Evans 1966: W.G. 1966: Perception of infrared radiation from forest fires by *Melanophila acuminata* DeGeer (Buprestidae, Coleoptera). Ecology 47: 1061-1065.

- Gromtsev, A. 2002: Natural disturbance dynamics in the boreal forests of European Russia: A review. – *Silva Fenn.* 36 (1): 41-55.
- Heinonen, P., Karjalainen, H., Kaukonen, M. & Kuokkanen, P. (toim.) 2004: Metsätalouden ympäristöopas. – Metsähallitus. Edita Prima Oy, 159 s.
- Hokkanen, M., Aapala, K., Alanen, A. (toim.) 2005: Ennallistamisen ja luonnonhoidon seurantasuunnitelma. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 76. 85 s.
- Hyvärinen, E., Kouki, J., Martikainen, P. & Lappalainen, H. 2005: Short term effects of controlled burning and green-tree retention on beetle (Coleoptera) assemblages in managed boreal forest. – *For. Ecol. Manage.* 212: 315-332.
- Kaila, L., Martikainen, P. & Punttila, P. 1997: Dead trees left in clearcuts benefit saproxylic Coleoptera adapted to natural disturbances in boreal forest. - *Biodiversity and Conservation* 6: 1-18.
- Karen, K.A., Bergeron, Y., Gauthier, S. & Drapeau, P. 2002: Post-fire development of canopy structure and composition in black spruce forests of Abitibi, Quebec: A landscape scale of study. – *Silva Fenn.* 36 (1): 249-263.
- Koch, K. 1989-1992: Die Käfer mitteleuropas. Ökologie Bds. 1-3. Goecke & Evers Verlag, Krefeld, Germany.
- Kouki, J. (toim.) 1994: Biodiversity in the Fennoscandian boreal forest: natural variation and its management. – *Ann. Zool. Fenn.* 31: 1-217.
- Kouki, J., Löfman, S., Martikainen, P., Rouvinen, S. & Uotila, A. 2001: Forest fragmentation in Fennoscandia: linking habitat requirements of wood-associated species to landscape and habitat changes. - *Scand. J. Forest Res. Suppl.* 3: 27-37.

- Kuuluvainen, T. 2002: Natural variability of forests as a reference for restoring and managing biological diversity in boreal Fennoscandia. *Silva Fenn.* 36: 97-205.
- Lehtonen H. 1997: Forest fire history in North Karelia: Dendroekological approach. - Väitöskirja, Maa- ja metsätieteellinen tiedekunta, Joensuun Yliopisto, 23 s.
- Lilja, S., De Chantal, M., Kuuluvainen, T., Vanha-Majamaa, I., & Puttonen, P. 2005: Restoring natural characteristics in managed Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] stands with partial cutting, dead wood creation and fire: immediate treatment effects. - *Scand. J. Forest Res. Suppl.* 6: 68-78.
- Linder, P. & Östlund, L. 1998: Structural changes in three mid-boreal Swedish forest landscapes, 1885- 1996. – *Biol. Conserv.* 85: 9-19.
- Lundberg, S. 1984: Den brända skogens skalbaggsfauna I Sverige. *Ent. Tidskr.* 105: 129-141.
- Martikainen, P., Siitonen, J., Punttila, P., Kaila, L. & Rauhala, J. 2000: Species richness of Coleoptera in mature managed and old-growth boreal forests in southern Finland. – *Biol. Conserv.* 94: 199-209.
- Martikainen, P. & Kouki, J. 2003: Sampling the rarest: threatened beetles in boreal forest biodiversity inventories. – *Biodiversity and Conservation* 12: 1815-1831.
- Martikainen, P. & Kaila, L. 2004: Sampling saproxylic beetles: lessons from a 10-year monitoring study. – *Biological Conservation* 120: 171-181.
- Muona, J. & Rutanen, I. 1994: The short-term impact of fire on the beetle fauna in the boreal coniferous forest. – *Ann. Zool. Fenn.* 31: 109-121.
- Palm, T. 1951: Die Holz- und Rinden-Käfer der Nordschwedischen Laubbäume, - Meddelanden från statens skogsforskningsinstitut 40 (2). Stockholm.

- Palm, T. 1959: Die Holz- und Rinden-Käfer der Süd- und Mittelschwedischen Laubbäume. – Opusc. Entomol. Suppl. 16. Lund.
- Peltola, A. (toim.) 2004: Metsätalastollinen vuosikirja 2004. - Metsäntutkimuslaitos. Vammala 2004. 416 s.
- Pitkänen, A. 1999: Paleoecological study of the history of forest fires in eastern Finland. – Joensuu University, Publications in Sciences 58.
- Rassi, P. (toim.) 1993: Kovakuoriaisten frekvenssipisteet Suomessa 1.1.1960-1.1.1990: Raportti nro 6. WWF Suomi, Helsinki.
- Rassi, P., Alanen, A., Kanerva T. & Mannerkoski I. (toim.) 2001: Suomen lajien uhanalaisuus 2000. – Ympäristöministeriö & Suomen Ympäristökeskus, Helsinki. 432 s.
- Rutanen, I. 1994: Metsäpalon vaikutuksesta kovakuoriaislajistoon Patvinsuon kansallispuistossa. – Vesi- ja Ympäristöhallinnon julkaisuja - Sarja A. 196. 56 s.
- Ryan, K.C. 2002: Dynamic interactions between forest structure and fire behaviour in boreal ecosystems. - *Silva Fenn.* 36: 13-39.
- Saalas, U. 1917: Die Fichtenkäfer Finnlands. I. - *Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Series A.* 8: 1-547.
- Saalas, U. 1923: Die Fichtenkäfer Finnlands II. - *Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Series 22:* 1-746.
- Siitonen J. 2001: Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandinavian boreal forests as an example. - *Ecol. Bull.* 49:11-41.



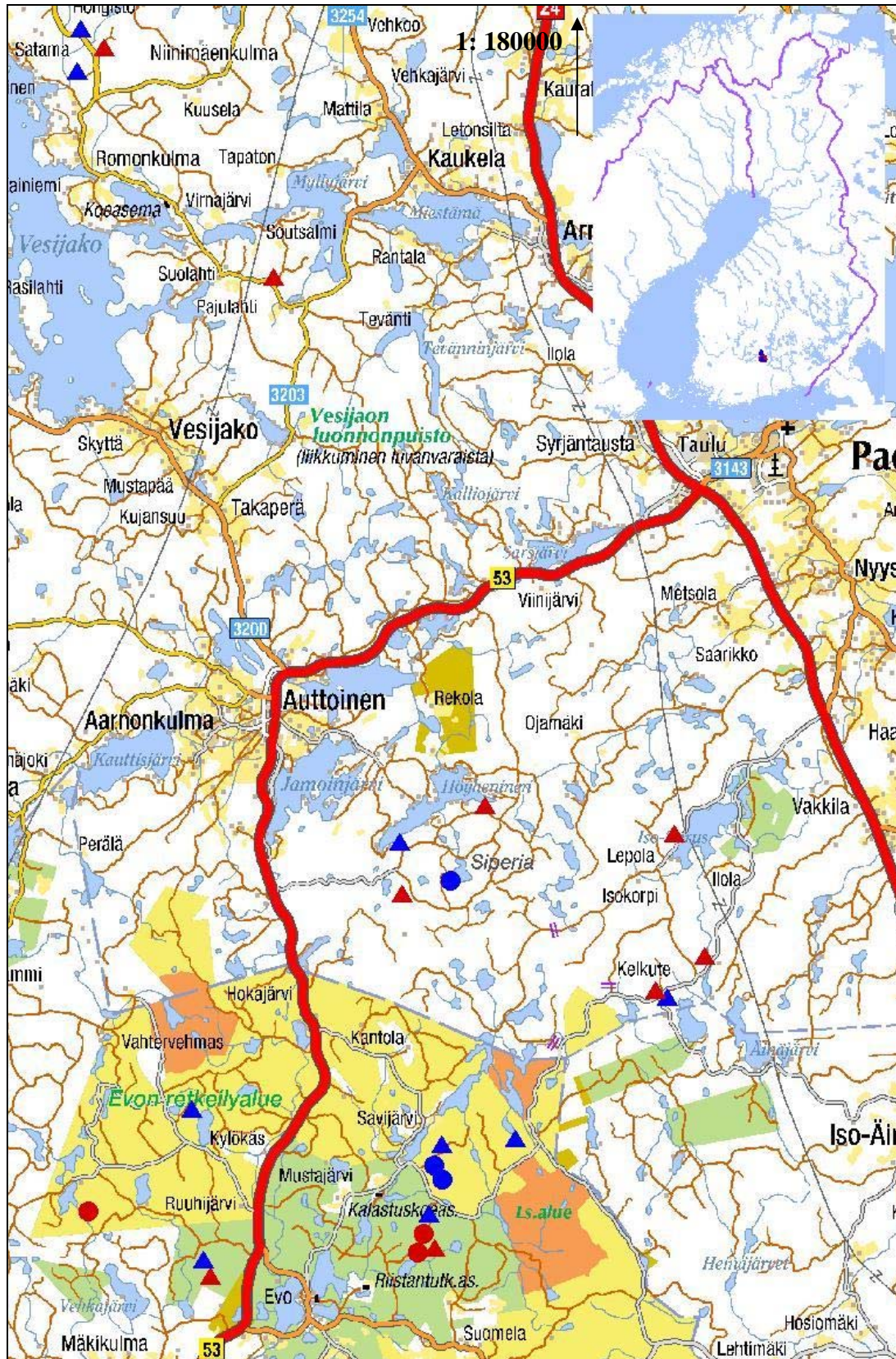
- Similä, M., Kouki, J., Martikainen, P. & Uotila, A. 2002: Conservation of beetles in boreal pine forests: the effects of forest age and naturalness on species assemblages. – *Biol. Conservation* 106: 19-27.
- Similä, M., Kouki, J. & Martikainen, P. 2003: Saproxylic beetles in managed and seminatural Scots pine forests: quality of dead wood matters. – *For. Ecol. Manage.* 174: 365-381.
- Sippola, A-L., Siitonen, J. & Punttila, P. 2002: Beetle diversity in timberline forests: a comparison between old-growth and regeneration areas in Finnish Lapland – *Ann Zool. Fenn.* 39: 69-86.
- Sistola, K. 2002: Evolla ensimmäisenä – Ewoisten metsänhoito-opistosta osaksi ammattikorkeakoulua 1862-2002. Hämeen ammattikorkeakoulu, Hämeenlinna. 214 s.
- Speight, M.C.D. 1989: Saproxylic invertebrates and their conservation. – Council of Europe, Strasbourg. (Similä 2003 ref.)
- Toivanen, T. & Kotiaho, J. 2006a: Mimicking natural disturbances of boreal forests: the effects of controlled burning and creating dead wood on beetle diversity. Submitted manuscript.
- Toivanen, T. & Kotiaho, J. 2006b: The importance of silvicultural burning in the conservation of rare and threatened beetle species. Submitted manuscript
- Tukia, H., Hokkanen, M., Jaakkola, S., Kallonen, S., Kurikka, T., Leivo, A., Lindholm, T., Suikki, A. & Virolainen, E. 2003: Metsien ennallistamisopas. - Metsähallituksen luonnonuojelujulkaisuja. Sarja B, No 58. 87 s.
- Uotila, A., Maltamo, M., Uuttera, J. & Isomäki, A. 2001: Stand structure in seminatural and managed forests in eastern Finland and Russian Karelia. – *Ecol. Bull.* 149-158.

- Wallenius, T. 2002: Forest age distribution and traces of past fires in a natural boreal landscape dominated by *Picea abies*. - *Silva Fenn.* 36 (1): 201-211.
- Wikars L-O. 1992: Skogsbrann och insekter. - *Entomol. Tidskr.* 113: 1-11.
- Wikars, L-O. 1997: Effects of forest fire and the ecology of fire adapted insects. Ph.D. thesis. - Department of Zoology, Uppsala University, Uppsala.
- Wikars, L-O. 2002: Dependence on fire in wood-living insects: An experiment with burned and unburned spruce and birch logs. - *J. Insect Conserv.* 6: 1-12.
- Zackrisson, O. 1977: Influence of forest fires on North Swedish boreal forest. - *Oikos* 29: 22-32.
- Zackrisson, O., Nilsson, M.-C. & Wardle, D.A. 1996: Key ecological function of charcoal from wildfire in the Boreal forest. - *Oikos* 77: 10-19.



# Liite 1. Tutkimusalue

- ▲ Poltto – Hakkuu
- ▲ Ei poltto – Hakkuu
- Poltto – Ei hakkuu
- Ei poltto – Ei hakkuu



Liite 2. Lajilista								
Laji	Yksilömäärä yht.	Ei poltto - Ei hakkuu	Ei poltto - Hakkuu	Poltto - Ei Hakkuu	Poltto - Hakkuu	uhanalaisuus*	frekvenssipisteet	saproksyyli*
<i>Abdera triguttata</i>	1	0	0	0	1		20	1
<i>Absidia schoenherri</i>	99	5	59	3	32		1	0
<i>Acanthocinus aedilis</i>	2	0	0	0	2		2	1
<i>Acidota crenata</i>	25	6	4	6	9		6	0
<i>Acmaeops pratensis</i>	25	0	1	1	23		10	1
<i>Acrotrichis dispar</i>	2	0	1	0	1		6	0
<i>Acrotrichis fascicularis</i>	6	2	1	0	3		2	0
<i>Acrotrichis insularis</i>	31	1	4	3	23		15	0
<i>Acrotrichis intermedia</i>	157	15	67	36	39		1	0
<i>Acrotrichis montandoni</i>	1	0	0	0	1		2	0
<i>Acrotrichis parva</i>	1	0	0	0	1		15	0
<i>Acrotrichis rosskotheni</i>	1	0	0	1	0		60	0
<i>Acrotrichis sp.</i>	59	7	23	12	17			0
<i>Acrulia inflata</i>	1	0	1	0	0		6	1
<i>Agathidium confusum</i>	29	17	10	1	1		6	1
<i>Agathidium nigripenne</i>	3	1	1	0	1		15	1
<i>Agathidium pisanum</i>	4	0	1	1	2		10	1
<i>Agathidium rotundatum</i>	4	1	3	0	0		6	1
<i>Agathidium seminulum</i>	48	13	21	0	14		4	1
<i>Ahasverus advena</i>	1	0	0	0	1		40	0
<i>Aleoch.</i>	923	35	241	176	471			
<i>Alosterna tabacicolor</i>	6	0	3	1	2		6	1
<i>Alpiphagus bifasciatus</i>	1	0	0	0	1		40	0
<i>Amara ovata</i>	1	0	0	0	1		10	0
<i>Amischa analis</i>	82	2	9	2	69		1	0
<i>Amischa nigrofusca</i>	44	0	1	0	43		15	0
<i>Ampedus balteatus</i>	16	0	7	2	7		4	1
<i>Ampedus erythrogonus</i>	5	2	2	0	1		20	1
<i>Ampedus nigrinus</i>	16	1	10	2	3		2	1
<i>Ampedus tristis</i>	6	0	6	0	0		15	1
<i>Anacaena lutescens</i>	1	0	0	1	0		1	0
<i>Anaspis frontalis</i>	4	0	2	0	2		2	1
<i>Anaspis marginicollis</i>	77	7	11	33	26		4	1
<i>Anaspis rufilabris</i>	1	0	0	1	0		6	1
<i>Anaspis sp.</i>	7	0	1	3	3			
<i>Anisotoma axillaris</i>	5	0	4	0	1		4	1
<i>Anisotoma castanea</i>	11	4	6	1	0		6	1
<i>Anisotoma glabra</i>	67	5	51	6	5		4	1
<i>Anisotoma humeralis</i>	22	10	10	2	0		2	1
<i>Anobium thomsoni</i>	3	1	0	2	0		15	1
<i>Anoplodera maculicornis</i>	3	0	3	0	0		6	1
<i>Anoplodera reyi</i>	8	0	1	0	7		4	1
<i>Anoplodera rubra</i>	35	0	9	1	25		10	1
<i>Anoplodera sanguinolenta</i>	9	0	4	0	5		4	1
<i>Anoplodera virens</i>	15	0	7	0	8		10	1
<i>Anoplus plantaris</i>	1	0	1	0	0		10	0
<i>Anotirus castaneus</i>	1	0	0	0	1		20	0
<i>Anotylus clavatus</i>	1	0	0	0	1		20	0
<i>Anotylus nitidulus</i>	1	0	0	0	1		1	0
<i>Anotylus rugosus</i>	12	0	1	0	11		2	0

Laji	Yksilömäärä yht.	Ei poltto - Ei hakkuu	Ei poltto - Hakkuu	Poltto - Ei Hakkuu	Poltto - Hakkuu	uhanalaisuus*	frekvenssipisteet	saproksyyli*
<i>Anterophagus nigricornis</i>	4	1	1	1	1		20	0
<i>Anthonomus rubi</i>	1	0	0	0	1		2	0
<i>Anthophagus angusticollis</i>	1	0	0	0	1		30	0
<i>Anthophagus caraboides</i>	9	0	3	0	6		1	0
<i>Anthophagus omalinus</i>	37	0	20	4	13		1	0
<i>Anthrenus museorum</i>	32	1	0	2	29		2	0
<i>Aphodius borealis</i>	2	0	1	0	1		4	0
<i>Aphodius depressus</i>	21	13	5	2	1		4	0
<i>Aphodius rufipes</i>	128	54	33	24	17		2	0
<i>Apion ervi</i>	1	0	1	0	0		6	0
<i>Apion simile</i>	41	7	16	9	9		2	0
<i>Apion sp.</i>	1	0	1	0	0			
<i>Aplocnemus tarsalis</i>	2	0	1	1	0		15	1
<i>Arhopalus rusticus</i>	11	1	0	2	8		6	1
<i>Arpedium quadrum</i>	1	0	1	0	0		2	0
<i>Arpidiphorus orbiculatus</i>	2	0	1	1	0		6	1
<i>Asemum striatum</i>	17	0	8	4	5		4	1
<i>Athous subfuscus</i>	180	5	123	8	44		1	0
<i>Atomaria apicalis</i>	7	0	3	1	3		1	0
<i>Atomaria atrata</i>	3	0	0	1	2		10	0
<i>Atomaria bella</i>	24	1	11	6	6		20	1
<i>Atomaria berlinensis</i>	1	0	0	0	1		6	0
<i>Atomaria fuscata</i>	59	0	6	12	41		2	0
<i>Atomaria fuscicollis</i>	20	0	0	0	20		6	0
<i>Atomaria fuscipes</i>	1	0	1	0	0		6	0
<i>Atomaria lewisi</i>	48	0	1	8	39		10	0
<i>Atomaria mesomelaena</i>	2	0	0	1	1		10	0
<i>Atomaria nitidula</i>	1	0	1	0	0		6	0
<i>Atomaria ornata</i>	7	0	6	0	1		20	0
<i>Atomaria peltata</i>	98	0	79	9	10		15	0
<i>Atomaria peltataeformis</i>	1	0	1	0	0		15	0
<i>Atomaria pulchra</i>	701	0	10	483	208		4	0
<i>Atomaria pusilla</i>	1	0	0	0	1		10	0
<i>Atomaria ruficornis</i>	2	0	0	1	1		1	0
<i>Atomaria sp.</i>	88	0	2	72	14			
<i>Atomaria turgida</i>	86	3	45	10	28		40	0
<i>Atomaria wollastoni</i>	1	0	0	0	1		10	0
<i>Atrecus affinis</i>	4	1	2	0	1		20	1
<i>Atrecus pilicornis</i>	4	3	0	1	0		10	1
<i>Attalus cardicae</i>	1	0	1	0	0		60	0
<i>Baeocrara variolosa</i>	2	0	1	1	0		10	0
<i>Bembidion lampros</i>	2	0	0	1	1		2	0
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	1	0	0	0	1		1	0
<i>Bibloporus bicolor</i>	4	0	3	0	1		20	1
<i>Bolitophagus reticulatus</i>	1	0	1	0	0		2	1
<i>Bradycellus caucasicus</i>	21	0	3	3	15		2	0
<i>Bromius obscurus</i>	1	0	0	1	0		1	0
<i>Bryoporus cernuus</i>	2	0	0	0	2		30	0
<i>Byctiscus betulae</i>	1	0	0	0	1		10	0
<i>Caenoscelis ferruginea</i>	16	0	5	5	6		20	0
<i>Caenoscelis subdeplanata</i>	71	1	1	48	21		20	0
<i>Calathus micropterus</i>	22	0	17	2	3		1	0

Laji	Yksilömäärä yht.	Ei poltto - Ei hakkuu	Ei poltto - Hakkuu	Poltto - Ei Hakkuu	Poltto - Hakkuu	uhanalaisuus*	frekvenssipisteet	saproksyyli*
<i>Carpelinus sp.</i>	1	0	0	1	0			
<i>Cartodere constricta</i>	854	4	37	387	426		20	0
<i>Catops nigricans</i>	2	0	0	0	2		10	0
<i>Catops tristis</i>	1	0	0	0	1		6	0
<i>Cercyon impressus</i>	1	0	1	0	0		2	0
<i>Cercyon quisquilius</i>	1	1	0	0	0		4	0
<i>Cerylon ferrugineum</i>	4	1	1	2	0		4	1
<i>Cerylon histeroides</i>	26	3	10	5	8		2	1
<i>Chaetocnema concinna</i>	1	0	0	0	1		6	0
<i>Choleva glauca</i>	3	1	1	1	0		30	0
<i>Chrysanthia nigricornis</i>	42	0	12	4	26		6	1
<i>Chrysomela populi</i>	1	0	0	0	1		4	0
<i>Chrysomela tremula</i>	1	0	0	0	1		10	0
<i>Cimberis attelaboides</i>	1	0	0	0	1		15	0
<i>Cis boleti</i>	2	1	0	0	1		1	1
<i>Cis comptus</i>	2	0	1	0	1		10	1
<i>Cis jacquemarti</i>	3	0	0	3	0		2	1
<i>Clambus armadillo</i>	1	0	1	0	0		15	0
<i>Clambus pubescens</i>	4	0	3	1	0		10	0
<i>Clambus punctulum</i>	57	0	2	50	5		6	0
<i>Clambus sp.</i>	1	0	0	1	0			
<i>Clytra quadripunctata</i>	1	0	1	0	0		6	0
<i>Coccinella hieroglyphica</i>	2	0	0	0	2		2	0
<i>Coccinella septempunctata</i>	42	0	23	0	19		1	0
<i>Coccinula quattuordecimpustulata</i>	1	0	1	0	0		2	0
<i>Corticaria abietorum</i>	9	0	2	4	3		10	0
<i>Corticaria crenicollis</i>	1	0	0	0	1		40	1
<i>Corticaria elongata</i>	13	0	2	5	6		20	0
<i>Corticaria ferruginea</i>	5867	39	37	1661	4130		4	0
<i>Corticaria impressa</i>	1	0	0	1	0		4	0
<i>Corticaria lateritia</i>	29	1	11	10	7		20	1
<i>Corticaria polypori</i>	1	0	1	0	0		40	1
<i>Corticaria pubescens</i>	4	0	0	2	2		4	0
<i>Corticaria rubripes</i>	1577	2	163	690	722		2	0
<i>Corticaria sp.</i>	14	0	0	6	8			
<i>Corticaria umbilicata</i>	5	0	0	0	5		15	0
<i>Corticarina fuscula</i>	24	1	3	2	18		1	0
<i>Corticarina lambiana</i>	18	3	8	2	5		40	0
<i>Corticarina latipennis</i>	4	0	4	0	0		10	0
<i>Corticarina obfuscata</i>	25	5	9	5	6		30	0
<i>Corticarina sp.</i>	1	0	0	0	1			
<i>Corticeus linearis</i>	39	0	6	14	19		10	1
<i>Corticicara gibbosa</i>	478	1	55	77	345		1	0
<i>Cryphalus saltuarius</i>	1	0	0	0	1		10	1
<i>Cryptocephalus labiatus</i>	1	0	1	0	0		2	0
<i>Cryptocephalus pini</i>	1	0	0	0	1		10	0
<i>Cryptocephalus saliceti (VU)</i>	1	0	1	0	0	VU	60	0
<i>Cryptolestes abietis</i>	3	1	1	0	1		30	1
<i>Cryptolestes alternans</i>	1	0	1	0	0		20	1
<i>Cryptolestes corticinus</i>	1	0	1	0	0		20	1
<i>Cryptophagus abietis</i>	240	51	29	60	100		4	0
<i>Cryptophagus badius</i>	1	0	1	0	0		4	1



Laji	Yksilömäärä yht.	Ei poltto - Ei hakkuu	Ei poltto - Hakkuu	Poltto - Ei Hakkuu	Poltto - Hakkuu	uhanalaisuus*	frekvenssipisteet	saproksyyli*
<i>Cryptophagus lapponicus</i>	4	1	0	2	1		30	0
<i>Cryptophagus pilosus</i>	1	0	0	0	1		15	0
<i>Cryptophagus pseudodentatus</i>	8	0	1	0	7		10	0
<i>Cryptophagus sp.</i>	8	0	0	2	6			
<i>Cryptopleurum minutum</i>	1	0	0	1	0		1	0
<i>Cryptopleurum subtile</i>	4	0	0	1	3		15	0
<i>Crypturgus cinereus</i>	54	0	17	13	24		10	1
<i>Crypturgus hispidulus</i>	4	0	1	0	3		6	1
<i>Crypturgus subcribrosus</i>	113	1	48	18	46		6	1
<i>Cychramus luteus</i>	3	2	1	0	0		4	0
<i>Cychramus variegatus</i>	2	1	0	1	0		15	1
<i>Cynaesus opacus</i>	1	0	0	0	1		80	0
<i>Cyphon coarctatus</i>	163	4	27	43	89		4	0
<i>Cyphon ochraeus</i>	2	0	0	0	2		10	0
<i>Cyphon padi</i>	33	5	14	7	7		1	0
<i>Cyphon palustris</i>	1	0	0	0	1		15	0
<i>Cyphon punctipennis</i>	149	3	28	38	80		15	0
<i>Cyphon sp.</i>	2	0	0	0	2			
<i>Cyphon variabilis</i>	29	1	5	12	11		1	0
<i>Dadobia immersa</i>	7	0	4	2	1		10	1
<i>Dalopius marginatus</i>	26	1	18	1	6		1	0
<i>Dasytes niger</i>	82	0	50	0	32		1	1
<i>Dasytes obscurus</i>	18	0	9	0	9		4	1
<i>Denticollis linearis</i>	7	0	2	0	5		4	1
<i>Dictyoptera aurora</i>	1	0	1	0	0		4	1
<i>Dorcatoma dresdensis</i>	1	0	0	1	0		15	1
<i>Dorcatoma punctulata</i>	160	3	21	10	126		30	1
<i>Dorytomus tremulae</i>	1	0	0	1	0		30	0
<i>Dromius agilis</i>	10	1	3	0	6		4	1
<i>Dryocoetes autographus</i>	97	2	57	16	22		1	1
<i>Dryocoetes hectographus</i>	1	0	0	1	0		10	1
<i>Eanus costalis</i>	4	0	2	0	2		6	0
<i>Enicmus fungicola</i>	5	2	0	2	1		15	1
<i>Enicmus planipennis</i>	43	6	9	19	9		60	1
<i>Enicmus rugosus</i>	246	13	160	27	46		6	1
<i>Enicmus sp.</i>	1	1	0	0	0			
<i>Enicmus transversus</i>	1	0	0	0	1		1	0
<i>Enochrus affinis</i>	1	0	0	0	1		4	0
<i>Epuraea angustula</i>	2	0	0	2	0		15	1
<i>Epuraea biguttata</i>	50	1	8	16	25		1	1
<i>Epuraea binotata</i>	345	4	35	162	144		10	0
<i>Epuraea boreella</i>	5	0	1	2	2		4	1
<i>Epuraea contractula</i>	1	0	0	0	1		20	1
<i>Epuraea deubeli</i>	22	0	1	8	13		60	1
<i>Epuraea pallescens</i>	2	0	1	0	1		6	0
<i>Epuraea laeviuscula</i>	8	0	3	1	4		30	1
<i>Epuraea marseuli</i>	87	1	15	18	53		4	1
<i>Epuraea melina</i>	1	0	1	0	0		30	0
<i>Epuraea muhli</i>	32	0	3	6	23		40	1
<i>Epuraea oblonga</i>	5	0	0	0	5		15	1
<i>Epuraea placida</i>	35	2	7	2	24		10	1
<i>Epuraea pygmaea</i>	108	0	59	24	25		6	1



Laji	Yksilömäärä yht.	Ei poltto - Ei hakkuu	Ei poltto - Hakkuu	Poltto - Ei Hakkuu	Poltto - Hakkuu	uhanalaisuus*	frekvenssipisteet	saproksyyli*
<i>Epuraea rufomarginata</i>	60	1	12	20	27		10	1
<i>Epuraea silacea</i>	8	0	2	1	5		10	1
<i>Epuraea sp.</i>	19	1	3	5	10			
<i>Epuraea terminalis</i>	28	5	6	4	13		6	1
<i>Epuraea thoracica</i>	3	0	0	2	1		15	1
<i>Epuraea unicolor</i>	5	0	0	4	1		4	1
<i>Ernobius longicornis</i>	1	0	1	0	0		40	1
<i>Ernobius mollis</i>	1	0	0	0	1		4	1
<i>Eucnecosum brachypterum</i>	4	0	1	1	2		4	0
<i>Euglenes pygmaeus</i>	11	0	2	4	5		20	1
<i>Euplectus decipiens</i>	4	0	4	0	0		20	1
<i>Euplectus signatus</i>	7	0	5	1	1		20	0
<i>Euplectus sp.</i>	19	0	6	5	8			
<i>Euryptilium saxonicum</i>	2	0	0	0	2		10	0
<i>Eusphalerum lapponicum</i>	1	1	0	0	0		15	0
<i>Eutheia linearis</i>	1	0	1	0	0		30	1
<i>Gabrius appendiculatus</i>	6	0	0	1	5		6	0
<i>Gabrius expectatus</i>	2	0	1	0	1		2	1
<i>Gabrius splendidulus</i>	1	0	0	1	0		30	1
<i>Gabrius trossulus</i>	3	0	0	3	0		2	0
<i>Gabronthus sulcifrons</i>	1	0	0	1	0		100	0
<i>Gaurotes virginea</i>	4	0	2	1	1		6	1
<i>Geotrupes stercorosus</i>	2	1	1	0	0		4	0
<i>Glischrochilus hortensis</i>	1	0	0	0	1		4	1
<i>Glischrochilus quadripunctatus</i>	10	0	1	3	6		2	1
<i>Gyrohypnus atratus</i>	1	0	0	0	1		20	0
<i>Gyrohypnus scoticus</i>	1	0	0	0	1		2	0
<i>Gyrophaena affinis</i>	3	1	2	0	0		2	0
<i>Gyrophaena pulchella</i>	1	0	1	0	0		15	0
<i>Hadreule elongatula</i>	5	0	3	1	1		60	1
<i>Hadrobregmus pertinax</i>	8	1	4	1	2		2	1
<i>Halyzia tredecimpunctata</i>	2	0	1	0	1		6	0
<i>Hapalaraea floralis</i>	1	0	0	0	1		20	0
<i>Harpalus quadripunctatus</i>	1	0	0	0	1		4	0
<i>Helophorus brevipalpis</i>	1	0	0	0	1		20	0
<i>Henoticus serratus</i>	293	0	0	131	162		10	1
<i>Hippodamia tredecimpunctata</i>	13	0	1	0	12		6	0
<i>Hydrobius fuscipes</i>	4	0	1	0	3		1	0
<i>Hydroporus incognitus</i>	9	0	2	2	5		10	0
<i>Hydroporus palustris</i>	2	0	0	0	2		1	0
<i>Hydroporus sp.</i>	1	0	1	0	0			
<i>Hydroporus tristis</i>	1	0	1	0	0		1	0
<i>Hylastes brunneus</i>	15	1	5	0	9		1	1
<i>Hylastes cunicularius</i>	77	7	29	18	23		1	1
<i>Hylis procerulus</i>	19	1	11	2	5		40	1
<i>Hylobius abietis</i>	109	0	53	16	40		1	1
<i>Hylobius piceus</i>	3	0	2	1	0		10	1
<i>Hylobius pinastri</i>	6	0	2	1	3		4	1
<i>Hylurgops palliatus</i>	9	0	2	0	7		1	1
<i>Ilybius ater</i>	1	0	0	0	1			
<i>Ipidia binotata</i>	12	0	6	2	4		30	1
<i>Ips amitinus</i>	20	0	0	8	12		6	1

Laji	Yksilömäärä yht.	Ei poltto - Ei hakkuu	Ei poltto - Hakkuu	Poltto - Ei Hakkuu	Poltto - Hakkuu	uhanalaisuus*	frekvenssipisteet	saproksyyli*
<i>Ips typographus</i>	13	0	4	2	7		2	1
<i>Judolia sexmaculata</i>	6	0	3	0	3		10	1
<i>Lacon conspersus</i>	2	0	2	0	0	NT	30	1
<i>Lagria hirta</i>	6	0	1	1	4		4	0
<i>Lampyrus noctiluca</i>	42	2	33	2	5		10	0
<i>Lathrobium fennicum</i>	1	0	0	0	1		20	0
<i>Latridius consimilis</i>	1	0	1	0	0		10	0
<i>Latridius hirtus</i>	5	0	1	1	3		15	1
<i>Latridius minutus</i>	57	1	4	19	33		1	1
<i>Leiodes obesa</i>	21	1	12	2	6		6	0
<i>Leiodes picea</i>	2	0	0	1	1		15	0
<i>Leiodes silesiaca</i>	10	0	5	1	4		20	0
<i>Leiodes sp.</i>	2	0	0	0	2			
<i>Leptacinus formicetorum</i>	1	1	0	0	0		10	0
<i>Leptura melanura</i>	122	2	61	5	54		4	1
<i>Leptura quadrifasciata</i>	27	1	21	0	5		6	1
<i>Limonium aeneoniger</i>	1	0	0	0	1		4	0
<i>Liotrichus affinis</i>	3	1	2	0	0		15	0
<i>Litargus connexus</i>	6	0	2	0	4		4	1
<i>Lithocharis nigriceps</i>	4	0	0	3	1		6	0
<i>Lomechusa emarginata</i>	1	0	1	0	0		30	0
<i>Lordithon lunulatus</i>	7	2	3	1	1		2	0
<i>Lordithon thoracicus</i>	3	3	0	0	0		1	0
<i>Lygistopterus sanguineus</i>	4	0	0	0	4		2	1
<i>Magdalis carbonaria</i>	2	0	1	0	1		10	1
<i>Magdalis nitida</i>	6	0	4	0	2		30	1
<i>Magdalis violacea</i>	37	0	21	5	11		6	1
<i>Malthinus biguttatus</i>	25	3	16	2	4		6	0
<i>Malthodes brevicollis</i>	43	5	28	2	8		1	1
<i>Malthodes crassicornis</i>	4	0	3	0	1		20	1
<i>Malthodes flavoguttatus</i>	14	0	2	2	10		10	1
<i>Malthodes fuscus</i>	284	14	112	24	134		1	1
<i>Malthodes guttifer</i>	34	3	20	0	11		2	1
<i>Malthodes marginatus</i>	16	3	7	0	6		10	1
<i>Malthodes misellus</i>	1	0	1	0	0		6	1
<i>Malthodes mysticus</i>	1	0	1	0	0		6	1
<i>Malthodes pumilus</i>	1	0	0	0	1		4	1
<i>Malthodes sp.</i>	4	1	0	0	3			
<i>Malthodes spathifer</i>	1	0	1	0	0		40	1
<i>Megarathrus denticollis</i>	1	0	0	0	1		4	0
<i>Megarathrus nitidulus</i>	1	0	1	0	0		20	0
<i>Megarathrus sinuaticollis</i>	17	2	7	2	6		2	0
<i>Megasternum obscurum</i>	17	2	7	3	5		6	0
<i>Melanotus castanipes</i>	56	0	23	11	22		2	1
<i>Meligethes aeneus</i>	7	2	0	2	3		2	0
<i>Metocoelus paridoxus</i>	1	0	0	0	1		40	0
<i>Microscydmus minimus</i>	1	0	1	0	0		20	1
<i>Microscydmus nanus</i>	3	0	2	1	0		30	1
<i>Monochamus galloprovincialis</i>	1	0	0	0	1		15	1
<i>Monochamus sutor</i>	1	0	1	0	0		10	1
<i>Monotoma longicollis</i>	3	0	0	0	3		20	0
<i>Monotoma picipes</i>	8	0	1	1	6		4	0

Laji	Yksilömäärä yht.	Ei poltto - Ei hakkuu	Ei poltto - Hakkuu	Poltto - Ei Hakkuu	Poltto - Hakkuu	uhanalaisuus*	frekvenssipisteet	saproksyyli*
<i>Mordella aculeata</i>	5	0	1	0	4		10	1
<i>Mycetophagus piceus</i>	3	1	0	1	1		6	1
<i>Mycetoporus lepidus</i>	15	6	5	1	3		4	0
<i>Myrmecixenus vaporariorum</i>	1	0	0	0	1			0
<i>Myrmetes paykulli</i>	1	0	0	1	0		20	0
<i>Nigrophorus vespilloides</i>	3	1	1	0	1		4	0
<i>Notiophilus biguttatus</i>	4	0	0	3	1		2	0
<i>Nudobius lentus</i>	6	0	1	1	4		4	1
<i>Ochtheophilum fracticorne</i>	1	0	1	0	0		6	0
<i>Octotemnus glabriculus</i>	5	0	2	1	2		10	1
<i>Oedemera virescens</i>	1	0	1	0	0		4	0
<i>Olophrum fuscum</i>	1	0	0	0	1		15	0
<i>Omalium caesum</i>	1	0	0	0	1		4	0
<i>Omalium rugatum</i>	16	0	3	1	12		40	0
<i>Orithales serraticornis</i>	2	0	2	0	0		15	0
<i>Orthocis alni</i>	4	2	2	0	0		6	1
<i>Orthoperus atomus</i>	1	0	0	1	0		6	0
<i>Orthoperus brunripes</i>	3	0	1	0	2		4	0
<i>Orthoperus punctulatus</i>	249	3	27	130	89		15	1
<i>Orthoperus sp.</i>	11	0	2	5	4			
<i>Orthotomicus laticis</i>	4	0	2	0	2		6	1
<i>Orthotomicus suturalis</i>	73	0	2	15	56		4	1
<i>Othius punctulatus</i>	25	5	11	2	7		6	0
<i>Otiorrhynchus scaber</i>	16	0	10	2	4		4	0
<i>Oulema galleciana</i>	1	0	0	0	1		10	0
<i>Oxytelus laqueatus</i>	2	0	0	0	2		1	0
<i>Oxytelus migrator</i>	1	0	0	1	0		40	0
<i>Pachyta lamed</i>	15	0	4	1	10		20	1
<i>Pachyta quadrimaculata</i>	1	0	1	0	0		20	0
<i>Paragabrius micans</i>	1	0	0	0	1		2	0
<i>Philonthus carbonarius</i>	1	0	1	0	0		4	0
<i>Philonthus concinnus</i>	2	0	0	1	1		6	0
<i>Philonthus corvinus</i>	1	0	0	0	1		6	0
<i>Philonthus decorus</i>	3	0	3	0	0		4	0
<i>Philonthus fimetarius</i>	1	0	1	0	0		6	0
<i>Philonthus nigrita</i>	5	0	2	1	2		4	0
<i>Philonthus nigriventris</i>	3	0	0	1	2		6	0
<i>Philonthus puella</i>	2	1	1	0	0		6	0
<i>Phloeonomus lapponicus</i>	5	0	0	2	3		1	1
<i>Phloeonomus punctipennis</i>	1	0	0	1	0		20	1
<i>Phloeonomus pusillus</i>	2	0	0	1	1		2	1
<i>Phloeonomus sjöbergi</i>	15	0	3	2	10		20	1
<i>Phloeotribus spinulosus</i>	2	0	1	0	1		10	1
<i>Phyllotreta undulata</i>	12	0	0	0	12		4	0
<i>Pissodes castaneus</i>	2	1	1	0	0		15	1
<i>Pissodes gyllenhali</i>	24	1	18	1	4		6	1
<i>Pissodes harcyniae</i>	6	0	6	0	0		15	1
<i>Pissodes pini</i>	31	0	27	0	4		1	1
<i>Pityogenes bidentatus</i>	3	0	2	0	1		4	1
<i>Pityogenes chalcographus</i>	6595	39	544	1363	4649		1	1
<i>Pityogenes quadridens</i>	1	0	1	0	0		1	1
<i>Pityogenes sp.</i>	1	0	1	0	0			

Laji	Yksilömäärä yht.	Ei poltto - Ei hakkuu	Ei poltto - Hakkuu	Poltto - Ei Hakkuu	Poltto - Hakkuu	uhanalaisuus*	frekvenssipisteet	saproksyyli*
<i>Pityophagus ferrugineus</i>	7	2	4	0	1		10	1
<i>Pityophthorus micrographus</i>	5	0	2	1	2		6	1
<i>Pityophthorus morosovi</i>	1	0	0	0	1		100	1
<i>Platycerus caprea</i>	1	1	0	0	0		6	1
<i>Platycis minuta</i>	1	0	1	0	0		20	1
<i>Platydracus fulvipes</i>	1	0	1	0	0		30	0
<i>Platystethus arenarius</i>	1	0	1	0	0		1	0
<i>Plegaderus vulneratus</i>	6	1	4	0	1		6	1
<i>Podabrus alpinus</i>	12	2	5	1	4		6	0
<i>Pogonocherus fasciculatus</i>	31	0	13	4	14		4	1
<i>Polydrusus ruficornis</i>	9	0	1	1	7		1	0
<i>Polydrusus undatus</i>	2	0	2	0	0		2	0
<i>Polygraphus poligraphus</i>	1140	20	82	569	469		4	1
<i>Polygraphus punctifrons</i>	5	0	1	1	3		10	1
<i>Polygraphus subopacus</i>	7	1	1	1	4		6	1
<i>Porrhodites fenestralis</i>	1	0	0	1	0		60	0
<i>Propylaea quattrodecimpunctata</i>	1	0	0	0	1		2	0
<i>Proteinus brachypterus</i>	5	0	0	0	5		1	0
<i>Pselaphorhynchites nanus</i>	2	0	1	0	1		6	0
<i>Ptenidium formicetorum</i>	1	0	1	0	0		4	0
<i>Ptenidium nitidum</i>	1	0	0	0	1		2	0
<i>Pteryngium crenatum</i>	8	0	1	1	6		20	1
<i>Pteryx suturalis</i>	1	1	0	0	0		4	1
<i>Ptinella limbata</i>	1	0	0	0	1		20	1
<i>Ptinus raptor</i>	1	0	0	0	1		4	0
<i>Pyrrhalta viburni</i>	1	0	0	0	1		20	0
<i>Quedius fuliginosus</i>	3	0	2	0	1		2	0
<i>Quedius fulvicollis</i>	1	0	0	1	0		6	0
<i>Quedius longicornis</i>	1	0	1	0	0		30	0
<i>Quedius lucidulus</i>	2	0	1	0	1		20	0
<i>Quedius plagiatus</i>	12	2	7	0	3		2	1
<i>Quedius tenellus</i>	110	2	51	30	27		15	0
<i>Quedius xanthopus</i>	260	110	82	27	41		2	1
<i>Rhagium inquisitor</i>	11	0	6	0	5		2	1
<i>Rhagium mordax</i>	18	1	10	0	7		4	1
<i>Rhagonycha atra</i>	71	12	45	2	12		2	0
<i>Rhagonycha elongata</i>	4	0	3	0	1		2	0
<i>Rhanthus notaticollis</i>	1	0	0	0	1		20	0
<i>Rhizophagus bipustulatus</i>	1	1	0	0	0		6	1
<i>Rhizophagus cribratus</i>	3	1	1	0	1		15	1
<i>Rhizophagus dispar</i>	6	0	2	1	3		2	1
<i>Rhizophagus ferrugineus</i>	42	2	18	6	16		2	1
<i>Rhizophagus nitidulus</i>	3	0	3	0	0		30	1
<i>Rhynchaenus rusci</i>	1	0	1	0	0		4	0
<i>Rybaxis longicornis</i>	1	0	1	0	0		6	0
<i>Sacium pusillum</i>	1	0	0	0	1	VU	60	1
<i>Salpingus planirostris</i>	1	0	0	0	1		10	1
<i>Salpingus ruficollis</i>	9	1	3	2	3		10	1
<i>Scaphisoma agaricinum</i>	26	3	12	3	8		2	1
<i>Scaphisoma boreale</i>	1	0	0	0	1		20	1
<i>Scaphisoma inopinatum</i>	5	1	2	0	2		10	1
<i>Sciodreporides watsoni</i>	3	2	0	0	1		1	0

Laji	Yksilömäärä yht.	Ei poltto - Ei hakkuu	Ei poltto - Hakkuu	Poltto - Ei Hakkuu	Poltto - Hakkuu	uhanalaisuus*	frekvenssipisteet	saproksyyli*
<i>Scolytus ratzeburgi</i>	4	0	2	0	2		4	1
<i>Nephus bisignatus</i>	1	0	1	0	0		60	0
<i>Selatosomus aeneus</i>	2	0	0	1	1		2	0
<i>Selatosomus impressus</i>	18	0	13	1	4		2	0
<i>Sepedophilus littoreus</i>	23	0	16	4	3		4	1
<i>Serica brunnea</i>	1	0	0	1	0		4	0
<i>Sericoda quadripunctata</i>	43	0	0	24	19		20	0
<i>Sericoderus lateralis</i>	1	0	1	0	0		40	0
<i>Sericus brunneus</i>	53	0	37	4	12		2	0
<i>Serropalpus barbatus</i>	31	0	11	7	13		30	1
<i>Silvanoprus fagi</i>	94	2	53	15	24		15	1
<i>Silvanus bidentatus</i>	1	0	0	0	1		20	1
<i>Simplocaria semistriata</i>	1	0	0	0	1		10	0
<i>Sitona suturalis</i>	1	0	0	1	0		4	0
<i>Sphaeriestes bimaculatus</i>	1	0	0	0	1		30	1
<i>Sphaeriestes stockmanni</i>	78	0	2	18	58	NT	40	1
<i>Sphaerites glabratus</i>	2	0	2	0	0		10	0
<i>Sphindus dubius</i>	8	0	5	1	2		10	1
<i>Spondylis buprestoides</i>	12	0	0	4	8		10	1
<i>Stagetus borealis</i>	2	0	0	0	2		40	1
<i>Stenichnus bicolor</i>	3	1	1	1	0		6	1
<i>Stenus clavicornis</i>	2	0	1	0	1		1	0
<i>Stenus flavipes</i>	1	0	0	1	0		15	0
<i>Stenus lustrator</i>	1	0	0	0	1		15	0
<i>Stenus sp.</i>	1	0	1	0	0			
<i>Stephostethus pandellei</i>	2	0	0	0	2		10	0
<i>Stephostethus rugicollis</i>	106	0	30	44	32		6	0
<i>Strophosoma capitatum</i>	81	4	31	7	39		2	0
<i>Syneta betulae</i>	1	0	0	1	0		10	0
<i>Syntomium aeneum</i>	2	0	1	0	1		15	0
<i>Tachinus corticinus</i>	1	0	0	0	1		4	0
<i>Tachinus elegans</i>	5	1	2	1	1		30	0
<i>Tachinus elongatus</i>	1	1	0	0	0		10	0
<i>Tachinus laticollis</i>	24	5	9	1	9		2	0
<i>Tachinus lignorum</i>	1	0	1	0	0		30	0
<i>Tachinus marginellus</i>	8	3	3	1	1		2	0
<i>Tachinus pallipes</i>	11	0	8	0	3		1	0
<i>Tachinus proxianus</i>	1	0	1	0	0		2	0
<i>Tachinus subterraneus</i>	1	0	1	0	0		10	0
<i>Tachyporus chrysomelinus</i>	3	0	0	0	3		2	0
<i>Tachyporus corpulentus</i>	1	0	1	0	0		20	0
<i>Tachyporus hypnorum</i>	1	0	0	0	1		4	0
<i>Tetropium castaneum</i>	16	0	4	3	9		6	1
<i>Tetropium fuscum</i>	1	0	0	1	0		10	1
<i>Thanasimus formicarius</i>	4	0	0	0	4		4	1
<i>Tomicus piniperda</i>	1	0	1	0	0		1	1
<i>Trechus quadristriatus</i>	1	0	1	0	0		10	0
<i>Trechus rubens</i>	2	0	1	0	1		6	0
<i>Trichellus placidus</i>	1	0	0	0	1		2	0
<i>Trichius fasciatus</i>	31	1	9	1	20		2	1
<i>Trichocellus cognatus</i>	1	0	0	1	0		10	0
<i>Trichocellus placidus</i>	161	0	23	2	136		2	0

