

Talousmetsien ennallistamisvaikutusten seuranta ja siihen liittyvä tutkimus Kolin kansallispuistossa

Kalle Eerikäinen, Juha-Pekka Hotanen, Jari Miina, Seppo Neuvonen,
Seppo Nevalainen, Kauko Salo ja Heli Viiri



Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute -sarjassa julkaistaan tutkimusten ennakkotuloksia ja ennakkotulosten luonteisia selvityksiä. Sarjassa voidaan julkaista myös esitelmiä ja kokouskoosteita yms.

Sarjassa ei käytetä tieteellistä tarkastusmenettelyä.

Sarjan julkaisut ovat saatavissa pdf-muodossa sarjan Internet-sivuilta.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/>
ISSN 1795-150X

Toimitus

PL 18, 01301 Vantaa
puh. 010 2111
faksi 010 211 2102
sähköposti julkaisutoimitus@metla.fi

Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos
PL 18, 01301 Vantaa
puh. 010 2112
faksi 010 211 2101
sähköposti info@metla.fi
<http://www.metla.fi/>

Tekijät Eerikäinen, Kalle, Hotanen, Juha-Pekka, Miina, Jari, Neuvonen, Seppo, Nevalainen, Seppo, Salo, Kauko & Viiri, Heli			
Nimeke Talousmetsien ennallistamisvaikutusten seuranta ja siihen liittyvä tutkimus Kolin kansallispuistossa			
Vuosi 2009	Sivumäärä 83 s.	ISBN 978-951-40-2180-0 (PDF)	ISSN 1795-150X
Yksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet Joensuun toimintayksikkö / Erillishankkeet 1 – Metsäekosysteemin rakenne ja toiminta (EK1) / Ennallistamistoimien vaikutukset puuston, kasvillisuuden ja makrosienten kehitykseen aiemmin talouskäytössä olleissa metsissä -esitutkimus / 3404			
Hyväksynyt Jari Parviainen, toimintayksikön johtaja, 27.3.2009			
Tiivistelmä <p>Kolin kansallispuiston Natura 2000 -suojelualan entisten talousmetsien ennallistaminen aloitettiin Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun toimintayksikön koordinoimassa <i>LIFE to Koli</i> – Kansallispuiston metsien ja niittyjen ennallistaminen -hankkeessa. Hankkeen tavoitteena oli turvata harvinaistuneiden ja suojelullisesti arvokkaiden luontotyyppien ja niistä riippuvaisten eliölaajien suotuisa suojelutaso. Hankkeessa käynnistettiin seurantoja, joiden avulla määritetään ennallistamistoimien (puuston kaulaus, pienaukottaminen ja poltto sekä ojien tukkiminen ja puiden poisto turvemailta) vaikuttavuutta.</p> <p>Työraportissa kuvataan ennallistamisvaikutusten pitkäaikaisen seurannan koejärjestelyt, tutkimusmenetelmät ja aineistot sekä esitetään alustavia tuloksia seurannoista. Koejärjestely koostuu yhdeksästä eri kokeesta ja niille sijoitetuista 108 pysyvistä koealasta. Ennallistamisvaikutusten koejärjestelyt on perustettu vuosien 2003–2005 aikana, joten niitä on seurattu vain joitakin vuosia. Ennallistamismenetelmien vaikuttavuutta selvitetään kasvupaikoiltaan, kehitysvaiheeltaan sekä kasvi- ja sienilajistoltaan toisistaan poikkeavilla talousmetsien ja ojitettujen soiden ennallistamiskohteilla. Pysyvillä koealoilla tutkitaan ennallistamistoimien vaikutuksesta käynnistyviä kehityskulkuja, määritetään luonnontilaisuutta ja luonnon-tilaistumisen astetta kuvaavia tunnuksia sekä kootaan aineistoja tilastomatemattisten puu- ja puustotun- nusten kehitysmallien laatimiseksi. Ennallistamisen tavoitetilan määrittämiseksi Kolin kansallispuistosta on uudelleenmitattu viisi aiemmin perustettua luonnonmetsäkoelaa, joilta on puuston lisäksi inventoitu myös kasvillisuus ja makrosienet.</p> <p>Koejärjestelyt mahdollistavat ennallistetuissa metsiköissä tapahtuvan luontaisen uudistumisen ja taimien alkukehityksen analysoinnin, kun tavoitteena on lisätä tasarakenteisten metsiköiden puusto-ominaisuuksien luontaisen kaltaista vaihtelua. Samoilla koejärjestelyillä tutkitaan myös puustoon ja kasvupaikkaan kohdistuvien toimenpiteiden vaikutuksia pohja- ja kenttäkerroksessa esiintyviin kasvi- ja makrosienilajeihin sekä niiden runsaussuhteisiin. Lisäksi seurataan puuston terveydentilan kehitystä ja selvitetään eri ennallistamismenetelmien käyttöön liittyviä metsätuhoriskejä, erityisesti kirjanpainajien ja ytimennävertäjien runsastumista.</p>			
Asiasanat hyönteistuhot, kasvillisuusmuutokset, luonnontila, makrosienet, sukkessio, talousmetsät			
Julkaisun verkko-osoite http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp130.htm			
Yhteydenotot Kalle Eerikäinen, Metsäntutkimuslaitos, PL 68, 80101 Joensuu. Sähköposti kalle.eerikainen@metla.fi			
Bibliografiset tiedot			
Muita tietoja			

Sisällys

Alkusanat	5
1 Johdanto.....	6
1.1 Talousmetsien ennallistaminen ja siihen liittyvä tutkimustarve	6
1.2 Kolin kansallispuisto ja sen merkitys suojele- ja tutkimusalueena	9
1.3 Tutkimusyhteistyö.....	12
1.4 Ennallistamistutkimuksen tavoitteet	14
1.5 Tutkimushypoteesit ja -kysymykset.....	15
1.5.1 Lähtötilanne.....	15
1.5.2 Ennallistamisen vaikutukset.....	15
2 Aineisto ja menetelmät.....	17
2.1 Ennallistamisen tavoitetila – Kolin luonnonmetsät	17
2.2 Ennallistamisvaikutusten seuranta – Kolin ennallistamiskokeet	20
2.2.1 EVS-koesarja.....	20
2.2.2 Puustomuutokset	21
2.2.3 Kasvillisuusmuutokset	25
2.2.4 Sienilajiston kehitys	26
2.2.5 Abioottisten ja bioottisten metsätuhojen kehitys	27
3 Seurannan koasetelmat ja alustavia tuloksia.....	28
3.1 Esimerkkejä kestokoejärjestelyistä	28
3.2 Erillistutkimukset.....	37
4 Tutkimuksen suuntaaminen.....	43
Kirjallisuus	45
Liitteet	
Liite 1. Ennallistamisvaikutusten seurannan (EVS) koemetsiköiden sijainti Kolin kansallispuiston alueella.....	50
Liite 2. EVS-koesarjan maastomittauksissa käytettävät maastolomakkeet.....	51
Liite 2.1. Kuvio- ja koealalomake 02.....	51
Liite 2.2. Puulomake 03	55
Liite 2.3. Taimilomake 04	61
Liite 3. Makrosienilajisto ja itiöemien lukumäärä luonnonmetsäkoealoilla vuosina 2006–2008	63
Liite 4. Makrosienilajisto ja itiöemien lukumäärä EVS04:n mäntyvaltaisen kuvion sienikoeruuduilla vuosina 2005–2008	69
Liite 5. Makrosienilajisto ja itiöemien lukumäärä EVS04:n kuusimetsäkuvion sienikoeruuduilla vuosina 2005–2008	74
Liite 6. Kirjanpainajien feromonipyyntikohteet Kolin alueella vuosina 2005–2008.....	78
Liite 7. Kirjanpainajien feromonipyyntin tulokset Kolin ennallistamiskoealoilta 22.5.–22.9.2005 ja 22.5–22.9.2006	79

Alkusanat

Kolin talousmetsien ennallistaminen aloitettiin vuonna 2003, jolloin käynnistyi Metsäntutkimuslaitoksen (Metla) Joensuun toimintayksikön koordinoima *LIFE to Koli* – Kansallispuiston metsien ja niittyjen ennallistaminen -hanke nro LIFE2003NAT/FIN/000035. Hankkeen keskeisenä tavoitteena oli turvata Kolin kansallispuiston Natura 2000 -suojelualueen arvokkaiden luontotyyppien ja niistä riippuvaisten eliölajien suotuisa suojelutaso. Hankkeessa käynnistettiin seurantoja, joiden avulla määritetään ennallistamistoimien vaikutuksia ennallistamiskohteiden puustoon ja sen terveydentilaan sekä pohja- ja kenttäkerroksen kasvillisuuteen ja sienilajistoon.

Metlan Joensuun toimintayksikössä tehtävän, ennallistamisvaikutusten seurantaan ja arviointiin liittyvän tutkimuksen tueksi ja koordinoimiseksi käynnistettiin vuonna 2005 esitutkimushanke ”Ennallistamistoimien vaikutukset puuston, kasvillisuuden ja makrosienten kehitykseen aiemmin talouskäytössä olleissa metsissä” (Metlan hanke 3404). Esitutkimushankkeen tehtävänä oli ohjeistaa ja koordinoida *LIFE to Koli* -hankkeessa käynnistettyjen seurantakoejärjestelyjen toteutus sekä aloittaa kerättyjen seuranta-aineistojen analyysit. Ennallistamistutkimuksen lähtökohdat ja tavoitteet ovat yhtenevät Kolin kansallispuiston yleisten kehittämistavoitteiden kanssa.

Kolin kansallispuiston entisten talousmetsien ennallistamisvaikutusten seuranta on suunniteltu ja toteutettu Metlan Joensuun toimintayksikössä työskentelevien eri tieteenalojen tutkijoiden yhteistyönä. Työn eri vaiheissa olemme olleet yhteydessä ja saaneet hyödyllisiä kommentteja kollegoiltaamme muista Metlan toimintayksiköistä, Joensuun yliopistosta ja Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksesta. Myös yhteistyö ja tapaamiset Metsähallituksen ja Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen koordinoimien LIFE-Luonto -hankkeiden edustajien kanssa ovat edistäneet ennallistamistutkimustamme. Seurannan tavoitteeksi asetettiin, että samalta kohteelta kerätyt aineistot mahdollistavat monipuoliset analyysit ja saaduilla tuloksilla voidaan vastata eri tieteenalojen näkökulmasta esitettyihin tutkimushypoteeseihin. Ennallistamistutkimus on lisännyt tutkijoiden välistä yhteistyötä ja ajatusten vaihtoa, mikä on ollut erittäin hyödyllistä ja antoisaa.

Ennallistamisvaikutusten koejärjestelyt perustettiin ja niiden pitkäaikainen seuranta aloitettiin *LIFE to Koli* -hankkeen rahoituksen turvin. Samanaikaisesti käynnissä olleen esitutkimushankkeen kuluessa oli mahdollista kuvata kokeiden lähtötilanne ja saada tuloksia vain muutaman ensimmäisen vuoden ajalta. Pääosin ennallistamistoimien vaikutukset metsän sukkessioon ovat kuitenkin hitaita ja vaativat siten pitempiaikaisen seurantajakson. Siksi on toivottavaa, että kokeiden ylläpito jatkuu myös tulevaisuudessa joko Metlan omilla tai ulkopuolisilla resursseilla.

Metlan Kolin toimipaikan henkilökunta on ollut keskeisesti mukana toteuttamassa ennallistamiskäsittelyjä Kolin kansallispuistossa. Työhön ovat osallistuneet Taisto Turunen, Ismo Hyttinen, Martti Mustonen, Ilkka Pekkarinen ja Veijo Voutilainen Kolin kansallispuistosta ja Joensuun yliopiston opiskelijat Mikko Heikura, Eevi Nieminen, Susanna Puustinen ja Mika Venho. Taisto Turunen sekä Joensuun toimintayksiköstä Heimo Tynkkynen ja Hannu Koivunen ovat osallistuneet kirjanpainajapyödysten pystyttämiseen ja tyhjentämiseen. Joensuun toimintayksikön laboratorion henkilökunnasta Seija Repo ja Nina-Maria Niemmaa sekä harjoittelijat Kaisa Tikkanen ja Toni Turhanen ovat osallistuneet kirjanpainajapyönnissä saatujen hyönteisten lajitteluun ja tunnistamiseen sekä Anki Geddala ja Anita Pussinen polttamalla ennallistettujen metsiköiden maa-analyysien tekoon. Joensuun yliopistosta hyönteisten tunnistamiseen ovat osallistuneet Harri Lappalainen ja Petri Martikainen ja eräiden makrosienilajien määrittämiseen Markku Kirsi. Kaikille heille ja raportin taittaneelle Leena Karviselle lämpimät kiitokset.

Joensuussa 8. päivänä huhtikuuta 2009 Tekijät

1 Johdanto

1.1 Talousmetsien ennallistaminen ja siihen liittyvä tutkimustarve

Ennallistamisen tavoitteena on palauttaa luontainen eliöyhteisö ihmisen muuttamaan elinympäristöön. Tavoitetaan pyritään joko käynnistämällä, edesauttamalla tai nopeuttamalla luonnon omia prosesseja, jotka aikaa myöten luonnontilaistavat muuttuneen elinympäristön rakenteelliset ja lajistolliset ominaisuudet (ks. Ennallistamistyöryhmä 2003). Metsäluonnon ennallistamisessa kohteena on normaalisti yksittäisen lajin tai populaation sijasta ihmistoiminnan vaikutuksesta muuttunut elinympäristö tai sen osa, jonka luonnontilaistuminen edesauttaa eri luontotyyppeihin erikoistuneiden ja niistä riippuvaisten, vaarantuneiden tai uhanalaisten lajien selviytymistä. Ekologisten kokonaisuuksien palauttamista ja hoitoa voidaan kutsua ekologiseksi ennallistamiseksi (Tukia 2000). Ekologinen kokonaisuus sisältää riittävän määrän monimuotoisuuden vaihtelua, ekologisia prosesseja ja rakenteita alueellisessa ja historiallisessa yhteydessään (Tukia 2000).

Metsien ennallistaminen on perusteltua erityisesti suojelun piiriin tulleilla uusilla kohteilla, joiden luonnontilaistumiseen ilman toimenpiteitä kuluisi kohtuuttoman pitkä aika, tai joiden metsänviljelyssä on käytetty ulkomaista puulajia tai muuta kuin paikallista alkuperää olevaa kotimaisen puulajin viljelymateriaalia. Arvokkaiden luontotyyppien palauttamiseen tai suojelutason kohottamiseen ja sitä kautta eliölajien selviytymismahdollisuuksien parantamiseen tähtäävien ennallistamistoimenpiteiden merkitystä ovat mietinnöissään korostaneet muiden muassa Etelä-Suomen ja Pohjanmaan metsien suojelun tarve -työryhmä (2000) eli ”ESSU”, Natura 2000 -alueiden hoidon ja käytön työryhmä (2002), Etelä-Suomen metsien suojelutoimikunta (2002) eli ”Metso” ja Ennallistamistyöryhmä (2003). Työryhmien esityksistä perustettiin kokeiluluontoinen Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelma (METSO) vuosiksi 2003–2007. Ohjelman perusteella valtioneuvosto teki 27.3.2008 periaatepäätöksen Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelmasta vuosiksi 2008–2016. Ohjelman nimi on edelleen METSO-ohjelma. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelmassa 2008–2016 (2008) esitetään mm. merkittävien resurssien kohdentamista jo suojeltujen alueiden ennallistamistoimenpiteisiin.

Erityisesti eteläisen Suomen osalta uudet suojelualueet koostuvat merkittävilta osin entisistä talouskäytössä olleista metsäalueista, joiden monimuotoisuutta ja soveltuvuutta uhanalaisten ja taantuneiden lajien elinympäristöksi voidaan parantaa ennallistamistoimin (Rassi ym. 2001, Kuuluvainen ym. 2006). Monimuotoisuusvaikutusten ja lajiston suojelun kannalta merkityksellisimpiä ovat viljavien kasvupaikkojen ennallistamiskohteet. Ympäristöministeriön asettaman ennallistamistyöryhmän mietinnössä esitetään, että ennallistamistutkimus kohdistettaisiin erityisesti viljaviin kasvupaikkatyyppeihin (esim. lehto, lehtomainen kangas ja rehevä korpi) lukeutuvien kivennäismaiden metsien ja puustoisten soiden ennallistamiskohteille (Ennallistamistyöryhmä 2003).

Ennallistettavan metsän tavoitetilan voidaan ajatella olevan johdettavissa luonnonmetsän ominaisuuksista (esim. Kuuluvainen 2002). Tässä yhteydessä tavoitetilalla tarkoitetaan elinympäristöä, jonka puusto ja kasvupaikka ovat ominaisuuksiltaan ja rakenteeltaan luontaisen eliöyhteisön säilymisen ja elinvoimaisuuden kannalta suotuisat. Boreaalisen luonnonmetsän ominaisuuksia ovat mm. puuston kerroksellisuus, runsas kuolleiden ja lahoppuun määrä ja sekapuustoisuus (Airaksinen & Karttunen 1998). Luonnontilaiset metsäekosysteemit ovat kuitenkin jatkuvassa muutostilassa eli niitä muovaa luontainen suknessiokehitys. Siten ennallistamisellakaan ei edes yksittäisen metsikön kohdalla voida määrittää mitään ihanteellista luonnonmetsän tilaa. Ennallistamisen tavoitteiden ja ennallistamismenetelmien tulisi ainakin suuraluetasolla vaihdella luonnonmetsien vaihtelun kaltaisesti. Sekä olemassa olevan että ennallistamisella tavoiteltavan vaihtelun määrittä-

miseksi voidaan kuitenkin arvioida ja mitata puuston kehitysvaihetta, rakennetta ja ominaisuuksia kuvaavia tunnuksia. Metsän luonnontilaisuuden astetta voidaan arvioida metsikkökohtaisesti, puulajeittain ja sekä elävälle että kuolleelle puustolle määritettävien puustotunnusten (esim. keskiläpimitta, -pituus ja -ikä, pohjapinta-ala, tilavuus) avulla sekä tilajärjestystä kuvaavien indeksien avulla. Lahopuulle voidaan määrittää koko- ja lahoasteluokittaisten jakaumia ja elävälle puustolle läpimitta-, pituus- ja ikäjakaumia. Yksiselitteisesti mitattavissa olevat tunnuksot mahdollistavat operatiivisten hoitosuosituksen ja käsittelyohjeiden antamisen.

Jotta ennallistamistoimilla voitaisiin ohjata metsikön kehitystä arvioitua tavoitetilaa kohti ja jotta käsittelyillä olisi toivottu vaikutus metsien kehitykseen ja ekologiseen monimuotoisuuteen, on ymmärrettävä luonnollisten häiriötekijöiden dynamiikka (Parviainen & Seppänen 1994, Lundquist 1995, Angelstam & Kuuluvainen 2004, Kuuluvainen ym. 2004, Lilja 2006). Boreaalisten metsien ajassa ja paikassa vaihtelevia kehityskulkuja ja niitä ylläpitävien häiriötekijöitä (metsäpalot, tuuli-, lumi- ja hyönteistuhot, jne.) ovat tutkineet esimerkiksi Zackrisson (1977), Steijlen ja Zackrisson (1987), Kuuluvainen ym. (2002) ja Wallenius (2004). Laaja-alaisia häiriöitä aiheuttavat pääasiassa metsäpalot ja myrskytuhot. Pienimittakaavaiset häiriöt (pienaukot) ovat kuitenkin huomattavasti yleisempiä ja pääosin tuulen tai hyönteisten aiheuttamia (Li & Apps 1995, Rentch ym. 2003, Negron & Popp 2004). Suomessa laajimmat ja taloudellisesti merkittävimmät metsätuhot aiheutuvat myrskyistä. Muita merkittäviä tuhonaiheuttajia ovat lumi, metsäpalot, hyönteisistä etenkin eräät kaarnakuoriaiset ja kärsäkkäät, sienitaudeista kuusen- ja männynjuurikäpää sekä versosurma (Metsätuhotyöryhmä 2003). Laki metsän hyönteis- ja sienituhojen torjunnasta (263/1991, muutos 433/1998) on voimassa myös ennallistamiskohteilla. Tällöin tulee ennakoida ja seurata ympäröiville metsille mahdollisesti aiheutuvaa tuhoriskiä esimerkiksi runsaan lahpuuston lisäämiseen liittyvien toimenpiteiden yhteydessä.

Kaarnakuoriaisten, erityisesti kirjanpainajien tuhot voivat lisääntyä ennallistamiskohteissa, mutta riskin suuruuteen vaikuttaa paljon kaatuneiden ja katkenneiden puiden lukumäärä ja koko (Eriksson ym. 2005). Viime aikoina Suomessa tehtyjen tutkimusten perusteella pienimuotoiset ennallistamiskokeet tai myrskytuhot eivät näyttäisi merkittävästi vaarantavan ympäröiviä metsäalueita (Eriksson ym. 2006, 2007, 2008, Komonen & Kouki 2008, Liikanen 2008, Toivanen ym. 2009). Laaja-alaisen ja pidempään jatkuvien ennallistamistoimien yhteydessä tuholaiskannat voivat kuitenkin kohota uhkaavan korkeiksi, joten erityisesti kirjanpainajatiheyksien jatkuva seuranta alueilla, joissa on intensiivistä ennallistamistoimintaa, on tarpeen. Metsän rakenteellisen monimuotoisuuden lisääntyminen (esim. lehtipuusuuden kasvu havupuuvaltaisessa metsässä) saattaa suosia tuhohyönteisille antagonistisia eli haitallisia pistiäisiä (Jäkel & Roth 2004). Toisaalta kulutus voi merkittävästi vähentää puiden juuristotuhoja aiheuttavien sienten määriä ja vastaavasti suosia puukuolemia aiheuttaville sienille antagonistisia sieniä. Niin kutsuttuja patogeenisiä eli tauteja aiheuttavia kivennäismaiden sienilajeja ovat juurikäpää ja mesisienet. Puuston kehityksen kannalta syksyn oletetaan olevan suotuisin polttoajankohta, mutta vaikutus riippuu myös juurten syvyydestä (Kallio 1965, Filip & Yang-Erve 1997).

Maahan kaatunut, kaadettu tai jätetty puuaines (engl. *coarse woody debris* eli CWD) on hyödyllistä lahottajasieniyhteisön kannalta. Kaarnakuoriaisten lisäksi se voi kuitenkin toimia lisääntymisalustana patogeenisille lahottajasienille, kuten juurikäävälle. Maahan jätetyissä rungonosissa kasvavien lahottajasienilajiston kehityksestä tiedetään kuitenkin hyvin vähän. Modernit molekyylibiologian menetelmät ovat hyvä työkalu sieniyhteisöjen rakenteen tutkimisessa (Vasiliauskas ym. 2005). Lahottajasienten, varsinkin harvinaisten lajien itiölevintää ja sen riippuvuutta ympäröivien metsien rakenteesta, voidaan tehokkaasti tutkia puukiekkoihin inokuloitujen monokaryoottisten, haploidisten rihmastoviljelmien avulla (esim. Edman 2003).

Luonnon- ja talousmetsien rakenteellisten ja lajistollisten ominaisuuksien eroja ovat selvittäneet ja analysoineet mm. Kuuluvainen ym. (1996), Siitonen ym. (2001), Uotila ym. (2002, 2005), Kuuluvainen ja Laiho (2004) sekä Uotila ja Kouki (2005). Luonnonmetsissä puiden kuolemista ja kuolleen puuaineksen ominaisuuksia ovat tutkineet mm. Karjalainen ja Kuuluvainen (2002) ja Rouvinen ym. (2002). Hautalan ym. (2004) tutkimuksessa puolestaan selvitettiin, mikä vaikutus jättöpuuryhmillä, puuston koneellisella hakkuulla ja maanpinnan äestyksellä on lahoppuun säilymiselle kuusivaltaisia metsiä uudistettaessa.

Luonnonmukaisen metsän aikaansaaminen vaatii huomattavan pitkän ajan. Ennallistamisella voidaan palauttaa hoidettujen metsien köyhtynyttä rakennetta mukailemaan sukkession alkuvaiheen tilannetta. Monesti tarvitaan useita samanaikaisia ennallistamismenetelmiä (Lilja 2006). Kivennäismaiden talousmetsien ennallistamisessa käytettyjä menetelmiä ovat lahoppuun lisääminen yksittäisiä puita tai puuryhmiä vaurioittamalla tai pienaukkoja tekemällä (maahan kaato, kaulaus tai muu vioittaminen) sekä erikokoisten paloalojen tuottaminen pystyyn jätettyjä ja maahan kaadettuja puita polttamalla (esim. Lilja ym. 2005). Puiden maahan kaato voidaan toteuttaa joko metsurityönä tai koneellisesti esimerkiksi kaivinkoneella. Metsurityössä kohteelle syntyy hakkuukantoja, kun taas koneellisessa kaadossa puut voidaan kaataa myrskytuhoa jäljitellen juurineen. Puun kaatuessa juurineen paljastuu samalla kivennäismaata, joka edesauttaa metsämaan taimettumista. Soiden ennallistamisessa kyseeseen tulee ojituksen aikaansaaman puuston kasvulisän poistaminen, lahoavan kuolleen puuaineksen lisääminen puita kaulaamalla ja kaatamalla sekä vesitalouden järjestelyt eli suovedenpinnan palauttaminen ennen ojitusta vallinneelle tasolle. Soiden vedenpinnantason säätelyä varten voidaan rakentaa puupatoja tai täyttää ojat esimerkiksi kaivinkoneella. Menetelmistä jälkimmäinen tulee kysymykseen, mikäli ojien varsilla on vielä jäljellä ojituksessa syntyneitä ojamaita.

Ennallistamistoimien laajetessa kattamaan yhä laajempia alueellisia kokonaisuuksia, joudutaan entistä tarkemmin miettimään esimerkiksi kohteiden valintaan, toteutusjärjestykseen sekä valittujen menetelmien ekologiseen ja taloudelliseen tehokkuuteen liittyviä kysymyksiä. Vaikka tietämys luonnonmetsien ominaisuuksista onkin lisääntynyt viime aikoina voimistuneen luonnonmetsätutkimuksen ansiosta, ei tutkittua tietoa erityyppisten ja käytössä olevien ennallistamistoimien pitkän aikavälin vaikuttavuudesta ole juurikaan julkaistu koskien boreaalisen vyöhykkeen metsiä. Tiedon kerääminen ennallistamisvaikutusten määrittämiseksi on kuitenkin aloitettu ja seurantaa on tehty mm. Metsähallituksen (Tukia ym. 2003, Hokkanen ym. 2005, Ollonqvist ym. 2007) ja Metsäntutkimuslaitoksen (Vanha-Majamaa ym. 2006, 2007, Eerikäinen ym. 2007a, Hekkala & Tolvanen 2008, Tarvainen ym. 2008, Tolvanen ym. 2008) toteuttamalla ennallistamiskohteilla. Ennallistamiskohteiksi luettavien puustoisten metsäalueiden ja ojitettujen soiden suojelutason parantamiseen tähtäävien ennallistamistoimien kehittäminen samoin kuin sovellettujen ennallistamismenetelmien ekologisten vaikutusten määrittäminen kaipaavat lisätutkimusta (Ennallistamistyöryhmä 2003).

Ennallistamistutkimus on ekologisten vaikutusten osalta pitkäkestoista seurantatutkimusta, sillä kestokoejärjestelyistä koottujen empiiristen aikasarja-aineistojen kerääminen ja analysointi vaativat oman aikansa. Empiiristen tutkimustulosten puuttuessa joudutaan erityisesti ennallistamistoimien suunnitteluvaiheessa tarkastelemaan erilaisten toimenpiteiden vaikuttavuutta (ts. ennallistettujen metsien luonnontilaistumista) metsikkösimulaattoreiden avulla eli simuloimalla puuston käsittelyjä ja ennustamalla puuston kehitystä. Nykyiset metsätalouden käytössä olevat laskentajärjestelmät (Pukkala 2001, Hynynen ym. 2002) eivät kuitenkaan suoraan sovellu metsäluonnon ennallistamis- ja luonnonhoitokohteiden toteutuksen suunnitteluun, sillä niissä käytettyjen kasvu- ja tuotosmallien laadinnassa on pääsääntöisesti käytetty hoidetuista talousmetsistä kerättyjä aineistoja. Myöskään talousmetsien hoidon optimoinnissa ja perinteisen metsätalouden kannatta-

vuuslaskelmissa käytetyt kustannus- ja hyötytekijät eivät kaikilta osin sovellu suojelualueille tehtäviin laskentoihin. Metsäluonnon ennallistamisen suunnittelun ja toteutuksen tueksi tarvitaankin laskentasysteemejä, joissa käytettävät ennustemallit kuvaavat puuston ja monimuotoisuustunnuksen kehityksen ennallistetuissa metsissä. Myös kustannuslaskennan tulisi perustua todellisiin, ennallistamistoimenpiteiden toteutuksesta aiheutuneisiin kustannuksiin.

1.2 Kolin kansallispuisto ja sen merkitys suojelu- ja tutkimusalueena

Kolin kansallispuisto sijaitsee Pielisen länsipuolella, Enon ja Kontiolahden kuntien sekä Lieksan kaupungin alueella. Kolin aluetta luonnehtivat Pohjois-Karjalalle tyypilliset vaaramuodostumat, joiden johdosta maanpinnan korkeusvaihtelu on monin paikoin suurta. Esimerkiksi Kolin vaarojen ja samalla koko Keski- ja Etelä-Suomen korkein kohta eli Ukko-Kolin huippu sijaitsee 347 metriä merenpinnan ja 253 metriä Pielisen pinnan yläpuolella. Kolin maisemaa kirjavoittavat ja sen luonnonolosuhteisiin vaikuttavat myös alueella sijaitsevat lukuisat lammet, purot ja muut pienvedet, kuten lähteet sekä usein pienialaiset mutta runsaan ravinteisuusvaihtelun ja lähdevaihteisuuden ansiosta lajistorikkaat suoalueet.

Valtio hankki maa-alueita ensimmäisen kerran Kolin alueelta vuonna 1907, sillä jo tuolloin alueella todettiin olevan merkittäviä kulttuurillisia, maisemallisia ja matkailullisia arvoja, joiden säilyminen haluttiin varmistaa. Kolin valtionmaan pinta-ala oli perustamishetkellä 1117 hehtaaria. Vuosina 1924–2007 valtion omistamien Kolin maa-alueiden hallinnoinnista vastasi Metsätutkimuslaitos. Vuoden 2008 alussa Kolin kansallispuisto siirtyi Metsähallituksen hallintaan. Kolin kansallispuiston kokonaispinta-ala oli sen perustamishetkellä vuonna 1991 yhteensä 1135 hehtaaria, josta vesialueiden osuus oli 186 hehtaaria (Laki Kolin... 1991). Nykyisin kansallispuisto kattaa noin 3000 hehtaarin laajuisen alueen. Kansallispuistossa vierailevien matkailijoiden ja retkeilijöiden määrä on tätä nykyä vuositasolla yli 100 000 henkilöä.

Kolin kasvillisuuteen ja eläinlajistoon keskeisesti vaikuttavien geologisten luonnonmuodostumien syntyhistoria tunnetaan hyvin, johtuen alueella toteutetuista lukuisista kallio- ja maaperän ominaisuuksia kartoittaneista tutkimuksista (esim. Kohonen ym. 2000). Kolin kallioperässä esiintyvien emäksisten ja helposti rapautuvien diabaasi- ja gneissigraniittikivilajien vaikutukset maaperään on otettu huomioon erityisesti nykyisen kansallispuiston pohjoisosan alueella suoritetuissa kasvillisuuskartoituksissa ja tutkimuksissa (Kärkkäinen 1994, Hokkanen 2003, 2006). Sekä vaaramuodostumien että Pielisen järvioltaan vaikutuksesta myös Kolin alueen ilmasto-olot ovat poikkeavat vastaavalla leveyspiirillä sijaitseviin muihin alueisiin verrattuna. Siten ainakin kasvillisuusvaikutusten osalta lämpö- ja kosteusoloiltaan vaihtelevan paikallisilmaston voidaan katsoa muodostuvan suuralueilmastoa merkittävämmäksi tekijäksi (Kärkkäinen 1994).

Vuosina 1996–1997 Kolin kansallispuistoon perustettiin 60 pysyvää avainbiotooppikoealaa ja 48 vertailukoealaa (kontrollikoealat), joilta määritettiin yhteensä 217 putkilokasvia, 91 sammal- ja 9 jäkälälajia (Hokkanen ym. 2003). Avainbiotooppien lajisto oli monipuolisempaa kuin vertailukoealoilla. Avainbiotoopeilla kasvoi monia harvinaisia kasvilajeja mm. neidonkenkä (*Galypso bulbosa*), tikankontti (*Cypripedium calceolus*), metsänemä (*Epipogium aphyllum*), lehtoneidonvaippa (*Epipactis helleborine*), lehtomatara (*Galium trifolium*), lehto-orvokki (*Viola mirabilis*), kotkansiipi (*Matteuccia struthiopteris*) ja soikkokaksikko (*Listera ovata*). Kolin kansallispuiston avainbiotoopeilla esiintyi sekä itäisiä että pohjoisia taiga-lajeja, kuten myyränporras (*Diplazium sibiricum*), korpisorsimo (*Glyceria lithuanica*), kaiheorvokki (*Viola selkirkii*) ja karjalanruusu (*Rosa acicularis*).

Kolin vaara-alueen kasvillisuudessa on havaittavissa piirteitä sekä eteläisen että pohjoisen Suomen kasvilajistosta, jota selittää kohteen sijainti keskiboreaalisen Pohjanmaan – Kainuun kasvillisuusvyöhykkeen ja eteläboreaalisen kasvillisuusvyöhykkeen vaihettumisalueella (esim. Hakalisto 1987, Kärkkäinen 1994, Hokkanen 2003, 2006). Alueen luontoon ja erityisesti sen kasvillisuuteen ovat monin paikoin kuitenkin ympäristötekijöitä enemmän vaikuttaneet aktiivisen ihmistoinnin eri muodot kuten maanviljely ja metsätalous. Erityisesti kaskiviljelyllä, jota Kolilla on todistettavasti ja yhtäjaksoisesti harjoitettu jo 1700-luvulta aina 1930-luvulle saakka, on ollut alueen luonnon monimuotoisuutta runsastuttava vaikutus.

Lajistonsuojelullisessa mielessä parhaita esimerkkejä kulttuurivaikutuksen tuottamista luontotyypeistä ovat valtakunnallisestikin arvokkaat, entisille kaskimaille muodostuneet niitetyt, karut niityt eli ahot. Jatkuvan hoidon piiriin lukeutuvista, vuosittain niittämällä käsiteltävistä Kolin ahoista ovat eliölajiston ja elinympäristöjen suojelun kannalta merkittäviä kohteita muiden muassa Ikolanaho, Purolanaho, Mäkränaho, Havukka-aho ja Mustanniitty (Grönlund & Hakalisto 1998). Lajistollisesti arvokkaita kohteita ovat myös esimerkiksi Paimenenvaaran lehdot, joiden syntyyn ja nykyiseen olemukseen kaskeamisella ja sitä seuranneella laiduntamisella oletetaan olleen vaikutuksensa.

Metsäntutkimuslaitos aloitti kaskeamisen Kolilla uudelleen 55 vuoden tauon jälkeen vuonna 1994, jolloin Kolin toimipisteen lähistöllä poltettiin hehtaarin suuruinen kaski 60-vuotiaassa istutuskusikossa (Salo 1998). Vuodesta 1994 lähtien Kolilla on poltettu lähestulkoon vuosittain sekä havumetsä- eli huuhtakaskia että lehtimetsäkaskia. Kaskenpoltolla turvataan kansallismaiseman ja luonnon säilyminen moni-ilmeisenä ja monimuotoisena. Kasvillisuussukessiota on tutkittu 10 vuoden ajan huuhtakaskien koeruuduilla ja todettu kasvilajien (putkilokasvit, sammalet ja jäkälät) lukumäärän lisääntyvän kaskeamisen vaikutuksesta kontrolliruutuihin verrattuna (Ruokolainen & Salo 2006). Lisäksi kaskeamista voidaan käyttää metsän uudistamisen menetelmänä erityisesti Kolin kaltaisilla kulttuurimaiseman ja ympäristönsuojelun erityisalueilla.

Valtaosa, eli 2554 hehtaaria, Kolin kansallispuiston alueesta sisältyy Natura 2000 -suojeluohjelmaan. Kansallispuiston luonnonvarakartoituksissa on alueelta tunnistettu yhteensä 14 eri Natura 2000 -luontotyyppiä, joista suojelullisessa mielessä arvokkaimpia ovat luontotyyppiin ”Boreaalinen luonnonmetsä (9010)” lukeutuvat vanhan luonnonmetsän (420 ha) ja luonnonmetsän varhaisen kehitysvaiheiden (noin 100 ha) kohteet sekä huomattavan monimuotoiset ja -lukuiset ”Boreaaliset lehdot (9050)” (noin 100 ha).

Myös perinnebiotooppeihin lukeutuvien luontotyyppien kuten ”Alavat niitetyt niityt (6510)”, ”Hakamaat ja kaskilaitumet (9070)” ja ”Vuoristojen niitetyt niityt (6520)” suojelullinen merkitys on kiistaton. Kansallispuiston alueelta on tunnistettu 16 lintudirektiivin lajia, 8 luontodirektiivin liitteen II lajia ja 20 valtakunnallisesti uhanalaiseksi tai vaarantuneeksi luokiteltua eliölajia (Lovén 2005). Vanhanmetsän uhanalaisista lajeista mainittakoon haavalla elävät lajit, kuten harmaasulkukotilo (*Bulgarica cana*) ja haapariippusammal (*Neckera pennata*), joista harmaasulkukotilo lukeutuu vanhoissa lehdossa eläviin maakotiloihin, kun taas haapariippusammalta tavataan lehtojen lisäksi tuoreissa vanhoissa kangasmetsissä (Rassi ym. 2001).

Kansallispuistoa edeltänyt valtionpuisto oli jaettu kolmeen metsänhoidolliseen osaan, jotka olivat: aarnialueet, luonnonhoitometsät ja tutkimusmetsät. Aarnialueita lukuun ottamatta valtionpuiston alueella suoritettiin metsänhoidollisia hakkuita, joiden toteutuksessa pyrittiin kuitenkin ottamaan huomioon toimenpiteiden maisemalliset vaikutukset. Valtionpuiston viimeisten toimintavuosien aikana intensiivisimmät hakkuutoimet kohdentuivat nykyisen kansallispuiston pohjoisosan eteläosiin (Metsäntutkimuslaitos 1997). Eri kehitysvaiheessa olevia istuttamalla ja kylvämällä perus-

tettuja metsiköitä sijaitsee kuitenkin lähestulkoon kaikissa osissa nykyistä suojelualuetta. Pohjoisen puustonosan kohdalla viljelykohteiden paikantamista ja historiatiedon keräämistä helpottavat tutkimusmetsätoiminnan ylläpitämät metsänviljelykartat ja -kortisto, joista käyvät ilmi keskeiset toteutukseen liittyvät tiedot. Nykyisen kansallispuiston eteläosan eli niin kutsutun laajennusosan osalta vastaavanlaista historiatietoa ei ole saatavilla.

Ennen vuotta 1991 kansallispuiston alueella harjoitetuilla metsänhoitotoimilla (esim. maanmuokkaus, kylvö, istutus ja ojitus) on ollut suora vaikutus nykyisen suojelun alueen eläin- ja kasvilajistoon. Lajien säilymisen kannalta eräs keskeinen haittatekijä on ollut monimuotoisuuden säilyttämisen kannalta arvokkaiden elinympäristöjen, kuten luonnonmetsäkokonaisuuksien pirstoutuminen. Nykyiset Kolin luonnonmetsäkuviot ovat melko pienialaisia ja entisten talouskäytössä olleiden metsäalueiden ympäröimiä saarekkeitä. Myös lehdossa ja muilla viljavilla kasvupaikoilla sekä hakamailla toteutetuilla kuusen viljelyillä on ollut kasvi- ja sitä kautta eläinlajiston monimuotoisuutta alentava vaikutus. Kolilla on istutuskuusikoita, joiden maannoksen perusteella voidaan sanoa lukeutuvan lehtoihin (vrt. Mannerkoski 2005, Hotanen ym. 2008), mutta joiden kasvilajisto on kuusikon sulkeutumisen aiheuttaman valo- ja pienilmastomuutoksen seurauksena siinä määrin köyhtynyt, että lehdon piirteitä ei voi enää juurikaan havaita.

Ennallistamistarvetta kartoittaneissa inventoinneissa Kolin kansallispuiston Natura 2000 -suojelun alueen istuttamalla ja kylvämällä perustettujen metsien yhteispinta-alaksi on määritetty 637 hehtaaria. Kansallispuiston runkosuunnitelmassa keskeiseksi suojelulliseksi tavoitteeksi on asetettu sekä uhanalaisten ja vaarantuneiden eliölajien että Natura 2000 -suojelun alueen arvokkaiden luontotyyppeiden ja niistä riippuvaisten eliölajien suotuisan suojelutason kohottaminen. Keskeisiä Natura 2000 -alueen suojeluarvojen lisäämiseen käytettäviksi valittuja toimenpiteitä ovat metsien ja soiden ennallistamistoimet. Kolilla metsien ennallistamistoiminnan tavoitteeksi on asetettu pirstoutuneiden vanhanmetsäalueiden yhtenäistäminen laajemmiksi kokonaisuuksiksi ja siten harvinaistuneista elinympäristöistä riippuvaisten lajien elinolosuhteiden parantaminen. Valtaosalla ennallistamisalueita lisätään lahoppua, jonka toivotaan edistävän Natura 2000 -suojelun alueen elinympäristöjen ja lajistollisen monimuotoisuuden suotuisaa kehittymistä. Vuosina 1996–2001 ja 2003 tehtyjen inventointien mukaan Kolin kansallispuiston metsissä lahoppuun keskimääräinen tilavuus oli $5,5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (Nieminen 2006), mikä on samaa suuruusluokkaa valtakunnan metsien 9. inventoinnin (VMI9) tuloksissa Pohjois-Karjalan metsäkeskuksen alueen metsä- ja kitumailla yli 10 cm vahvuisen lahoppuun esiintymisestä esitetyn arvion $4,5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ kanssa (Korhonen ym. 2001). Lahoppuun lisääminen on erityisen perusteltua puiston viljelymetsissä, joissa lahoppua oli keskimäärin ainoastaan $1,6 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (Nieminen 2006).

Lähtökohdan Kolin kansallispuistossa tehtävälle laajamittaiselle ennallistamis- ja luonnonhoitotoimenpiteiden toteutukselle sekä ennallistamisvaikutusten seurannalle ja tutkimukselle loi vuoden 2003 toukokuussa käynnistynyt ja lokakuussa 2006 päättynyt Metsäntutkimuslaitoksen Jone-suun toimintayksikön koordinoima ja Euroopan unionin ympäristörahasen rahoittama *LIFE to Koli* – Kansallispuiston metsien ja niittyjen ennallistaminen -hanke. Hankkeessa alueelle laadittiin istutus- ja kylvömetrien ja ojitusaluiden ennallistamissuunnitelma (Eerikäinen ym. 2007a), lehtojen hoitosuunnitelma (Puustinen ym. 2007) ja perinnemaisemien hoitosuunnitelma (Lohilahti & Pajari 2007) ja käynnistettiin suunnitelmien toteutus.

Ennallistamissuunnitelmien tavoitteena on ennallistaa kahdenkymmenen vuoden aikana noin 70 hehtaaria ojitettuja soita ja 370 hehtaaria kivennäismaiden istutus- ja kylvömetriä, käsitellä viidenkymmenen vuoden aikana kaskeamalla 150 hehtaaria metsäisiä alueita, suorittaa lehtojen hoitoa noin 40 hehtaarilla ja toteuttaa perinnebiotooppien hoitotoimia noin 30 hehtaarilla kansallispuiston Natura 2000 -suojelun aluetta.

Kolin kansallispuisto monimuotoisena luontokohteena ja sen olemus luonnonsuojelu- ja tutkimuskohteena yhdessä alueen kiistämättömien suojeluarvojen kanssa luovat erinomaiset lähtökohdat niin ekologis-biologiselle kuin monimuotoisuuskehitystä ohjaavan suojelualueiden hoidon ja käytön suunnittelun tutkimukselle. Kun Metsäntutkimuslaitos vastasi Kolin kansallispuiston hallinnasta, tavoitteena oli Kolin kansallispuiston kehittäminen monitieteelliseksi metsäluonnon tutkimuskohteeksi eli eräänlaiseksi luonnonlaboratorioksi. Tämä edellytti panostamista ajankohtaisiin ja yhteiskunnallisia tietotarpeita palveleviin metsäluonnon tutkimushankkeisiin, jollaiseksi talousmetsien ennallistamisvaikutusten tutkimus voidaan katsoa.

1.3 Tutkimusyhteistyö

Ennallistamisohjelman käynnistysvaiheessa tutkimuksen keskeisenä tehtävänä oli kehittää ennallistamisvaikutusten seurantakoejärjestelyjä ja analysoida eri tavoin käsitellyiltä kohteilta kerättyjä aineistoja. Seurantakokeiden suunnittelu toteutettiin Metsäntutkimuslaitoksen (Metla) Joensuun toimintayksikön koordinoimassa esitutkimushankkeessa 3404 ”Ennallistamistoimien vaikutukset puuston, kasvillisuuden ja makrosienten kehitykseen aiemmin talouskäytössä olleissa metsissä”, kun taas seurantakoejärjestelyjen perustaminen ja tunnusten mittaaminen tehtiin osana *LIFE to Koli* -hanketta (Metlan hanke 8025).

Tavoitetilan eli luonnonmetsän ja sen ominaisuuksien tuntemiseksi tarvitaan aineistoja, jotka on kerätty luonnontilaisista tai lähellä luonnontilaa olevista metsistä (esim. Kuuluvainen 2002). Luonnonmetsätutkimuksen edistämiseksi käynnistettiin Metlassa jo vuonna 1993 tutkimushanke 3124 ”Luonnontilaisten metsien kehitys”, jonka jälkeen metsäluonnon ennallistamiseen liittyviä kysymyksiä selvitettiin osana tutkimushanketta 3317 ”Luonnon- ja talousmetsien rakenteen, kehitysdynamiikan ja monimuotoisuuden erot”. Molempien hankkeiden tuottamaa tutkimustietoa ja niissä toteutettujen seurantojen ohjeistuksia on hyödynnetty Kolilla tehdyssä ennallistamisvaikutusten tutkimuksessa. Esimerkiksi puuston kehityksen seuranta varten Kolille perustettujen kiinteäsäteisten ympyräkoealojen mittausasetelma on pyritty pitämään mahdollisimman samankaltaisena hankkeessa 3317 käytössä olleen mittausasetelman kanssa (ks. Isomäki ym. 1998). Menettelyllä on haluttu varmentaa kahden eri aineistolähteen yhteensopivuus ja vertailtavuus. Luonnonmetsähankkeen (3317) tuottamia tietoja ja aineistoja on käytetty hyväksi määritettäessä eri kasvupaikoilla kehittyneiden luonnontilaisten metsien lajistollisia ja rakenteellisia ominaisuuksia, joiden tuottamiseen ennallistamisessa pyritään, sekä arvioitaessa ennallistettavien kohteiden tavoitetila ja tavoitetilan saavuttamiseen kuluva aika.

Ennallistamistutkimukseen ja luonnonsuojelualueiden hoidon ja suunnittelun kehittämiseen tähtäävä tutkimushanke ”Nykyaikaisiin kaukokartoitustekniikoihin perustuva seurantajärjestelmä suojelualueiden luonnonmetsille ja metsäluonnon ennallistamiskohteille” oli vuosina 2005–2007 toteutettu, ympäristöministeriön rahoittama yhteistutkimus (Joensuun yliopiston hanke 6077). Hankkeen yhteistyötahoja olivat Joensuun yliopiston metsätieteellinen tiedekunta, Metlan Joensuun toimintayksikkö ja Helsingin yliopiston geodeettinen laitos. Hankkeessa selvitettiin eri kaukokartoitusmenetelmien (laserkeilaus ja digitaaliset ilmakuvat) käyttökelpoisuutta kasvupaikoiltaan, kehitysvaiheeltaan ja käsittelyhistorialtaan toisistaan poikkeavien elinympäristöjen sijainnin ja rakenteellisten ominaisuuksien määrittämisessä, ennallistamiskohteiden havainnoinnissa ja ennallistamisen käynnistämien muutosten tulkinnaissa. Kyseisen tutkimushankkeen keskeinen tavoite oli tuottaa välineitä suojelualueiden erityiskohteiden (lehdot, luonnonmetsät, suuret haavat ja haapametsiköt, ennallistamiskäsitellyt metsät, jne.) ilmasta tapahtuvan havainnoimiseen ja muutostulkintaan. Tutkittujen menetelmien potentiaalisia sovelluskohteita ovat uudet suojelualueet,

joiden luonnonvaratiedot joko puuttuvat tai ovat vaillinaiset ja joissa suoritettavien luonnonvarainventointien tehostaminen kaukokartoitusmenetelmin voisi aikaansaada merkittäviä resurssi- ja kustannussäästöjä. Hanke teki läheistä yhteistyötä sekä ennallistamisvaikutusten seurantahankkeen 3404 ja *LIFE to Koli* -hankkeen 8025 että luonnonmetsähankkeen 3317 kanssa.

Puustoltaan tasaikäisten ja -kokoisten talousmetsien ennallistamisen eräs tavoite on monipuolistaa puuston rakenteellista vaihtelua ja lisätä puulajivaihtelua. Metlan hankkeen 3279 ”Epätasaisen metsikkörakenteen vaikutus puuston kehitykseen ja tuotokseen” ja sen jatkohankkeen 3507 ”Poiminta- ja pienaukkohakkuun käytön mahdollisuudet sekä vaikutukset puuntuotantoon ja metsikön kasvatuksen kannattavuuteen” tuottama tutkimustieto eri-ikäiskausikoiden uudistumisesta ja kasvusta Etelä-Suomessa on suoraan hyödynnettävissä ja sovellettavissa ennallistamistutkimuksessa. Hankkeessa laadittiin mm. ennustemalleja taimien syntymiselle, elossapysymiselle ja pituuskehitykselle kestokoealoilta kerättyjen aineistojen avulla (Eerikäinen ym. 2007b). Eri-ikäismetsätalous perustuu poimintahakkuihin ja pienaukottamisiin, minkä keskeisenä tavoitteena on saavuttaa tasapainotila, jossa puuston jatkuvasta peitteellisyydestä huolimatta tapahtuu riittävästi luontaista uudistumista. Myös ennallistamisessa tuotetaan pienaukkoja, joiden tarkoituksena on puustorakenteen monipuolistaminen parantamalla luontaisen uudistumisen edellytyksiä kaiken aikaa peitteisenä säilyvissä metsiköissä.

Kolin kansallispuiston pohjoisella osalla sijaitsee kaksi geenireservimetsän aluetta, joista kuusen (*Picea abies*) 122 hehtaarin geenireservimetsäalue on perustettu vuonna 1995 ja 141 hehtaarin laajuinen rauduskoivun (*Betula pendula*) geenireservimetsä vuonna 2005. Näiden geenireservimetsien tehtävänä on säilyttää kahden pääpuulajin paikallista geeniaineesta Kolilla (Koski 1995). Osana kansallista kasvigeenivaraohjelmaa toteutettavan Metlan jatkuvan hankkeen 3347 ”Metsäpuiden geenivarat” tehtävänä on varmistaa Suomen metsien geneettisen monimuotoisuuden säilyttäminen (ml. geenivarojen kartoittaminen, geenireservimetsäverkoston luominen, sivupuulajien kokoelmien perustaminen ja toiminnasta tiedottaminen) sekä hoitaa metsäpuiden genetiikkaan liittyvää kansainvälistä tutkimusyhteistyötä. Puuston luontaisten rakenteellisten ja lajistollisten ominaisuuksien palauttamisen lisäksi ennallistamisessa tulisi pyrkiä myös geneettisen alkuperän luonnontilaistamiseen, mikäli esimerkiksi suojelualueella kasvaa alueelle vierasta alkuperää olevia puita. Esimerkiksi Kolin kansallispuiston istutuskausikoiden geneettinen ennallistaminen eli vieraiden alkuperien poisto tukee myös geenireservimetsän tulevaa käyttöä ja kehitystä. Entisten talousmetsien pienaukottamisten ja polttokäsittelyjen tavoitteena on edistää metsissä tapahtuvaa luontaista uudistumista, joka turvaa geenireservialueen säilymisen elinvoimaisena.

Ennallistamisohjelmien laatimiseksi, ennallistamisen suunnittelun pohjaksi ja toteutukseen tarvittavien resurssien määrittämiseksi tarvitaan ekologisen seurantatiedon lisäksi toimenpiteiden toteutukseen liittyvää tietoa, jota kootaan dokumentoimalla eri ennallistamismenetelmien toteutuskohteittain ja työvaiheittain määritetyt ajanmenekit ja kustannukset. Toteutukseen liittyvän kustannus- ja ajanmenekkitiedon koostaminen aloitettiin osana *LIFE to Koli* -hanketta ja aineistoja on hyödynnetty hankkeessa 3418 ”Kustannustehokas metsien ennallistaminen”, joka on Metlan TUK-tutkimusohjelman ”Metsien monimuotoisuuden turvaamisen keinot ja yhteiskunnalliset vaikutukset” osahanke. Hankkeessa 3418 on laskettu markkinahintaiset ennallistamisen yksikkö- ja hehtaarikustannukset Kolin kohteissa toteutuneiden työmenekkien ja palkkakustannusten avulla. Laskettujen kustannusten avulla saadaan ennusteet markkinahintaisina urakatöinä toteutettaville ennallistamisen työkustannuksille. Tutkimuksessa on selvitetty oppimisen avulla saavutettavia kustannussäästöjä ennallistamisen työlajeissa sekä työntekijöiden vaihtumisesta aiheutuvia lisäkustannuksia (Ollonqvist ym. 2007). Lisäksi on arvioitu ennallistamiseen käytetyn vapaaehtoistyön sekä subventoitujen työllisyysratkaisujen kustannustehokkuutta. Tutkimuksessa

etsitään toimintatapoja, joiden avulla ennallistamiselle asetettuihin tavoitteisiin voidaan päästä kustannustehokkaimmalla tavalla. Tältä osin Kolilla tehty ennallistamistutkimus on jo tuottanut tietoa metsäpolitiikan valmisteluun ja hankkeiden kilpailuttamisen ohjeistamiseen.

Kolin kansallispuiston ja erityisesti sen Natura 2000 -suojelualan hoidon suunnitteluun ja suojelutason kohottamiseen liittyvissä kysymyksissä Metlan yhteistyötahona on toiminut Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. Yhteistyö ympäristökeskuksen viranomaisten ja tutkijoiden kanssa on ollut tiivistä ja liittynyt esimerkiksi ympäristövaikutusten arviointiin ja uhanalaisten lajien suojeluun. EU:n LIFE-Luonto -hankkeiden osalta Metlan ennallistamishankkeet 3404 ja 8025 toimivat yhteistyössä erityisesti Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen hallinnoiman hankkeen ”Karjalan suot ja ikimetsät, helmiä luonnonhistorian ketjussa” ja Metsähallituksen hallinnoiman hankkeen ”Boreaalisten metsien ja puustoisten soiden ennallistaminen” eli ”Metsä-LIFE:n” kanssa.

1.4 Ennallistamistutkimuksen tavoitteet

Ennallistamistutkimuksen tavoitteena on ollut perustaa kestokoejärjestelyt ja seurantakoealat Kolin kansallispuiston Natura 2000 -suojelualan ennallistettuihin, entisiin talousmetsiin sekä analysoida kerätyt ennallistamisvaikutusten seuranta-aineistot. Ennallistamismenetelmien vaikuttavuutta selvitetään kasvupaikoiltaan, kehitysvaiheeltaan sekä kasvi- ja sienilajistoltaan toisistaan poikkeavilla talousmetsien ja ojitettujen soiden ennallistamiskohteilla. Erityinen mielenkiinto kohdennetaan viljavilla kasvupaikoilla toteutettujen ennallistamistoimien vaikuttavuuden määrittämiseen. Tulevaisuudessa seuranta-aineiston perusteella on mahdollista analysoida myös ennallistetuissa metsiköissä tapahtuvaa luontaista uudistumista ja taimien alkukehitystä. Tuloksien avulla arvioidaan miten eri menetelmillä käsiteltyjen entisten talousmetsien ominaisuudet kehittyvät kohti tavoiteltuja luonnonmetsän ominaisuuksia.

Tutkimusaineiston muodostavat kestokoealoilta mitatut empiiriset aineistot, joiden avulla tutkitaan viljelymetsissä ennallistamistoimien vaikutuksesta käynnistyviä kehityskulkuja, määritetään luonnontilaisuutta ja luonnontilaistumisen astetta kuvaavia tunnuksia sekä laaditaan tilastomatemattisia malleja puu- ja puustotunnusten kehityksen ennustamiseksi. Puu- ja puustotunnusten kehityksen lisäksi tutkimuksen tavoitteena on määrittää puustoon ja kasvupaikkaan kohdistuvien toimenpiteiden vaikutus pohja- ja kenttäkerroksessa esiintyvien kasvi- ja sienilajien runsaussuhteisiin. Lisäksi arvioidaan puuston terveydentilan kehitystä ja selvitetään ennallistamismenetelmien (esim. lahoppuun lisääminen puita vaurioittamalla) käytöstä aiheutuvia metsätuhoriskejä.

Puusto-, kasvillisuus- ja sienilajiseurannat antavat tietoa ennallistamistoimien vaikutuksista metsäluonnon monimuotoisuuteen. Syntymis-, kasvu- ja kuolemissmallien avulla voidaan ennustaa käsiteltyjen metsien kehitystä (mm. lehtipuiden syntyminen, puuston kerroksellisuus, lahoppuun kertyminen) ja arvioida siten eri toimenpiteiden ekologista tuloksellisuutta. Täysin uutta tietoa saadaan eri tavoin pystyyn joko yksittäin tai ryhmissä kaulattujen puiden vaikutuksesta kasvillisuuden rakenteeseen. Puiden terveydentilan seuranta tuottaa tietoa metsähygienian ja ennallistamistoimien välisistä suhteista suunnittelun tarpeisiin. Metsien ennallistamissuunnittelun tavoitteena on rajata toimenpiteiden vaikutukset käsittelykohteille eli estää esimerkiksi kaarnakuoriaisten aiheuttamat puustokuolemat ennallistettavien kohteiden ulkopuolisilla alueilla.

Tämä tutkimusraportti on tehty esitutkimushankkeessa ”Talousmetsien ennallistamisen vaikutukset puuston, kasvillisuuden ja makrosienten kehitykseen sekä puiden terveydentilaan” ja sen laadinnassa käytetyt ennallistamisvaikutusten seuranta-aineistot on koottu hankkeessa ”LIFE to

Koli – Kansallispuiston metsien ja niittyjen ennallistaminen”. Esitutkimusraportissa määritetään aihealueen keskeiset tutkimusongelmat ja ennallistamistoimien kohteena olevien Kolin kansallispuiston entisten talousmetsien tavoitetilat. Edelleen siinä esitellään seurannat ja esitutkimuksen osana perustetut kestokoejärjestelyt, joiden avulla pyritään vastaamaan tutkimuksen keinoin avoinna oleviin ja ennallistamiseen liittyviin kysymyksiin. Koemetsiköiden lähtötilannekuvausten lisäksi raportissa esitetään alustavia tutkimustuloksia ennallistamisen vaikutuksista.

1.5 Tutkimushypoteesit ja -kysymykset

1.5.1 Lähtötilanne

Kolin kansallispuiston entisten talousmetsien ennallistamisen lähtökohdan ja tavoitetilan määrittämiseksi voidaan todeta:

1. Kolin kansallispuiston luonnonmetsät ovat eri-ikäis- ja erikokoisrakenteisia, usean puulajin sekametsiä, joissa on runsaasti lahoppua ja joiden pintakasvillisuus on monimuotoista.
2. Entiset talousmetsät, erityisesti viljellyt ja alaharvennetut kasvatusmetsät, ovat tasarakenteisia, yhden puulajin metsiä, joissa ei ole juurikaan lahoppua. Pohja- ja kenttäkerroksen kasvillisuus, erityisesti sulkeutuneissa kasvatuskuusikoissa on niukkaa ja yksipuolista.

1.5.2 Ennallistamisen vaikutukset

Keskeiset tutkimusongelmaa jäsentävät kysymykset puustotutkimusta koskien ovat:

1. Kuinka tehokkaasti entisten talousmetsien ennallistamistoimenpiteet lisäävät kuolleiden pystypuiden ja aikaa myöten eriasteisesti lahonneen maapuun määrää?
2. Lisääntykö kasvamaan jätettyjen puiden kasvu niin, että metsikköön, erityisesti tiheään viljelykoivikkoon, saadaan suuriläpimittaisia runkoja aikaisemmin kuin ilman käsittelyä kehittyneeseen metsikköön? Jos lahoppua halutaan lisätä myös tulevaisuudessa, metsikössä tulisi olla runsaasti suuriläpimittaisia puita tähän tarkoitukseen.
3. Voidaanko lahoavan maapuun määrää lisäämällä parantaa kuusen luontaista uudistumista?
4. Lisäävätkö latvusaukot alikasvostaimien kasvua ja uusien puiden syntymistä niin, että aikaa myöten puuston rakenne muuttuu eri-ikäis- ja kokoisrakenteiseksi? Lisääntykö erityisesti lehtipuiden lukumäärä ja tuleeeko metsistä sekametsiä? Muodostavatko Kolin alueen korkeat hirvi- ja jäniskannat uhan lehtipuiden uudistumiselle ja voivatko ne jopa estää uudistumisen kasvatusmetsiin tehdyissä pienaukoissa?

Muun kasvillisuuden ja eliöstön osalta kysymykset ovat:

1. Muuttuvatko olosuhteet ennallistetuissa metsissä niin, että niissä esiintyy uusia kasvilajeja, mikä lisää aluskasvillisuuden monimuotoisuutta? Edesauttavatko kasvillisuudessa tapahtuvat muutokset myös metsäpuiden uudistumista?
2. Kuinka tehokkaasti suokasvillisuuden palautumista voidaan edistää ojitusalueiden vesitalouden järjestelyjen ja puuston ennallistamiskäsittelyjen avulla?
3. Esiintyykö polttamalla ennallistetuissa metsissä paloista riippuvaisia sienilajeja? Löydetäänkö intensiivisesti seuratuilta polttoaloilta harvoin Suomesta tavattuja sienilajeja?
4. Miten metsäpalon jälkeinen sienilaji- ja kasvillisuussuksessio eroaa avohakkuualojen sienilaji- ja kasvillisuussuksessiosta? Miten kuusikon ja männikön suknessiot poikkeavat toisistaan, ja miten palointensiteetti, palaneen puun määrä ja laatu sekä puulajisuhteet vaikuttavat sieni- ja kasvilajiston kehittymiseen?
5. Kasvavatko heikentyneillä puilla elävien metsätuholaisten kannat (mm. kirjanpainajat, ytimennävertäjät, juurikäätäjä) ennallistetuissa metsiköissä? Voiko tämä aiheuttaa vaurioita käsittelemättömissä naapuripuissa, mikä puolestaan voi lisätä kuolleiden puiden määrää ennallistetuissa metsissä myös tulevaisuudessa?
6. Voivatko tuholaiskannat kasvaa niin runsaiksi, että ne leviävät myös naapurimetsiköihin aiheuttaen mahdollisesti myös Kolin kansallispuiston ulkopuolisilla alueilla puustokuolemia?

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Ennallistamisen tavoitetila – Kolin luonnonmetsät

Ennallistamisen tavoitetilan määrittämisessä on käytetty aineistoja, jotka on mitattu Metlan hankkeessa ”Luonnon- ja talousmetsien rakenteen, kehitysdynamiikan ja monimuotoisuuden erot” (hanke 3317) perustetuilta kestokoealoilta (ks. Siitonen 2001). Kolin kansallispuistoon on perustettu vuosina 1998–2000 yhteensä 18 niin kutsuttua luonnonmetsäkoealaa, joista ennallistamistutkimuksen tarkasteluihin valittiin kivennäismaiden kuusivaltaisia luonnonmetsiä edustavia koealoja viisi kappaletta. Myöhemmin tarkasteluissa on mahdollista käyttää myös muualle Pohjois-Karjalaan ja Itä-Suomen alueelle perustetuilta koealoilta mitattuja tietoja ja tällöin aineistoa pyritään täydentämään erityisesti mäntyvaltaisista luonnonmetsistä mitatuilla koealatiedoilla.

Luonnonmetsäkoealojen puustoaineisto käsittää elävistä ja kuolleista puista puutason tarkkuudella mitattua sijainti- ja ominaisuusaineistoa (Siitonen 2001). Kaikista elävistä ja kuolleista puista ($d_{1,3} \geq 5$ cm) tiedetään puulaji, sijainti ja rinnankorkeudelta mitattu läpimitta. Pituuksien määrittäminen elävien puiden osalta perustuu koepuumittauksiin, kun taas kaikkien kartoitettujen kuolleiden puiden ja rungonkappaleiden pituus tunnetaan. Kuolleen puuaineksen ominaisuuksien (lahopuun laatu ja lahoamisen vaihe) määrittäminen perustuu valtakunnan metsien inventoinnissa käytössä olevaan luokitukseen. Taimien ja pienten puiden ($d_{1,3} < 5$ cm) lukumäärät on laskettu pituusluokittain varsinaisen puustokoealan ositteelta. Lisätietoina luonnonmetsäkoealoilta on mitattu kairamalla valtapuiden keski-ikä ja luonnontilaisuutta kuvaavina tunnuksina muiden muassa kantojen läpimitta, sijainti ja lahoaste.

Ennallistamistutkimuksen tarkasteluihin valitut viisi koealaa sijaitsevat kuusivaltaisessa luonnonmetsässä Ipatin itärinteellä (metsikkökuvio 1518, Kolin kansallispuiston kuviotietokanta 31.12.2007). Luonnonmetsäkoealojen puusto on uusintamittattu vuonna 2006. Runsaspuustoisimman koealan elävän puuston kokonaisrunkotilavuus oli noin $500 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, kun taas alimmillaan elävää puuta koealamittausten perusteella oli noin $350 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. Kuolleiden puiden kokonaisrunkotilavuuden vaihtelu koealoilla oli $60\text{--}120 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. Elävän puuston koealakohtaisen pohjapinta-alaestimaatin minimi oli $30 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ ja maksimi $44 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$.

Metsikkötason tunnusten peruslaskentojen lisäksi luonnonmetsäkoeala-aineiston analyysit tulevat käsittämään puulajeittain ja kuolleiden puiden kohdalla lahoasteluokittain tehtävät kokojakaumatarkastelut. Tarkasteluissa määritetään myös luonnonmetsien tilajärjestystä ja kokojakaumien vaihtelua mittaavia ja kuvaavia indeksejä ja tunnuslukuja. Myös luonnonmetsäkoealojen kasvialajiston ja makrosienilajiston kuvaukset tullaan liittämään osaksi tarkasteluja. Luonnonmetsäkoealojen kasvillisuus on inventoitu vuonna 2006 ja makrosienilajisto on inventoitu vuosina 2006–2008. Kunkin luonnonmetsäkoealan kasvillisuus on inventoitu kolmelta 1 m^2 :n ruudulta ja sienet yhdeltä 100 m^2 :n ruudulta, jotka on sijoitettu puustokoealalle samalla tavalla kuin myöhemmin kuvattavilla ennallistamisvaikutusten seurantakoealoilla (Kuva 4).

Luonnonmetsäkoeala nro 155. Koeala edustaa tavanomaista, melko niukkalajista käenkaali-mustikka -tyyppiä (OMT) (Hotanen ym. 2008). Kenttäterroksen valtalaji oli mustikka (*Vaccinium myrtillus*), jonka peittävyys kolmella kasvillisuusruuduilla vaihteli välillä 20–40 %. Mustikan seassa kasvoi, kuitenkin selvästi alle 10 %:n peittävyydellä, oravanmarja (*Maianthemum bifolium*) ja käenkaali (*Oxalis acetosella*) sekä näitä jonkin verran niukempina mm. puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*), metsätähti (*Trientalis europaea*) ja metsäkastikka (*Calamagrostis arundinacea*). Kahdella kasvuruudulla kasvoi kuusen (*P. abies*) ja pihlajan (*Sorbus aucuparia*) taimia, yhdellä ruudulla

haavan (*Populus tremula*) taimia noin prosentin peittävyydellä. Pohjakerroksen peittävin (keskimäärin hieman alle 20 %) laji oli metsäkerrossammal (*Hylocomium splendens*). Suikerosammalia (*Brachythecium*) ja seinäsammalta (*Pleurozium schreberi*) oli muutamien prosenttien runsaudella kaikilla kolmella kasvillisuusruudulla. Yhdellä ruudulla kasvoi myös metsäliekosammalta (*Rhytidiadelphus triquetrus*) ja laakasammalia (*Plagiothecium*).

Luonnonmetsäkoeala nro 156. Koeala on melko samanlainen (OMT) kuin nro 155, mutta oravanmarjaa oli hiukan vähemmän ja metsäliekosammalta vastaavasti hiukan enemmän. Lisäksi osalla kasvillisuusruutuja kasvoivat, vaikka suhteellisen niukkoina mm. hiirenporras (*Athyrium filix-femina*), metsäimarre (*Gymnocarpium dryopteris*), lillukka (*Rubus saxatilis*), kultapiisku (*Solidago virgaurea*) ja nuokkotalvikki (*Orthilia secunda*). Kuusen (yksi pieni taimi) ja pihlajan taimia oli vain yhdellä kasvuruudulla. Lehväsammalia (Mniaceae) kasvoi pohjakerroksessa niukkana harvakseltaan.

Luonnonmetsäkoeala nro 157. Koeala on edellisiä aloja hiukan karuleimaisempi (OMT-), jossa käenkaalia ja metsäliekosammalta oli vähemmän, mutta esim. mustikkaa ja seinäsammalta enemmän kuin edellä mainituilla koealoilla. Ainoastaan yhdellä kasvillisuusruudulla kasvoi pieni kuusen taimi. Kasvillisuusruuduilla ei havaittu lehväsammalia.

Luonnonmetsäkoeala nro 158. Koeala (OMT) (kuva 1) muistuttaa hyvin paljon ensiksi kuvattua koealaa 155. Kasviruuduilla ei kuitenkaan havaittu metsäkastikkaa, ja oravanmarja, käenkaali ja metsäkerrossammal olivat jossain määrin niukempia kuin koealalla 155. Yhdellä kasvuruudulla kasvoi metsäimarra ja hyvin vähän torvijäkälää (*Cladonia*) ja vastaavasti yhdellä ruudulla lehväsammalia. Kahdella ruudulla oli muutamia hyvin pieniä kuusen taimia.



Kuva 1. Luonnonmetsäkoealalla nro 158 kasvaa muutama suuri haapa ja kuusi. Kenttäkerroksen valtalaji on mustikka ja joukossa kasvaa pienempinä kasvustoina oravanmarjaa ja käenkaalia. Kuva:Metla/Kauko Salo.

Luonnonmetsäkoeala nro 160. Koeala on edellisten, tyypillisten OMT-alojen kaltainen. Metsäimmarre (1–10 %) ja vanamo (*Linnaea borealis*) (0,2–5 %) kasvoivat kaikilla kolmella kasvillisuusruudulla, ja ne olivat jonkin verran runsaampia kuin aiemmin kuvatuilla luonnonmetsäkoealoilla. Nuokkotalvikkia sekä kuusen ja haavan pieniä taimia kasvoi niukasti kahdella, ja pihlajan taimia yhdellä ruudulla. Yhdellä kasvillisuusruudulla oli ahomansikkaa (*Fragaria vesca*) ja nahkajäkälää (*Peltigera*). Torvijäkälää kasvoi hyvin niukasti kahdella ruudulla.

Luonnonmetsäkoealojen makrosienilajisto ja itiöemien lukumäärä inventoitiin ja itiöemien tuorepaino punnittiin pysyviltä aarin kokoisilta koeruuduilta kaksi kertaa kasvukauden aikana elo- ja syyskuussa vuosina 2006–2008. Kaikkiaan näinä kolmena vuotena makrosienilajeja määritettiin yhteensä 210 ja itiöemien lukumääräksi laskettiin 7008 (liite 3). Sienilajisto on monipuolinen ja koeruuduilla esiintyy useita tyypillisiä vanhan metsän lajeja. Joukossa on valtakunnallisesti harvinaisia sieniä tai ne ovat harvalukuisia esiintyen vain vanhoissa ikimetsissä. Vuonna 2006 makrosienilajeja määritettiin koeruuduilta 145 lajia, vuonna 2007 lajeja oli 128 ja vuonna 2008 määritettiin 76 lajia.

Yleisin helttasienisuku on seitikit (*Cortinarius*), joita määritettiin 37 lajia. *Mycena*-suvun lahottajia määritettiin 20 lajia, haperoita (*Russula*) 15, risakkaita (*Inocybe*) 10 ja rouskuja (*Lactarius*) 9 lajia. Yleisiä lahottajasukuja olivat hiippojen (*Mycena*) lisäksi juurekkaat (*Collybia*), 8 lajia ja nääpikät (*Galerina*), 6 lajia. Puuaineen lahottajista suurin suku oli arinakäävät (*Phellinus*), 7 lajia (liite 3).

Lukumäärällisesti yleisin sienilaji oli keltanastakka (*Bisporella citrina*), jonka itiöemiä esiintyi kolmen vuoden aikana 1070 kpl hyvin lahonneiden koivujen rungoilla (liite 3). Toiseksi yleisin sienilaji oli ruotinahikas (*Marasmius epiphyllus*), 785 itiöemää. Ruotinahikas kasvaa erityisesti haavikoissa ja korvissa haavan, mutta myös muiden lehtipuiden äskettäin pudonneiden lehtien ruodeilla. Myös kuusenneulasnahikas (*Micromphale perforans*), joka lahottaa maahan pudonneita kuusen neulasia, ja limahiippo (*Mycena vulgaris*), joka on tyypillinen lehtomaisten kankaitten lahottaja kuusenneulasarikkeella, olivat yleisiä luonnonmetsäkoealoilla.

Yleisimmät mykorritsalajit (helttasieniä) olivat piippa- (*Cortinarius acutus*) ja karhunseitikki (*C. brunneus* var *brunneus*), 89 itiöemää, ja jodiseitikki (*C. obtusus*), 88 itiöemää (liite 3). Kaikki kolme seitikkilajia kasvavat kuusen, mutta myös männyn, seuralaislajeina tuoreissa ja lehtomaisissa kuusikoissa.

Vanhojen metsien harvinaisia kääpiä edustivat koivun rungoissa ja oksissa kasvavat pikireunakääpä (*Phellinus lundellii*) (kuva 2) ja levykääpä (*P. laevigatus*), irtokarakääpä (*Junghuhnia lace-ra*) ja haavoissa loisiva haavanarinakääpä (*Phellinus populicola*). Vanhojen luonnonmetsien eräs tunnuslaji, kuusenkääpä (*Phellinus chrysoloma*) kasvoi elävissä kuusissa, oksantynkien paikalla. Kääpä esiintyy koko maassa, mutta se on yleinen vain Pohjois-Suomessa. Isojen haapojen rungoilla ja oksissa kasvoivat helttasienistä runkovalmuska (*Hypsizygus ulmarius*) ja haaparuostevisnokas (*Crepidotus calolepis*).

Oravuotikka (*Asterodon ferruginosus*) on valtakunnallisesti harvalukuinen orakaslaji, joka kasvaa yleensä luonnontilaisessa aarniossa. Koeruudulla 157 oravuotikan itiöemä on kasvanut laajana kasvustona kaatuneen suuren kuusen rungon alapinnalla kosteassa painanteessa. Kuusen runko oli jo täysin lahonnut (lahoaste 5). Vuonna 2007 koeruudulta 160 inventoitiin kaatuneen hieskoivun kuorellisesta rungosta viisi koralliorakkaan (*Hericium coralloides*) itiöemää (kuva 3). Koralliorakas on valtakunnallisesti harvalukuinen, silmälläpidettävä (NT) sienilaji. Koralliorakas on varsin yleinen tällä vanhan ikimetsän kuviolla, sillä sen itiöemiä on löytynyt myös koealojen 155 ja 156 läheisyydestä vuosina 2007–2008.



Kuva 2. Pikireunakääpä suosii kosteita ja varjoisia biotooppeja ja se kasvaa harvakseltaan koko maassa Tunturi-Lappiin asti. Kuva: Metla/Kauko Salo.



Kuva 3. Koralliorakas suosii puita, jotka pakurikääpä on ensin lahottanut, ja ilmaantuu vanhoihin maahan kaatuneisiin koivuihin vasta pakurikäävän kuoltua. Koralliorakas on vanhojen metsien silmälläpidettävä (NT) laji. Kuva: Metla/Kauko Salo.

2.2 Ennallistamisvaikutusten seuranta – Kolin ennallistamiskokeet

2.2.1 EVS-koesarja

Ennallistamistoimenpiteiden puustovaikutusten seuranta on ulotettu kaikille Kolin kansallispuiston kivennäismaiden ja ojitusalueiden ennallistamiskohteille, joista osa on valittu tutkimusmetsiköiksi. Tutkimusmetsiköissä toteutettavan ennallistamisvaikutusten seurannan (EVS) perustan luo EVS-koesarja, joka toistaiseksi koostuu yhdeksästä eri kokeesta (EVS01, EVS02, ..., EVS09) (taulukko 1, liite 1). EVS-koesarjan tutkimusmetsiköistä mitattavat puustotiedot kerätään kiinteäsäteisiltä ympäräkoealoilta. EVS-koesarjaan kuulumattomien ennallistamiskohteiden puustomuutoksia seurataan kuvioittaisen arvioinnin menetelmin (Luoti maastotyöohje 2003).

Intensiivisemmin seurattavien EVS-kohteiden kiinteäsäteiset ympyräkoalat mahdollistavat puu-, koeala- ja metsikkötasolla tehtävät tarkastelut. Puutasolla toteutettuna seuranta on kuitenkin työläästä ja siten kalliimpaa kuin koeala- ja metsikkötason seuranta. Tästä johtuen merkittävässä osassa ennallistamiskohteista seuranta on toteutettu arvioimalla puustotunnukset relaskooppikoealoilta, jolloin ennallistamistoimien vaikutukset voidaan määrittää joko koeala- tai metsikkötasolla. Relaskooppikoealainventointi on kuvattu Eerikäisen ym. (2007a) laatimassa Kolin kansallispuiston entisten talousmetsien ennallistamissuunnitelmassa. Sekä kiinteäsäteisten ympyräkoalojen että relaskooppikoealojen mittaukset on suunniteltu siten, että mitatuista ja arvioituista tunnuksista voidaan koostaa LUOTI-inventointimenetelmän mukaiset kuvioittaisen inventoinnin tietueet (Luoti maastotyöohje 2003). Kummankin koealatyypin tapauksessa koealat on perustettu ennen ennallistamistoimien suorittamista ja kestokoealojen seurantamittaukset tehdään 1, 3, 5, 10 vuotta käsittelyn jälkeen ja tämän jälkeen aina 10 vuoden välein.

EVS-koesarjan mittausasetelmaan pohjautuvassa tutkimuksessa selvitetään puuston käsittelyjen, kuten puiden kaulaamisen ja puuston polttokäsittelyjen sekä pienaukottamisten vaikutuksia taimien syntymiseen, puulajisuhteisiin, puuston kokojakaumien kehitykseen ja kuolleen puuaineksen muodostumiseen. Ennallistamiskäsittelyistä aiheutuvien puuston rakennemuutosten lisäksi tutkitaan aluskasvillisuudessa tapahtuvia muutoksia ja sienilajiston kehitystä. Metsien terveydentilan seuranta toteutetaan puutasolla siten, että yksittäisten puiden heikkenemiseen ja kuolemaan johtaneet tekijät voidaan tunnistaa.

2.2.2 Puustomuutokset

EVS-koesarjan kestokoealoilta mittaukset tehdään puutason tarkkuudella, koska tavoitteena on esimerkiksi eri tavoin kaulattujen puiden kuolemisajankohdan määrittäminen, lahoamisasteen kehityksen seuranta ja elävien puiden terveydentilan seuranta. Puutasolla tehtävä mittaus mahdollistaa myös eri kilpailuasemassa olevien puuyksilöiden kasvureaktioissa eri ennallistamiskäsittelyjen jälkeen tapahtuvien muutosten tarkastelun ja vertailun, mikä on erityisen kiinnostuksen kohteena pyrittäessä monipuolistamaan puustojen rakenteita. Mittausasetelma pohjautuu Metlan luonnonmetsähankkeessa (hanke 3317) käytössä olevaan varttuneen puuston mittauskäytäntöön (Siitonen 2001). EVS-koesarjan mittauksissa käytettävät maastolomakkeet esitetään liitteessä 2.1–2.3.

Ympyräkoelalla olevat puut mitataan pohjoisesta alkaen, myötäpäivään edeten. Kiinteäsäteisten ympyräkoalojen (kuva 4) mittausasetelmaan yhdistyvät myös taimikoealojen seurantamittaukset ja kasvillisuusseuranta, joiden samanpaikkainen ja -aikainen toteuttaminen mahdollistaa sekä puustomuutosten kasvillisuusvaikutusten analysoinnin että metsän taimettumiskykyyn vaikuttavien puusto- ja kasvillisuusmuutosten määrittämisen. Erityisesti kuusivaltaisten metsiköiden tapauksessa lahoavan maapuun määrällä oletetaan pintakasvillisuuden ohella olevan vaikutusta maapohjan taimettumiskuntoon (Sirén 1955). Myös sienilajiston sukcession seuranta, jota tehdään lähinnä metsänpoltto-kohteilla, on yhdistetty puusto- ja kasvillisuusseurannan mittausasetelmaan (kuva 4). Puutason tarkasteluilla voidaan selvittää mm. puiden välisen kilpailun vaikutusta alikasvostaimien ja reunametsän vaikutusta pienaukoissa kasvavien taimien kehitykseen. Edellä mainittujen lisäksi seuranta on mielekästä ulottaa puutasolle, kun tarkoituksena on erottaa suoraan ja epäsuorasti ennallistamiskäsittelystä aiheutuneet puuston terveydentilan muutokset luontaisten häiriöiden ja metsätuhojen aiheuttamista muutoksista.

Taulukko 1. EVS-koesarjan koejäsenten ja luonnonmetsäkoealojen (LM) yleistedot ja seurannat.

	EVS01	EVS02	EVS03	EVS04	EVS05	EVS06	EVS07	EVS08	EVS09	LM
Pinta-ala, ha	9,7	6,3	2,8	5,8	6,8	1,0	1,3	0,6	3,4	12,3
Kuivot*	1465, 1488	1383	1302	831, 916	836, 837, 850	1338	980, 981, 982	889	485, 486, 503, 504	1518
Pääpuulaji	kuusi	kuusi	kuusi	mänty, kuusi	mänty	hieskoivu	kuusi	kuusi	mänty	kuusi
Käsittely**	2, 3	4	4	5	1, 7, 8	6, 8	2, 6	1	6, 8	
kaulus	9/2004				9-12/2004	7/2003	5/2003	5/2003	7/2003	
kaato	9/2004	6/2004	6/2004		9-12/2004					
poltto		7/2005	7/2005	6-7/2006						
ojien täyttö					11/2004	7/2003	7/2003		7/2003	
Koeala, m ²	400	400	400	400	400	100	100	100	100	900/1600
Koealoja	15	13	7	10	15	6	12	8	22	5
Perustamisvuosi	2004	2004	2004	2005	2004	2003	2003	2003	2003	1998
puusto	2004, 2005	2004, 2005	2004, 2005	2005, 2008	2004, 2005	2003, 2004, 2006	2003, 2004, 2006	2003, 2004, 2006	2003, 2004, 2006	2006
kasvillisuus	2004, 2007	2004, 2007	2004, 2007	2005, 2007	2004, 2007	2003, 2006	2003, 2006	2003, 2006	2003, 2006	2006
sienilajisto				2005-2008						2006-2008
kirjanpainajat		2005-2008	2005-2008							
Seurantaavustajat					2005, 2006					

* Kolin kansallispuiston kuviotietokanta 31.12.2007.

** Käsittelyt: 1 = yksittäisten puiden kaulaus; 2 = puiden kaulaus ryhmässä (ryhmäkaulus); 3 = puiden maahankaato ryhmässä (pienaukottaminen); 4 = puiden maahankaato ja poltto; 5 = puuston pystypolttö; 6 = ojen tukkiminen patoamalla; 7 = ojen koneellinen täyttö; 8 = puuston harvennus ja puuston turvemailla.

EVS-koealan koko on 400 m². Kaikista pystyssä olevista, rinnankorkeusläpimitaltaan vähintään 5 cm lukupuista (konkelot luetaan pystypuiksi) määritettävät tai mitattavat tunnuksat ovat: puun numero, suunta, etäisyys koealan keskipisteestä, puulaji, puujakso, tuhon ilmiäsu, tuhon aste, tuhon aiheuttaja, käsittely, kuoriprosentti, ristimitattu rinnankorkeusläpimitta (mm) ja koepuukoodi, minkä lisäksi kuolleista pystypuista tai katkenneista puista määritetään ulkoasu ja mitataan pystyssä olevan rungonosan pituus (dm), kaltevuuden tai kaartumisen aste, rungon kaatumis-, kallistumis- tai kaartumissuunta sekä lahoaste. Koepuuksi valitaan joka kolmas kunkin koealalla esiintyvän puulajin elävä pystypuu alkaen ensimmäisestä puusta. Koeapuista mitataan pituus (dm) ja korkeus elävän latvuksen alarajaan (dm) (kuva 5). Myös neljän läpimitaltaan suurimman puun eli valtapuun pituus (dm) mitataan. Valtapituuskoepuumittaukset suoritetaan puulajeittain.

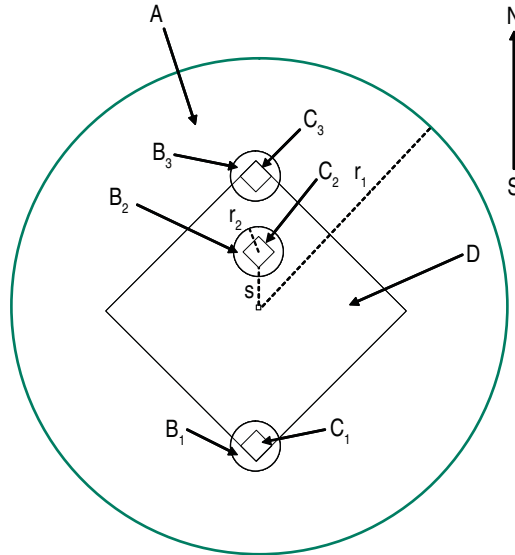
Maappu mitataan, jos sen syntypiste on koealalla. Mikäli syntypiste ei jostakin syystä ole määritettävissä, ratkaisee tyvipään sijainti maapuun sijainnin ja mittaamisen. Tämä koskee myös tyveysiä ja muita sahattuja rungonosia. Koealan ulkopuolelle pudonnutta latvaa ei lueta koealaan kuuluvaksi. Maapuista määritettävät tai mitattavat tunnuksat ovat: maapuun numero, tyvipään etäisyys ja suunta koealan keskipisteestä määritettynä (koordinaatit), puulaji, ulkoasu, maapuun (pl. koepuukoodi 5) rinnankorkeusläpimitta (cm, minimiläpimitan ollessa 5 cm), kappaleen (koepuukoodi 5) keskikohdasta mitattu läpimitta (cm), yhtenäisen maapuun tai sen osan pituus (dm) sekä rungon kaatumissuunta ja lahoaste. Hakkuukannoista määritetään lisäksi puulaji, ristiin mitattu kantoläpimitta (mm), korkeus (dm) ja lahoaste.

Taimet ($0,1 \text{ m} \leq h < 5,0 \text{ m}$) mitataan kasvillisuusruudun keskipisteeseen sijoitettavalta taimikoealalta, joka on 4 m²:n kiinteäsäteinen ympyräkoeala (säde 1,13 m). Elävien taimien lukumäärä määritetään puulajeittain 13 pituusluokassa (0,10–0,19 m; 0,20–0,29 m; 0,30–0,39 m; 0,40–0,49 m; 0,50–0,99 m; 1,00–1,49 m; 1,50–1,99 m; ... ; 4,50–4,99 m). Pääsääntö on, että kullekin EVS-ympyräkoealalle sijoitetaan yksi taimikoeala ja kasvillisuusruutu, jonka eteläkulma sijaitsee kaksi metriä puustokoealan keskipisteestä pohjoiseen (kuva 4). EVS04-polttokäsittelykokeen tapauksessa (yhteensä 10 ympyräkoealaa kuvioilla 831 ja 916) mittaasetelmaa on täydennetty sienilajiston seurannalla ja laajennetulla kasvillisuusmuutosten seurannalla siten, että kullakin EVS-ympyräkoealalla on kolme kasvillisuusruutua ja taimikoealaa (taulukko 1, kuva 4).

Tutkimuksen tavoitteena on laatia ja testata puu- ja puustotunnusten ennustemalleja ennallistamiskäsiteltyjen metsiköiden kehityksen ennustamiseksi ja luonnontilaistumisprosessien analysoimiseksi. Vallitseviin jaksoihin lukeutuvien puiden osalta tullaan testaamaan jo olemassa olevien talousmetsäaineistoihin perustuvien ennustemallien toimivuutta. Uusia regressiomalleja sitä vastoin tullaan laatimaan taimien syntymiselle ja kehitykselle sekä vallittujen jaksojen puiden kehitykselle (esim. Eerikäinen ym. 2007b). Taimien syntymisen ja elossapysymisen osalta kysymykseen tulevat yleistetyt lineaariset mallit (McCullagh & Nelder 1989). Syntyvien taimien lukumäärien ennustamisessa voidaan käyttää Poisson-malleja, kun taas logistiset mallit soveltuvat puiden elossapysymisen ja tuhojen mallintamiseen. Puutunnusten kehitystä kuvaamaan laadittavat kasvumallit ovat tyypiltään joko lineaarisia tai epälineaarisia regressiomalleja. Aineiston spatiaalisista ja temporaalisista korrelaatorakenteista johtuen mallintamisessa sovelletaan sekamallinnuksen menetelmiä (esim. Searle 1971, Goldstein 1995). Yhtälöryhmien eli simultaanisten mallien estimoinnissa sovelletaan lisäksi simultaanisen regression menetelmiä; mallin satunnais-tekijöiden simultaaninen korrelaatio voidaan ottaa huomioon esimerkiksi *Seemingly Unrelated Regression* (SUR) -estimoinnilla (ks. Zellner 1962, Lappi 1991, Davidson & MacKinnon 1993).

Malleista koostettujen kasvu- ja tuotossimulaattoreiden avulla voidaan simuloida mallimetsiköiden kehitystä sekä tarkastella ennallistamistoimien käynnistämiä kehityskulkuja ja eri toimenpi-

teiden puustovaikutuksia. Mallit voidaan tarvittaessa yhdistää jo olemassa oleviin talousmetsien laskentajärjestelmiin (esim. Motti-simulaattori), mikä laajentaa niiden soveltuvuuden myös ennallistamissuunnitteluun ja -tutkimukseen.



Kuva 4. EVS-koeala ja sen eri mittausositteet. A = puustokoeala ($r_1 = 11,28$ m, pinta-ala = 400 m²), B₁–B₃ = taimikoealat ($r_2 = 1,13$ m, pinta-ala = 4 m²), C₁–C₃ = kasvillisuusruudut (1 m × 1 m, pinta-ala = 1 m²; $s = 2$ m) ja D = sienikoeruutu (10 m × 10 m, pinta-ala = 100 m²).



Kuva 5. Puustokoealan koepuista mitattiin mm. pituus ja korkeus elävän latvuksen alarajaan.
Kuva: Metla/Kalle Eerikäinen.

2.2.3 Kasvillisuusmuutokset

Kolin kansallispuiston Natura 2000 -suojelualueella toteutettavien viljelymetsien ja ojitettujen turvemaiden ennallistamisen kasvillisuusseurantojen tavoitteena on dokumentoida, analysoida ja selvittää erilaisten ennallistamistoimenpiteiden aiheuttamia kasvillisuusmuutoksia. Kasvillisuuskartoitukset suoritetaan erityyppisille kasvupaikoille perustetuilta pysyviltä kasvillisuusruuduilta (kuva 6). Kasvillisuudessa tapahtuneita muutoksia selitetään kasvupaikkatekijöillä ja metsikkötunnuksilla, erityisesti puuston rakenteen muutosta kuvaavilla tunnuksilla. Tutkimuksessa pyritään selvittämään esimerkiksi ojitusalueiden vesitalouden järjestelyjen ja puuston ennallistamiskäsittelyjen yhdysvaikutusta kasvillisuuden rakenteeseen. Seuranta perustuu kestokoejärjestelyyn, jossa kullekin kasvillisuusseurantaan valitulle kohteelle sijoitetaan systemaattisesti useita kasvillisuusruutuja. Kasvillisuuden seuranta on kytketty puuston seurantaan siten, että puustotunnukset mitataan samoista kohdista kuin kasvillisuuskin (kuva 4). Tämä mahdollistaa puuston käsittelyn ja kasvillisuudessa havaittavan muutoksen välisen riippuvuuden analysoinnin. Samalla voidaan selvittää pintakasvillisuuden vaikutusta metsikön uudistumiskykyyn.

Kasvillisuus- ja sieniaineistot talletetaan ja muokataan monipuoliseen ja avoimeen R-ohjelmointiympäristöön (<http://www.r-project.com>) sopiviksi. Kasvi- ja sieniyhteisöjen muutoksen suuruutta ja voimakkuutta analysoidaan ei-metrisellä moniulotteisella skaalauksella (NMDS), joka on vakain yhteisöekologinen ordinaatiomenetelmä (Minchin 1987). Selittävät metsikkö- ja puustotunnukset sovitetaan ordinaatioavaruuteen vektoreina, mikä mahdollistaa usean selittävän muuttujan tarkastelun samanaikaisesti samassa kuvassa (Hotanen 2003), sekä ns. muuttujapintoina, mikä taas ottaa huomioon ympäristömuuttujan ei-lineaarisuuden suhteessa kasvillisuuden rakenteeseen (Oksanen ym. 2008). Lajiryhmä- ja lajitasolla muutoksia tarkastellaan kuvin sekä analysoidaan normaaleilla riippuvien otosten tilastollisilla menetelmillä (varianssianalyysi, aikasarja-analyysit).



Kuva 6. Kasvillisuus inventoitiin pysyviltä 1 m²:n ruuduilta. Kuva: Metla/Kalle Eerikäinen.

2.2.4 Sienilajiston kehitys

Sienilajiston kehitystä seurataan kahdessa tutkimusmetsikössä (EVS04): kuusivaltainen metsikkö (kuvio 916) sijaitsee Pieni-Mäkrän itärinteellä ja mäntyvaltainen metsikkö (kuvio 831) Kolin Pitkäsuon länsirinteellä. Molemmissa metsiköissä on kolme kesällä 2006 pystyyn poltettua koeruutua ja kaksi kontrollikoeruutua, jotka on rajattu polton ulkopuolelle (liitteet 4 ja 5). Sienikoeruutuja on siten yhteensä 10.

Pysyvästi maastoon sijoitettujen sienikoeruutujen koko on 100 m² (10 m × 10 m) (kuva 4). Sieniruutu sijaitsee puustokoealan keskellä siten, että sienilajistossa (erilaiset lahottajasieniryhmät ja mykorrhizasienet) ja puuston kehityksessä tapahtuvat muutokset voidaan analysoida yhdessä ja huomioida eri sieniryhmien sukkessiokehitys uuden puusukupolven kasvaessa poltetuilla koeruuduilla.

Sieni-inventointi tehtiin kaikilta 10 pysyvältä koeruudulta ennen polttoa vuonna 2005. Kokeen perustamisen jälkeen koeruutujen sieni-inventointi on tehty vuosittain siten, että kaikki maassa ja puilla kasvavat makrosienet on kerätty ja määritetty 3–4 kertaa kasvukauden aikana. Koeasetelma mahdollistaa mänty-kuusisekametsässä ja kuusimetsässä esiintyvien mykorrhizasienien sukkessiokehityksen tarkastelun, minkä lisäksi verrataan eri makrosienilajien ekologiaa ja sieniyhteisöjen rakennetta pystyyn poltetuissa ja palamattomissa metsissä ja määritetään poltetuille koeruuduille ilmestyvien pioneirisienten lajimäärä ja sukkessio.

Koeruuduilta kerättiin, määritettiin ja punnittiin kaikki sienilajit maastossa, minkä lisäksi osa vaikeista taksoneista kuivattiin myöhempää mikroskooppista tarkastelua varten. Vaikeasti määritettävien sienilajien itiöemät mikroskopoiitiin Joensuun yliopiston laboratoriossa. Kuivatut preparaattinäytteet on varastoitu Metlan Joensuun toimintayksikköön ja osa määritetyistä sienilajeista Joensuun yliopiston biotieteiden laitoksen kokoelmiin. Lisäksi koeruuduilta tutkittiin palaneen puun määrä ja laatu sekä arvioitiin palointensiteettiä. Palaneiden puiden ja maassa lahoavien puiden lahoaste on määritetty EVS-ympyräkoealojen mittauksessa käytetyn mittaushjeen mukaan asteikolla 1–5 (liite 2), joka on sama kuin valtakunnan metsien inventoinnissa ja luonnonmetsäkoealojen mittauksessa käytetty luokitus.

Kontrollikoealoilta ja hiilialustalta maassa ja maapuissa kasvavat makrosienet (mukaan lukien käävät, kääväkkaat ja kupu- sekä kotelosienet) määritettiin lajitasolle, sillä tavoitteena oli selvittää sienilajisukcession kehittyminen metsäpalon jälkeen sekä sieniyhteisöjen muodostuminen yhdessä kasvilajien kanssa. Tutkimuksessa selvitettiin heti palon jälkeen alueelle ilmestyvät luonnon monimuotoisuuden kannalta merkittävät pioneirisienilajit (Basidiomycetes, Ascomycetes, Aphyllophorales) sekä niiden runsaussuhteet ja suhde kasvualustaan. Eri sienilajien esiintymiseen vaikuttavia tekijöitä selvitettyä on tärkeää tutkia, miten palointensiteetti, palaneen puun määrä ja laatu sekä puulajisuhteet vaikuttavat sienilajiston kehittymiseen. Osana sienisukcession kehitystä tutkittiin kuplamörskyn (*Rhizina undulata*) vaikutusta uudistumiseen.

Hiilialustaa ja palanutta puuta vaativien ns. palosienten (Basidiomycetes, Hymenomycetes, Pezizomycetes) runsaussuhteiden selvittämiseksi on otettu sekä ennen polttoa kesäkuussa että polton jälkeen syyskuussa koeruutujen välittömästä läheisyydestä kairalla 10 humusnäytettä kutakin koealaa kohden ns. kokoomanäytteenä. Siten vuonna 2006 otettiin yhteensä 20 kokoomanäytettä. Joensuun toimintayksikön laboratoriossa humusnäytteistä on analysoitu kivi- ja hivenravinteet ja ICP:llä pH, pää- ja hivenravinteet.

2.2.5 Abioottisten ja bioottisten metsätuhojen kehitys

Eri ennallistamismenetelmien käyttöön liittyvien bioottisten ja abioottisten riskitekijöiden määrittäminen on osa tutkimushanketta. Bioottisista riskitekijöistä voidaan mainita esimerkiksi kaarna-kuoriaisten, erityisesti kirjanpainajien, joukkolisääntymisen uhka (kuva 7) sekä juurikäävän aiheuttaman männyntyvitervastaudin (*Heterobasidion annosum*), kuusentyvilahon (*H. parviporum*) ja mesisienten (*Armillaria spp.*) leviämisen uhka kesäaikaisessa lahoppaan lisäämiseen tähtäävässä puiden vaurioittamisessa. Näiden bioottisten tuhonaiheuttajien sekä abioottisten tuhonaiheuttajien, kuten tuuli ja lumi, vaikutuksia seurataan kestokoealoilta määräajoin tehtävien puuston seurantamittausten yhteydessä toteutettavan puiden terveydentilan seurannan avulla sekä jäljempänä selostetuissa erityiskohteissa (kirjanpainaja, ytimennävertäjät). Seurannan ja erillistutkimusten avulla voidaan määrittää eri käsittelyjen kertaluontoiset vaikutukset puiden terveydentilaan ja kuolleisuuteen, puiden vaurioittamisen vaikutus puustokuolemia aiheuttavien sieni- ja hyönteislajien kantoihin sekä tuhojen mahdollinen leviäminen käsittelykohteiden ulkopuolisiin metsiin.



Kuva 7. Kirjanpainajien joukkolisääntyminen on uhkana, kun lahoppua lisätään suuria määriä perättäisinä vuosina kuusivaltaisissa metsissä. Kuva: Metla/Kalle Eerikäinen.

3 Seurannan koeasetelmat ja alustavia tuloksia

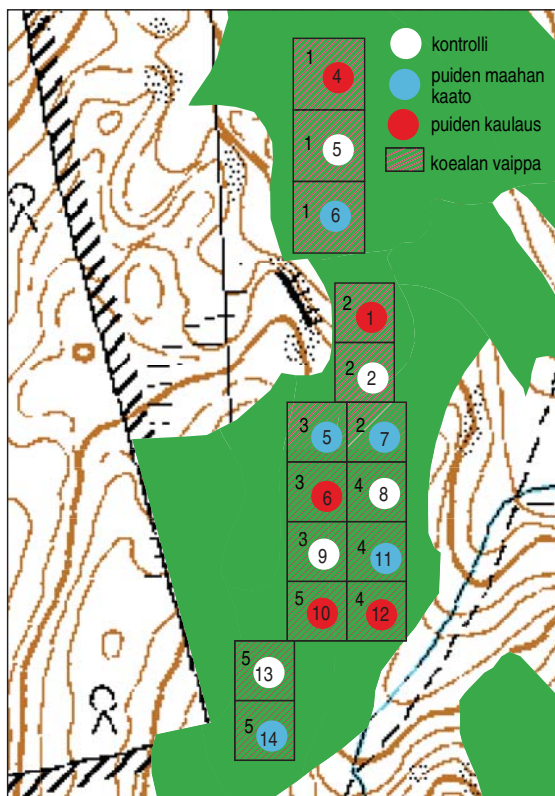
3.1 Esimerkkejä kestokoejärjestelyistä

EVS01: Tasarakenteinen, ennallistamishetkellä yli 60-vuotias tuoreen ja lehtomaisen kankaan viljelykuusimetsä Vaaralan tilan (entinen Metlan Kolin toimipaikka) pohjoispuolella. Koe ulottuu metsikkökuvion 1465 lisäksi kuviolle 1488. Kuvioiden puustoa on aikanaan käsitelty harvennus-hakkuuin. Kokeen perustamishetkellä se oli kehitysluokaltaan varttunutta kasvatusmetsää.

Kohteelle sijoitetun koejärjestelyn tarkoituksena on seurata kuusikon maahan kaatamalla ja kau-laamalla tehdyn pienaukottamisen vaikutusta metsämaan taimettumiseen, varttuneiden puiden kasvuun ja terveyteen sekä lahopuun muodostumiseen, määrään ja laatuun. Lisäksi koejärjestelyssä seurataan ennallistamisen aiheuttamia muutoksia pohja- ja kenttäkerroksen kasvillisuudessa. Koejärjestelyn piirissä oleva alue on jaettu viiteen lohkoon, joista kullekin on sijoitettu kolme kiinteäsiteistä ympyräkoealaa (5 lohkoa \times 3 koealaa = 15 koealaa). Koe on siten tyyppiä tasapainoinen satunnaistettujen lohkojen koe (kuva 8). Kuviolla 1465 sijaitsee yhteensä neljä lohkoa (12 koealaa) ja kuviolla 1488 yksi lohko (3 koealaa). Lohkojen muodostamisessa otettiin huomioon metsikön sisäinen puusto-ominaisuuksien vaihtelu ja maanpinnan korkeusvaihtelu siten, että lohkojen sisäinen vaihtelu minimoitui. Koealat on sijoitettu pohjois-eteläsuuntaisille linjoille, joiden väli on 50 m kuviolla 1465 ja 60 m kuviolla 1488. Vastaavasti koealojen välinen etäisyys linjoilla on 50 m kuviolla 1465 ja 60 m kuviolla 1488. Siten reunavaikutusta eliminoimaan rajatun vaipan ja varsinaisen koealan yhteenlaskettu peitto on joko 2500 m² tai 3600 m² linja- ja koealavälistä riippuen.

EVS-koealojen säde on 11,28 m eli niiden pinta-alaksi muodostuu 400 m² (kuva 4). EVS04:n koealoille on puustomittausten yhteydessä perustettu yksi pysyvä 1 m²:n kasvillisuusruutu, jonka kulmat sijaitsevat päähilmansuunnissa. Kasvillisuusruudun eteläkulma sijaitsee kahden metrin etäisyydellä puustokoealan keskipisteestä pohjoiseen (C₂, ks. kuva 4). Taimettumisen seuranta-

tamittaukset tehdään ympyräkoealalta, jonka säde on 1,13 m ja pinta-ala 4 m². Taimikoealan keskipiste sijaitsee kasvillisuusruudun keskipisteessä (B₂, ks. kuva 4).



Kuva 8. EVS01-koejärjestelyn viisi lohkoa ja 15 ympyräkoealaa Kolin kansallispuiston kuviolla 1465 ja 1488.

Lohkon kolme koealaa käsiteltiin seuraavasti: Yhdelle koealalle tehtiin 100 m²:n pienaukko kaatamalla puut maahan metsurityönä, toiselle tehtiin saman laajuinen kuusten ryhmäkaulaus ja kolmannelle ei tehty käsittelyä lainkaan (kontrolli). Kunkin koealan käsittely (kontrolli mukaan lukien) on valittu satunnaisesti eli arpomalla. Ympyrän muotoisten pienaukkojen keskipiste on koealalla sijaitsevan kasvillisuusruudun keskipisteessä, josta 5,64 m:n etäisyydellä tai sitä lähempänä sijainneet puut merkittiin ja joko kaadettiin tai kaulattiin arvotusta käsittelystä riippuen. Puut kaadettiin suunnatusti pohjoista kohden. Kaulaus suoritettiin poistamalla kuori 30 cm korkuiselta kaistaleelta rungon ympäriltä siten, että kaulauskohta alkoi selvästi (> 10 cm) puun rinnankorkeuden (1,3 m) yläpuolelta. Puiden läpimitat mitataan kuorellisina ja siten edellä kuvatulla tavalla toteutettuna kaulauskäsittely ei vaikuta kuolevien puiden kuoritunnuksiin rinnankorkeudella. Toimenpiteet tehtiin kuolleita pysty- ja maapuita säästämällä ja käsittelyt kohdistuivat vain eläviin kuusiin. Koealojen perustaminen ja puustomittaukset tehtiin kesä-heinäkuussa, kasvillisuuskuvaukset heinä-elokuussa ja puustokäsittelyt syyskuussa vuonna 2004.

Ennen käsittelyä kuolleen puuston tilavuus vaihteli välillä 1–32 m³ha⁻¹, ja käsittelyn jälkeen 42–146 m³ha⁻¹ (taulukko 2). Vastaavasti ennallistamisen tavoitetilana pidetyillä luonnonmetsäkoeloilla kuolleen puuston tilavuus oli 60–120 m³ha⁻¹. Ennallistamiskäsittelyillä koeloilla on siis lisätty lahoppuun määrä luontaisissa kuusikoissa havaitulle tasolle ja siten nopeutettu entisen taousmetsän kehitystä kohti sille asetettua tavoitetilaa (kuva 9).

Taulukko 2. Vaaralan satunnaistettujen lohkojen kokeen (EVS01) puustokoealojen perustiedot ja elävän puuston kokonaisrunkotilavuus ennen käsittelyä. N_E ja V_E = elävän puuston runkoluku ja kokonaisrunkotilavuus, V_K = kuolleen puuston kokonaisrunkotilavuus, Käsittely% = elävän puuston runkotilavuudesta määrätty käsittelyvoimakkuus. Käsittelyt: 0 = kontrolli, 1 = pienaukottaminen puut maahan kaatamalla, 2 = pienaukottaminen kaulaamalla.

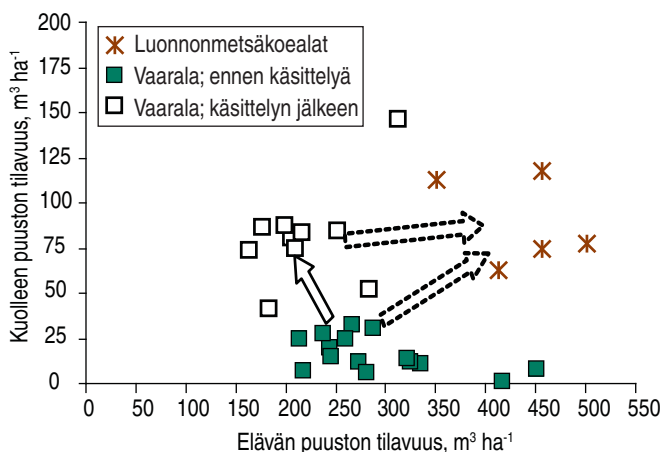
Lohko	Kuvio	Koeala	Korkeus, m.p.y.	N_E , ha ⁻¹	V_E , m ³ ha ⁻¹	V_K , m ³ ha ⁻¹	Käsittely %	Käsittely
1	1488	4	169	1275	273,5	12,2	25	2
1	1488	5	171	700	417,2	1,4	0	0
1	1488	6	174	975	217,4	7,2	16	1
2	1465	1	185	875	243,4	19,8	27	2
2	1465	2	192	850	237,6	27,2	0	0
2	1465	7	191	1150	451,1	8,0	31	1
3	1465	5	198	575	213,2	24,3	23	1
3	1465	6	203	975	266,9	32,4	19	2
3	1465	9	206	1000	245,2	15,0	0	0
4	1465	8	196	875	335,5	10,4	0	0
4	1465	11	198	925	324,2	11,8	23	1
4	1465	12	199	1225	281,4	5,6	29	2
5	1465	10	207	1175	259,2	24,7	19	2
5	1465	13	217	1175	287,7	30,4	0	0
5	1465	14	217	675	322,4	13,4	12	1

EVS01:lla tehtyjen kasvillisuuskuvausten mukaan kasvupaikkatyyppi vaihtelee kokeen alueella tuoreesta kankaasta (MT) karuleimaiseen lehtomaiseen kankaaseen (OMT-) (kuva 10). Kenttäterroksen valtalaji oli mustikka (*Vaccinium myrtillus*). Myös metsäkastikkaa (*Calamagrostis arundinacea*), metsälauhaa (*Deschampsia flexuosa*) ja oravanmarjaa (*Maianthemum bifolium*) oli lähes kaikilla kasvillisuusruuduilla. Paikoin oli isoalvejuurta (*Dryopteris expansa*), metsämaitikkaa (*Melampyrum sylvaticum*), metsäimarretta (*Gymnocarpium dryopteris*) ja käenkaalia (*Oxalis acetosella*). Pohjakerroksen valtalaji oli yleensä seinäsammal (*Pleurozium schreberi*). Tavallisia ja runsaita olivat myös kerrossammal (*Hylocomium splendens*) ja kynsisammalet (*Dicranum*). Suikerosammalia (*Brachythecium*) ja laakasammalia (*Plagiothecium*) oli yleensä niukasti.

EVS04: Koejäsen koostuu kahdesta eri tutkimusmetsästä, joista mäntyvaltainen kuvio 831 (3 ha) sijaitsee Kolin Pitkäsuon länsirinteellä ja kuusimetsäkuvio 916 (2,8 ha) Pieni-Mäkrän itärinteellä niin kutsutun Kehätien varressa. Molempien kuvioden puustot ovat tasarakenteisia ja niitä on käsitelty aikanaan harvennushakkuuin. Kuviolla 831 vallitsevan mäntyjakson ikä oli kokeen perustamishetkellä 50 vuotta ja puusto oli kehitysluokaltaan varttunutta kasvatusmetsää. Metsätaloudellisesti määriteltynä uudistuskypsän, kuvion 916 kuusikon ikä oli yli 80 vuotta. Molemmat metsiköt kasvavat tuoreella kankaalla.

Kuvioiden kasvillisuuskuvaukset ja puustotunnusten mittaukset tehtiin kevään ja kesän 2005 aikana, ja sieni-inventoinnit syksyllä 2005. Mäntyvaltaisen kuvion poltto tehtiin kesäkuussa 2006. Kostean maaperän ja tuoreen kasvillisuuden vuoksi männikön pystypolto onnistui vain osittain ja poltossa kuoli ainoastaan yksittäisiä puita. Sen sijaan pitkän kuivan jakson jälkeen heinäkuussa 2006 tehty kuusikon pystypolto onnistui täydellisesti.

Kokeessa tutkitaan metsän pystypolton vaikutusta puuston, kasvillisuuden ja sienilajiston kehittymiseen. Koe muodostuu yhteensä kymmenestä koealasta, joista neljä on kontrollikoealaa ja kuusi sijoittuu poltetuille koealueille. Kummankin metsikön koealoista kolme sijoittuu polttokäsiteltävälle alueelle ja kaksi toimii kontrollikoealoina, joita ei poltettu. Käsitellyt valittiin satunnaisesti siten, että niiden arvonnassa otettiin huomioon maanpinnan korkeusvaihtelu, ts. arvonta suoritettiin ositteittain. Palon hallitsemiseksi polttoalojen ympärille tehtiin kaivinkoneella viiden metrin levyiset palokujat syyskuussa 2005 (kuva 11). Palokujilla kasvaneet puut kaadettiin kaivinkoneella juurineen polttoaloille päin. Myös kaivinkoneella palokujilta kuorittu humus siirrettiin palokuormaksi polttoaloille. Palokujat osoittautuivat erittäin tarpeellisiksi, erityisesti kuusikon poltossa. Palokujien teko konetyönä mahdollisti myös ko. konetyöajin ajanmenekki- ja kustannustietojen keräämisen.



Kuva 9. Kuolleeseen ja elävän puuston tilavuuden (m^3ha^{-1}) välinen riippuvuus viidellä Kolin kansallispuiston luonnonmetsäkoelalla sekä Vaaralan ennallistamiskoealoilla ennen ja jälkeen käsittelyä (EVS01). Yhteisellä viivalla piirretty nuoli kuvaa ennallistamiskäsittelyn vaikutusta; katkoviivalla piirretyt nuolet kuvaavat käsiteltyjen ja käsittelemättömien koealojen oletettua kehitystä kohti luonnonmetsien ominaisuuksia.



Kuva 10. EVS01-kokeen koealoja (ylhäältä alas: kontrolli, pienaukottaminen puut maahan kaatamalla ja pienaukottaminen kaulaamalla) kolme vuotta käsittelyiden jälkeen, jolloin kasvillisuusmuutokset ovat jo nähtävissä. Ruohot ja heinät, erityisesti metsäkastikka, ovat runsastuneet. Kuvat: Metla/Juha-Pekka Hotanen.

Vuonna 2005 mäntyvaltaisen kuvion 831 viidellä koealalla keskimääräinen elävän puuston tilavuus oli $212 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (keskihajonta $12 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$) ja kuolleen puuston tilavuus $12 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (keskihajonta $6 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$). Vastaavasti kuusimetsäkuviolla 916 keskimääräinen elävän puuston tilavuus oli $313 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (keskihajonta $42 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$) ja kuolleen puuston tilavuus $4 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (keskihajonta $2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$).

Mäntyvaltaisen kuvion 831 kasvillisuus edustaa melko tyypillistä mustikkatyypin (MT) männikön kasvillisuutta, jossa on sekapuuna kuusta ja koivua. Paikoin oli hieman viljavampia (MT+) kohtia: mm. metsäliekosammalta (*Rhytidiadelphus triquetrus*) esiintyi hiukan. Seinä-, kerros- ja kynsisammalten lisäksi kaikilla koealoilla kasvoi hiukan sulkasammalta (*Ptilium crista-castrensis*). Kenttäkerroksen valtalaji oli mustikka; puolukkaa, metsäkastikkaa, metsälauhaa, oravanmarjaa ja esimerkiksi pihlajan (*Sorbus aucuparia*) taimia kasvoi joka koealalla. Tavallisia olivat myös metsätähti (*Trientalis europaea*), kevätpiippo (*Luzula pilosa*), kultapiisku (*Solidago virgaurea*), vanamo (*Linnaea borealis*) ja kangasmaitikka (*Melampyrum pratense*).

Kuusimetsäkuviolla 916 tavattava kasvillisuus on MT-kuusikolle tyypillistä (kuva 12). Kuvion 831 MT-männikköön verrattuna puolukkaa ja heiniä (mm. metsäkastikka, metsälauha) oli vähemmän. Myös metsätähti-, kevätpiippo- ja kultapiiskukasvustot olivat selvästi niukempia kuin kokeen männikkökuviolla 831. Pohjakerroksessa kuvion kasvillisuusruuduilla ei ollut sulkasammalta. Yhdellä koealalla kasvoi hiukan metsäliekosammalta.

Pitkäsuon länsirinteen mäntyvaltaisen kuvion viideltä sienikoeruudulta (yhteensä 500 m^2) määritettiin vuosina 2005–2008 yhteensä 169 makrosienilajia ja itiöemiä laskettiin yhteensä 9871 kpl (liite 4). Ennen pystypolttoa vuonna 2006 kontrollikoeruuduilta (yhteensä 200 m^2) määritettiin 45 lajia ja poltettavilta koeruuduilta (yhteensä 300 m^2) 51 lajia. Kahtena palon jälkeisenä vuonna kontrolliruutujen lajimäärä pysyi suurin piirtein samana (36–51 lajia; taulukko 3). Sitä vastoin poltetuilla koeruuduilla makrosienilajien lukumäärä kasvoi selvästi (63–100 lajia).



Kuva 11. Koneellisesti tehty palokuja EVS04-kokeen mäntyvaltaisella kuviolla 831. Kuva: Metla/Kalle Eerikäinen.

Yleisin mykorritsasienisuku oli seitikit (*Cortinarius*), joita määritettiin 31 lajia (liite 4). Seuraavaksi yleisin sienisuku oli hiipot (*Mycena*), joita määritettiin 18 lajia, ja kolmantena haperot (*Russula*), 10 lajia. Poltetuilla sienikoeruuduilla yleisimpiä pioneerilajeja olivat nokilakki (*Myxomphalia maura*), 1122 itiöemää, palohelokka (*Pholiota highlandensis*), 620 itiöemää ja hiihimaljakas (*Geopyxis carbonaria*), 572 itiöemää sekä tulimaljakas (*Anthracobia macrocystis*), 500 itiöemää. Yleisin mykorritsalaji oli suppilovahvero (*Cantharellus tubaeformis*), mikä oli erittäin runsas yhdellä kontrollikoeruudulla ja yhdellä poltetulla koeruudulla jokaisena vuotena 2005–2008 (liite 4). Suppilovahvero esiintyi näillä koeruuduilla runsaana myös ennen polttoa. Se ei näytä vähenevän ennallistamispolton jälkeisinä vuosina, mutta edellytyksenä lienee, että humuskerros palaa vain laikuittain ja rihmastot säilyvät elävinä ja itiöemiä tuottavina. Seuraavaksi yleisimmät mykorritsasienet olivat keltavyöseitikki (*Cortinarius gentilis*), 386 itiöemää ja hallavahakas (*Hygrophorus hypothejus*), 170 itiöemää.

Taulukko 3. Luonnonmetsien viideltä sienikoeruudulta (yhden ruudun pinta-ala 100 m²) sekä EVS04:n mäntyvaltaisen kuvion ja kuusimetsäkuvion sienikoeruuduilta (kummassakin kaksi kontrolliruutua ja kolme poltettua ruutua) määritetyt makrosienien lajimäärät (kpl) ja tuorepainot (kg) vuosina 2005–2008.

Vuosi	Luonnonmetsä (500 m ²)		EVS04-männikkö				EVS04-kuusikko			
			kontrolli (200 m ²)		poltto (300 m ²)		kontrolli (200 m ²)		poltto (300 m ²)	
	kpl	kg	kpl	kg	kpl	kg	kpl	kg	kpl	kg
2005	–	–	45	3,9	51	4,3	49	3,6	52	6,1
2006	145	18,4	36	1,8	65	3,2	51	3,3	12	5,5
2007	128	8,3	51	3,7	100	7,0	61	10,5	22	7,4
2008	76	8,3	44	2,1	63	5,2	54	6,6	35	2,8
2006– 2008	210	34,9	81	7,6	137	15,3	99	20,4	50	15,7



Kuva 12. Pieni-Mäkrän itärinteen kuusimetsäkuvion kontrollikoeala. Kuva: Metla/Kauko Salo.



Kuva 13. Pieni-Mäkrän itärinneten kuusimetsäkuvion koeala kaksi vuotta polton jälkeen.
Kuva: Metla/Kauko Salo.

Pieni-Mäkrän itärinneten kuusimetsäkuvion viideltä koeruudulta (sekä poltetuilta että kontrollikoaloilta) määritettiin vuosina 2005–2008 yhteensä 157 sienilajia ja itiöemiä laskettiin yhteensä 47 330 (liite 5). Ennen pystypoltoa vuonna 2006 kontrollikoeruuduilta (yhteensä 200 m²) määritettiin 49 lajia ja poltettavilta koeruuduilta (yhteensä 300 m²) 52 lajia (taulukko 3). Kahtena palon jälkeisenä vuonna kontrolliruutujen lajimäärä kasvoi jonkin verran (51–61 lajia). Sitä vastoin poltetuilla koeruuduilla lajien lukumäärä pieneni niin, että palon jälkeisenä vuonna koaloilla oli vain 12 lajia. Lajimäärä on kuitenkin lisääntynyt joka vuosi palon jälkeen. Sienilajisukessi- on edetessä sienilajien lukumäärä lisääntyy paloa seuraavina vuosina, sillä alueelle syntyy puun taimia ja eräät mykorritsalajit muodostavat niiden kanssa sienijuuren. Lisäksi kuolleiden ja maa- han kaatuneiden kuusten ja koivujen lahoaville rungoille ja oksille ilmestyvät monet puuaineen lahottajalajit, jotka edustavat sekä helttasieniä että kääpiä (Salo 2009).

Yleisin sienisuku oli seitikit (*Cortinarius*), joita määritettiin 31 lajia (liite 5). Hiippoja (*Mycena*) määritettiin 18 lajia ja haperoita (*Russula*) 14 lajia. Poltetuilta koeruuduilta määritettiin useita pieniä heltta- ja kotelosieniä, jotka esiintyvät vain hiilialustalla metsäpalon jälkeen tai polttamalla ennallistetulla ja palaneella maalla. Tällaisia pioneirilajeja olivat tulimaljakaslaji (*Anthracobia maurilabra*) (kuva 14), tulimaljakas (*A. macrocystis*), maljakaslaji (*Plicaria trachycarpa*), hiilimaljakas (*Geopyxis carbonaria*) (kuva 15), nuotiomaljakas (*Peziza echinispora*), maljakaslaji (*P. praetervisa*), palomaljakas (*P. violacea*), nokilakki (*Myxomphalia maura*), palomustesieni (*Coprinus jonesii*), paloheloka (*Pholiota highlandensis*), kuplamörsky (*Rhizina undulata*) (kuva 15), palokynsikäs (*Lyophyllum anthracophilum*), nokikynsikäs (*L. cf. atratum*) ja nuotiohaprakas (*Psathyrella pennata*).

Hyvin palaneilla kuusimetsän koeruuduilla oli paljon enemmän lahottajalajien itiöemiä kuin ositain palaneilla mäntyvaltaisen metsän koeruuduilla (liitteet 4 ja 5). Monet lahottajalajit lisääntyvät palointensiteetin kasvaessa kahden–neljän vuoden ajan polton jälkeen, jonka jälkeen mm. maljakaslajit (suvut *Peziza*, *Plicaria*, *Anthracobia*, *Geopyxis*) häviävät poltetuilta koeruuduilta (Salo 2009).

Tulimaljakas (*A. macrocystis*) esiintyi polton jälkeen vuonna 2006 tiheinä ryhminä kaikilla kolmella kuusimetsäkuvion poltetulla koeruudulla. Itiöemien määräksi arvioitiin 24 000 kpl (liite 5). Seuraavina vuosina tulimaljakkaita ei koeruuduilla esiintynyt. Toiseksi yleisin makrosienilaji oli kuusenneulasnahikas (*Micromphale perforans*), 5508 itiöemää, joita esiintyi selvästi enemmän kontrollikoeruuduilla. Seuraavaksi yleisimpiä olivat poltetuilla koeruuduilla esiintyneet nokilakki (*M. maura*), 4307 itiöemää, palohelokka (*Pholiota highlandensis*), 3733 itiöemää ja hiimaljakas (*Geopyxis carbonaria*), 2605 itiöemää. Jouhinahikas (*Marasmius androsaceus*), 1060 itiöemää, oli yleinen kontrollikoeruuduilla, mutta sitä tavattiin jonkin verran myös poltetuilla koeruuduilla.



Yleisimmät mykorritsalajit olivat karhun- (*Cortinarius brunneus*), 206 itiöemää, kangaslima- (*C. collinitus*), 118 itiöemää, ja aprikoosiseitikki (*C. armeniacus* coll.), 114 itiöemää. Yhtään seitikkilajia ei tavattu poltetuilta koeruuduilta (liite 5).

Kuva 14. Tulimaljakkaita (*Anthracobia*-suku) ovat pieniä paloalueitten pioneerisieniä. Kuvassa lienee *Anthracobia maurilabra*, jonka esiintymistä Suomesta ei ole varmistettu. Kuva: Metla/Kauko Salo



Kuva 15. Kuusimetsäkuvion yleisiä pioneerilajeja poltetuilla koeruuduilla olivat oranssinvärinen hiimaljakas (*Geopyxis carbonaria*) ja tumman ruskea kuplamörsky (*Rhizina undulata*). Molemmat lahottajalajit ilmestyvät paloalueille paloa seuraavana vuonna ja häviävät 2–3 vuodessa. Kuva: Metla/Kauko Salo.

EVS05: Koejäsen sijaitsee Pitkäsuolla metsikkökuvioilla 836, 837 ja 850, ja se on osa kokonaispinta-alaltaan 18,3 hehtaarin laajuista ja 1,3 kilometrin pituista ennallistamisaluetta (kuviot 831–853). Harjujonojen väliin muodostunutta suoaluetta luonnehtivat suuret korkeuserot, lähteisyys ja ravinteisuustasojen vaihtelu. Ojittamattomilla suo-osuuksilla esiintyy sekä puustoisia että puutomia suotyyppejä. Ojitetulla alueella puolestaan esiintyy sekä korkeamman ravinteisuustason mustikkaturvekankaita että niukkaravinteisempia puolukka- ja varputurvekankaita. Ensimmäiset ojalinjastot kaivettiin alueelle jo 1940- ja 1950-lukujen vaihteessa, minkä jälkeen alue kunnostus- ja täydennysojitettiin perusteellisesti 1980-luvulla. Ennallistamistoimien toteutusta aloitettaessa ojalinjaston kuivatuskyky oli yksittäisiä kuvioita lukuun ottamatta hyvä.

Alueen puusto ja kasvillisuus inventoitiin elo-syyskuussa vuonna 2004 (taulukko 4). Metlan tutkijoiden lisäksi toteutuksen ennakkosuunnitteluun osallistui asiantuntijoita Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksesta ja muista maakunnan ennallistamishankkeista. Puuston käsittelyt aloitettiin syyskuussa 2004 ja saatiin päätökseen joulukuussa 2004. Käsittelyt alkoivat ojalinjastojen rai-vauksella, jossa poistettiin ojien penkoilla kasvanutta puustoa, sekä koneiden siirtoon tarpeellisten ajolinjojen avaamisella. Tämän jälkeen käynnistettiin kuviokohtaisesti ohjeistetut harvennus-hakkuut ja lahopuun lisäystoimet. Kuviokohtaiset puuston harvennusvoimakkuudet ja lahopuun lisäysmäärät määritettiin siten, että pyrkimyksenä oli poistaa ojituksen vaikutuksesta puustoon kertynyt kasvunlisä. Puuston poistotarvetta määrittäessä pyrittiin arvioimaan myös ojien täytön seurauksena tapahtuva puiden kuoleminen, jotta puustoisiksi suotyypeiksi kehittyvät turvekankaat eivät tulisi puustoltaan alitiheiksi vesitalouden järjestelyjen ja puustokäsittelyjen yhteisvai-kutuksesta. Pitkäsuon ennallistamisalueen ojat täytettiin kaivinkoneella marraskuussa 2004 (kuva 16) ja harvennuspuun lähikuljetus tienvarteen tehtiin helmi-maaliskuussa 2005.

Kuvio 836 on paksuturpeinen, jota osoittaa se, että kaikilla kuudella kasvillisuusruudulla turpeen paksuus on yli 1,5 m. Vuoden 2004 kasvillisuuskuvausten mukaan kasvillisuus oli enimmäkseen karuleimaista puolukkaturvekangasta (Ptkg I), paikoin kuvion keskiosissa lähempänä varputurvekangasta (Vatkg) (Laine & Vasander 2008). Kohteen alkuperäinen suotyyppi on todennäköisesti ollut osaksi korpiräme (KR), osaksi isovarpuinen tupasvillaräme (ITR). Kenttäkerroksen valtalajeja ennen ennallistamiskäsittelyjä olivat puolukka ja mustikka, myös juolukkaa (*Vaccinium uliginosum*) ja muita räme- ja osin nevarpuja kasvoi jonkin verran; esim. suopursu (*Ledum palustre*), vaivero (*Chamaedaphne calyculata*) ja variksenmarja (*Empetrum nigrum*). Tupasvillaa (*Eriophorum vaginatum*) oli lähes joka kasvillisuusruudulla ja sen peittävyys vaihteli 1–2 %:iin. Pohjakerroksen valtalaji oli seinäsammal, myös kangaskynsisammal oli tavallinen. Ojien melko tehokkaan kuivatuskyvyn vuoksi (vaatimattomia) rahkasammalia, lähinnä rämerahkasammalta (*Sphagnum angustifolium*), oli enää vähän. Poronjäkäliä (*Cladina*) oli niukasti siellä täällä.

Taulukko 4. Pitkäsuolla sijaitsevan EVS04:n metsikkökuvioiden elävän (V_E) ja kuolleen (V_K) puuston keskimääräiset (\pm keskihajonta) tilavuudet perustamistilavuudessa vuonna 2004 ja käsittelyn jälkeen vuonna 2005.

Kuvio	Koealoja	Pääpuulaji	Perustamismittaus, v. 2004		Seurantamittaus, v. 2005	
			V_E, m^3ha^{-1}	V_K, m^3ha^{-1}	V_E, m^3ha^{-1}	V_K, m^3ha^{-1}
836	6	mänty	160,5 \pm 41,2	4,7 \pm 3,5	118,7 \pm 42,6	11,9 \pm 5,3
837	4	mänty	202,5 \pm 28,1	6,7 \pm 3,0	124,6 \pm 28,6	29,2 \pm 22,9
850	5	mänty	69,0 \pm 55,0	0,9 \pm 1,6	47,1 \pm 68,6	3,7 \pm 2,2

Kuvio 837 on melko ohutturpeinen; turvekerros on painunut kuivatuksen seurauksena ja kuvion keskelle työntyy kivennäismaajuotti. Turvekerroksen paksuus kasvillisuusruuduilla (4 kpl) vaihteli 0,20–0,80 m. Tyypiltään kuvio oli siniheinäistä (*Molinia caerulea*), muuten melko karuleimaista, mustikkaturvekangasta (MtkgII). Alkuperäiseksi suotyypiksi arvioitiin ruohoinen sara-räme (RhSR). Kenttäkerroksen runsaimpia lajeja olivat siniheinän ohella mustikka, puolukka ja riidenlieko (*Lycopodium annotinum*). Pohjakerros oli enimmäkseen melko aukkoisen; mm. seinä- ja kerrossammalta, kangaskynsisammalta (*Dicranum polysetum*), hiukan vaatimattomia rahkasammalia sekä paikoin korpikarhunsammalta.

Kuvio 850 on enimmäkseen paksuturpeinen (> 1,5 m); yhdellä kasvillisuusruudulla turpeen paksuus oli 1,05 m. Kasvupaikkatyyppi oli varputurvekangas (Vatkg), joskin joiltain osin vielä muuttuma-vaiheessa, I(T)Rmu. Ennen ojitusta suo on ollut tyypiltään joko isovarpurämettä (IR) tai isovarpuista tupasvillarämettä (ITR). Kenttäkerroksessa vallitsivat rämevarvut. Pohjakerroksen valtalajeja olivat seinäsammal ja kangasrahkasammal (*Sphagnum capillifolium*). Myös kangaskynsisammalta ja rämekarhunsammalta (*Polytrichum strictum*) oli lähes jokaisella kasvillisuusruudulla. Poronjäkäliä ja torvijäkäliä (*Cladonia*) oli melko vähän.

Pitkäsuon EVS05-kokeella tutkitaan ojen täytön ja puustokäsittelyjen vaikutuksia puuston ja kasvillisuuden kehitykseen (kuvat 16–17) sekä edelleen aluskasvillisuudessa tapahtuvien muutosten vaikutusta metsikön uudistumiseen. Myös kuolleen puuaineksen kertymistä ja lahoaste-muutoksia seurataan. Koejärjestely mahdollistaa myös kasvupaikkatekijöiden (mm. kosteus- ja ravinteisuustasot, topografia) vaihtelun huomioon ottamisen määrittäessä käsittelyjen vaikutuksia kasvillisuuteen ja puiden kehitykseen. Vesitalouden säätelyyn ja puustokäsittelyihin käytettyjen menetelmien lisäksi niin selitettävien kuin selittäjämuuttujien vaihtelua aineistossa lisää koealojen vaihteleva sijainti ojiin nähden. Seuranta mahdollistaa kasvillisuusanalyysit yhden koealan tasolla, kasvivyhteisötasolla tai yksittäisen suon tasolla. Puustoseurantojen mittaustarkkuus mahdollistaa analyysien teon puu-, koeala- tai metsikkötasolla.

3.2 Erillistutkimukset

Metsien terveydentila

Metsien terveydentilaa seurataan erityisesti metsikkökuvioilla, joilla on intensiivikoealoja (EVS-koealat), mutta myös sellaisilla metsikkökuvioilla, joilla on toteutettu linjoittainen kestokoealotanta (relaskoopikoealat). Puun elinvoimaisuuden muutosta kuvaavina tunnuksina arvioidaan: tuhon ilmiasu, aiheuttaja ja aste (liite 2). Tuhon aste kuvaa puun yleiskuntoa viisiportaisella luokituksella. Mittausmenetelmät on suunniteltu mahdollisimman yhdenmukaisiksi muiden Metlasa tehtävien metsien terveydentilan seurantojen kanssa. Tavoitteena on, että eri syistä johtuvaa puiden kuolemista voidaan seurata ja vertailla eri käsittelyaloilla ja niiden läheisyydessä. Alkuvaiheessa voidaan kuvata tuhon aiheuttajaa ja sen ilmenemistä puussa, myöhemmin tuhon asteen avulla kuvataan puun kunnan mahdollista heikkenemistä ja lopuksi kuoriprosentti kuvaa puun keloutumisastetta. Käsitellyissä (esim. kaulatuissa) pystypuissa erityishuomio kohdistetaan niihin kehittyvien patogeenisten sienilajien sukkessioon.



Kuva 16. Sarkaojan puupato ja valtaojan koneellinen täyttö. Kuvat: Metla/Kalle Eerikäinen.



Kuva 17. Edellisen kuvan puupato ja valtaoja kolme vuotta ojatäytön jälkeen. Kuvat: Metla/Juha-Pekka Hotanen.

Kirjanpainajaseurannat

Kirjanpainajan aiheuttamien tuhojen seuraamiseksi on kehitetty erilaisia feromoneihin perustuvia pyyntimenetelmiä, joiden avulla voidaan arvioida ympäröivälle metsälle aiheutuvaa tuhoriskiä (Bakke ym. 1983, Weslien ym. 1989). Kirjanpainajien massapyynnissä käytetään kaupallista feromonivalmistetta, jonka koostumus vastaa kirjanpainajakoiraan tuottaman verbenolin, ipsdienolin ja metyylibutenolin seoksesta koostuvaa kokoontumisferomonia.

Vuodesta 2005 lähtien ennallistamiskohteilla on tehty toukokuun 22. päivästä syyskuun 22. päivään asti kestävä kirjanpainajien feromonipyynti. Pyynnissä on käytetty norjalaisvalmisteisia putkipyydyksiä vuosimallia 1979 (Bakke ym. 1983), joihin on kiinnitetty kaupallisesti saatavilla olevia Ipsowitt-feromonipreparaatteja. Samaa pyyntimenetelmää on käytetty Suomessa aiemminkin kirjanpainajan populaatiokoon tarkkailuun (Valkama ym. 1997). Feromonivalmisteessa kirjanpainajan kokoontumisferomoni on imeytetty muovipussin sisällä olevaan selluloosakuituun, joka kiinnitetään putkipyydyksen sisään. Pyydyspullojen säiliöt on täytetty puolilleen 70 % alkoholilla. Pyyntipaikalla pyydykset on aseteltu kolmen pyydyksen ryhmiin siten, että pyydysten etäisyys toisistaan on ollut noin kaksi metriä (kuva 18). Pyydykset on kiinnitetty kuiviin puuseipäisiin noin metrin korkeudelle maasta. Pyydykset on tyhjennetty kuukauden välein.

Pyyntipaikoilla oli toteutettu ennallistamiskäsittelyinä joko kuusten kaulaus tai maahan kaadettujen runkojen poltto. Vertailualueilla pyynti toteutettiin ns. luonnontilassa olevassa umpimetsässä ja Kolin kansallispuistoon rajoittuvan talousmetsän tuoreilla hakkuuaukoilla. Pyyntipaikkoja on kaksi per käsittely, eli yhteensä vuonna 2005 pyyntipaikkoja oli kahdeksan. Pyydykset on pyritty sijoittamaan mahdollisimman aukeille aloille, mutta umpimetsäkohteissa tämä ei täysin onnistunut. Vuonna 2006 vertailukoaloja perustettiin lisää kahdelle uudelle talousmetsäkuviolle etäämäksi kansallispuistosta ja yksi pyydysryhmä lisättiin polttokuviolle 1383 (taulukko 5, liite 6).



Kuva 18. Kolmen kirjanpainajan feromonipyydyksen ryhmä Likolahden kuviolla 1302 juuri ennen 5.7.2005 tapahtunutta kohteen ennallistamispolttoa. Kuva: Metla/Kalle Eerikäinen.

Taulukko 5. Kirjanpainajien feromonipyyntin kohteet vuonna 2005 (kohteet 1–8) ja vuodesta 2006 alkaen (kohteet 1–11). Sijaintia määrittävät x- ja y-koordinaatit on määritetty yhtenäiskoordinaatistossa (kkj3).

Kohde	Kuvio	Käsittely	x	y	
1	Paimenenvaara (pumppuasema)	1112	umpimetsä	3641358	7001125
2	Paimenenvaara (autiotila)	1100	umpimetsä	3641095	7002046
3	Ukko-Kolin alarinne	1383 (EVS02)	poltto	3642438	7002441
4	Likolahti (Rantatien varressa)	1302 (EVS03)	poltto	3643280	7001592
5	Sikoniemi, Autiolahti, tien yläpuolinen kuvio	–	avohakkuu	3645026	6999606
6	Sikoniemi, Autiolahti, tien ja rannan välissä	–	avohakkuu	3645176	6999435
7	Ala-Murhi, pyydykset 50 m maantiestä	560	kaulaus	3648161	6996380
8	Ala-Murhi, pyydykset tien päällä rannassa	565	kaulaus	3648271	6996435
9	Savikylä, Riihilahti	–	avohakkuu	3635925	7007841
10	Savilahden tila, Savilahti	–	avohakkuu	3634306	7005659
11	Ukko-Kolin alarinne	1383 (EVS02)	poltto	3642518	7002387

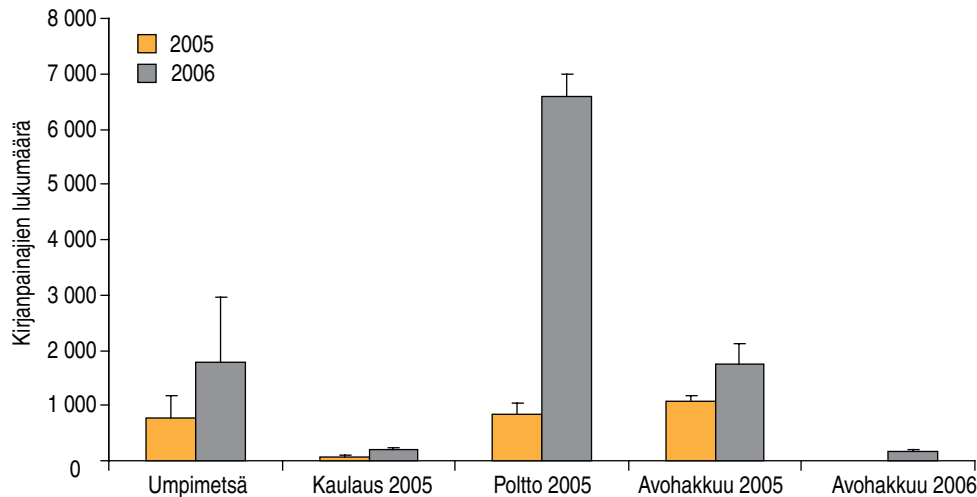
Lähtötilanteessa vuonna 2005 kovakuoriaissaalis oli kokonaisuudessaan 11 964 yksilöä, jotka jaakaantuivat 119 lajiin tai taksoniin. Hyönteissaaliista määritettiin lajilleen kovakuoriaiset lukuun ottamatta Ptiliidae, Staphylinidae ja Corylophidae-heimoja, jotka määritettiin pääasiassa heimolle. Nitidulidae-heimon *Eपुरaea* suku, Cryptophagidae-heimon *Cryptophagus* ja *Atomaria* suku määritettiin suvulleen. Kirjanpainajasaalis oli 5556 kirjanpainajaa (*Ips typographus*), 762 pikkukirjanpainajaa (*Ips duplicatus*) ja kaksi kiiltokirjanpainajaa (*Ips amitinus*). Kaulatuilta kohteilta saatiin saaliiksi vain 155 kirjanpainajayksilöä ensimmäisenä ennallistamiskäsittelyn jälkeisenä kesänä. Ensimmäisenä kesänä saalis oli ylivoimaisesti suurin kahdella talousmetsien tuoreella avohakkuuaukolla, joilta pyydettiin 2151 kirjanpainajaa ja 584 pikkukirjanpainajaa. Kirjanpainajasaalis oli suuri myös kahdella käsittelemättömällä umpimetsäkohteella (1566 kirjanpainajaa) ja poltokohteilla (yhteensä 1684 kirjanpainajaa ja 177 pikkukirjanpainajaa).

Kaikilta koealueilta tuli saaliiksi kirjanpainajien petoina tunnettuja lajeja, konnakuoriaisia, lyhytsiipisiä, isomuurahaiskuoriaisia, pikkumuurahaiskuoriaisia, kuperamäihisiä, litteämäihisiä ja kaarniaisia. Kirjanpainajien lisäksi aineistossa tavattiin yleisimpänä kaarnakuoriaislajina kuusentähkikirjaaja (*Pityogenes chalcographus*) 4586 yksilöä ja vaippaniluria (*Hylurgops palliatus*) 885 yksilöä. Lisäksi saaliiksi tuli tavallista kuusimetsän ja avohakkuualueiden kovakuoriaislajistoa: suomuniluria, pikkukarvasieniäistä, korvakärsäkkäitä ja seppiä, (ks. liitteen 7 lajiluettelo).

Pyödyksiin tulleiden muiden hyönteis- ja eliöryhmien osalta kuin kovakuoriaisten osalta lajinmäärittäystä ei ole tehty systemaattisesti. Vuoden 2005 saalisaineistoon kuului Suomesta uutena, vasta vuonna 2002 löytynyt ripsiäislaji, *Hoplothrips unicolor* (Vuillet), jonka löytöpaikka Kolilla on järjestyksessä kolmas maassamme ja löytyneistä yksilöistä maan viides (Jukka Kettunen, suullinen tieto). Aineistossa on myös *Scoloposcelis*-suvun pihkaluteita, mutta niiden osalta lajintunnistusta vaikeuttaa vertailumateriaalin puuttuminen. Vuoden 2006 pyyntiaineistosta on löydetty kaksi tuhkalatikkaa, *Aradus laeviusculus*. Molemmat yksilöt löytyivät Ukko-Kolin alarinteeltä sijaitsevalta poltokohtelta. Tuhkalatikka on erittäin vaarantunut palolaji, josta on Suomesta niukalti havaintoja. Lajia on löydetty Kolilta tuoreelta kaskialalta vuosina 1996–1999. Vuoden 1996 havainto lajista oli ensimmäinen Suomessa vuosikymmeniin (Lappalainen & Simola 1998). Vuonna 1994 alkanut ja sen jälkeen säännöllisesti jatkunut toistuva kaskeaminen näyttää turvanneen lajin säilymisen kansallispuiston alueella.

Ensimmäisenä ennallistamiskäsittelyiden jälkeisenä kesänä vuonna 2006 kirjanpainajasaaliit vähintään kaksinkertaistuivat kaikilla pyyntikohteilla. Ukko-Kolin alarinteellä ja Likolahdessa sijainneilla poltokohteilla kirjanpainajien yksilömäärät kasvoivat 7–8 -kertaisiksi edellisen vuoden tasoon verrattuna. Tämä johtui todennäköisesti siitä, että polttokäsittelyt olivat heikentäneet paloalueiden ympäröivää puustoa.

Kyseinen kirjanpainajan feromonipyntimenetelmä toimii hyvin avoimilla alueilla, missä se on tarkoitettu käytettäväksi, mutta runsaspuustoisilla kaulauskohteilla pyyntimenetelmä ei ole selvästikään ollut tehokas. Hyönteispyynnin tuloksia voidaan tarvittaessa täydentää laskemalla kirjanpainajien ulostulo- ja sisäänmenoaukkojen lukumäärät koealojen ympärillä olevista pystypuista.



Kuva 19. Kirjanpainajien määrät vuosina 2005–2006 käsittelyittäin (keskiarvo ± keskihajonta). Polttokäsittelyä (2005) edeltänyt puiden kaato tehtiin kesällä 2004. Avohakkuu on tehty vuosilukua edeltävänä talvikautena (Avohakkuu 2006 -käsittelyllä ei ollut puyntiä vuonna 2005).

Ytimennävertäjäseurannat

Ytimennävertäjät (pysty- ja vaakanävertäjä) ovat vahingollisimpia mäntyjen hyönteistuholaisia. Kuoriaiset iskeytyvät ensin puiden latvuksiin aiheuttaen kasvaimenetyksiä, ja myöhemmin ne pyrkivät lisääntymään eri syistä heikentyneiden puiden kaarnan alla. Varsinkin pystynävertäjä voi olla osallisena heikentyneiden pystypuiden kuivumisessa.

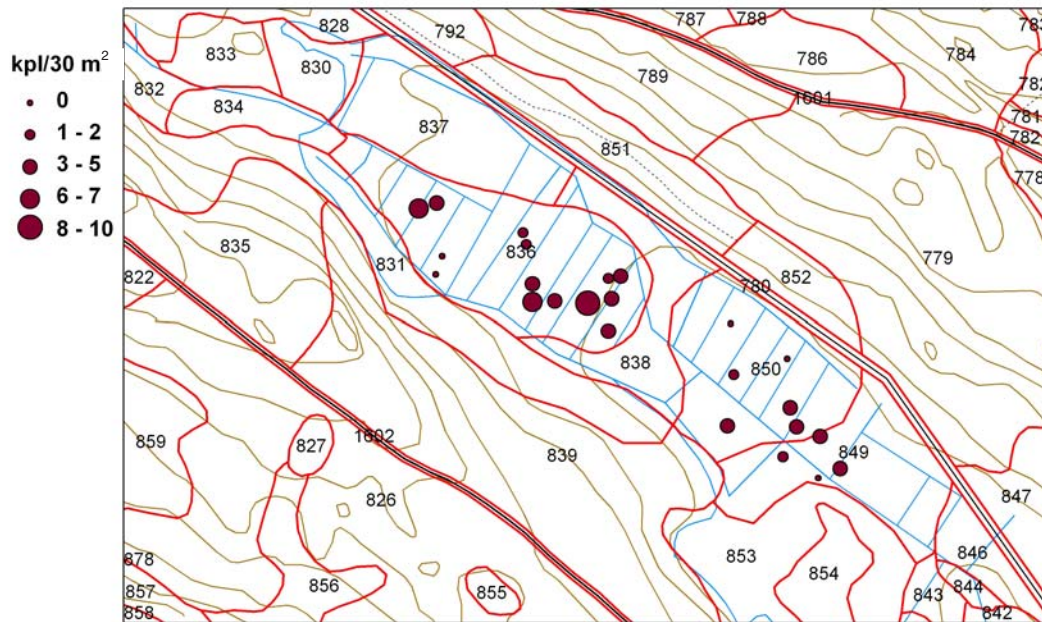
Pitkäsuolla toteutettujen vesitalouden järjestelyjen ja puustokäsittelyjen aiheuttamien ytimennävertäjätuhojen sekä puiden terveydentilan ja kuolleisuuden kehittymistä seurattiin vuosina 2005–2006. Puustoseurannan koaloille sijoitettiin yhteensä 24 ympyräkoelaa (säde 3,09 m, pinta-ala 30 m²), joiden keskipisteessä oli joko kaulattu tai kaulaamaton puu. Koalat sijaitsivat kuvioilla 836, 837 ja 850. Vuosittain kesäkuun puoliväliin mennessä arvioitiin kultakin ympyräkoelalta puiden terveydentila erillisten ohjeiden mukaan sekä laskettiin ytimennävertäjien katkomat ja maahan pudonneet männyn versot (kuva 20). Käytännön syistä laskenta tehtiin vain kerran vuodessa. Menettelystä seuraa se, etteivät kaikki kasvainsyönit ole välttämättä edelliskesältä, vaan joukossa saattaa olla pieni osa samana keväänä talvilevosta heränneiden nuorten aikuisten aiheuttamia syöntejä. Koalojen keskipisteessä olevien puiden terveydentilaa seurataan ja erityistä huomiota kiinnitetään ytimennävertäjien aiheuttamiin kasvaintuhoihin, iskeytymiin puiden rungossa (emokäytävät) sekä kaulattujen puiden lahottajasienilajistoon (mm. verinahakka).

Pitkäsuolla alkukesällä 2005 tehdyn inventoinnin tulokset osoittivat, että maahan pudonneiden kasvainten lukumäärä oli hyvin pieni, vain 0,004 kpl/m². Toukokuussa 2006 tehdyn inventoinnin mukaan pudonneiden kasvainten määrä oli vuodessa lisääntynyt 30-kertaiseksi (0,12 kpl/m²) (kuva 21). Tuloksia on vaikea verrata aikaisemmin julkaistuihin tuloksiin, koska ennallistetun ojitusalueen olosuhteet ovat poikkeavia. Pudonneiden kasvainten määrän noususta huolimatta vaurioiden syntyminen lienee vasta alkuvaiheessa (vrt. Långström 1992), sillä mm. kuvioilla tehdyt kaulauskäsittelyt eivät olleet vielä vuonna 2006 merkittävästi vaikuttaneet puiden terveydentilaan.

Ytimennävertäjäseurantaa voidaan tarvittaessa laajentaa linjoittaisena otantana seurantakoalojen ulkopuolella oleville kuvioille, myös kivennäismaalle niin, että ytimennävertäjätuhojen mahdollinen leviäminen ennallistamiskohteen ulkopuolisiin metsiin voidaan selvittää.



Kuva 20. Ytimennävertäjien pudottamia männynversoja. Kuva: Metla/Seppo Nevalainen.



Kuva 21. Ytimennävertäjien pudottamien versojen lisääntyminen Pitkäsuolla 2005–2006.

4 Tutkimuksen suuntaaminen

Esitutkimushankkeessa (2005–2006) suunniteltiin ja koordinoitiin Kolin ennallistamis seurantojen toteutus sekä käynnistettiin osana *LIFE to Koli* -hanketta kerättyjen aineistojen analyysit. Tutkimushankkeen tuottamia tuloksia sovelletaan Kolin kansallispuiston suojelualueiden metsien hoidon suunnittelussa. Tutkimustiedon välittymistä käytäntöön on edistetty myös julkaisemalla saatuja tuloksia *LIFE to Koli* -hankkeessa laadituissa oppaissa ja suunnitelmissa (Eerikäinen & Nieminen 2006, Nieminen & Eerikäinen 2006, Nieminen ym. 2006, Eerikäinen ym. 2007a). Tutkimuksen tuloksia on esitelty myös Kolin kansallispuiston luontopoluilla, Luontokeskus Ukossa ja kansallispuiston toiminnasta kertovissa lehtiartikkeleissa ja muissa julkaisuissa.

LIFE to Koli -hanke teki tiivistä yhteistyötä muiden EU:n LIFE-Luonto -rahoitteisten hankkeiden kanssa (esim. Metsähallituksen koordinoima ”Metsä-LIFE” ja Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen koordinoima ”Karjalan suot ja ikimetsät, helmiä luonnonhistorian ketjussa”), mikä tarjosi suorat yhteydet uuden tutkimustiedon välittämiseksi käytännön toimijoille. Myös tulevaisuudessa ennallistamistutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää muiden suojelualueiden luontoarvojen parantamiseen ja suojelutason kohottamiseen tähtäävien ennallistamistoimien toteutuksen suunnittelussa ja arvioitaessa eri toimenpiteiden vaikuttavuutta ja kannattavuutta.

Tavoitteena on jatkaa ja lisätä yhteistyötä ennallistamistoimien ekologisten vaikutusten selvittämisessä muiden Kollilla aktiivisesti toimivien tutkijaryhmien kanssa. Tavoitteena on selvittää ja tarkastella ekologisten ilmiöiden lisäksi myös metsänarvioimistieteellisiä teemoja. Tutkimus tuottaa uusia puuston kehityksen ennustemalleja, joita voidaan käyttää talousmetsien ja ennallistettujen metsien välisten kehityserojen määrittämiseen. Mallien laadinnassa otetaan huomioon niiden yhdistettävyyden jo olemassa oleviin metsätalouden laskentajärjestelmiin, joiden soveltuvuutta ennallistettavien metsäalueiden luonnonhoidon suunnitteluun ja ennallistamisvaikutusten ennustamiseen voidaan siten parantaa.

Tässä työraportissa kuvattu ennallistamistutkimus, joka selvittää ihmisen toistuvasti muovaamassa ympäristössä tapahtuvia muutoksia, tarjoaa useita opinnäytetyön aiheita niin metsäalan kuin biologian perustutkinto- ja jatko-opiskelijoille. Kansainvälisissä julkaisusarjoissa julkaistavien tieteellisten artikkeleiden lisäksi hankkeen tuloksia esitellään seminaarien ja tieteellisten tapaamisten julkaisuissa ja posteresityksissä. Tutkimukset tulevat käsittelemään seuraavia aihealueita:

1. Puustotuhojen aiheuttajat ja puiden terveydentilan kehitys polttokäsitellyissä metsissä ja lahoppuun lisäskohteilla
2. Puustokäsittelyjen ja vesitalouden järjestelyjen kasvillisuusvaikutukset ennallistetuilla soilla
3. Kasvillisuuden ja makrosienten sukseksio polttamalla ennallistetuissa kuusikoissa
4. Pienaukottamisen vaikutus pohja- ja kenttäkerroksen kasvillisuuteen ja puiden uudistumiseen
5. Puuston ikä- ja kokovaihtelun sekä puulajisuhteiden muutokset ennallistetuissa kivennäismaidan istutuskuusikoissa
6. Kertaluonteisten ennallistamistoimien vaikutus lahoppuun kertymään ja laatuun puiden kaulaus- ja pienaukottamiskohteilla

Metlassa ollaan paraikaa koordinoimassa ja miettimässä ennallistamistutkimuksen suuntaamista, mikä tulee lisäämään tutkijoiden välistä yhteistyötä ja tutkimusaineistojen yhteiskäyttöä. Kolin kansallispuiston uudella hallinnoijalla, Metsähallituksella, on laaja, koko maan kattava seuranta-

järjestelmä ennallistetuille soille ja metsille. Vaikka Kolin ennallistamisseurannoilla on hieman tutkimuksellisempi ote, on jatkossa selvítettävä, voidaanko tässä työssä kuvattu EVS-koesarja liittää osaksi Metsähallituksen seurantajärjestelmää.

Alustavien tulosten mukaan on selvää, että ennallistamistoimien ja kaskenpolton vaikutuksia metsätuholaiskantoihin on seurattava tulevana vuosina niin Kolin kansallispuiston kuin puiston ulkopuolisillakin alueilla. Tuholaiskantojen seurannasta saatavaa tietoa tulee käyttää hyväksi käsittelykuvioiden sijoittelussa. Mikäli lahopuun aktiivista lisäämistä jatketaan kansallispuiston alueella vuosikymmeniä, voi tuholaisten lisääntyminen aiheuttaa vakavan uhan myös suojelualueita ympäröiville yksityismetsille. Tuhoriski voi kasvaa erityisesti silloin, kun kuolleen puun määrä lisääntyy alueella myös luontaisesti, kuten tapahtui vuonna 2005 laajojen lumituhojen seurauksena.

Tässä raportissa kuvattujen EVS-koejäsenten lisäksi Kolille on perustettu myös muita ennallistamiskohteiden havainnointiin liittyviä kojärjestelyjä. Esim. ympäristöministeriön rahoittamassa tutkimushankkeessa “Nykyaikaisiin kaukokartoitustekniikoihin perustuva seurantajärjestelmä suojelualueiden luonnonmetsille ja metsäluonnon ennallistamiskohteille” perustettiin vanhoihin haapametsiin 14 kestokoealaa ja varttuneisiin mäntymetsiin 15 kestokoealaa, jotka kaikki soveltuvat täysimääräisesti puukohtaisen seurantatiedon tuottamiseen. Tässä Joensuun yliopiston metsätieteellisen tiedekunnan ja Metlan Joensuun toimintayksikön yhteistutkimushankkeessa vuosina 2005–2007 kehitettyjen kaukokartoitusmenetelmien hyödyntäminen operatiivisessa ennallistamisvaikutusten seurannassa edellyttää vielä lisäselvityksiä. Hankkeessa tutkittiin laserkeilauksen soveltuvuutta lahopuun määrän ennustamiseen (Pesonen ym. 2008) ja lehtokuvioiden tunnistamiseen (Vehmas ym. 2009a). Digitaalisten ilmakuvien ja laserkeilausaineistojen avulla tunnistettiin ja paikannettiin suuria haapoja Kolin kansallispuistossa (Säynäjoki ym. 2008). Kaukokartoitustutkimuksen kohteena olleen alueen keilaus ja ilmakuvaus uudelleentoistettuna mahdollistaisivat yhdessä jo kootun kaukokartoitusmateriaalin kanssa esimerkiksi ennallistettujen kohteiden muutostulkintaan liittyvät jatkotutkimukset. Myös lumituhoalueita, lahopuun lisäyskohteita ja poltto-alueita ympäröivien metsäalueiden terveydentilan kehitystä voitaisiin tutkia käyttämällä hyväksi edellä mainitun kaukokartoitustutkimuksen tuottamia aineistoja ja menetelmiä.

Uhanalaisten lajien ja metsien monimuotoisuuden kannalta tärkeän spatiotemporaalisen haapajakumon esiintymistä ja säilymisen edellytyksiä Kolin oloissa ovat selvittäneet Vehmas ym. (2009b) ja Härkönen ym. (2008a, b). Vehmas ym. (2009b) hyödynsivät tutkimuksessaan Kolin valtionpuiston alueella tehtyjen kuvioittaisten inventointien historiatietoja, jotka on tallennettu Metlan tutkimusaineistojen tietokantaan ja kattavat Kolin tapauksessa lähes sadan vuoden ajanjakson. Härkösen ym. (2008a, b) tutkimuksessa analysoitiin puolestaan koko kansallispuiston alueen kattaneen hirvituhoinventoinnin maastoaineistoja. Monimuotoisuusteemaan liittyy myös Kujalan (2009) pro gradu -työ, jossa selvitettiin liito-oravan (*Pteromys volans*) esiintymistä erilaisissa metsikkörakenteissa. Työssä hyödynnettiin Kolin metsävaratietoja ja aiemmissa tutkimuksissa koottua ennakkotietoa Kolin haapajakumoalueista.

Edellä mainitut Joensuun yliopiston kanssa toteutetut yhteistutkimukset ovat esimerkkejä siitä, miten Kolin kansallispuistoon perustettuja ennallistamisvaikutusten seurantakokeita ja niihin perustuvaa ennallistamistutkimusta voi hyödyntää myös muissa tutkimuksissa. Joensuun toimintayksikössä ennallistamistutkimus aloitettiin usean eri alan asiantuntijan yhteisenä ponnistuksena. Yhteistyö toimii siten, että kukin tutkija tarkastelee EVS-kohteilla omaan tutkimusalaansa liittyviä ilmiöitä hyödyntäen samalla muiden tekemiä havaintoja ja saamia tuloksia. Toimimme myös tulevaisuudessa omien alojemme asiantuntijoina, joilla on kokemusta Kolin kansallispuiston ennallistamiseen liittyvistä erityiskysymyksistä.

Kirjallisuus

- Airaksinen, O. & Karttunen, K. 1998. Natura 2000 -luontotyyppiopas. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas 46. 193 s.
- Angelstam, P. & Kuuluvainen, T. 2004. Boreal forest regimes, successional dynamics and landscape structures – a European perspective. *Ecological Bulletins* 51: 117–136.
- Bakke, A., Sæther, T. & Kvamme, T. 1983. Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus*. Pheromone and trap technology. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning* 38: 1–35.
- Davidson, R. & MacKinnon, J.G. 1993. Estimation and inference in economics. Oxford University Press, New York. 874 s.
- Edman, M., 2003. Dispersal ecology of wood-decaying fungi – implications for conservation. PhD Thesis. Umeå University, Umeå.
- Erikäinen, K. & Nieminen, E. 2006. Kolin kansallispuiston metsien ja niittyjen ennallistaminen / Layman's report. Restoration of forests and meadows in the Koli National Park – Restauration des forêts et prairies du Parc national de Koli. Life to Koli -hanke. Metsäntutkimuslaitos. Vammalan Kirjapaino Oy. 16 s.
- Erikäinen, K., Hotanen, J.-P., Ihme, H., Lovén, L., Miina, J., Nieminen, E., Salo, K., Viiri, H. & Äänismaa, P. 2007a. Kolin kansallispuiston Natura 2000 -suojelualueen istutus- ja kylvömetsien ja ojitusalueiden ennallistamissuunnitelma. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö, Kopijyvä Oy, Joensuu. 86 s.
- Erikäinen, K., Miina, J. & Valkonen, S. 2007b. Models for the regeneration establishment and the development of established seedlings in uneven-aged, Norway spruce dominated forest stands of southern Finland. *Forest Ecology and Management* 242: 444–461.
- Ennallistamistyöryhmä 2003. Ennallistaminen suojelualueilla. Ennallistamistyöryhmän mietintö. Suomen ympäristö 618. Ympäristöministeriö, Helsinki. 220 s.
- Eriksson, M., Pouttu, A. & Roininen, H. 2005. The influence of windthrow area and timber characteristics on colonization of wind-felled spruces by *Ips typographus* (L.). *Forest Ecology and Management* 216: 105–116.
- Eriksson, M., Lilja, S. & Roininen, H. 2006. Dead wood creation and restoration burning: Implications for bark beetles and beetle induced tree deaths. *Forest Ecology and Management* 231: 205–213.
- Eriksson, M., Neuvonen, S. & Roininen, H. 2007. Retention of wind-felled trees and the risk of consequential tree mortality by the European spruce bark beetle *Ips typographus* in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 516–523.
- Eriksson, M., Neuvonen, S. & Roininen, H. 2008. *Ips typographus* (L.) attack on patches of felled trees: “Wind-felled” vs. cut trees and the risk of subsequent mortality. *Forest Ecology and Management* 255: 1336–1341.
- Etelä-Suomen ja Pohjanmaan metsien suojelun tarve -työryhmä. 2000. Metsien suojelun tarve Etelä-Suomessa ja Pohjanmaalla. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 437. 284 s.
- Etelä-Suomen metsien suojelutoimikunta. 2002, Etelä-Suomen, Oulun läänin länsiosan ja Lapin läänin lounaisosan metsien monimuotoisuuden turvaamisen toimintaohjelma. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 583. 56 s.
- Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelma 2008–2016, Metso. 2008. Ympäristöministeriön raportteja 5. Ympäristöministeriö. 46 s.
- Filip, G. M. & Yang-Erve, L. 1997. Effects of prescribed burning on the viability of *Armillaria ostoyae* in mixed-conifer forest soils in the blue mountains of Oregon. *Northwest Science* 71: 137–144.
- Goldstein, H. 1995. Multilevel statistical models. Second edition. Arnold, London. 178 s.
- Grönlund, A. & Hakalisto, S. 1998. Perinnemaisemien hoito Kolin kansallispuistossa. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, Joensuu. Alueelliset ympäristöjulkaisut 104. 81 s.
- Hakalisto, S. 1987. Pohjois-Karjalan uhanalaiset putkilokasvit. Joensuun yliopisto, Matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan raporttisarja no. 18. 136 s.
- Hautala, H., Jalonen, J., Laaka-Lindberg, S. & Vanha-Majamaa, I. 2004. Impacts of retention felling on coarse woody debris (CWD) in mature boreal spruce forests in Finland. *Biodiversity and Conservation* 13: 1541–1554.

- Hekkala, A.-M. & Tolvanen, A. 2008. Effects of prescribed burning on saproxylic beetles in the Green Belt of Finland. Julkaisussa: Hovi, M., Kytö, H. & Rautio, S.-K. (toim.), Fire and Forest. The International Forest Fire Symposium in Kajaani 13.–14.11.2007. Metsähallituksen luonnonosuojelujulkaisuja. Sarja A 175: 67.
- Hokkanen, P. 2003. Vascular plant communities in boreal herb-rich forests in Koli, eastern Finland. *Annales Botanici Fennici* 40: 153–176.
- Hokkanen, P. 2006. Vegetation patterns of boreal herb-rich forests in the Koli region, eastern Finland: classification, environmental factors and conservation aspects. Doctoral dissertation. University of Joensuu, Faculty of Forestry. *Dissertationes Forestales* 27. 47 s. + 4 osajulkaisua.
- Hokkanen, P., Salo, K. & Paatelainen, H. 2003. Avainbiotooppien kasvillisuus Kolin kansallispuistossa. *Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja* 893. 71 s.
- Hokkanen, M., Aapala, K. & Alanen, A. 2005. Ennallistamisen ja luonnonhoidon seurantasuunnitelma. *Metsähallituksen luonnonosuojelujulkaisuja*. Sarja B 76. 85 s.
- Hotanen, J.-P. 2003. Multidimensional site description of peatlands drained for forestry. *Silva Fennica* 37: 55–93.
- Hotanen, J.-P., Nousiainen, H., Mäkipää, R., Reinikainen, A. & Tonteri, T. 2008. Metsätyypit – opas kasvupaikkojen luokitteluun. *Metsäkustannus Oy*. 192 s.
- Hynynen, J., Hökkä, H., Siipilehto, H., Salminen, H. & Haapala, P. 2002. Model for predicting stand development in MELA system. *Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja* 835. 116 s.
- Härkönen, S., Eerikäinen, K., Lähteenmäki, R. & Heikkilä, R. 2008a. Hävittääkö hirvi haavat? *Suomen Riista* 54: 7–15.
- Härkönen, S., Eerikäinen, K., Lähteenmäki, R. & Heikkilä, R. 2008b. Does moose browsing threaten European aspen regeneration in Koli National Park, Finland? *Alces* 44: 31–40.
- Isomäki, A., Niemistö, P. & Varmola, M. 1998. Luonnontilaisten metsien rakenne seurantakoealoilla. Julkaisussa: Annala, E. (toim.), Monimuotoinen metsä. Metsäluonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelman väliraportti. *Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja* 705: 75–86.
- Jäkel, A. & Roth, M. 2004. Conversion of single-layered Scots pine monocultures into close-to-nature mixed hardwood forests: effects on parasitoid wasps as pest antagonists. *European Journal of Forest Research* 123: 203–212.
- Kallio, T. 1965. Tutkimuksia maannousemasiemen leviämisbiologiasta ja torjuntamahdollisuuksista Suomessa. *Acta Forestalia Fennica* 78(3). 20 s.
- Karjalainen, L. & Kuuluvainen, T. 2002. Amount and diversity of coarse woody debris within a boreal forest landscape dominated by *Pinus sylvestris* in Vienansalo wilderness, eastern Fennoscandia. *Silva Fennica* 36: 147–167.
- Kohonen, J., Marmo, J. & Vuollo, J. 2000. Kolin kallioperän syntyvaiheet. Julkaisussa: Lovén, L. & Rainio, H. (toim.), Kolin perintö. Kaskisavusta kansallismaisemaan. *Metsätutkimuslaitos ja Geologian tutkimuskeskus*. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä, s. 28–39.
- Komonen, A. & Kouki, J. 2008. Do restoration fellings in protected forests increase the risk of bark beetle damages in adjacent forests? A case study from Fennoscandian boreal forest. *Forest Ecology and Management* 255: 3736–3743.
- Korhonen, K. T., Tomppo, E., Henttonen, H., Ihalainen, A., Tonteri, T. & Tuomainen, T. 2001. Pohjois-Karjalan metsäkeskuksen alueen metsävarat 1966–2000. *Metsätieteen aikakauskirja* 3B/2001: 495–576.
- Koski, V. 1995. Conservation of Norway spruce gene resources in Finland. Julkaisussa: Turok, J., Koski, V., Paule, L. & Frison, E. (toim.), *Picea abies* Network. Report of the first meeting, 16–18 March 1995, Tatra National Park, Stará Lesná, Slovakia. International Plant Genetic resources Institute, Roma, Italy, s. 12–15.
- Kujala, S. 2009. Liito-oravan (*Pteromys volans*) esiintyminen erilaisissa metsikkörakenteissa Kolin kansallispuistossa. *Metsäympäristön hoidon ja suojelun pro gradu*. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. 61 s.
- Kuuluvainen, T. 2002. Natural variability of forests as a reference for restoring and managing biological diversity in boreal Fennoscandia. *Silva Fennica* 36: 97–125.
- Kuuluvainen, T. & Laiho, R. 2004. Long-term forest utilization can decrease forest floor microhabitat diversity: evidence from boreal Fennoscandia. *Canadian Journal of Forest Research* 34: 303–309.

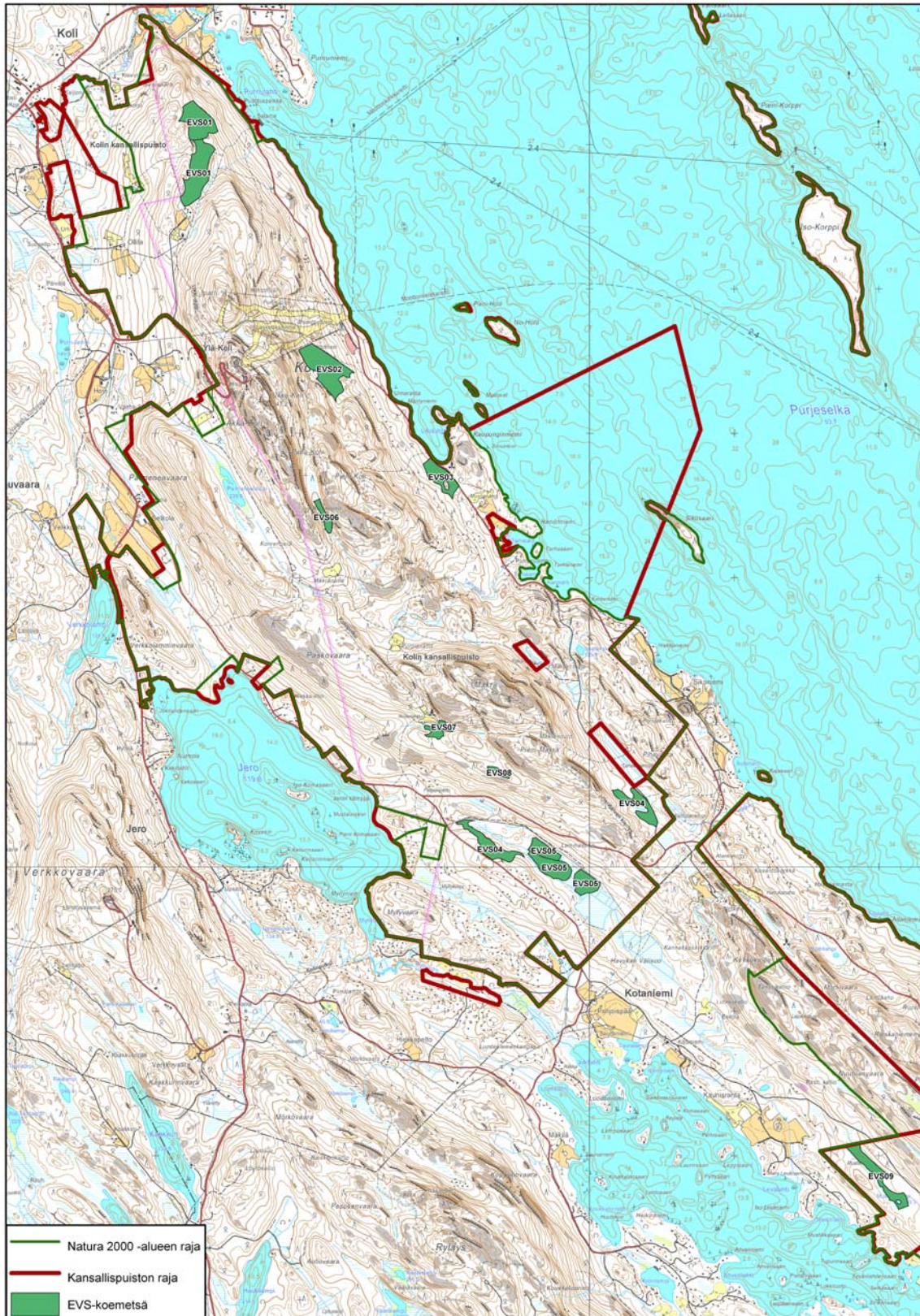
- Kuuluvainen, T., Penttinen, A. & Nygren, M. 1996. Statistical opportunities for comparing stand structural heterogeneity in managed and primeval forests: An example for boreal spruce forest in southern Finland. *Silva Fennica* 30: 315–328.
- Kuuluvainen, T., Mäki, J., Karjalainen, L. & Lehtonen, H. 2002. Tree age distributions in old-growth forest sites in Vienansalo wilderness, eastern Fennoscandia. *Silva Fennica* 36: 169–184.
- Kuuluvainen, T., Wallenius, T. & Pennanen, J. 2004. Metsien luontainen rakenne, dynamiikka ja monimuotoisuus. Julkaisussa: Kuuluvainen, T., Saaristo, L., Keto-Tokoi, P., Kostamo, J., Kuuluvainen, J., Kuusinen, M., Ollikainen, M. & Salpakivi-Salomaa, P. (toim.), *Metsän kätköissä – Suomen metsien monimuotoisuus*. Edita Publishing Oy, Helsinki, s. 48–75.
- Kuuluvainen, T., Ollonqvist, P., Pennanen, J. & Lilja, S. 2006. Elinympäristöjen ennallistaminen. Julkaisussa: Horne, P., Koskela, T., Kuusinen, M., Otsamo, A. & Syrjänen, K. (toim.), *Metson jäljillä. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman tutkimusraportti*. Maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, Metsätutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus. Vammalan Kirjapaino Oy, s. 40–52.
- Kärkkäinen, S. 1994. Kolin alueen lehdot. Vesi- ja ympäristöhallitus, Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja. Sarja A: 172. 54 s.
- Laine, J. & Vasander, H. 2008. Suotyypit ja niiden tunnistaminen. 2. painos. Metsäkustannus Oy. 110 s.
- Laki Kolin kansallispuistosta 581/91.
- Laki Metsän sieni- ja hyönteistuhojen torjunnasta. 263/1991.
- Lappalainen, H. & Simola, H. 1998. The fire-adapted flatbug *Aradus laeviusculus* Reuter (Heteroptera, Aradidae) rediscovered in Finland (North Karelia, Koli National Park). *Entomologica Fennica* 9: 3–4.
- Lappi, J. 1991. Calibration of height and volume equations with random parameters. *Forest Science* 37: 781–801.
- Li, C. & Apps, M. J. 1995. Disturbance impacts on forest temporal dynamics. *Water, Air and Soil Pollution* 82: 429–436.
- Liikanen, V. 2008. Metsien ennallistamisen vaikutus kaarnakuoriaisten populaatioihin ja metsätuhoriikkiin. Pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos.
- Lilja, S. 2006. Ecological restoration of forests in Fennoscandia: defining reference stand structures and immediate effects of restoration. Doctoral dissertation. University of Helsinki, Department of Forest Ecology. *Dissertationes Forestales* 18. 51 s. + 4 osajulkaisua.
- 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. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20(Supp 6): 66–78.
- Lohilahti, H. & Pajari, M. 2007. Perinnemaisemien hoito Kolin kansallispuistossa. Hoitosuunnitelman väliarviointi ja päivittäminen. Metsätutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö. Kopijyvä Oy, Joensuu. 60 s.
- Lovén, L. (toim.). 2005. Kolin kansallispuisto 2010 – Hoito- ja käyttösuunnitelma 2003–2010. Metsätutkimuslaitos, Tutkimusmetsäpalvelut ja Joensuun tutkimuskeskus. 98 s.
- Lundquist, J. E. 1995. Characterizing disturbance in managed ponderosa pine stands in the Black Hills. *Forest Ecology and Management* 74: 61–74.
- Luoti maastotyöohje 2003. Metsätutkimuslaitoksen tutkimusalueiden kuvioittaisen inventoinnin maastotyöohje 8.1.2003. Metsätutkimuslaitos, tutkimusmetsäpalvelut. 43 s. + liitteet.
- Långström, B. 1992. Märgborreskador och tillväxtförluster efter tre års lagring av obarkat barrvirke. *Skogsakta* 15: 1–4.
- Mannerkoski, H. 2005. Maaperä lehtojen luokittelussa. Julkaisussa: Tyynelä, T. & Pelkonen, P. (toim.), *Metsien kokonaisarvon jäljillä: Olli Saastamoinen 60 vuotta*. Joensuun yliopisto, *Silva Carelica* 50: 150–156.
- McCullagh, P. & Nelder, J.A. 1989. Generalized linear models. Second edition. Chapman and Hall, University Press, Cambridge. 511 s.
- Metsätutkimuslaitos. 1997. Kolin kansallispuiston ja Koliilta suojeltavaksi hankittujen alueiden runkosuunnitelma. Metsätutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema ja Tutkimusmetsäpalvelut. 19 s. + liitteet 1–11.

- Metsätuhotyöryhmä 2003. Työryhmämuistio MMM 2003:11. 32 s.
- Minchin, P. 1987. An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. *Vegetatio* 69: 89–107.
- Natura 2000 -alueiden hoidon ja käytön työryhmä. 2002. Natura 2000 -alueiden hoito ja käyttö. Työryhmän mietintö. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 597. 84 s.
- Negron, J. F. & Popp, J. B. 2004. Probability of ponderosa pine infestation by mountain pine beetle in the Colorado Front Range. *Forest Ecology and Management* 191: 17–27.
- Nieminen, E. 2006. Lahopuusta riippuvaisten lajien elinmahdollisuudet Kolin kansallispuistossa nyt ja tulevaisuudessa: Ennuste lahopuun määrällisistä ja laadullisista muutoksista vuosina 2003–2063. Metsäympäristön hoidon ja suojelun pro gradu. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. 92 s.
- Nieminen, E. & Eerikäinen, K. 2006. Ennallistajan opas. Kokemuksia ja esimerkkejä elinympäristöjen ennallistamisesta Kolin kansallispuistossa. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö, LIFE to Koli -hanke. Vammalan Kirjapaino Oy. 61 s.
- Nieminen, E., Eerikäinen, K. & Lovén, L. 2006. Ennallistajan Polku – Reittioapas. Kolin kansallispuiston luontopolut. LIFE to Koli -hanke. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö, LIFE to Koli -hanke. Vammalan Kirjapaino Oy. 61 s.
- Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, R.G., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H. & Wagner, H. 2008. vegan: Community ecology package version 1.15-1. (<http://cran.r-project.org/>)
- Ollonqvist, P., Heikkinen, A., Laukkanen, A. & Aarnio, J. 2007. Oppiminen ja osaamisen kehitys metsien ja soiden ennallistamisessa – kokemukset investoinneista Metsähallituksen suojelualueilla. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja / Working papers of the Finnish Forest Research Institute 51. 43 s.
- Parviainen, J. & Seppänen, P. 1994. Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatusvaihtoehdot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 511. 110 s. + liitteet.
- Pesonen, A., Maltamo, M., Eerikäinen, K. & Packalén, P. 2008. Airborne laser scanning-based prediction of coarse woody debris volumes in a conservation area. *Forest Ecology and Management* 255: 3288–3296.
- Pukkala, T. 2001. Metsäsuunnitteluohjelma MONSU, versio 3.1. Ohjelmiston toiminta ja käyttö. 74 s.
- Puustinen, S., Hokkanen, P., Kouki, J. & Eerikäinen, K. 2007. Kolin kansallispuiston lehtojen hoitosuunnitelma. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö. Kopijyvä Oy, Joensuu. 72 s.
- Rassi, P., Alanen, A., Kanerva, T. & Mannerkoski, I. (toim.). 2001. Suomen lajien uhanalaisuus 2000. Uhanalaisten lajien II seurantarayhmä. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 432 s.
- Rentch, J.S., Fajvan, M.A. & Hicks Jr., R.R. 2003. Spatial and temporal disturbance characteristics of oak-dominated old-growth stands in the Central Hardwood Forest Region. *Forest Science* 49: 778–789.
- Rouvinen, S., Kuuluvainen, T. & Siitonen, J. 2002. Tree mortality in a *Pinus sylvestris* dominated boreal forest landscape in Vienansalo wilderness, eastern Fennoscandia. *Silva Fennica* 36: 127–145.
- Ruokolainen, L. & Salo, K. 2006. The succession of boreal forest vegetation during ten years after slash-burning in Koli National Park, eastern Finland. *Annales Botanici Fennici* 43: 363–378.
- Salo, K. 1998. Kolin kansallispuisto kehittyi monipuoliseksi tutkimus- ja retkeilyalueeksi. Julkaisussa: Muhonen, T. & Sulonen, S. (toim.), Kansallispuistojen juhluvuoden seminaari Koliilla 28.–29.10.1996. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 718: 59–61.
- Salo, K. 2009. Succession and diversity of macrofungi 12 years after forest wildfire in managed Scots pine stands in eastern Finland. (Käsikirjoitus).
- Searle, S.R. 1971. Linear models. John Wiley & Sons, Inc., New York. 532 s.
- Siitonen, J. 2001. Luonnonmetsähanke, tarkistusmittaukset 2001–02, maastotyöohje. 5 s.
- Siitonen, J., Kaila, L., Kuusinen, M., Martikainen, P., Penttilä, R., Punttila, P. & Rauh, J. 2001. Vanhojen talousmetsien ja luonnonmetsien rakenteen ja lajiston erot Etelä-Suomessa. Julkaisussa: Siitonen, J. (toim.), Monimuotoinen metsä: Metsäluonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 812: 25–53.
- Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. *Acta Forestalia Fennica* 62(4). 363 s.
- Steijlen, I. & Zackrisson, O. 1987. Long-term dynamics and successional trends in a northern Swedish coniferous forest stand. *Canadian Journal of Botany* 65: 839–848.

- Säynäjoki, R., Packalén, P., Maltamo, M., Vehmas, M. & Eerikäinen, K. 2008. Detection of aspens using high resolution aerial laser scanning data and digital aerial images. *Sensors* 8: 5037–5054.
- Tarvainen, O., Dupuy, E. & Tolvanen, A. 2008. Costs of reforesting roads in a boreal environment (Finland). *Ecological Restoration* 26: 204–205.
- Toivanen, T., Liikanen, V. & Kotiaho, J.S. 2009. Effects of forest restoration treatments on the abundance of bark beetles in Norway spruce forests of southern Finland. *Forest Ecology and Management* 257: 117–125.
- Tolvanen, A., Hekkala, A.-M., Päätaalo, M.-L. & Tarvainen, O. 2008. Monitoring of forest restoration in the Green Belt Life project – first results from prescribed fire treatments. Julkaisussa: Hovi, M., Kytö, H. & Rautio, S.-K. (toim.), *Fire and Forest. The International Forest Fire Symposium in Kajaani 13.–14.11.2007*. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 175: 39–42.
- Tukia, H. 2000. Metsien ennallistaminen suojelualueilla – lähtötilanne 1995. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 118. 148 s.
- Tukia, H., Hokkanen, M., Jaakkola, S., Kallonen, S., Kurikka, T., Leivo, A., Lindholm, T., Suikki, A. & Virolainen, E. 2003. Metsien ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 58. 87 s.
- Uotila, A. & Kouki, J. 2005. Understorey vegetation in spruce-dominated forests in eastern Finland and Russian Karelia: successional patterns after anthropogenic and natural disturbances. *Forest Ecology and Management* 215: 113–137.
- Uotila, A., Hotanen, J.-P. & Kouki, J. 2005. Succession of understorey vegetation in managed and seminatural Scots pine forests in eastern Finland and Russian Karelia. *Canadian Journal of Forest Research* 35: 1422–1441.
- Uotila, A., Kouki, J., Kontkanen, H. & Pulkkinen, P. 2002. Assessing the naturalness of boreal forests in eastern Fennoscandia. *Forest Ecology and Management* 161: 257–277.
- Valkama, H., Rätty, M. & Niemelä, P. 1997. Catches of *Ips duplicatus* and other non-target Coleoptera by *Ips typographus* pheromone trapping. *Entomologica Fennica* 3: 153–159.
- Vanha-Majamaa, I., Kallonen, S., Lilja, S., Lindberg, H., Penttilä, R. & Sidoroff, K. 2006. Käytännön ennallistamismenetelmien tuloksellisuuden arviointi Evon NATURA 2000 alueella – ennallistamiskulutukset ja haavan lisääminen. Julkaisussa: Horne, P., Koskela, T., Kuusinen, M., Otsamo, A. & Syrjänen, K. (toim.), *Metson jäljillä. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman tutkimusraportti*. Maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus. Vammalan Kirjapaino Oy, s. 367–370.
- Vanha-Majamaa, I., Lilja, S., Ryömä, R., Kotiaho, J., Laaka-Lindberg, S., Lindberg, H., Puttonen, P., Tamminen, P., Toivanen, T. & Kuuluvainen, T. 2007. Rehabilitating boreal forest structure and species composition in Finland through logging, dead wood creation and fire: The EVO experiment. *Forest Ecology and Management* 250: 77–88.
- Vasiliauskas, R., Lygis, V., Larsson, K. H. & Stenlid, J. 2005. Airborne fungal colonisation of coarse woody debris in North Temperate *Picea abies* forest: impact of season and local spatial scale. *Mycological Research* 109: 487–496.
- Wallenius, T. 2004. Fire histories and tree ages in unmanaged boreal forests in Eastern Fennoscandia and Onega peninsula. Doctoral dissertation. University of Helsinki, Faculty of Biosciences. 31 s. + 4 osajulkaisua.
- Vehmas, M., Eerikäinen, K., Peuhkurinen, J., Packalén, P. & Maltamo, M. 2009a. Identification of boreal forest stands with high herbaceous plant diversity using airborne laser scanning. *Forest Ecology and Management* 257: 46–53.
- Vehmas, M., Kouki, J., & Eerikäinen, K. 2009b. Long-term spatio-temporal dynamics and historical continuity of European aspen (*Populus tremula* L.) stands in the Koli National Park, eastern Finland. *Forestry* 82: 135–148.
- Weslien, J., Annala, E. & Bakke, A., Bejer, B., Eidmann, H.H., Narvestad, K., Nikula, A. & Ravn, H.P. 1989. Estimating risks for spruce bark beetle (*Ips typographus* (L.) damage using pheromone-baited traps and trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4: 87–98.
- Zackrisson, O. 1977. Influence of forest fires on the North Swedish boreal forest. *Oikos* 29: 22–32.
- Zellner, A. 1962. An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias. *Journal of the American Statistical Association* 57: 348–368.

Liitteet

Liite 1. Ennallistamisvaikutusten seurannan (EVS) koemetsiköiden sijainti Kolin kansallispuiston alueella.



Liite 2.1. Jatkuu

2(4)

KUVIO JA KOEALALOMAKE 02: Muuttujaluettelo

Muuttuja n:o	Sarake(et) n:o	Muuttujan nimi	Muuttujan määritelmä
1	1-4	Kuvion numero	Peruskuvion numero, ks. lomake "Ennakkosuunnittelu- ja toteutuksen seurantalomake 01"
2	5-6	Osakuvion numero	Osakuvion numero, ks. lomake "Ennakkosuunnittelu- ja toteutuksen seurantalomake 01"
3	7-8	Mittauskerran numero	Kuten lomakkeessa "Ennakkosuunnittelu- ja toteutuksen seurantalomake 01"
4	9-10	Käyttömuoto	10 = Muu tutkimusalue, ei koetta 11 = Käynnissä oleva koe 12 = Epävarma koe 13 = Koetoiminnan varausalue 14 = Geenireservimetsä 20 = Suojelualue, ei koetta 21 = Suojelualue, koe 22 = Suojelualue, epävarma koe 23 = Suojelualue, koevarausalue 24 = Suojelualue, geenireservimetsä
5	11	Maaluokka	1 = Metsämaa 2 = Kitumaa 3 = Joutumaa 4 = Muu metsätalousmaa 5 = Maatalousmaa 6 = Rakennettu maa 7 = Liikenteen, voimalinjojen jne. maa 8 = vesi
6	12	Alaryhmä	1 = Kangas 2 = Korpi 3 = Rämpe 4 = Neva 5 = Letto
7	13-14	Maalaji	Moreeni 11 = Soramoreeni 12 = Hiekkamoreeni 13 = Hienoaineksinen moreeni Lajittuneet maalajit 21 = Sora 22 = Hiekka 23 = Karkea hieta 24 = Hieno hieta 25 = Hiesu 26 = Savi Eloperäiset maalajit 31 = Saraturve 32 = Rahkaturve 33 = Multamaa Muut 40 = Avokallio 50 = Kivikko
8	15	Turpeen paksuus (soilla)	1 = < 30 cm 2 = 30-80 cm 3 = > 80 cm
9	16	Ojitusilanne	1 = Ojittamaton kangas 2 = Ojitettu kangas 3 = Ojittamaton suo 4 = Ojikko 5 = Muuttuma 6 = Turvekangas
10	17	Kasvupaikkatyypit	1 = Lehto 2 = Lehtomainen kangas 3 = Tuore kangas 4 = Kuivahko kangas 5 = Kuiva kangas 6 = Karukko kangas 7 = Kalliomaat, hietikot, kivikot 8 = Lakimetsät, tunturit
11	18	Metsä- tai suotyypit	Ks. Luoti-mittausohje
12	19	Veroluokka	1 = IA 2 = IB 3 = II 4 = III 5 = IV

Kolin Natura 2000 –suojelualueen istutus- ja kylvömetsien sekä ojitettujen soiden ennallistaminen

Liite 2.1. Jatkuu

3(4)

Muuttuja n:o	Sarake(et) n:o	Muuttujan nimi	Muuttujan määritelmä
13	20-21	Veroluokkaa alentavat tekijät	01 = Poikkeuksellinen kivisyys 02 = Kallioisuus 03 = Soistuneisuus 04 = Vetisyys 05 = Kuntaisuus 06 = Alhainen lämpösumma 07 = Tuulisuus 08 = Tykkyhaitta 09 = Metsäpalon vaikutus 10 = Turvemaan keskimääräistä heikompi ravinnetila 11 = Ympäristöhaitta 12 = Muu alentava tekijä (merk. Lisätietoihin)
14	22	Kulkukelpoisuus	1 = Vain maan jäätyneenä ollessa (T) 2 = Myös sulanmaan aikana pl. kelirikkokausi (K) 3 = Myös kelirikon aikana (A)
15	23	Puuston kehitysluokka	1 = Aukea uudistusala 2 = Pieni taimikko 3 = Varttunut taimikko 4 = Nuori kasvatusmetsikkö 5 = Varttunut kasvatusmetsikkö 6 = Uudistuskypsä metsikkö 7 = Suojuspuumetsikkö 8 = Siemenpuumetsikkö
16	24	Metsikön laatu	1 = Kehityskelpoinen 2 = Vajaapuustoinen (< 60 % ppa:sta) 3 = Hoitamaton 4 = Jätettä 5 = Kasvupaikalle sopimaton puulaji 6 = Yli-ikäinen 7 = Tuhometsikkö 8 = Muusta syystä vajaatuottoinen
17	25-26	Erytisominaisuus	Erytyiset biotoopit 11 = Pienialainen lehto 12 = Perinnebiotooppi 13 = Erytynen suoalue 14 = Pienimuotoinen harju 15 = Kallio, kivikko, tms. 16 = Purovarsimetsä, lähteen tai kosteikon ympäristö 17 = Metsäsaareke 18 = Lakimetsä 19 = Muu erityinen biotooppi (esim. jyrkänne), kuvaus Lisätietoihin Maisemalliset erityisominaisuudet 21 = Puistometsä, luonnonhoitometsä 22 = Rantametsä 23 = Tienvarsimetsä 24 = Vaaran laet ym. korkeat alueet 29 = Muu maisemallinen erityisominaisuus, kuvaus Lisätietoihin Riistanhoidolliset erityisominaisuudet 31 = Metson soidinalue 32 = Teeren soidinalue 33 = Pyy-ympäristö 34 = Luolasto 39 = Muu riistakohde, kuvaus Lisätietoihin Virkistyselliset erityisominaisuudet 51 = Marjastusalue 52 = Sienestysalue 53 = Muu keräilykohde 54 = Retkeilyalue 59 = Muu virkistystekijä, kuvaus Lisätietoihin Uhanalaisen tms. lajin esiintymiskohde, kuvaus Lisätietoihin 61 = Uhanalaisen kasvilajin esiintymiskohde 62 = Uhanalaisen eläinlajin esiintymiskohde 63 = Uhanalaisen lajin mahdollinen esiintymiskohde 64 = Petolinnun pesä 65 = Muu pesimäalue 69 = Muu erityinen esiintymiskohde, kuvaus Lisätietoihin Biologiset erityisominaisuudet 71 = Maapuita 72 = Kolopuita 73 = Pötkelöitä 74 = Pystyyn kuollutta puuta 75 = Erytynen pensaskerros 76 = Erytynen kenttäkerros 79 = Muu biologinen erityisominaisuus, kuvaus Lisätietoihin Metsänhoidolliset erityisominaisuudet 91 = Ryhmittäinen 92 = Aukkoinen 93 = Eri-ikäinen 94 = Ylitheä 95 = Muu toimenpide viivästynyt 96 = Korjuutekninen tms. rajoite 97 = Intensiivisen hoidon kohde 98 = Luonnontilainen metsä 99 = Muu metsänhoidollinen erityisominaisuus, kuvaus Lisätietoihin

Liite 2.1. Jatkuu

4(4)

Muuttuja n:o	Sarake(et) n:o	Muuttujan nimi	Muuttujan määritelmä
18	27	Erityisbiotoopin tarkenne	1 = Metsälain mukainen 2 = Luonnonsuojelulain mukainen 3 = Mahdollisesti metsälain mukainen
19	28–30	Koealan numero	
20	31–35	Pinta-ala, m ²	Ympyräkiealan pinta-ala. Jos koealan kokona käytetään muuta kuin oletusarvona olevaa kokoa 400 m ² (säde: 11,28 m), merkitään koealan koko ja koealan säde (r) kohtaan Lisätietoja.
21	36–37	Kaltevuus	Maanpinnan kaltevuus asteina (1/360 ympyrä)
22	38	Suunta	Kaltevuuden suunta 1 = koillinen 2 = itä 3 = kaakko 4 = etelä 5 = lounas 6 = länsi 7 = luode 8 = pohjoinen 9 = kaltevuuden suunta vaihteleva
23	39–45	x-koordinaatti	Tasokoordinaatti (EUREF FIN TM35FIN -projektio)
24	46–52	y-koordinaatti	Tasokoordinaatti (EUREF FIN TM35FIN -projektio)
25	53	Metsä- tai suotyyppe	Ks. Luoti-mittausohje
26	54–55	Humuskerros	Humuskerroksen paksuus, cm
27	56–57	Huuhtoutumiskerros	Huuhtoutumiskerroksen paksuus, cm
28	58–59	Rikastumiskerros	Rikastumiskerroksen paksuus
29	60–61	Kivisyys	Rassin painauma (viiden koealakohdallisen mittauksen keskiarvo), cm. Mittaukset suoritetaan koealan keskipisteen läheisyydestä sekä kustakin päällmansuunnasta koealan säteen puolivälillä kohdalta.
30	62–63	Ikä	Puuston ikä (biologinen tai rinnankorkeus), määrittäisperuste Lisätietoihin

PUULOMAKE 03: Muuttajaluettelo

Muuttuja n:o	Sarake(et) n:o	Muuttujan nimi	Muuttujan määritelmä
1	1–4	Peruskuvion numero	Kuten lomakkeessa "Kuvio- ja koealalomake 02"
2	5–6	Osakuvion numero	Kuten lomakkeessa "Kuvio- ja koealalomake 02"
3	7–8	Mittauskerran numero	Kuten lomakkeessa "Kuvio- ja koealalomake 02"
4	9–10	Koealan numero	Kuten lomakkeessa "Kuvio- ja koealalomake 02"
5	11–13	Puun numero	Numerointi aloitetaan juoksevasti koealan keskipisteestä pohjoissuuntaan tähdätyltä linjalta myötäpäivään kiertäen.
6	14–17	Suunta	Jos koealan keskipisteestä mitatun suunnan mittayksikkönä on jokin muu kuin aste (ts. 1/360 ympyrä), niin mittauksessa käytetystä mittayksiköstä on tehtävä merkintä lomakkeen kohtaan "Lisätietoja".
7	18–21	Etäisyys koealan keskipisteestä	Mittayksikkönä käytetään senttimetriä.
8	22–23	Puulaji	01 = mänty <i>Pinus sylvestris</i> 02 = kuusi <i>Picea abies</i> 03 = rauduskoivu <i>Betula pendula</i> 04 = hieskoivu <i>Betula pubescens</i> 05 = haapa <i>Populus tremula</i> 06 = harmaaleppä <i>Alnus incana</i> 07 = tervaleppä <i>Alnus glutinosa</i> 08 = muu havupuu Latinankielinen nimi kirjattava lisätietoihin! 09 = muu lehtipuu 10 = tammi <i>Quercus robur</i> 11 = saarni <i>Fraxinus excelsior</i> 12 = vuorijalava <i>Ulmus glabra</i> 13 = kynäjalava <i>Ulmus laevis</i> 14 = vaahtera <i>Acer platanoides</i> 15 = lehmus <i>Tilia cordata</i> 16 = paju <i>Salix sp.</i> 17 = tuomi <i>Prunus padus</i> 18 = pihlaja <i>Sorbus aucuparia</i> 19 = kataja <i>Juniperus communis</i> 20 = marjakuusi <i>Taxus baccata</i> 21 = lehtikuusi <i>Larix sp.</i> 22 = raita <i>Salix caprea</i> 23 = halava <i>Salix pentandra</i> 24 = paatsama <i>Rhamnus frangula</i> 25 = vaivaiskoivu <i>Betula nana</i>
9	24	Puujakso	0 = jaksoa ei eritellä 1 = vallitsevan jakson puu 2 = ylispuu 3 = alikasvospuu
10	25–26	Tuhon ilmiäisy	00 = Puussa ei ole tuhoa. 01 = Kuollut pystypuu. Luonnonpoistumapuu ts. puussa ei ole jäljellä eläviä oksia tai puu kuolee ennen seuraavaa kasvukautta. 02 = Kaatunut tai katkennut puu. Puu on kaatunut tai katkennut elävän latvuksen puolenvälin alapuolelta. Puu voi olla elävä tai luonnonpoistuma. Myös tuen varaan jääneet tai pahoin kallistuneet puut (yli > 60 °) luetaan kaatuneiksi. 03 = Puussa lahoa. Havupuilla tyven pihkavuoto, tyven pullistumat, käävät, runkovauriot ja koivulla vesioksat voivat ilmentää lahoisuutta. 04 = Runkovaurio. Runkoon tai juuristoon metrin säteellä rungosta kohdistuneet vauriot. Vaurio voi olla esim. sienien aiheuttama koro, pakkashalkeama, eläimen syömäjälki, pihkavuoto alle 1,5 m korkeudella tai puunkorjuussa syntynyt vaurio. 05 = Pihkavuoto. Rungossa yli 1,5 m korkeudella epänormaalin runsasta pihkavuotoa (väh. 30 cm pitkiä pihkanoroja). 06 = Elävän puun latva poikki tai kuollut. Pääranka katkennut tai kuollut elävän latvuksen ylemmän puolikkaan alueella, eikä latvanvaihto ole korjannut tuhoa. Jos katkennut latva ei korvaannu uudella, valitaan uusi harsuuntumiskohdepuu.

PUULOMAKE 03: Muuttujaluettelo

Muuttuja n:o	Sarake(et) n:o	Muuttujan nimi	Muuttujan määritelmä
			07 = Latvanvaihto, monilatuaisuus tai muu latvan epämuodostuma. Latvau vauriot, jotka eivät ole vielä muuttuneet rungon muoto- ja laatuviokoiksi. Toispuolinen latvus.
			08 = Rungon muotovika. Runkoon esim. aiempien latvatuhojen seurauksena jääneet mutkat, haarat ja lenkous tai istutusvirheestä johtuva tyvilenkous.
			09 = Oksatuhot. Puussa elävän latvuksen alueella useita kokonaisia kuolleita oksia tai oksien pääangan katkeamisen seurauksena syntyneitä aukkoja.
			10 = Alalatuksen epänormaali kuoleminen. Poikkeuksellisen voimakas latvuksen kuoleminen alhaaltapäin. Latvuksen alaosan, usein äkillinen kuoleminen, esim. versosurman ym. sienitautien takia. Normaalilla varjostuksen aiheuttamaa latvuksen supistumista ei kirjata tuhona.
			11 = Neulas-, lehti- tai kasvainkatoa. Neulasten, lehtien tai versojen tuhoutuminen (irronneet oksista). Vuosirytmiiin kuuluvaa neulasten/lehtien varisemista ja hedekukintaa ei pidetä tuhoina.
			12 = Neulasten tai lehtien värvivat.
			13 = Merkkejä hyönteisistä pystyvuissa. Mustaa peitettä lehdillä tai neulasilla, kotelokehoja, munaryhmiä, kaivautumisreikiä, toukkapurua yms. jälkiä hyönteisten läsnäolosta.
			14 = Merkkejä sienistä pystyvuissa. Valkoista peitettä lehdillä, sineten itiöemiä, kellanoransseja rakkuloita yms. merkkejä sienistä.
			15 = Hakkuussa syntynyt kanto tai tekopötkkelö tms. rungon kappale.
			16 = Ennallistamiskäsittelty puu (esim. kaulaus).
11	27	Tuhon aste eli puun yleiskunto	1 = terve; ei runko- eikä latvusvaurioita, kuolleita oksia vain latvuksen alaosissa, normaalit neulaset, normaali määrä neulasvuosikertoja, enintään vähäisiä neulastuhoja 2 = heikentynyt; harsuuntuneisuus yli 20 %, kuolleita oksia yli 30 % ylälatvuksessa tai neulastuhoja vähintään 30 % neulasalasta tai puun elinvoimaa heikentävä runkovika vakavasti vaurioitunut; edellä mainittujen tekijöiden vaikutus yli 60 % 4 = kuoleva 5 = kuollut
12	28–29	Tuhon aiheuttaja (Metsien terveydentilan seurannan level II:n ohjeet)	00 = ei tuhoja 01 = tuhon aiheuttajaa ei tunneta Abioottiset tekijät 02 = tuuli 03 = lumi 04 = halla/pakkanen 05* = muut sää- ja ilmastotekijät (esim. ahava, kuoripolte, rae-sateet, salama) 06 = metsäpalo 07* = maaperätekijät (esim. kuivuus, liika vesi, routa, ravinteiden epätasapaino/puutos) 08 = puutavaran korjuu 09 = ilman epäpuhtaudet (päästölähde tunnetaan, esim. teollisuus, liikenne, maatalous) 10 = muu syy (tarkenna) Eläimet 20 = myyrät 21 = hirvieläimet 22* = muu selkärankainen (esim. jänikset, majava, kanalinnut, orava) 23 = ytimennävertäjät 24* = mäntypistiäiset (pilkku- tai ruskomäntypistiäinen) 25* = muut neulas- tai lehtituholaiset (esim. mäntymittari, mäntyyökkönen, kuusenneulaspistiäinen) 26 = kirjanpainaja(t) 27* = muut kaamakuoriaiset (esim. kuusen tähtikirjaaja, monikirjaaja, ukkoniluri, koivun mantokuoriainen) 28* = muu tunnistettu hyönteinen (esim. kärsäkkäät, äkämän aiheuttaja) 29 = ei lajilleen tunnistettu hyönteinen Sienet 30* = juurikäpää (kuusella tyvilaho, männyllä tyvitervastauti) 31* = muu lahottajasieni (esim. männynkäpää, pakurikäpää, kantokäpää) 32 = versosurma

PUULOMAKE 03: Muuttujaluettelo

Muuttuja n:o	Sarake(et) n:o	Muuttujan nimi	Muuttujan määritelmä
			33 = männynversoruoste 34 = tervasroso 35* = muu ruostesieni (esim. männynneulasruoste, suopursu-ruoste, kuusentuomiruoste) 36* = karistesieni (esim. männynharmaakariste, männynkariste, ruskopilkkukariste, juovakariste) 37* = muu tunnistettu sienitauti* 38 = ei lajilleen tunnistettu sienitauti
			(* kuvataan tarkemmin esim. "lisätiedoissa"
13	30–31	Käsittely	00 = ei käsittelyä 01 = muu ihmisen toiminta (vandalismi, pystykarisinta) 02 = ennallistaminen: polttokäsittely 03 = ennallistaminen: kaulaus 04 = ennallistaminen: metsurityönä tehty maahan kaato tai vaurioittaminen 05 = ennallistaminen: koneellinen kumoon kaato tai vaurioittaminen 06 = ennallistamishakkuussa korjattu puu 07 = ennallistaminen: metsurityönä tehty maahan kaato tai vaurioittaminen, jota myöhemmin seurannut polttokäsittely 08 = ennallistaminen: koneellinen kumoon kaato tai vaurioittaminen, jota myöhemmin seurannut polttokäsittely
14	32	Kuoriprosentti	Jäljellä olevan kuoren peittävyys arvioidaan 20 % luokissa. 0 = puu epifyyttien tai pohjakerroksen kasvillisuuden peitossa 1 = 0–20 % 2 = 21–40 % 3 = 41–60 % 4 = 61–80 % 5 = 81–99 % 6 = 100 % (terveet, elävät puut)
15	33–35	1. läpimitta, mm	Elävien ja kuolleiden, rungoiltaan ehyiden pystypuiden, latvansa menettäneiden puiden tai 1,3 metriä pidempien pötkelöiden tapauksessa läpimitalla tarkoitetaan rinnankorkeudelta eli maanpinnasta 1,3 m korkeudelta koealan keskipisteen suuntaisesti mitattua läpimittaa. Kokonaisten maapuiden kohdalla (ulkoasukoodit 3 ja 6/kaadettu runko) läpimitan mittauskohhta on 1,3 metriä rungon tyveltä ja läpimita mitataan vaakatasossa. Maapuun erillisten ositteiden (ulkoasukoodit 0, 4, 6/tyveys, 6/pölli ja 7) läpimitat mitataan kappaleiden keskikohdasta vaakatasossa. Hakkuukannoista läpimitta mitataan leikkauspinnan korkeudelta.
16	36–38	2. läpimitta, mm	1. läpimittaa vastaan kohtisuorassa suunnassa mitattu rinnankorkeusläpimitta.
17	39	Koepuukoodi	0 = elävät puut: muu kuin koepuu, esim. lukupuu 1 = koepuutunnukset soveltuvat mallinnukseen 2 = koepuutunnuksia ei tule käyttää mallinnuksessa 3 = koepuu mitattu koealan ulkopuolelta 4 = latva puuttuu 5 = osa puun tyveä ja latvaa puuttuu 6 = osa puun tyveä puuttuu 7 = kadonnut puu 8 = tuhoutunut puu (esim. hajonnut laho kanto)
18	40–42	Puun pituus, dm	Elävän puun rungon keskiviivan mukaan maanpinnan tasolta latvan kärkipisteeseen mitattu kokonaispituus.
19	43–45	Latvusrajan korkeus, dm	Puun rungon keskiviivan mukaan mitattu pituus maanpinnan tasolta alimman elävän oksan tyveen. Yksittäistä elävää oksaa, jonka yläpuolella on kaksi tai useampi luontaisesti kuivanutta oksaa, ei oteta huomioon. Tunnus mitataan vain elävistä puista.
20	46	Kuolleen puun ulkoasu (VMI 9:n mukainen luokitus)	0 = syntytapa ei tiedossa: pitkälle lahonneet maapuut (maapuut = puun runko maata vasten tai koholla maasta oksiansa varassa), joista ei voi enää varmuudella sanoa ovatko ne luonnostaan syntyneen lahoppuun osia vai hakkuussa tehtyjä. <u>Koodia ei tule käyttää kantojen luokitukseen.</u> 1 = kuollut pystypuu, jonka rungosta korkeintaan 1/3 puuttuu. 2 = pötkelö tai korkea luonnonkanto, jonka rungosta yli 1/3 puuttuu; koodia ei saa merkitä maapuulle (luonnontuho).

PUULOMAKE 03: Muuttujaluettelo

Muuttuja n:o	Sarake(et) n:o	Muuttujan nimi	Muuttujan määritelmä
			3 = juuripaakun kanssa kaatunut maapuu tai juuresta katkennut maapuu, jonka kanto ei ole enää mitattavissa (tn. luonnontuho).
			4 = katkennut maapuu (luonnontuho). Koodilla merkitään myös sellaiset maapuun pätkät, joille on annettu koepuukoodiksi 5.
			5 = hakkuussa syntynyt kanto tai tekopötkkelö; koodia ei saa merkitä maapuulle.
			6 = rungon tyveys, pölli tai kokonainen hakkuussa kaadettu puun runko.
			7 = hakkuussa katkaistu latvan osa kuten esim. harsintalattus.
			8 = terve puu
21	47–49	Kappaleen pituus, dm	Kuolleet pystypuut ja rungon kappaleet.
22	50	Kaltevuuden tai kaartumisen aste	Puun kannon sijaintipisteen ja latvan kärkipisteen välinen kaltevuuskulma. 0 = kallistuma = 0 (pystypuut ja kannot) 1 = Kallistuma < 30 2 = kallistuma < 31–60 3 = kallistuma > 60 , ei kuitenkaan maahan kaatunut 4 = maahan kaatunut puu
23	51	Rungon kaatumis-, kallistumis- tai kaartumissuunta	0 = ei määritettävissä 1 = koillinen 2 = itä 3 = kaakko 4 = etelä 5 = lounas 6 = länsi 7 = luode 8 = pohjoinen
24	52	Puun lahoaste	0 = Terve, elävä puu. 1 = Puu on ainekseltaan kova. <u>Pvstypuu:</u> Puukko tunkeutuu puuhun vain muutaman millimetrin verran eli kuten lahoamattomaan tuoreeseen puuhun. Aputuntomerkit: yleensä kaarna ei ole juurikaan irronnut eivätkä oksat karisseet. Luokkaan kuuluvat myös kovat kelopuut, joiden puuaine ei ole alkanut lahota. <u>Maapuu:</u> Puukko tunkeutuu puuhun vain muutaman millimetrin verran eli kuten lahoamattomaan tuoreeseen puuhun. Aputuntomerkit: Kuorellinen, äskettäin kaatunut runko. Mahdolliset epifyytit samoja kuin pystypuissa. Luokkaan kuuluvat myös kovat, aluksi pystyyn keloutuneet ja myöhemmin kaatuneet puut, joiden puuaine ei ole alkanut lahota. 2 = Melko kova. Puukko tunkeutuu puuhun 1–2 cm ja keskimäärin vähintään 0,5 cm. Puun pinta alkanut selvästi lahota. <u>Pvstypuiden aputuntomerkit:</u> Oksat ovat alkaneet karista ja havupuilla kaarna irrota. Kovat kelot kuuluvat kuitenkin lahoasteluokkaan 1. Lehtipuilla esiintyy kääpien itiöemä puun yläosassa usein runsaasti. <u>Maapuiden aputuntomerkit:</u> Usein vielä kuorellinen puu. Kovat, kaatuneet kelopuut kuuluvat kuitenkin lahoasteluokkaan 1. Epifyyttejä niukasti ja ne ovat enimmäkseen pystyuiden lajistoa. 3 = Melko pehmeä. Puukko tunkeutuu puuhun 3–5 cm. <u>Pvstypuiden aputuntomerkit:</u> Puiden oksat ovat pääosin karisseet ja jäljellä on vain isoimpien oksien rankoja. Osa latvasta on usein pudonnut. <u>Maapuiden aputuntomerkit:</u> Kuori on usein repeillyt ja laajalti irronnut. Epifyyttejä on paikoin runsaasti, mutta ei suurina kasvustoina. Tähän luokkaan kuuluu esim. mänty, jonka mantopuu on pitkälle lahonnut ja sydänpuu kova.

PUULOMAKE 03: Muuttujaluettelo

Muuttuja n:o	Sarake(et) n:o	Muuttujan nimi	Muuttujan määritelmä
			4 = Runko pehmennyt tai pehmeäksi lahonnut. Puukko tunkeutuu puuhun helposti kahvaa myöten ts. puu on läpilaho. <u>Pystypuiden aputuntomerkit:</u> Puu on useimmiten katkennut ja vain tyvipökkelö on pystyssä. <u>Maapuiden aputuntomerkit:</u> Vaikka puu onkin läpilaho, se on säilyttänyt muotonsa eikä hajoa potkimalla. Sammalia ja jäkälää esiintyy yleensä suurina kasvustoina.
			5 = Hyvin pehmeä. Hajoaa sormin. <u>Pystypuiden aputuntomerkit:</u> Tähän luokkaan voivat pystypuista tai niiden osista kuulua vain katkenneiden puiden pitkälle lahonneet kannot. <u>Maapuiden aputuntomerkit:</u> Hajoaa helposti potkimallakin, minkä lisäksi rungon ääriviivat ovat epäselvät ja rungonosia on hävinnyt kokonaan lahoamisen seurauksena. Yleensä täysin epifyyttien, joista suurin osa on pohjakerroksen sammalia, jäkälää ja varpuja, peittämä. Runko erottuu metsämaasta usein vain kohoumana. Joskus kokonaan pohjakerroksen peittämät rungotkin voivat olla vielä kovia, mikä on tärkeää huomioida, sillä lahoasteen määrittäminen perustuu ensisijaisesti puuaineksen kovuuteen.

Liite 2.3. Taimilomake 04.

1(2)

**TAIMILOMAKE 04
SEURANTA**

ENNALLISTAMISVAIKUTUSTEN

Kuvio	Mittaus	Koeala	Pinta-ala, m ²	Sijainti:	Koesarja:
1 2 3 4 5	6 7	8 9 10	11 12 13 14 15		
				Mittausryhmän johtaja:	Mittauspäivä:
Lisätietoja:					

h-luokka, m	Puulaji		Kpl		Puulaji		Kpl		Puulaji		Kpl		Puulaji		Kpl		Puulaji		Kpl																						
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51						
0,10-0,19																																									
0,20-0,29																																									
0,30-0,39																																									
0,40-0,49																																									
0,50-0,99																																									
1,00-1,49																																									
1,50-1,99																																									
2,00-2,49																																									
2,50-2,99																																									
3,00-3,49																																									
3,50-3,99																																									
4,00-4,49																																									
4,50-4,99																																									

h-luokka, m	Puulaji		Kpl		Puulaji		Kpl		Puulaji		Kpl		Puulaji		Kpl		Puulaji		Kpl																						
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51						
0,10-0,19																																									
0,20-0,29																																									
0,30-0,39																																									
0,40-0,49																																									
0,50-0,99																																									
1,00-1,49																																									
1,50-1,99																																									
2,00-2,49																																									
2,50-2,99																																									
3,00-3,49																																									
3,50-3,99																																									
4,00-4,49																																									
4,50-4,99																																									

Liite 2.3. Jatkuu

2(2)

TAIMILOMAKE 04: Muuttujaluettelo

Muuttuja n:o	Sarake(et) n:o	Muuttujan nimi	Muuttujan määritelmä																																																		
1	1–5	Kuvion numero	Kuten lomakkeessa "Kuvio- ja koealalomake 02"																																																		
2	6–7	Mittauskerran numero	Kuten lomakkeessa "Kuvio- ja koealalomake 02"																																																		
3	8–10	Koealan numero	Kuten lomakkeessa "Kuvio- ja koealalomake 02"																																																		
4	11–15	Pinta-ala, m ²	Ympyräkoealan pinta-ala. Jos koealan kokona käytetään muuta kuin oletusarvona olevaa kokoa 4 m ² (säde: 1,13 m), merkitään koealan koko ja koealan säde (r) kohtaan lisätietoja.																																																		
5	16	h-luokka, m	Taimiluokkien pituusrajat.																																																		
6	17–18	Puulaji	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td>01 = mänty</td><td><i>Pinus sylvestris</i></td></tr> <tr><td>02 = kuusi</td><td><i>Picea abies</i></td></tr> <tr><td>03 = rauduskoivu</td><td><i>Betula pendula</i></td></tr> <tr><td>04 = hieskoivu</td><td><i>Betula pubescens</i></td></tr> <tr><td>05 = haapa</td><td><i>Populus tremula</i></td></tr> <tr><td>06 = harmaaleppä</td><td><i>Alnus incana</i></td></tr> <tr><td>07 = tervaleppä</td><td><i>Alnus glutinosa</i></td></tr> <tr><td>08 = muu havupuu</td><td></td></tr> <tr><td>09 = muu lehtipuu</td><td></td></tr> <tr><td>10 = tammi</td><td><i>Quercus robur</i></td></tr> <tr><td>11 = saarni</td><td><i>Fraxinus excelsior</i></td></tr> <tr><td>12 = vuorijalava</td><td><i>Ulmus glabra</i></td></tr> <tr><td>13 = kynäjalava</td><td><i>Ulmus laevis</i></td></tr> <tr><td>14 = vaahtera</td><td><i>Acer platanoides</i></td></tr> <tr><td>15 = lehmus</td><td><i>Tilia cordata</i></td></tr> <tr><td>16 = paju</td><td><i>Salix sp.</i></td></tr> <tr><td>17 = tuomi</td><td><i>Prunus padus</i></td></tr> <tr><td>18 = pihlaja</td><td><i>Sorbus aucuparia</i></td></tr> <tr><td>19 = kataja</td><td><i>Juniperus communis</i></td></tr> <tr><td>20 = marjakuusi</td><td><i>Taxus baccata</i></td></tr> <tr><td>21 = lehtikuusi</td><td><i>Larix sp.</i></td></tr> <tr><td>22 = raita</td><td><i>Salix caprea</i></td></tr> <tr><td>23 = halava</td><td><i>Salix pentandra</i></td></tr> <tr><td>24 = paatsama</td><td><i>Rhamnus frangula</i></td></tr> <tr><td>25 = vaivaiskoivu</td><td><i>Betula nana</i></td></tr> </table>	01 = mänty	<i>Pinus sylvestris</i>	02 = kuusi	<i>Picea abies</i>	03 = rauduskoivu	<i>Betula pendula</i>	04 = hieskoivu	<i>Betula pubescens</i>	05 = haapa	<i>Populus tremula</i>	06 = harmaaleppä	<i>Alnus incana</i>	07 = tervaleppä	<i>Alnus glutinosa</i>	08 = muu havupuu		09 = muu lehtipuu		10 = tammi	<i>Quercus robur</i>	11 = saarni	<i>Fraxinus excelsior</i>	12 = vuorijalava	<i>Ulmus glabra</i>	13 = kynäjalava	<i>Ulmus laevis</i>	14 = vaahtera	<i>Acer platanoides</i>	15 = lehmus	<i>Tilia cordata</i>	16 = paju	<i>Salix sp.</i>	17 = tuomi	<i>Prunus padus</i>	18 = pihlaja	<i>Sorbus aucuparia</i>	19 = kataja	<i>Juniperus communis</i>	20 = marjakuusi	<i>Taxus baccata</i>	21 = lehtikuusi	<i>Larix sp.</i>	22 = raita	<i>Salix caprea</i>	23 = halava	<i>Salix pentandra</i>	24 = paatsama	<i>Rhamnus frangula</i>	25 = vaivaiskoivu	<i>Betula nana</i>
01 = mänty	<i>Pinus sylvestris</i>																																																				
02 = kuusi	<i>Picea abies</i>																																																				
03 = rauduskoivu	<i>Betula pendula</i>																																																				
04 = hieskoivu	<i>Betula pubescens</i>																																																				
05 = haapa	<i>Populus tremula</i>																																																				
06 = harmaaleppä	<i>Alnus incana</i>																																																				
07 = tervaleppä	<i>Alnus glutinosa</i>																																																				
08 = muu havupuu																																																					
09 = muu lehtipuu																																																					
10 = tammi	<i>Quercus robur</i>																																																				
11 = saarni	<i>Fraxinus excelsior</i>																																																				
12 = vuorijalava	<i>Ulmus glabra</i>																																																				
13 = kynäjalava	<i>Ulmus laevis</i>																																																				
14 = vaahtera	<i>Acer platanoides</i>																																																				
15 = lehmus	<i>Tilia cordata</i>																																																				
16 = paju	<i>Salix sp.</i>																																																				
17 = tuomi	<i>Prunus padus</i>																																																				
18 = pihlaja	<i>Sorbus aucuparia</i>																																																				
19 = kataja	<i>Juniperus communis</i>																																																				
20 = marjakuusi	<i>Taxus baccata</i>																																																				
21 = lehtikuusi	<i>Larix sp.</i>																																																				
22 = raita	<i>Salix caprea</i>																																																				
23 = halava	<i>Salix pentandra</i>																																																				
24 = paatsama	<i>Rhamnus frangula</i>																																																				
25 = vaivaiskoivu	<i>Betula nana</i>																																																				
6	19–21	Kpl	Ao. puulajin taimien kappalemäärä/pituusluokka.																																																		

Liite 3. Makrosienilajisto ja itiöemien lukumäärä luonnonmetsäkoealoilla vuosina 2006–2008. 1(6)

Sienilaji	Koeala 155		Koeala 156		Koeala 157		Koeala 158		Koeala 160		Yht.
	2006	-07	2006	-07	2006	-07	2006	-07	2006	-07	
<i>Amanita fulva</i>	1	2						1			2
<i>Amanita porphyria</i>											2
<i>Amyloporia xantha</i>									10		10
<i>Amylostereum chailletii</i>									2		2
<i>Antrodia serialis</i>					1				1		1
<i>Antrrodia sinuosa</i>											1
<i>Armillaria borealis</i>							31		2		33
<i>Armillaria lutea</i>									1		1
<i>Ascocoryne sarcoides</i>		8									8
<i>Asterodon ferruginosus</i>					1	3					11
<i>Auriscalpium vulgare</i>							7				7
<i>Bisporella citrina</i>								50	1		51
<i>Bjerkandera adusta</i>		1					600		20		620
<i>Boletus edulis</i>				8					10		18
<i>Chalciporus piperatus</i>									1		1
<i>Chlorociboria aeruginascens</i>											3
<i>Clavaria fragilis</i>											32
<i>Clitocybe gibba</i>		1									1
<i>Clitocybe metachroa</i>						2					2
<i>Clitocybe sp. 2</i>											1
<i>Collybia acervata</i>				27							27
<i>Collybia butyracea forma asema</i>	4	5		2			2	2			18
<i>Collybia cirrata</i>											2
<i>Collybia dryophila</i>	1								1		2
<i>Collybia exsculpta</i>		3									3
<i>Collybia peronata</i>		5						2			7
<i>Collybia proluxa</i>		2				3					5
<i>Collybia tuberosa</i>											1
<i>Cordyceps gracilis</i>											2
<i>Cortinarius acutus</i>	17			16				11			89
<i>Cortinarius albovicola</i>		7		4							11
<i>Cortinarius anomalus</i>	8			1							9
<i>Cortinarius argutus</i>									2	8	10
<i>Cortinarius armeniacus</i>					2	7			1		9

Liite 3. Makrosienilajisto ja itiöemien lukumäärä luonnonmetsäkoealoilla vuosina 2006–2008.

Liite 3. Jatkuu

2(6)

Stenilaji	Koeala 155		Koeala 156		Koeala 157		Koeala 158		Koeala 160		Yht.
	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	
<i>Cortinarius armillatus</i>	1		1	6	6		1	4			19
<i>Cortinarius balteatus</i>	1										1
<i>Cortinarius biformis</i>		2		2				4			8
<i>Cortinarius bolaris</i>							2				2
<i>Cortinarius brunneus</i>	15	2	21	3	2	2	4	26	1	3	89
<i>Cortinarius camphoratus</i>				1							1
<i>Cortinarius cf. flexipes</i>							14				15
<i>Cortinarius collinitus</i>			2								3
<i>Cortinarius croceus</i>			11				1				11
<i>Cortinarius cupreorufus</i>									1		1
<i>Cortinarius decipiens</i>		2									2
<i>Cortinarius delibutus</i>	2		3	2		1	7	1	1		17
<i>Cortinarius duracinus</i>	10		27			11	20	1	7	6	82
<i>Cortinarius evernius</i>		3									3
<i>Cortinarius flexipes</i>		33	3			10	4	5	8		63
<i>Cortinarius gentilis</i>				4		2					6
<i>Cortinarius himuleus</i>	1						2				3
<i>Cortinarius infractus</i>			9								9
<i>Cortinarius laniger</i>						7			4		34
<i>Cortinarius malachius</i>	1		14				11				27
<i>Cortinarius obtusus</i>		18		2							88
<i>Cortinarius ochrophyllus</i>				12			28	4			47
<i>Cortinarius pholideus</i>	1			1							11
<i>Cortinarius sanguineus</i>	2	1				5	2		9		19
<i>Cortinarius scaurus</i>	1	7				3			1		9
<i>Cortinarius sp. 6</i>			12				19				36
<i>Cortinarius sp. 7</i>							1				1
<i>Cortinarius sp. 8</i>			12				1				13
<i>Cortinarius sp. 2</i>							1				1
<i>Cortinarius sp. 4</i>							1				1
<i>Cortinarius trivialis</i>	1		3				15			1	19
<i>Cortinarius umbrinolens</i>					1	7	15	12			35
<i>Craterellus cornucopioides</i>							2				2
<i>Crepidotus appianatus</i>									35	44	79
<i>Crepidotus calolepis</i>							2			1	5
<i>Cudonia circinans</i>							4				4

Liite 3. Jatkuu

3(6)

Sienilaji	Koeala 155		Koeala 156		Koeala 157		Koeala 158		Koeala 160		Yht.
	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	
<i>Cudonia confluens</i>	1	21			4		2	4	1	5	37
<i>Cystoderma carcharias</i>											1
<i>Datronia mollis</i>	3				4						3
<i>Entoloma rhodopolium</i>							1		2	2	4
<i>Entoloma sp. 1</i>								1			7
<i>Entoloma sp. 2</i>			2								3
<i>Exidia cartilaginea</i>	2										2
<i>Exidia glandulosa</i>	30										30
<i>Fomes fomentarius</i>	6	14	100	1					10	10	152
<i>Fomitopsis pinicola</i>	2	5	4								10
<i>Galerina hypnorum</i>	1				12		6	9	1	1	28
<i>Galerina marginata</i>						1					1
<i>Galerina mniophila</i>		5									6
<i>Galerina pumila</i>	5	2	5						3	1	15
<i>Galerina sp. 2</i>										1	1
<i>Galerina sp. 3</i>					2						2
<i>Gymnopus confluens</i>					4	22					42
<i>Gyromitra ambigua</i>			4		4			3	1		4
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>				4							4
<i>Hebeloma sp. 1</i>			6		2						6
<i>Hebeloma sp. 2</i>					4				2	1	13
<i>Hevelia macropus</i>											1
<i>Heridium coralloides</i>		1							1		2
<i>Hohenbuehelia petaloides</i>				4							4
<i>Humaria hemisphaerica</i>	3								1	1	4
<i>Hydnellum rufescens</i>	1				3	14		3	2	2	29
<i>Hygrocybe cantharellus</i>											1
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>											3
<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i>	1						3				1
<i>Hygrophorus erubescens</i>										1	1
<i>Hygrophorus hedrychii</i>					6	1				1	8
<i>Hygrophorus piceae</i>			7		2			1			10
<i>Hypholoma capnoides</i>									3		3
<i>Hypholoma lateritium</i>			4								4
<i>Hypholoma polytrichi</i>									1		1
<i>Hypocrea pulvinata</i>		3									3

Liite 3. Jatkuu

4(6)

Sienilaji	Koeala 155		Koeala 156		Koeala 157		Koeala 158		Koeala 160		Yht.
	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	
<i>Hypsizygus ulmarius</i>				5							5
<i>Inocybe castanea</i>			1	1				1			3
<i>Inocybe cf. proximella</i>								1			1
<i>Inocybe cincinnata</i>			2	2				1			2
<i>Inocybe flocculosa</i>			1				2	4			4
<i>Inocybe geophylla</i>	10	1	1		20	12	1		1		79
<i>Inocybe geophylla var. lilacina</i>		3									1
<i>Inocybe lacera var. helobia</i>				2							3
<i>Inocybe soluta</i>											2
<i>Inocybe sp. 2</i>				2							2
<i>Inocybe squarrosula</i>		3			1			4			7
<i>Inonotus obliquus</i>								1			7
<i>Junghuhnia lacera</i>									1		2
<i>Kuehneromyces mutabilis</i>											4
<i>Laccaria laccata</i>			114								114
<i>Lactarius camphoratus</i>			2		4						10
<i>Lactarius deterrimus</i>											16
<i>Lactarius flexuosus</i>					1	2			1	3	18
<i>Lactarius fuliginosus</i>		2								1	1
<i>Lactarius torminosus</i>			1								5
<i>Lactarius trivialis</i>											1
<i>Lactarius utilis</i>											16
<i>Lactarius uvidus</i>											8
<i>Lactarius vietus</i>			2	1							5
<i>Leccinum scabrum</i>	20	1	3		1	8			1		50
<i>Leccinum varicolor</i>						1					4
<i>Leotia lubrica</i>				1	1						1
<i>Lepiota ventriospora</i>											3
<i>Lycoperdon pyriforme</i>		2		2	1	1			1		4
<i>Lyophyllum sp. 2</i>		2	2		1	1					25
<i>Macrotyphula juncea</i>				20							4
<i>Marasmius androsaceus</i>	2				10	8					58
<i>Marasmius epiphyllus</i>	20	10	40	31	50	58	20	170	201	120	785
<i>Marasmius hudsonii</i>		6			4						4
<i>Merulius tremellosus</i>	120		80	1	150	19	2	210	30		6
<i>Micromphale perforans</i>											854

Liite 3. Jatkuu

5(6)

Sienilaji	Koeala 155		Koeala 156		Koeala 157		Koeala 158		Koeala 160		Yht.
	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	
<i>Mycena cf. mirata</i>											2
<i>Mycena cinerella</i>											7
<i>Mycena clavicularis</i>	16	3	70	1	10	2	48	1	5	2	194
<i>Mycena epipterygia</i>	2	1	2		6			1	1		1
<i>Mycena flavoalba</i>	2	2	1						8	1	13
<i>Mycena galericulata</i>	2	2	3		4		5	4	2	1	19
<i>Mycena galopus</i>	1	1			1		2	4	2	1	18
<i>Mycena haematopus</i>									2		6
<i>Mycena metata</i>		4	1	4	8	1			2		18
<i>Mycena pterigena</i>							1				1
<i>Mycena pura</i>	5	4	7	1	9	1	29	15	4	11	90
<i>Mycena rorida</i>			24	1	2		2	2	3		32
<i>Mycena rosella</i>							1				2
<i>Mycena rubromarginata</i>		2									1
<i>Mycena sanguinolenta</i>								3			5
<i>Mycena sp. 1</i>					2		2	2		4	4
<i>Mycena sp. 2</i>										4	6
<i>Mycena speirea</i>		1	2		2	1	2	2			11
<i>Mycena viscosa</i>	40	5				8					53
<i>Mycena vulgaris</i>	16	3	2	2	13	3	290	52	4	3	388
<i>Omphalina epichysium</i>		1									1
<i>Otidea leporina</i>	9	4								1	10
<i>Panellus serotinus</i>	4	4								1	9
<i>Paxillus involutus</i>											2
<i>Phellinus chrysoloma</i>											2
<i>Phellinus cinereus</i>				1					2		12
<i>Phellinus igniarius</i>		10	26								1
<i>Phellinus laevigatus</i>								1			36
<i>Phellinus lundelii</i>		1		6							1
<i>Phellinus populicola</i>								1			7
<i>Phellinus tremulae</i>				8							1
<i>Piptoporus betulinus</i>	2	8									8
<i>Pleurotus pulmonarius</i>	1	3								9	13
<i>Pluteus bodospileus</i>											10
<i>Pluteus cervinus</i>							1		2		3
<i>Pluteus nanus</i>							2		1		4
											1

Liite 3. Jatkuu

6(6)

Sienilaji	Koeala 155		Koeala 156		Koeala 157		Koeala 158		Koeala 160		Yht.
	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	2006	-07 -08	
<i>Psathyrella</i> sp. 2		2									2
<i>Rhodocollybia</i> cf. <i>prolixa</i>						1					1
<i>Rhodocollybia</i> <i>maculata</i>											1
<i>Rigidoporus corticola</i>											1
<i>Fozites caperatus</i>	10	1		1	1		2	1			41
<i>Russula aeruginea</i>					1						1
<i>Russula aquosa</i>					1		3				6
<i>Russula atrorubens</i>	13	6	2	2	3	1	1	1			29
<i>Russula consobrina</i>		1							1	3	9
<i>Russula emetica</i>					5						1
<i>Russula gracillima</i>				1							1
<i>Russula graveolens</i>		5			1		1	1			7
<i>Russula lutea</i>									1		2
<i>Russula nauseosa</i>											1
<i>Russula nitida</i>	1						1				1
<i>Russula queletii</i>				1						2	69
<i>Russula rhodopus</i>							11	55		2	16
<i>Russula taigarum</i>									1		1
<i>Russula vinosa</i>		2					1		2		3
<i>Russula xerampelina</i>											2
<i>Rutstroemia</i> sp. 2											1
<i>Stereum hirsutum</i>	3	90	60				1				193
<i>Stereum rugosum</i>			40								40
<i>Strobilurus esulentus</i>		2					1	4	1	3	17
<i>Stropharia hornemannii</i>						5		4			7
<i>Suillus variegatus</i>									1		1
<i>Trametes ochracea</i>		3		8							11
<i>Trechispora</i> sp. 2											2
<i>Tremella mesenterica</i>									2	50	50
<i>Trichaptum abietinum</i>										50	600
<i>Tricholoma stiparophyllum</i>	350	250									3
<i>Tubaria furfuracea</i>											3
Yhteensä itiömiä	733	571	322	293	485	256	1625	623	457	563	7008
Yhteensä sienilajeja	43	55	26	35	53	41	54	51	52	47	210

Liite 4. Makrosienilajisto ja itiöemien lukumäärä EVS04:n mäntyvaltaisen kuvion sienikoeruuduilla vuosina 2005–2008. 1(5)

Sienilaji	Koeruutu 6 (politettu)				Koeruutu 7 (politettu)				Koeruutu 8 (kontrolli)				Koeruutu 9 (politettu)				Koeruutu 10 (kontrolli)				Yht.	
	2005	-06	-07	-08	2005	-06	-07	-08	2005	-06	-07	-08	2005	-06	-07	-08	2005	-06	-07	-08		
<i>Amanita muscaria</i>					2																4	
<i>Amanita porphyria</i>						1		1														6
<i>Anthracobia macrocystis</i>																						500
<i>Arrhenia acerosa f. latispora</i>		1				1									2							3
<i>Auriscalpium vulgare</i>																						4
<i>Bisporella citrina</i>			6			2																8
<i>Boletus edulis</i>	2																					3
<i>Boletus pinophilus</i>		7	6	1		1	19	17	4													2
<i>Calocera viscosa</i>																						108
<i>Cantharellula umbonata</i>																						1
<i>Cantharellus tubaeformis</i>																						1310
<i>Chaiciporus piperatus</i>		25	33		222	105	112	207														1
<i>Chroogomphus rutilus</i>																						1
<i>Clitocybe clavipes</i>																						10
<i>Clitocybe gibba</i>																						1
<i>Clitocybe metachroa</i>		9	70				8	4														12
<i>Clitocybe sp. 1</i>																						94
<i>Collybia cirrata</i>																						3
<i>Collybia dryophila</i>																						34
<i>Collybia exsculpta</i>																						2
<i>Comphidius glutinosus</i>																						3
<i>Coprinus jonesii</i>																						1
<i>Cortinarius acutus</i>	1		2	2																		10
<i>Cortinarius anomalus</i>			2	2																		42
<i>Cortinarius armeniacus</i>																						1
<i>Cortinarius armillatus</i>	8	15	20	22	4	2	7	7														108
<i>Cortinarius bateatus</i>																						74
<i>Cortinarius brunneus</i>	6	7	2	33	7	6	8															10
<i>Cortinarius collinitus</i>	1		1	3	1	3	1															129
<i>Cortinarius croceus</i>		1		3																		25
<i>Cortinarius duracinus</i>		13	5					4														14
<i>Cortinarius evernius</i>				4				2														22
<i>Cortinarius flexipes</i>			4		1																	6
<i>Cortinarius gentilis</i>	14	9	8	18	29	3	39	64														386
<i>Cortinarius hermitichus</i>					1																	1
<i>Cortinarius laniger</i>																						1
<i>Cortinarius multiformis</i>					2																	3
<i>Cortinarius obtusus</i>		12	5	4																		31
<i>Cortinarius ochrophyllus</i>	2						1															4

Liite 4. Jatkuu

2(5)

Sienilaji	Koeruutu 6 (poliettu)			Koeruutu 7 (poliettu)			Koeruutu 8 (kontrolli)			Koeruutu 9 (poliettu)			Koeruutu 10 (kontrolli)			Yht.
	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	
<i>Cortinarius pholideus</i>																4
<i>Cortinarius raphanoides</i>																4
<i>Cortinarius rubellus</i>																34
<i>Cortinarius scarius</i>																5
<i>Cortinarius semisanguineus</i>																4
<i>Cortinarius sp. 6</i>																85
<i>Cortinarius sp. 1</i>																12
<i>Cortinarius sp. 2</i>																17
<i>Cortinarius sp. 3</i>																1
<i>Cortinarius sp. 4</i>																1
<i>Cortinarius sp. 5</i>																1
<i>Cortinarius talus</i>																9
<i>Cortinarius tortuosus</i>																5
<i>Cortinarius umbrinolens</i>																4
<i>Crepidotus calolepis</i>																12
<i>Cudonia circinans</i>																1
<i>Cudonia confluens</i>																3
<i>Cystoderma amianthinum</i>																25
<i>Cystoderma granulolum</i>																46
<i>Entoloma cetratum</i>																10
<i>Entoloma sericeum</i>																24
<i>Exidia saccharina</i>																3
<i>Exobasidium vaccinii</i>																4
<i>Galerina atkinsoniana</i>																15
<i>Galerina hypnorum</i>																9
<i>Galerina marginata</i>																94
<i>Galerina mniophila</i>																4
<i>Galerina pumila</i>																28
<i>Galerina sp. 1</i>																43
<i>Galerina sphagnorum</i>																1
<i>Geopyxis carbonaria</i>																25
<i>Gomphidius roseus</i>																572
<i>Gymnophilus picreus</i>																4
<i>Gymnophilus sapineus</i>																4
<i>Hebeloma sp. 1</i>																4
<i>Hemimycena lactea</i>																9
<i>Hohenbuehelia reniformis</i>																1
<i>Humaria hemisphaerica</i>																1
<i>Hydrellium ferrugineum</i>																11
																1
																2

Liite 4. Jatkuu

3(5)

Sienilaji	Koeruutu 6 (poltettu)			Koeruutu 7 (poltettu)			Koeruutu 8 (kontrolli)			Koeruutu 9 (poltettu)			Koeruutu 10 (kontrolli)			Yht.
	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	
<i>Hydnellum peckii</i>				1												1
<i>Hygrotopopsis aurantiaca</i>																4
<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i>		2	1	8	2	4	1	1	4							4
<i>Hygrophorus hypothejus</i>		25		2	26	7	3	72	35							21
<i>Hypoholoma capnoides</i>		11														170
<i>Hypoholoma polytrichi</i>		2	1	10	2	1	1	2	1							11
<i>Inocybe geophylla</i>																34
<i>Inocybe sp. 1</i>			1													1
<i>Inocybe squarrosula</i>							3		1							1
<i>Ischnoderma benzoinum</i>																1
<i>Junghuhnia luteoalba</i>				1			3	2								3
<i>Laccaria bicolor</i>																3
<i>Laccaria laccata</i>										2	20					3
<i>Lactarius mammosus</i>										17	1					22
<i>Lactarius rufus</i>		74	17		1	1			46							18
<i>Lactarius trivialis</i>										4	3	33				89
<i>Lactarius utilis</i>																108
<i>Lactarius vietus</i>				21			1		11							4
<i>Leotia lubrica</i>				1												4
<i>Lycogala epidendrum</i>																2
<i>Lyophyllum anthracophilum</i>																62
<i>Lyophyllum sp. 1</i>																1
<i>Marasmius androsaceus</i>			4	2	2	15										6
<i>Marasmius epiphyllus</i>																4
<i>Marasmius wetsteinii</i>																4
<i>Micromphale perforans</i>																3
<i>Mycena aurantio-marginata</i>		50	27	15	20		30	11	110	10	90	90	152	215	100	122
<i>Mycena capilliripes</i>		30	1	100	2		51									4
<i>Mycena citrinomarginata</i>																4
<i>Mycena clavicularis</i>				3	6	6										1
<i>Mycena epipterygia</i>		2	1				4	2								1
<i>Mycena flavoalba</i>		3			1		1	17	7							48
<i>Mycena galopus</i>		2	7		16	8		5	2	3	23					33
<i>Mycena laevigata</i>																33
<i>Mycena metata</i>				2	5		14									75
<i>Mycena pura</i>																8
<i>Mycena rorida</i>		3														28
<i>Mycena rosella</i>		1			60		43	15								1
<i>Mycena sanguinolenta</i>																25
																321
																15

Liite 4. Jatkuu

4(5)

Sienilaji	Koeruutu 6 (poltettu)			Koeruutu 7 (poltettu)			Koeruutu 8 (kontrolli)			Koeruutu 9 (poltettu)			Koeruutu 10 (kontrolli)			Yht.
	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	
<i>Mycena sp. 1</i>						1										1
<i>Mycena speirea</i>			1													1
<i>Mycena stipitata</i>			83													105
<i>Mycena viscosa</i>		4														12
<i>Mycena vulgaris</i>				2	2	1								4		178
<i>Myxomphalia maura</i>			12	2	2	1										1122
<i>Omphalina rustica</i>					102											2
<i>Otidea leporina</i>			5													15
<i>Panelus mitis</i>					1											2
<i>Paxillus involutus</i>			1		1											89
<i>Peziza echinispora</i>																7
<i>Peziza repanda</i>																1
<i>Peziza violacea</i>			2		4											14
<i>Pholiota highlandensis</i>			1		69	14										620
<i>Postia stiptica</i>				9												9
<i>Postia tephroleuca</i>					3											3
<i>Psathyrella candolleana</i>																1
<i>Psathyrella pennata</i>			10		3											14
<i>Psathyrella sp. 1</i>				2												5
<i>Pseudomphalina sp.</i>																2
<i>Rhizina undulata</i>																2
<i>Rozites caperatus</i>		3	1	2												7
<i>Russula adusta</i>																2
<i>Russula atrorubens</i>		11	32	19	1	2										108
<i>Russula betularum</i>																1
<i>Russula emetica</i>			1													2
<i>Russula erythropoda</i>																9
<i>Russula fragilis</i>		3	1	30												51
<i>Russula paludosa</i>																3
<i>Russula queletii</i>		2														4
<i>Russula vinosa</i>			5													8
<i>Russula xerampelina</i>																2
<i>Rustroemia firma</i>			3													3
<i>Sisotrema confluens</i>						14										14
<i>Spathularia rufa</i>																1
<i>Stereum hirsutum</i>																3
<i>Stereum sanguinolentum</i>			320	100												520
<i>Strobilurus esculentus</i>																4
<i>Stropharia hornemannii</i>		1					15	4	8	3						31

Liite 4. Jatkuu

5(5)

Sienilaji	Koeruutu 6 (pollettu)			Koeruutu 7 (pollettu)			Koeruutu 8 (kontrolli)			Koeruutu 9 (pollettu)			Koeruutu 10 (kontrolli)			Yht.	
	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07		-08
<i>Stropharia semiglobata</i>			1			1									2		9
<i>Suillus luteus</i>			1									4					2
<i>Suillus variegatus</i>	1		6	1	1	2	1							1			13
<i>Thelephora terrestris</i>																40	50
<i>Thelephora terrestris</i>			5														5
<i>Tremella encephala</i>			2													50	52
<i>Trichaptum fuscoviolaceum</i>					24		54										78
<i>Tricholoma equestre</i>					1							1					13
<i>Tricholoma inamoenum</i>																	1
<i>Tricholomopsis rutilans</i>																	1
<i>Tubaria confragosa</i>					1												2
<i>Tubaria furfuracea</i>														2			2
Yhteensä itäemä	177	157	802	320	487	242	720	371	494	274	628	243	82	634	1955	1028	9871
Yhteensä sienilajeja	21	24	55	28	31	30	54	16	24	27	33	26	21	31	50	44	169
																	226
																	24

Liite 5. Makrosienilajisto ja itiöemien lukumäärä EVS04:n kuusimetsäkuvion sienikoeruuduilla vuosina 2005–2008. 1(4)

Sienilaji	Koeruutu 1 (kontrolli)		Koeruutu 2 (poltetu)		Koeruutu 3 (poltetu)		Koeruutu 4 (kontrolli)		Koeruutu 5 (poltetu)		Yht.
	2005	-06 -07 -08	2005	-06 -07 -08	2005	-06 -07 -08	2005	-06 -07 -08	2005	-06 -07 -08	
<i>Amanita fulva</i>											2
<i>Amanita porphyria</i>											18
<i>Amanita virosa</i>	5	3	1		2				1		5
<i>Anthracobia macrocystis</i>	4			8000		8000			1	8000	24000
<i>Anthracobia maurilabra</i>						20					30
<i>Armillaria borealis</i>											31
<i>Boletus edulis</i>	1	1	1								12
<i>Calocera viscosa</i>	2	4	2	16	1	5	2	6	1		46
<i>Cantharellus tubaeformis</i>					13			7			13
<i>Chroogomphus rutilus</i>									1		1
<i>Clitocybe metachroa</i>							1				1
<i>Collybia butyracea</i>							4				4
<i>Collybia butyracea forma asema</i>							4				4
<i>Collybia cirrata</i>			1	6							32
<i>Collybia dryophila</i>							1				1
<i>Collybia exsculpta</i>			1				1				1
<i>Comphidius glutinosus</i>	1	3	3				4				11
<i>Coprinus jonessii</i>											4
<i>Cortinarius acutus</i>	1				3		4	4	2		14
<i>Cortinarius alborufescens</i>											26
<i>Cortinarius argutus</i>											3
<i>Cortinarius armeniacus</i>	9	6	6	26			1	31	35		114
<i>Cortinarius armillatus</i>			8				2				8
<i>Cortinarius balteatus</i>											14
<i>Cortinarius bivelis</i>											15
<i>Cortinarius brunneus</i>	5	28	13	22	16		12	21	19	35	206
<i>Cortinarius camphoratus</i>		3	18	11	3		1	1	4	1	43
<i>Cortinarius cf. flexipes</i>											1
<i>Cortinarius claricolor</i>											5
<i>Cortinarius collinitus</i>	3	6	5	2	8		17	20	23	19	118
<i>Cortinarius croceus</i>										9	10
<i>Cortinarius cupreofufus</i>										10	10
<i>Cortinarius delibutus</i>			2				1	2	5		10
<i>Cortinarius duracinus</i>			5					2			7
<i>Cortinarius evernius</i>			13					1			14
<i>Cortinarius flexipes</i>		4	18	2	1		10	32	31		98
<i>Cortinarius gentilis</i>										1	1
<i>Cortinarius hinnuleus</i>							4			1	5
<i>Cortinarius infractus</i>				1				11			12

Liite 5. Jatkuu

2(4)

Stenileji	Koeruutu 1 (kontrolli)		Koeruutu 2 (pollettu)		Koeruutu 3 (pollettu)		Koeruutu 4 (kontrolli)		Koeruutu 5 (pollettu)		Yht.
	2005	-06 -07 -08	2005	-06 -07 -08	2005	-06 -07 -08	2005	-06 -07 -08	2005	-06 -07 -08	
<i>Cortinarius laniger</i>		1							2		3
<i>Cortinarius malachius</i>							16				16
<i>Cortinarius multiformis</i>		6					1				7
<i>Cortinarius obtusus</i>		1					17				21
<i>Cortinarius ochrophyllus</i>		1	5	11			17				34
<i>Cortinarius odorifer</i>			6								17
<i>Cortinarius rubellus</i>		1	4								5
<i>Cortinarius sanguineus</i>		2	1	2					1		11
<i>Cortinarius scaurus</i>											24
<i>Cortinarius sp. 6</i>							22				22
<i>Cortinarius sp. 1</i>		8			4		1				13
<i>Cortinarius sp. 2</i>					1						1
<i>Cortinarius sp. 3</i>											1
<i>Cortinarius sp. 4</i>											1
<i>Cortinarius subtorus</i>											32
<i>Cortinarius tortuosus</i>					8				20		4
<i>Cortinarius fraganus</i>		3	1	2	1						9
<i>Cortinarius trivialis</i>			5		2						16
<i>Cortinarius turmalis</i>		8					5				5
<i>Cortinarius umbrinoidens</i>											16
<i>Cortinarius variegatus</i>		1									24
<i>Cudonia circhinans</i>								8	16		1
<i>Cudonia confluens</i>											2
<i>Cystoderma amianthinum</i>											7
<i>Cystoderma granulatum</i>		12	5	11	2						83
<i>Cystoderma terrei</i>											11
<i>Entoloma cetratum</i>		6	1								1
<i>Entoloma sp. 1</i>											10
<i>Galerina atkinsoniana</i>											1
<i>Galerina carbonicola</i>											18
<i>Galerina hypnorum</i>		2	4	6	18						909
<i>Galerina mniophila</i>					4						11
<i>Galerina pumila</i>		4		9							31
<i>Galerina sp. 1</i>		1									2
<i>Galerina sphagnorum</i>											17
<i>Geopyxis carbonaria</i>											2
<i>Glocephyllum sepiarium</i>											2605
<i>Gymnophyllus picreus</i>					1384						3
<i>Hebeloma crustuliniforme</i>											1
<i>Hebeloma mesophaeum</i>		10	1	22	1						26
<i>Hyaloscypa sp. 1</i>						50					10
											50

Liite 5. Jatkuu

3(4)

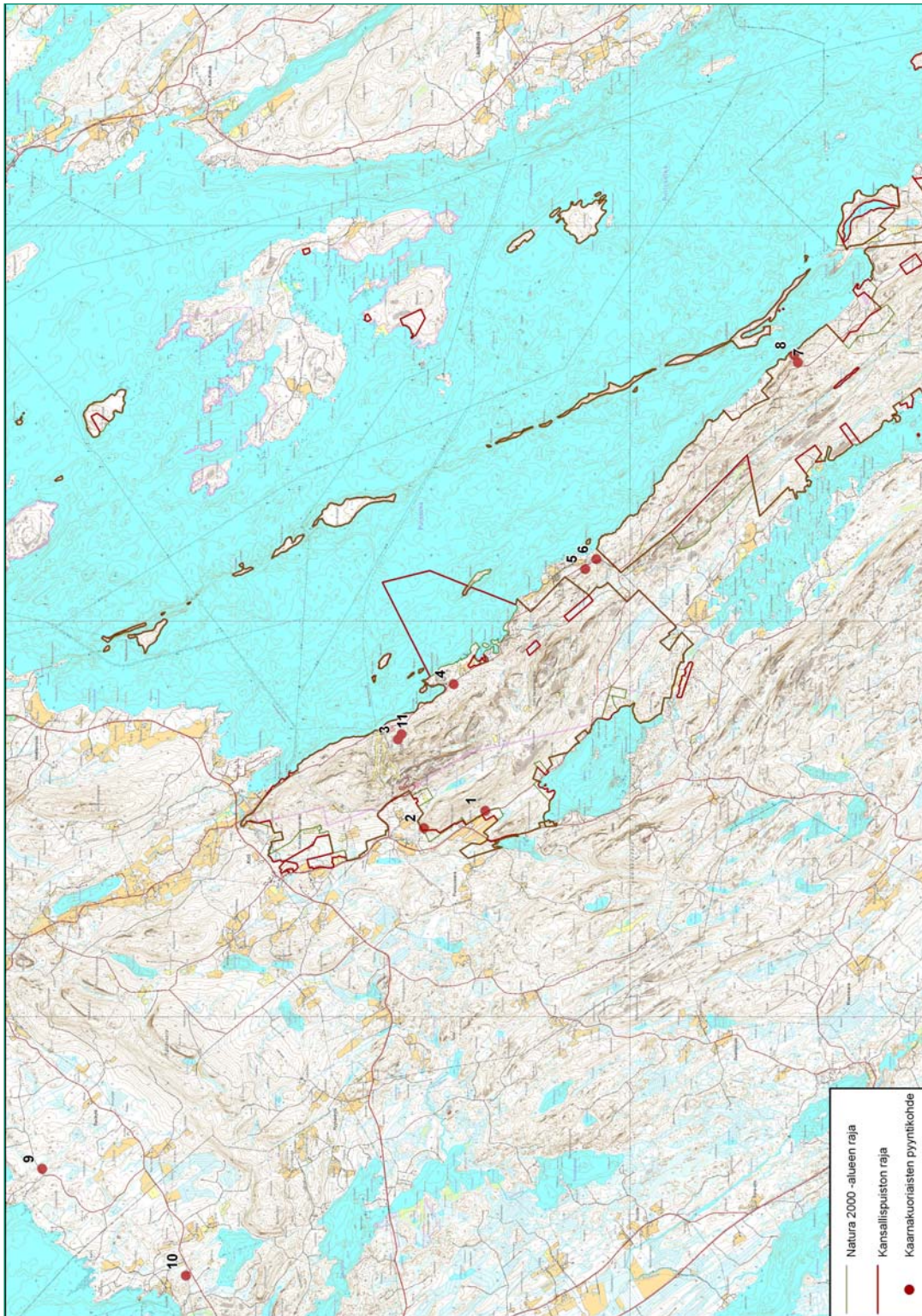
Sienilaji	Koeruutu 1 (kontrolli)			Koeruutu 2 (poltettu)			Koeruutu 3 (poltettu)			Koeruutu 4 (kontrolli)			Koeruutu 5 (poltettu)			Yht.	
	2005	-06	-07	-08	2005	-06	-07	-08	2005	-06	-07	-08	2005	-06	-07		-08
<i>Hydnum repandum</i>	3		2														5
<i>Hygrophopsis aurantiaca</i>																	2
<i>Hygrophorus olivaceoalbus</i>	3		3		2												14
<i>Hypholoma capnoides</i>		2					6										125
<i>Hypholoma lateritium</i>																	65
<i>Hypholoma polytrichi</i>	2				1												4
<i>Laccaria bicolor</i>					1												2
<i>Lactarius camphoratus</i>			10		1												14
<i>Lactarius theiogalus</i>					1												2
<i>Lactarius theiogalus</i>	3				5												19
<i>Lactarius trivialis</i>																	42
<i>Lactarius turpis</i>	2				1												10
<i>Lactarius utilis</i>		1															1
<i>Lactarius vietus</i>																	61
<i>Leotia lubrica</i>			3		16												35
<i>Lycogala epidendrum</i>																	3
<i>Lycoperdon perlatum</i>	2		1														1
<i>Lycoperdon umbrium</i>																	1
<i>Lycopodium anthracophilum</i>																	5
<i>Lycopodium cf. atratum</i>						1											2
<i>Lycopodium sp. 2</i>	100	2	2	40	50		50										1060
<i>Marasmius androsaceus</i>																	1
<i>Megacollybia platyphyla</i>	650	287	120	859	220	4	78	230	2	2							5508
<i>Micromphale perforans</i>																	4
<i>Morchella conica</i>	6	17	8														245
<i>Mycena clavicularis</i>							3										4
<i>Mycena flavoalba</i>	5			4			10										35
<i>Mycena galericulata</i>					1												19
<i>Mycena galopus</i>		2					30										631
<i>Mycena haematopus</i>																	7
<i>Mycena laevigata</i>																	2
<i>Mycena leptoccephala</i>																	2
<i>Mycena megaspora</i>																	2
<i>Mycena metata</i>																	1
<i>Mycena rorida</i>																	540
<i>Mycena sanguinolenta</i>							20										106
<i>Mycena sp. 2</i>																	1
<i>Mycena strobilicola</i>																	7
<i>Mycena vulgaris</i>																	8
<i>Mycophialia maura</i>																	8
<i>Omphalina epichysium</i>							1260										4307
<i>Omphalina oniscus</i>																	3

Liite 5. Jatkuu

4(4)

Sienilaji	Koeruutu 1 (kontrolli)			Koeruutu 2 (poltettu)			Koeruutu 3 (poltettu)			Koeruutu 4 (kontrolli)			Koeruutu 5 (poltettu)			Yht.
	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	2005	-06	-07	
<i>Oïdea leporina</i>			2													61
<i>Paxillus involutus</i>	1	1														7
<i>Peziza echinospora</i>																1
<i>Peziza praetervisa</i>				239	48											572
<i>Peziza violacea</i>														155	6	20
<i>Pholiota ainicola</i>			7													7
<i>Pholiota highlandensis</i>																7
<i>Plicaria trachycarpa</i>				50	474	565									117	3733
<i>Pluteus cervinus</i>							1							50		150
<i>Posita tephroleuca</i>							1									1
<i>Psathyrella lacrymabunda</i>																1
<i>Psathyrella pennata</i>						9										1
<i>Rhizina undulata</i>						109										46
<i>Rhodocybe caelata</i>							1									532
<i>Rhodocybe hirsuta</i>																3
<i>Rozites caperatus</i>						3										5
<i>Russula aeruginea</i>	1	2	4													24
<i>Russula atrorubens</i>																1
<i>Russula betularum</i>																8
<i>Russula consobrina</i>																1
<i>Russula decolorans</i>																14
<i>Russula emetica</i>																15
<i>Russula gracillima</i>																17
<i>Russula griseascens</i>																3
<i>Russula nauseosa</i>																10
<i>Russula paludosa</i>																1
<i>Russula queletii</i>																15
<i>Russula sp. 2</i>																5
<i>Russula turci</i>																6
<i>Russula vinosa</i>	8	6	26													12
<i>Stropharia hornemannii</i>																88
<i>Tricholoma inamoenum</i>	1	1	1													19
<i>Tricholoma virgatum</i>																7
<i>Tubaria conspersa</i>																2
<i>Tubaria furfuracea</i>																1
Yhteensä itiömiä	876	401	364	1036	433	8293	1148	359	8205	2521	1793	1398	828	618	1963	47330
Yhteensä sienilajeja	35	29	40	28	35	4	11	17	5	10	13	28	37	42	40	157

Liite 6. Kirjanpainaisten feromonipyyntikohteet Kolin alueella vuosina 2005–2008.



© Maanmittauslaitos, lupa nro PKAR/034/05

Liite 7. Kirjanpainajien feromonipyynnin tulokset Kolin ennallistamiskoealoilta 22.5.–22.9.2005 ja 22.5–22.9.2006. 1(5)

Yhteensä saalis oli 44 651 kovakuoriaisyksilöä. Nimistö seuraa uusinta kovakuoriaisluetteloa: Silfverberg, H. 2004. Enumeratio nova Coleopterorum Fennoscandiae, Daniae et Baltiae. Sahlbergia 9: 1–111.

COLEOPTERA		Umpi- metsä	Poltto	Avo- hakuu	Kaulaus
Carabidae					
	<i>Bembidion grapii</i> Gyll.	0	1	0	0
	<i>Calathus micropterus</i> (Duftschmid)	7	3	6	5
	<i>Dromius agilis</i> (F.)	0	1	4	1
	<i>Dromius schneideri</i> Crotch	0	0	1	0
	<i>Dromius fenestratus</i> (F.)	0	0	2	0
Hydrophilidae					
	<i>Megasternum concinnum</i> (Marsham)	0	0	1	1
Histeridae					
	<i>Plegaderus vulneratus</i> (Panzer)	0	4	5	0
	<i>Gnathoncus buyssoni</i> Auzat	3	0	0	0
	<i>Carcinops pumilio</i> (Erichson)	0	1	0	0
	<i>Platysoma angustatum</i> (Hoffmann)	0	15	4	0
	<i>Platysoma lineare</i> Erichson	0	9	17	0
Ptiliidae		4	13	9	7
Leiodidae					
	<i>Agathidium rotundatum</i> (Gyll.)	1	0	0	1
	<i>Agathidium confusum</i> Brisout de Barneville	0	0	0	9
Staphylinidae					
	Staphylinidae spp.	101	280	195	205
	<i>Phyllodrepa melanocephala</i> (Fabr.)	1	2	0	1
	<i>Phloeostiba/Phloeonomus</i> spp.	47	16	35	123
	<i>Phloeostiba lapponica</i>	0	14	0	0
	<i>Acidota crenata</i> (Fabr.)	0	0	0	1
	<i>Anthophagus omalinus</i> Zett.	2	0	0	1
	<i>Anthophagus caraboides</i> (L.)	0	0	0	1
	<i>Megarhynchus depressus</i> (Payk.)	0	0	1	0
	<i>Sepedophilus littoreus</i> (L.)	0	0	1	0
	<i>Tachinus subterraneus</i> (L.)	7	26	9	39
	<i>Nudobius lentus</i> (Gravenhorst)	0	4	11	1
	<i>Quedius mesomelinus/maurus</i>	7	0	0	0
	<i>Quedius tenellus</i> (Gravenhorst)	0	3	0	1
	<i>Quedius xanthopus</i> Erichson	4	0	0	10
	<i>Quedius plagiatus</i> Mannerheim	0	1	0	4
	<i>Quedius</i> spp.	6	4	2	4
Scirtidae					
	<i>Cyphon variabilis</i> (Thunberg)	0	0	2	0
	<i>Cyphon pubescens</i> (Fabr.)	1	0	3	0
Buprestidae					
	<i>Anthaxia quadripunctata</i> (L.)	0	0	5	0

Liite 7. Jatkuu

2(5)

COLEOPTERA

Elateridae

Athous subfuscus (Müller)
Orithales serraticornis (Payk.)
Ampedus pomonae (Stephens)
Ampedus balteatus (L.)
Ampedus tristis (L.)
Ampedus erythrogonus Müller
Ampedus nigrinus (Hbst)
Sericus brunneus (L.)
Melanotus castanipes (Paykull)
Dalopius marginatus (L.)
Cardiophorus ruficollis (L.)

Cantharidae

Rhagonycha lignosa (Müller)
Absidia schoenherrri (Dejean)
Malthodes fuscus (Waltl)

Dermestidae

Trogoderma glabrum (Hbst)
Megatoma undata (L.)

Lymexylidae

Hylecoetus dermestoides (L.)

Cleridae

Thanasimus formicarius (L.)
Thanasimus femoralis (Zett.)

Melyridae

Dasytes niger (L.)

Sphindidae

Aspidiphorus orbiculatus (Gyll.)

Nitidulidae

Eपुरaea spp.
Glischrochilus hortensis (Geoffr.)
Glischrochilus quadripunctatus (L.)
Pityophagus ferrugineus (L.)

Monotomidae

Rhizophagus grandis Gyll.
Rhizophagus depressus (Fabr.)
Rhizophagus ferrugineus (Payk.)
Rhizophagus dispar (Payk.)
Rhizophagus parvulus (Payk.)

Silvanidae

Ahasverus advena (Waltl)
Silvanoprus fagi (Guérin-Ménéville)

Laemophloeidae

Cryptolestes alternans (Erichson)

	Umpi- metsä	Poltto	Avo- hakkuu	Kaulaus
	1	8	4	0
	0	0	1	0
	0	0	1	0
	0	17	79	0
	0	1	5	0
	0	0	1	0
	0	12	171	0
	0	28	132	0
	0	0	2	1
	1	9	48	5
	0	0	1	0
	0	1	0	0
	0	1	5	0
	0	0	0	1
	0	0	2	0
	0	2	0	0
	0	0	0	1
	0	21	90	1
	26	231	25	0
	0	0	1	0
	0	1	0	1
	142	178	154	446
	241	55	194	106
	5	35	66	9
	9	0	0	11
	0	1	0	2
	21	26	50	77
	4	12	5	17
	9	3	1	11
	4	12	6	6
	0	1	0	0
	0	1	1	7
	1	0	0	0

Liite 7. Jatkuu

3(5)

COLEOPTERA

Cryptophagidae

Micrambe abietis (Payk.)
Cryptophagus spp.
Caenoscelis ferruginea (Sahlberg)
Atomaria spp.

Erotylidae

Triplax russica (L.)

Coccinellidae

Propylea quatuordecimpunctata (L.)
Hippodamia tredecimpunctata (L.)

Corylophidae

Corylophidae spp.
Clypastraea pusilla (Gyll.)

Latridiidae

Latridius hirtus Gyll.
Latridius minutus (L.)
Enicmus rugosus (Hbst)
Stephostethus pandellei (Brisout de Barneville)
Stephostethus rugicollis (Oliv.)
Corticaria spp.
Corticaria abietorum Motschulsky
Corticaria rubripes Mannerheim
Corticaria ferruginea Marsham
Corticaria gibbosa (Hbst)
Corticarina spp.
Corticarina obfuscata Strand

Mycetophagidae

Litargus connexus (Geoffroy)
Mycetophagus piceus (Fabr.)
Mycetophagus decempunctatus Fabr.
Mycetophagus multipunctatus Fabr.
Cis hispidus (Payk.)
Cis boleti (Scopoli)
Cis punctulatus Gyll.
Orthocis alni (Gyll.)
Hadreule elongatula (Gyll.)

Melandryidae

Orchesia minor Walker

Tenebrionidae

Corticeus linearis (Fabr.)
Bolitophagus reticulatus (L.)

Salpingidae

Sphaeriestes stockmanni (Biström)
Salpingus planirostis (F.)
Salpingus ruficollis (L.)

	Umpi- metsä	Poltto	Avo- hakkuu	Kaulaus
	0	4	0	0
	3	6	9	1
	0	0	1	0
	7	10	6	16
	0	1	0	0
	0	0	1	0
	0	0	4	0
	0	0	0	1
	0	0	2	0
	0	1	0	0
	3	1	0	3
	0	1	0	0
	9	13	5	35
	0	0	1	1
	0	21	6	0
	1	4	9	0
	0	7	11	1
	0	1	0	0
	0	6	1	0
	0	7	3	3
	0	0	1	0
	4	43	29	1
	0	3	0	1
	0	0	1	0
	6	3	3	0
	0	0	1	0
	0	0	1	0
	0	1	0	0
	0	0	1	0
	0	1	0	0
	1	0	0	0
	0	1	4	0
	0	2	0	0
	0	2	0	0
	1	1	0	0
	0	0	0	3

Liite 7. Jatkuu

4(5)

COLEOPTERA

Scraptiidae

Anaspis marginicollis Lindberg

	Umpi- metsä	Poltto	Avo- hakkuu	Kalaus
	0	1	0	0
	0	1	0	0
	0	0	2	0
	0	1	0	0
	0	2	0	0
	1	0	2	0
	0	1	0	0
	0	1	0	0
	0	0	1	0
	0	1	0	0
	0	0	1	1
	0	0	0	3
	20	10	2	88
	0	3	0	0
	0	0	3	0
	0	0	5	2
	0	2	0	0
	0	1	1	0
	0	0	1	0
	4	0	1	7
	0	0	1	0
	0	0	1	1
	1	1	6	4
	0	0	0	1
	0	0	1	0
	2	1	1	0
	268	11	20	586
	1	0	3	0
	10	1	2	14
	0	0	1	2
	180	1	0	41
	0	0	0	1
	0	0	2	0
	2	0	5	0
	1	0	0	0
	3	5	1	0
	859	970	2395	362
	0	0	2	0
	0	1	4	0
	0	2	15	0
	0	2	25	0
	0	1	0	0
	0	185	696	1

Cerambycidae

Asemum striatum (L.)
Tetropium castaneum (L.)
Molorchus minor (L.)
Pogonocherus fasciculatus (DeGeer)
Pogonocherus decoratus Fairmaire

Chrysomelidae

Syneta betulae (Fabr.)
Plagiosterna aenea (L.)
Phratora vitellinae (L.)
Altica chamaenerii H. Lindberg

Apionidae

Apion simile Kirby

Curculionidae

Otiorhynchus nodosus (Müller)
Otiorhynchus scaber (L.)
Polydrusus pilosus Gredler
Polydrusus undatus (Fabr.)
Polydrusus fulvicornis (Fabr.)
Strophosoma capitatum (DeGeer)
Magdalis nitida (Gyll.)
Hylobius abietis (L.)
Hylobius pinastri (Gyll.)
Pissodes castaneus (DeGeer)
Pissodes pini (L.)
Pissodes gyllenhalii (Sahlb.)
Pissodes harcyniae (Hbst)
Pissodes piniphilus (Hbst)
Hylurgops glabratus (Zetterstedt)
Hylurgops palliatus (Gyll.)
Hylastes brunneus Er.
Hylastes cunicularius Er.
Hylastes opacus Er.
Xylechinus pilosus (Ratz.)
Tomicus minor (Hartig)
Tomicus piniperda (L.)
Phloeotribus spinulosus (Rey)
Polygraphus subopacus Thomson
Polygraphus poligraphus L.
Pityogenes chalcographus (L.)
Pityogenes quadridens (Hartig)
Pityogenes bidentatus (Hbst)
Orthotomicus suturalis (Gyll.)
Orthotomicus laricis (Fabr.)
Ips acuminatus (Gyll.)
Ips duplicatus (Sahlb.)

Liite 7. Jatkuu

5(5)

COLEOPTERA

	Umpi- metsä	Poltto	Avo- hakkuu	Kalaus
<i>Ips typographus</i> (L.)	5147	21470	6028	531
<i>Ips amitinus</i> (Eich.)	0	2	2	0
<i>Dryocoetes alni</i> (Georg)	0	0	2	0
<i>Drocoetes autographus</i> (Ratz.)	8	4	3	23
<i>Dryocoetes hectographus</i> Reitter	0	1	0	0
<i>Crypturgus subcribrosus</i> Eggers	0	3	12	0
<i>Crypturgus pusillus</i> (Gyll.)	0	3	7	0
<i>Crypturgus hispidulus</i> Thomson	0	1	0	0
<i>Trypodendron lineatum</i> (Ol.)	2	2	1	0
<i>Trypodendron signatum</i> (Fabr.)	0	1	0	0
<i>Xyleborus dispar</i> (Fabr.)	0	1	1	0
<i>Cryphalus saltuarius</i> Weise	1	0	0	0
Yhteensä	7 200	23 886	10 714	2 851