

**Pro Gradu –tutkielma**

**Ennallistamisen vaikutukset soiden perhosiin**

**Olli Loukola**



**Jyväskylän yliopisto**

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Ekologia ja ympäristöhoito

19.6.2008

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Ekologia ja ympäristöhoito

LOUKOLA, O. : Ennallistamisen vaikutukset soiden perhosiin

Pro Gradu –tutkielma: s.35

Työn ohjaajat: Prof. Mikko Mönkkönen, FT Janne S. Kotiaho, FT Jussi

Päivinen, FT Tomi Kumpulainen

Tarkastajat: FT Janne S. Kotiaho, FM Anna Uusitalo

Toukokuu 2008

---

Hakusanat: ennallistaminen, metsäojitus, perhoset, suot

## TIIVISTELMÄ

Suomen suoperhoslajisto on kärsinyt laajamittaisten metsäojitusten seurauksena. Soiden ennallistamisella pyritään palauttamaan ihmisen toimien seurauksena muuttunut suoekosysteemi luonnontilaisen kaltaiseksi. Perhosten vasteista soiden ennallistamiseen on tutkittu vain vähän, ja tietämys on vielä puutteellista.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin ennallistamisen vaikutuksia soiden perhosiin. Tutkimus toteutettiin Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa yhdeksällä suoalueella. Kaikilla soilla oli ojitettu, ennallistettu ja luonnontilainen käsittely. Tutkimusoiden ennallistamistoimenpiteet tehtiin vuosina 2003–2004. Maastotyöt tehtiin kesällä 2007. Tutkimusalueilla tehtiin päiväperhosten linjalaskennat ja muiden kuin päiväperhosten haavinnat viikoittain koko kesän ajan. Päiväperhosaineistoa verrattiin samoilta tutkimusaloilta ennen ennallistamista kerättyyn vuoden 2003 aineistoon. Haavittujen perhosten aineistoa ei voitu verrata aiempaan aineistoon, joten ennallistamisen vaikutuksia ei tässä tapauksessa voida varmuudella todeta.

Tutkimuksessa havaittiin, että perhosten laji- ja yksilömäärät olivat suuremmat ennallistetuilla kuin ojitetuilla suoalueilla. Ennallistamisella oli suopäiväperhosten yksilömääriä kasvattava vaikutus, mutta lajimääriin ja päiväperhosten yhteisörakenteisiin sillä ei ollut vaikutusta. Ennallistaminen ei myöskään vaikuttanut muiden päiväperhosten laji- ja yksilömääriin.

Ennallistaminen vaikutti haavittujen suoperhosten lajimääriin. Ennallistetuilla suoalueilla esiintyi enemmän suoperhoslajeja ojitettuihin suoalueisiin verrattuna. Ennallistaminen vaikutti haavittujen perhosten yhteisörakenteisiin. Ennallistettujen soiden yhteisörakenteet muistuttivat enemmän luonnontilaisten kuin ojitettujen soiden yhteisörakenteita. Haavittujen suoperhosten yksilömääriin sekä muihin haavittuihin perhosiin ennallistaminen ei vaikuttanut.

Tuloksista ilmenee, että ennallistetut käsittelyt eivät ole muuttuneet neljässä vuodessa luonnontilaisten soiden kaltaiseksi perhosten laji- ja yksilömäärien sekä yhteisörakenteiden suhteen. Ennallistamisella voidaan kuitenkin katsoa olevan suuntaa antavasti suoperhosia hyödyttävä vaikutus.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of Science

Department of Ecological and Environmental Science

LOUKOLA, O.: The Effects of Mire Restoration on Lepidoptera Species

Master of Science Thesis: p.35

Supervisors: Prof. Mikko Mönkkönen, FT Janne S. Kotiaho, FT Jussi Päivinen, FT Tomi Kumpulainen

Inspectors: FT Janne S. Kotiaho, FM Anna Uusitalo

May 2008

---

Key Words: butterflies, forest ditching, mires, moths, restoration

## **ABSTRACT**

Finnish mire butterflies and moths have suffered as a result of extensive forest ditching. Mire restoration aims to revitalize human damaged mire ecosystems and restore them to their natural state. Only a few studies have been made on a subject of butterfly and moth responses to mire restoration. Knowledge of this subject is still defective.

In this study the effects of mire restoration to mire butterflies and moths were investigated. The research was conducted at nine mire areas in Central Finland and in North Karelia. Each mire area contained ditched, restored and pristine treatment units. Restorations have been made during 2003-2004. Field studies were carried out during the summer 2007. Butterfly transects were surveyed and moth material was collected weekly during the summer. Butterfly material was compared to the corresponding material collected from the same transects before restoration. Moth data was not compared to situation before restoration, because earlier data lacked. That's why effects of restoration on moths are uncertain.

The study demonstrated that the butterflies and moths species richness and individual numbers were higher in the restored mires than ditched mires. Restoration had an increasing effect to mire butterflies individual number. Restoration had no effect to mire butterfly species richness, other butterfly species richness, other butterfly individual number or butterfly community structure.

Restoration had effect on mire moth species richness. Compared to the ditched mires, there were more mire moth species in the restored treatments. Restoration had effect on moth community structure, as restored mires resemble pristine mires more than ditched mires in this respect. Restoration had no effect on mire moth individual numbers or other moths.

The results showed that the differences between restored and pristine mires had not disappeared in four years regarding butterfly and moth species richness, individual numbers and community structures. However, this study proves that restoration benefits mire butterflies and moths.

## Sisältö

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2. AINEISTO JA MENETELMÄT .....</b>  | <b>7</b>  |
| 2.1 Tutkimusalueet .....  | 7         |
| 2.2 Tutkimusasetelma.....   | 8         |
| 2.3 Aineiston keruu .....   | 9         |
| 2.4 Tilastolliset analyysit.....  | 11        |
| <b>3. TULOKSET.....</b>   | <b>12</b> |
| 3.1 Ennallistamisen vaikutus suopäiväperhosten lajimääriin .....  | 12        |
| 3.2 Ennallistamisen vaikutus suopäiväperhosten yksilömäärään .....                                      | 14        |
| 3.3 Ennallistamisen vaikutus muiden päiväperhosten lajimääriin .....                                    | 15        |
| 3.4 Ennallistamisen vaikutus muiden päiväperhosten yksilömääriin .....                                  | 16        |
| 3.5 Ennallistamisen vaikutus kaikkien päiväperhosten yhteisörakenteeseen .....                          | 17        |
| 3.6 Ennallistamisen vaikutus haavittujen suoperhosten lajimääriin .....                                 | 18        |
| 3.7 Ennallistamisen vaikutus haavittujen suoperhosten yksilömääriin .....                               | 20        |
| 3.8 Ennallistamisen vaikutus muiden haavittujen perhosten lajimääriin .....                             | 21        |
| 3.9 Ennallistamisen vaikutus muiden haavittujen perhosten yksilömääriin.....                            | 22        |
| 3.10 Ennallistamisen vaikutus kaikkien haavittujen perhosten yhteisörakenteeseen.                       | 23        |
| <b>4. TULOSTEN TARKASTELU .....</b>   | <b>26</b> |
| 4.1 Ennallistamisen vaikutus päiväperhosten laji- ja yksilömäärään sekä yhteisörakenteeseen.....        | 26        |
| 4.2 Ennallistamisen vaikutus haavittujen perhosten laji- ja yksilömäärään sekä yhteisörakenteeseen..... | 27        |
| <b>5. JOHTOPÄÄTÖKSET.....</b>   | <b>27</b> |
| <b>KIRJALLISUUS .....</b>   | <b>29</b> |

## 1. JOHDANTO

Suo voidaan määritellä usealla eri tavalla asiayhteydestä riippuen. Biologisen määritelmän mukaan suot ovat turvetta muodostavia ekosysteemejä, joilla suokasvillisuus peittää pinta-alasta yli 75 % (Heikkilä ja Lindholm 1996). Ekologisesti määriteltynä suo on kostean yleisilmaston ylläpitämä ekosysteemi, jonka pohjavedenpinta on lähellä maanpintaa ja jossa hajoava eloperäinen aines muodostaa turvetta (Laine ja Vasander 2005). Soita syntyy erityisesti alueelle, jonka maaperä on vähäisen valunnan tai haihdunnan vuoksi jatkuvasti kosteaa. Tällöin pohjaveden ollessa korkealla kasviaines hajoaa puutteellisesti ja orgaanisesta aineesta muodostuu turvetta (Tirri ym. 2001). Toiminnallisesti suot eroavat kivennäismaista mm. kasvien ravinnetalouden, maaperäeliöiden hajotustoiminnan sekä mikroilmaston heterogeenisyyden suhteen (Heikkilä ja Linholm 1996).

Suot ovat globaalisti tärkeitä ekosysteemejä, koska ne toimivat huomattavan tärkeänä nieluna ilmakehän hiilelle ja varastoivat biomassansa noin 12 % ihmisen tuottamasta ilmakehän hiilestä (Moore 2001). Soiden avainlajiryhmän eli rahkasammaleiden (*Sphagnum* spp.) arvellaan sisältävän enemmän hiiltä kuin minkään muun kasviryhmän koko maapallolla (Clymo ja Hayward 1982, Joosten ja Clarke 2002).

Maapallon soiden määrän arviointi on hankalaa, koska suon määritelmä ja kartoitusmenetelmät vaihtelevat eri maissa (Päivänen 2007). O'Neillin (2000) arvion mukaan suot peittävät yli 350 miljoonaa hehtaaria maan pinnasta. Suuri osa soista, noin 99,4 %, sijaitsee pohjoisella pallonpuoliskolla (Gorham 1991, O'Neill 2000). Suot ovat erityisen yleisiä viileässä vyöhykkeessä, kuten Suomessa, jossa maapinta-alasta huomattavan suuri osa, jopa kaksi kolmasosaa, on erilaisten soiden peitossa (Tirri ym. 2001).

Suuri osa Suomen soista on ollut ihmisen toimien kohteena, minkä seurauksena niiden alkuperäinen luonne on usein suuresti muuttunut. Kaiken kaikkiaan yli 50 % Suomen suopinta-alasta on joutunut ojituksen ja kuivatuksen kohteeksi. Soiden alkuperäistä luonnetta on aikojen kuluessa muutettu hyvin voimakkaasti, sillä soita on kuivattu energiantuotannon (turvetuotannon) sekä maa- ja metsätalouden tarpeisiin (Vasander ym. 2003). Pelkästään metsätalouden tarpeisiin on suomalaisia soita ojitettu noin 5,7 miljoonaa hehtaaria (Vasander 1998). Etenkin eteläisessä Suomessa suoluonto on tällaisten toimien seurauksena kokenut suuria muutoksia, mutta maamme pohjoisosassa tilanne on suoluonnon kannalta parempi (Vasander ym. 2003).

Metsäojituksen aiheuttamat muutokset ovat vaikuttaneet suoekosysteemeihin ja soilla eläviin eliöryhmiin, ja useat soilla elävät eliölajit ovat taantuneet ja saattavat olla nykyään jopa uhanalaisia (Rassi ym. 2001, Ennallistamistyöryhmä 2003, van Duinen ym. 2003, Salmela 2006). Lisääntyvä soiden pirstaloituminen vaikeuttaa suolajiston levittäytymistä, mikä saattaa johtaa geneettisten isolaatioiden syntyyn (Collingham ja Huntley 2000). Ojituksen seurauksena suon hydrologiset olot muuttuvat merkittävästi ja suon kosteimmatkin alueet voivat kuivua. Tämän seurauksena jotkut soille tyypilliset eliöt, kuten kosteita pesimäalueita suosivat lintulajit ja monet kasvi- ja hyönteislajit, saattavat kärsiä (Väisänen ja Koskimies 1998, Sallantaus 2006, Salmela 2006). Ojitettu suo ei myöskään enää toimi luonnontilaisen suon tapaan hiilen nieluna, vaan alkaa suon pintakerroksen kuivumisen ja mikrobitoiminnan muutosten seurauksena vapauttaa hiilidioksidia ilmakehään (Laine ym. 1997).

Aapalan ym. (2003) mukaan Suomen yli sadasta suotyypistä luokitellaan uhanalaisiksi lähes neljännes. Kaikista valtakunnallisesti uhanalaisista eliölajeista noin 5 % on suolajeja (Aapala ym. 2003). Näistä kolmannes on selkärangattomia (Rassi ym. 2001). Alueellisesti tarkasteltuna uhanalaisten suolajien määrät voivat olla huomattavasti korkeampia. Esimerkiksi Kainuussa 30 % uhanalaisista putkilokasveista on suolajeja

(Aapala ym 1998). Uhanalaisten ja taantuneiden lajien elinmahdollisuuksia sekä suotyyppien säilyvyyttä pyritään parantamaan soita ennallistamalla. Ennallistamisen pitkän aikavälin alueellisena tavoitteena on sellaisen sukkessiovaihe- ja elinympäristömosaiikin luominen, joka säilyttää alueella luontaisesti esiintyvien lajien kannat elinvoimaisina (suotuisa suojelutaso). Tähän pyritään käynnistämällä pitkäkestoisia kehityskulkuja kuten soistumista (Ennallistamistyöryhmä 2003). Ennallistamista voidaan tarkastella ekosysteemin, eliöyhteisön tai lajien näkökulmasta. Ennallistamistyöryhmän (2003) mukaan soiden ennallistamisessa ekosysteemilähestymistapa on luonteva ja pitkällä aikavälillä ainoa ekologisesti kestävä vaihtoehto. Luonnonsuojelubiologinen lähtökohta korostaa lajitasoa ja pitää uhanalaisten ja harvinaisten lajien ja niiden elinympäristöjen ennallistamista ensisijaisena tavoitteena (Ehrenfeld 2000, Block ym. 2001). Suomessa on arvioiden mukaan metsätaloudellisesti epäonnistuneita ojitettuja suoalueita noin 0,5–1,0 miljoonaa hehtaaria, jotka soveltuisivat hyvin ennallistamiskohteiksi (Vasander & Roderfelt 1998).

Soiden ennallistamisella pyritään nopeuttamaan ihmistoiminnan seurauksena muuttuneen suoekosysteemin palautumista luonnontilaisen kaltaiseksi (Ennallistamistyöryhmä 2003). Metsäojitettujen soiden ennallistumisen tarkoituksena on suoveden pinnan nostaminen ennen ojitusta valliinneelle tasolle (Seppä ym. 1993, Heikkilä ym. 2002). Tärkeää on myös veden leviäminen mahdollisimman laajasti ja tasaisesti ennallistettavalle suoalueelle. Veden pinnan nostaminen tapahtuu käytännössä täyttämällä ojat kokonaan tai vähintäänkin välipinnan tasolle. Nykyään ojien täyttäminen toteutetaan kaivureiden avulla. Ojituksen jälkeen suolle kasvanut puusto haihduttaa vettä ja sitoo ravinteita itseensä. Tämän vuoksi soiden ennallistamistoimenpiteisiin kuuluu yleensä myös puuston poisto (Heikkilä ym. 2002). Kun suo on palautunut turvetta tuottavaksi ekosysteemiksi ja antaa edellytykset suokasvillisuuden ja eläimistön esiintymiselle, on suon hydrologia ennallistettu (Holden 2005).

Ennallistamistoimenpiteiden aloittaminen vaatii kattavaa taustatutkimusta ja tietämystä luonnontilaisen ekosysteemin rakenteesta, lajistosta sekä lajien välisistä vuorovaikutuksista. Soiden ennallistamisessa on huomioitava suon hydrologinen tilanne, kasvillisuuden lajirakenne sekä turpeen muodostumisprosessit (Rydin ja Jeglum 2006). Verberkin ym. (2006) mukaan ennallistamisessa olisi syytä ottaa huomioon myös suoalueen heterogeenisyys eli rakenteiden ja ominaisuuksien epäyhtenäisyys, eikä vain keskittyä ennallistamaan tiettyä homogeenistä eli tasalaatuista suoaluetta. Heidän tutkimuksensa osoittaa, että lajirunsaus yhdelläkin laajalla heterogeenisellä suoalueella, jolla esiintyy useita erilaisia suotyyppisiä yhdessä, voi olla suurempi kuin useilla erillään sijaitsevilla homogeenisillä suotyypeillä yhteensä.

Ennallistuminen ei tarkoita suon muuttumista täsmälleen alkuperäisen suon kaltaiseksi (Heikkilä ym. 2002). Käytännössä tämä ei ole edes mahdollista, ja yleensä ennallistetut kohteet poikkeavatkin alkuperäisestä niin paljon, että voitaisiin puhua jopa uuden ekosysteemin luomisesta tai perustamisesta (Rydin ja Jeglum 2006).

Pöyry (2001) luokittelee Suomessa esiintyvät suoperhoset (196 lajia) kolmeen luokkaan. Luokkaan yksi kuuluvat ns. aidot suolajit (58 lajia), jotka elävät pelkästään suoympäristöissä. Luokkaan kaksi kuuluvat ne lajit (72 lajia), joiden kannasta yli puolet elää soilla. Luokan kolme lajien (66 lajia) kannoista alle puolet elää soilla, mutta ne esiintyvät usein suoympäristöissä. Suoperhosista valtaosa, 122 lajia, esiintyy koko Suomessa (Pöyry 2001). Suoperhoset ovat kaikista perhosista eniten riippuvaisia omasta elinympäristöstään ja lentävät vain harvoin suoympäristön ulkopuolelle. Suotyypeistä kitukasvuista ja matalaa männikköä kasvavilla rämeillä esiintyy kaikista runsain perhoslajisto. Tuulisilla avosoilla perhosia tavataan eniten suon reunoilta ja vähiten suon keskeltä (Väisänen 1992, Marttila ym. 2001, Uusitalo 2004).

Lähes kaikki suoperhoslajit ovat toukkavaiheessa polyfageja ja käyttävät ravinnokseen yleisiä suokasveja (Pöyry 2001, Seppänen 1970). Yleisin ravintokasviryhmä on erilaiset varvut, joista etenkin kanervakasvit (Ericaceae) ja koivukasvit (Betulaceae) ovat suoperhostoukkien suosiossa. Myös ruohovartisista kasveista löytyy heimoja, jotka ovat useiden perhoslajien toukkien ravintoa. Näitä ovat mm. ruusukasvit (Rosaceae), sarakasvit (Cyperaceae) sekä heinäkcasvit (Poaceae). Ravintokasvien lisäksi suoperhosten esiintymistä rajoittavina tekijöinä ovat suon kosteus- ja lämpöolot eli mikroilmasto (Mikkola 1976, Marttila 2005) sekä suota ympäröivien alueiden ominaisuudet, kuten metsäisyys ja avoimuus (Väisänen 1992).

Metsäojituksesta johtuva elinympäristöjen pirstaloituminen ja heikentyminen on vaikuttanut etenkin levinneisyydeltään eteläisiin suoperhoslajeihin, koska soiden ojitus on keskittynyt enimmäkseen Etelä-Suomen keidassuovyöhykkeelle (Pöyry 2001, Marttila 2005). Myös Uusitalon (2004) tutkimus osoittaa, että suoperhoset taantuvat ojituksen seurauksesta.

Ennallistamisen vaikutuksia selkärangattomiin on tutkittu vähän, ja tietämys aiheesta on puutteellista (Holl 1996, Andersen & Sparling 1997, Davies ym. 1999). Perhoset ovat käyttökelpoisia indikaattoreita, koska ne ovat tiukasti sidoksissa kasvillisuuteen ja ne reagoivat herkästi ympäristömuutoksiin (Lomov ym. 2006). Marttilan (2005) mukaan päiväperhosten soille sopeutumisen tärkeimpänä syynä on kuitenkin soille ominainen mikroilmasto eikä niinkään toukkien ravintokasvit, koska ravintokasveja esiintyy yleensä myös muissa ympäristöissä. Onkin perusteltua tutkia ennallistamisen vaikutuksia perhosiin myös lyhyen ajan kuluttua ennallistamistoimenpiteistä. Pöyryn (2001) mukaan soiden pikkuperhosten (mikrolepidoptera) biologinen tietämys on puutteellista. Tämän vuoksi tulevaisuudessa olisi tärkeää perehtyä myös suon pikkuperhosten ekologiaan.

Tässä pro gradu –työssäni tutkin soiden ennallistamisen vaikutuksia soiden perhosiin. Tarkoituksena on vastata kysymykseen, miten soiden ennallistaminen vaikuttaa perhosten lajirunsauksiin, yksilömääriin ja yhteisörakenteisiin. Onnistuneen ennallistamisen odotetaan kasvattavan metsäojituksen seurauksena taantuneiden suoperhosten laji- ja yksilömääriä sekä palauttavan niiden perhosityhteisöjä luonnontilaisten soiden perhosityhteisöjen kaltaiseksi. Mikäli ennallistaminen ei ole toiminut, odotetaan sillä olevan neutraali tai jopa negatiivinen vaikutus soiden perhosiin. Tämä tutkimus on pitkäaikaisen seurantatutkimuksen ensivaihe, jossa tarkastellaan ennallistamisen välittömiä vaikutuksia.

## **2. AINEISTO JA MENETELMÄT**

### **2.1 Tutkimusalueet**

Tämän tutkimuksen kenttätöyt toteutettiin yhdeksällä suolla kesällä 2007 (taulukko 1). Tutkimussuot sijaitsevat Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa. Kaikki tutkimusalueet ovat Heinäsuota lukuunottamatta suokokonaisuuksia, joilla on ojitettuja, ennallistettuja sekä luonnontilaisia osa-alueita. Suokokonaisuudet olisivat suotyypeiltään yhtenäisiä, jos ne olisivat säilyneet luonnontilaisina. Tutkimussoiden kaikki ennallistetut ja luonnontilaiset alueet sijaitsevat valtion mailla, joita hallinnoi Metsähallitus. Tutkimussoiden ojitukset on tehty pääosin 33–38 vuotta sitten (Uusitalo 2004). Kaikki tutkimussoiden ennallistamistoimenpiteet on tehty vuosina 2003–2004 (Uusitalo 2004). Osa ojitetuista suoalueista sijaitsee yksityisten maanomistajien mailla eikä sisälly Natura 2000 –verkostoon tai soidensuojeluohjelmaan. Keski-Suomen soista Kulhavuoren eteläiset suoalueet Iso-Mustan lounaspuoleisella suolla (6942:3395) ja Kulhavuoren pohjoiset

suoalueet sarasuolla (6944:3395) sijaitsevat Saarijärven, Multian ja Pylkönmäen kuntien alueella. Nämä kuuluvat Kulhanvuoren Natura 2000 –alueeseen. Pohjoiset suoalueet sisältyvät osittain vanhojen metsien suojeeluohjelmaan. Väljänneva (7025:3415) ja Kiemanneva (7033:3414) sijaitsevat Pihtiputaan ja Kinnulan kuntien alueella ja kuuluvat Seläntauksen Natura 2000 –alueeseen. Molemmat suot kuuluvat soidensuojeluohjelmaan (Uusitalo 2004).

Pohjois-Karjalan soista Ristisuo (6989:3720), Juurikkasuo (6991:3725) ja Heinäsuo (6986:3726) sijaitsevat Ilomantsissa Koitajoen Natura 2000 –alueella. Osia Ristisuon ja Heinäsuon tutkimusalueista kuuluu soidensuojeluohjelmaan. Rapalahdensuo (6980:3627) ja Tiaissuo (6985:3622) sijaitsevat Polvijärven kunnassa Viklinrimmen Natura 2000 –alueella. Molemmat suot ovat soidensuojeluohjelman kohteita (Uusitalo 2004).

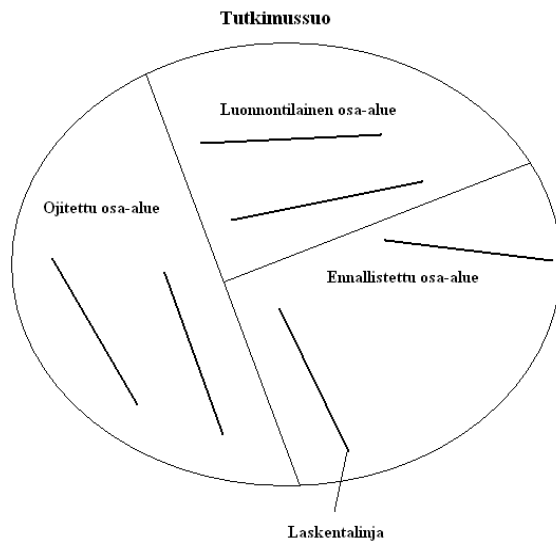
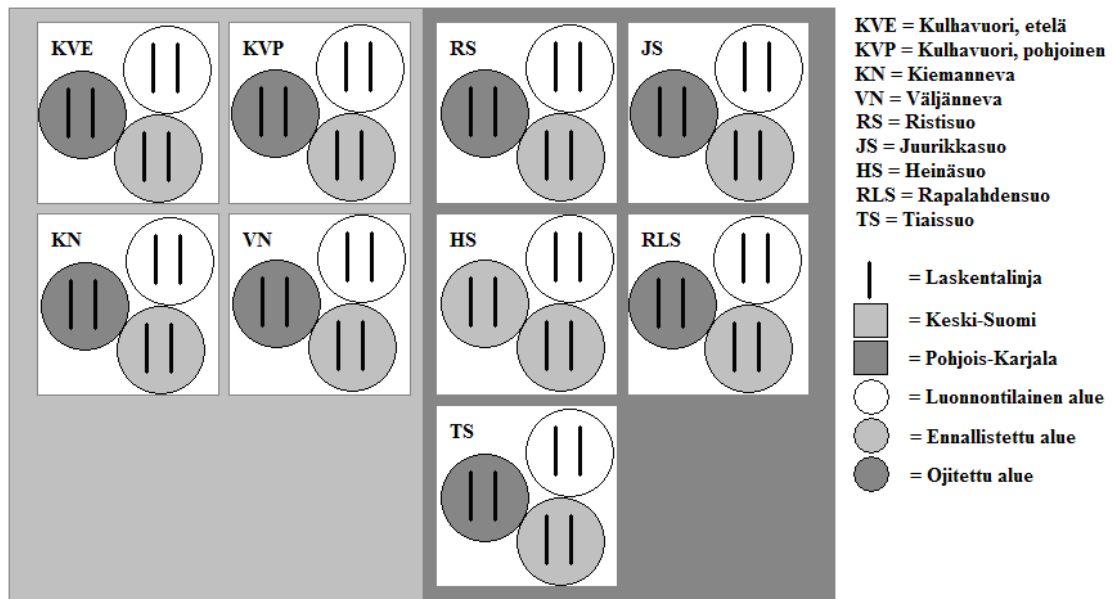
Taulukko 1. Tutkimussuot ja niiden sijainti.

| Tutkimussuo            | Sijaintikunta       |
|------------------------|---------------------|
| Kulhavuoren eteläosa   | Multia, Saarijärvi  |
| Kulhavuoren pohjoisosa | Saarijärvi          |
| Väljänneva             | Pihtipudas, Kinnula |
| Kiemanneva             | Pihtipudas          |
| Ristisuo               | Ilomantsi           |
| Juurikkasuo            | Ilomantsi           |
| Heinäsuo               | Ilomantsi           |
| Rapalahdensuo          | Polvijärvi          |
| Tiaissuo               | Polvijärvi          |

## 2.2 Tutkimusasetelma

Tutkimussoilta valittiin tutkimukseen mukaan kolme erillistä tutkimusaluetta: ojitettu suoalue, ennallistettu suoalue ja luonnontilainen suoalue (Kuva 1.). Jokainen tutkimusalue ja tehdyt lajistoseelvitykset perustuvat soille vuonna 2003 perustettuihin perhoslaskentalinjoihin (ks. Uusitalo 2004). Tässä tutkimuksessa linjan pituus oli 250 metriä. Jokaisella tutkimussuolla oli kuusi laskentalinjaa, kaksi kutakin käsittelyä (ojitettu, ennallistettu, luonnontilainen) kohden. Pohjois-Karjalan Heinäsuolla oli poikkeuksellisesti neljä ennallistettua linjaa, koska suon kaikki ojitetut alueet ennallistettiin vuonna 2003. Yhteensä laskentalinjoja oli 54. Laskentalinjat jaettiin kahteen lohkoon (A ja B), joiden pituus oli 125 metriä (Kuva 2.).



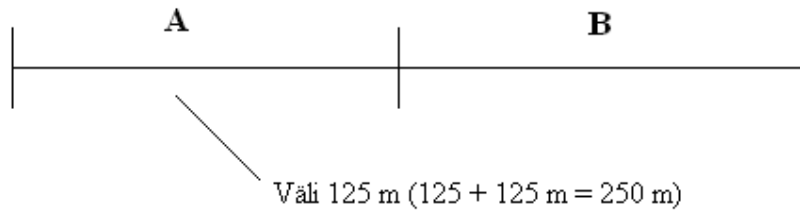


Kuva 1. Havainnollistava kuva tutkimusasetelmasta.

### 2.3 Aineiston keruu

Päiväaktiivisten suurperhosten havainnoinnissa käytettiin linjalaskentamenetelmää (Pollard ja Yates 1993). Menetelmän avulla voidaan seurata päiväperhosten ja muiden päiväaktiivisten lajien runsauden muutoksia tietyllä alueella.

Laskennat suoritettiin maastoon vuonna 2003 sijoitetuilla laskentalinjoilla, jotka olivat samat kaikilla laskentakerroilla. Päiväaktiiviset suurperhoset havainnoitiin kerran viikossa koko kesän ajan (15.5.2007–31.7.2007). Ennen perhoslaskentojen aloittamista tarkastettiin, että sääolosuhteet olivat sopivat. Laskentaa ei suoritettu, jos lämpötila oli alle 13 celsiusastetta tai satoi vettä. Jos lämpötila oli 13–17 astetta, laskenta suoritettiin vain, jos aurinkoisuusprosentti oli yli 60. Laskenta suoritettiin pilvisemmälläkin säällä, kunhan lämpötila oli yli 17 astetta. Lämpötila mitattiin kunkin linjan laskennan alussa noin 1,5 metrin korkeudelta. Laskenta pyrittiin tekemään kello 11–16 välisenä aikana.



Kuva 2. Perhoslinjan kaavakuva. A ja B ovat perhoslinjan osalohkoja. Perhoslinjan pituus on 250 metriä.

Suurperhoslaskennoissa laskentalinja käveltiin tasaisella ja rauhallisella nopeudella kirjaten perhoshavainnot muistiin ainoastaan edessä olevalta kuvitteelliselta 5 x 5 metrin ruudulta. Epävarmat määritykset varmistettiin ottamalla perhoset kiinni haavilla. Kiinniotetun yksilön määrityksen jälkeen laskenta jatkui samasta pisteestä. Muu laskenta keskeytettiin määrityksen ajaksi. Sama yksilö laskettiin vain kerran.

Tässä tutkimuksessa linjalaskennoissa havainnoitiin päiväperhosten yläheimoista Hesperioidea (paksupäät) sekä Papilionoidea (päiväperhoset). Lisäksi Pohjois-Karjalan tutkimusosastoilta havainnoitiin myös muut suurperhoset. Perhoslaskentojen tulokset merkittiin ylös maastolomakkeelle, johon kirjattiin myös laskentalinja/lohko, päiväys, havainnoitsija, tutkimussuo, aloitusaika, aurinkoisuus (aurinkoinen, puolipilvinen, pilvinen) sekä lämpötila ja arvioitu tuulen nopeus laskennan alussa ja lopussa Beaufort-asteikkoa käyttäen (Somerma ja Väisänen 1990, Rintala ym. 2000).

Muiden kuin päiväperhosten, lähinnä pikkuperhosaineiston, keräämisessä käytettiin tätä tutkimusta varten suunniteltua standardoitua haavintamenetelmää. Laskentalinja käveltiin alusta loppuun haavien iskuhaavilla kasvillisuutta 2,5 metrin välein siten, että haaviniskuja kertyi 100 kappaletta laskentalinjaa kohden. Haaviosan halkaisija oli 28 cm ja haavin silmäkoko 0,5 mm. Laskentalinjan puolella välissä ja linjan lopussa haaviin kertynyt hyönteismassa tainnutettiin kloroformilla ja tallennettiin 1 dl kokoiseen muovipurkkiin myöhempää määritystä varten. Kerätty aineisto siirrettiin pakkaseen mahdollisimman nopeasti, viimeistään seuraavana päivänä keräämisestä. Mikroperhoshaavinnat suoritettiin säiden salliessa viikoittain kesän ajan (15.05.2007–15.08.2007). Sateisella säällä tai aluskasvillisuuden ollessa märkä haavintoja ei suoritettu, koska haavikankaan kastuessa hyönteisnäytteiden määrityskelpoisuus laski huomattavasti.

Maastokauden jälkeen mikroperhoset poimittiin kerätystä aineistosta erilleen. Poiminta suoritettiin laboratorioissa kaatamalla kerätty aineisto valkoiselle alustalle purkki kerrallaan. Mikroperhoset poimittiin teräväkärkisillä pinseteillä erilleen hyvässä valaistuksessa, jonka jälkeen poimitut yksilöt neulattiin ja etiketoitiin. Tämän jälkeen neulatut yksilöt määritettiin mikroskoopin alla lajilleen.

Aineiston analysointivaiheessa perhoset luokiteltiin suoperhosiin (kaikki kolme luokkaa, ks. sivu 6) ja muihin perhosiin. Jatkossa käytän seuraavia luokituksia:

- Suopäiväperhoset
- Muut päiväperhoset
- Kaikki päiväperhoset
- Haavitut suoperhoset
- Muut haavitut perhoset
- Kaikki haavitut perhoset

## 2.4 Tilastolliset analyysit

Tässä tutkimuksessa perhosaineisto analysoitiin SPSS 14.0- ja PC-ORD 4.41-ohjelmilla. SPSS-ohjelmalla aineisto testattiin hierarkkisella sekamallilla (Mixed Model Analysis). Sekamallin avulla tutkittiin tutkimusalueiden ja käsittelyjen välisiä eroja perhosten lajirunsauksien ja yksilömäärien suhteen sekä vertailtiin vuosien 2003 ja 2007 välistä muutosta kyseisten muuttujien suhteen. Lisäksi sekamallin avulla tutkittiin ennallistamisen vaikutusta päiväperhosten esiintymisiin. Sekamalli soveltuu hyvin hierarkkisten aineistojen käsittelyyn ja sillä voidaan tutkia eri muuttujien välisiä yhdysvaikutuksia (SPSS 2005). Sekamalli ottaa huomioon sekä käsittelyn (ojitettu/ennallistettu/luonnontilainen), tutkimusalueen (Pohjois-Karjala/Keski-Suomi), suon (n = 9) että toiston (saman suon sisällä kaksi saman käsittelyn saanutta laskentalinjaa). Päiväperhosaineistoa analysoitaessa sekamalli ottaa huomioon myös ajan (2003 – 2007). Toisto on mukana mallissa siksi, että malli ottaa huomioon sen, että joka suolla on kaksi saman käsittelyn saanutta laskentalinjaa. Tässä tapauksessa haluttiin selvittää, onko perhosten yksilö- ja lajimäärissä eroa tutkimusalueiden välillä samoilla käsittelyillä. Kiinteinä muuttujina tässä mallissa olivat tutkimusalue, käsittely sekä tutkimusalueen ja käsittelyn yhteisvaikutus sekä satunnaismuuttujana alueen ja suon alaisena oleva käsittely. Päiväperhosaineistoa analysoitaessa kiinteinä muuttujina olivat myös aika sekä ajan (vuosi 2003/2007; repeated measure) ja käsittelyn yhteisvaikutus. Päiväperhosaineiston analyysissä yhdysvaikutus-termi on erityisen mielenkiinnon kohteena, sillä tällaisessa ennen-jälkeen-analyysissä merkitsevä ajan ja käsittelyn yhdysvaikutus kertoo nimenomaan käsittelyn vaikutuksesta laji- tai yksilömäärän muutokseen (esim. lajimäärä kasvaa ennallistetuilla soilla mutta pysyy muuttumattomana ojitetuilla ja luonnontilaisilla soilla). Haavitun perhosaineiston, josta siis ei ole olemassa ennen ennallistamiskäsittelyä kerättyä aineistoa, analyysissä käsittelyn päävaikutus-termi kertoo, onko käsittelyllä ollut vaikutusta laji- tai yksilömääriin.

PC-ORD-ohjelmalla tehtiin NMS- (Non-Metric Multidimensional Scaling) ordinaatio eri perhosaineistoista. Perhosaineistoa muokattiin siten, että käsittelyn sisäisten laskentalinjojen havainnot yhdistettiin. Tällä menetelmällä ordinaatiokuvat saatiin helpommin tulkittaviksi. Analyseissä ei otettu huomioon lajeja, joita havaittiin ainoastaan yksi yksilö laskentalinjalla kesän aikana. NMS-ordinaatiokuvia piirrettäessä kaikissa ajoissa käytettiin Sørensenin (Bray-Curtis) etäisyysmittaa ja maksimi ulottuvuusmääräksi valittiin 3. Ordinaatioajo toistettiin kullakin aineistolla 100 kertaa, joista ohjelma valitsi pienimmän stressiarvon ordinaation. Analyysin lopputulos vaihtelee, joten 100 toiston ajo toistettiin 10 kertaa, jolloin saavutettiin vakaa minimistressiarvo kunkin aineiston ordinaatiolle (Ilmonen & Paasivirta 2005). NMS-ordinaatiokuvilla pyrittiin tyypittelemään eri alueet ja käsittelyt perhosaineiston avulla. Menetelmä perustuu visuaalisesti epämetriseen moniulotteiseen pisteytykseen. Tyypittelyn ollessa toimiva, lähellä luonnontilaa olevien vertailualueiden tulisi erottua perhosyhteisöjen koostumukseen perustuvassa ordinaatiotilassa omana ryhmänään ja erillään kaukana luonnontilasta olevista ryhmistä. Mitä pienempi ordinaation stressiarvo on, sitä paremmin se kuvaa todellista yhteisörakennetta (McCune & Mefford 1999). Ordinaatio on hyvä stressiarvon ollessa alle 10. Stressiarvon lähestyessä 20:tä väärintulkinnan mahdollisuus kasvaa eikä ordinaatiokuvaan tulisi luottaa liikaa (McCune & Grace 2002).

NMS-ajojen eri ulottuvuuksien ordinaatiopisteistä laskettiin vuosien 2003 – 2007 väliset muutoksetäisyydet (d, ks. yhtälö 1) kullekin laskentalinjalle. Muutoksetäisyydet analysoitiin sekamallilla. Vuoden 2007 haavinta-aineistolle tehdyn NMS-analyysin ordinaatiopisteistä laskettiin etäisyydet suon sisäisille käsittelyille. Myös nämä etäisyydet analysoitiin sekamallilla. Tässä tapauksessa haluttiin selvittää käsittelyn vaikutus perhosten yhteisörakenteeseen.

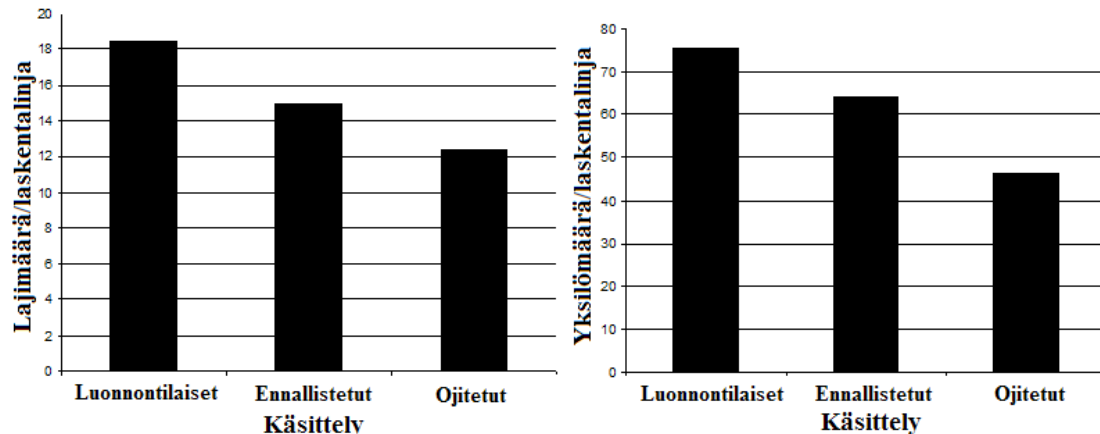
$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$x_1$  = ordinaatiopisteen arvo 1. ulottuvuudessa vuonna 2003  
 $x_2$  = ordinaatiopisteen arvo 1. ulottuvuudessa vuonna 2007  
 $y_1$  = ordinaatiopisteen arvo 2. ulottuvuudessa vuonna 2003  
 $y_2$  = ordinaatiopisteen arvo 2. ulottuvuudessa vuonna 2007

Yhtälö 1. Kaavakuva perhosten yhteisörakenteen muutoksen laskemiseen vuosien 2003 – 2007 välillä.

### 3. TULOKSET

Vuonna 2003 linjalaskennoissa havaittiin yhteensä 21 päiväperhoslajia ja 1909 yksilöä, joista suoperhosia oli 11 lajia ja 832 yksilöä. Päiväperhosia havaittiin ojitetuilta/ei ennallistettavilta alueilta yhteensä 13 lajia ja 358 yksilöä, ojitetuilta/ennallistettavilta alueilta 18 lajia ja 782 yksilöä sekä luonnontilaisilta alueilta 17 lajia ja 766 yksilöä. Vuonna 2007 linjalaskennoissa havaittiin yhteensä 27 päiväperhoslajia ja 2101 yksilöä, joista suoperhosia oli 11 lajia ja 912 yksilöä. Päiväperhosia havaittiin ojitetuilta alueilta 17 lajia ja 471 yksilöä, ennallistetuilta alueilta 22 lajia ja 966 yksilöä sekä luonnontilaisilta alueilta 19 lajia ja 664 yksilöä. Lisäksi vuonna 2007 linjalaskennoissa havaittiin Pohjois-Karjalan tutkimussoilta muita suurperhosia 44 lajia ja 2734 yksilöä, joista suoperhosia oli 16 lajia ja 1006 yksilöä (ks. Liite 1). Vuonna 2007 kerätystä haavinta-aineistosta löydettiin perhosia kaikkiaan 84 lajia ja 1285 yksilöä, joista suoperhosia oli 31 lajia ja 364 yksilöä.



Kuva 4. Kaikkien perhosten keskimääräiset laji- ja yksilömäärät vuonna 2007 kullakin käsittelyllä.

#### 3.1 Ennallistamisen vaikutus suopäiväperhosten lajimääriin

Käsittelyjen lähtötasoissa (käsittelyn päävaikutus Taulukossa 3) oli eroja suopäiväperhosten lajimäärien suhteen, mutta käsittelyllä ei ollut vaikutusta suopäiväperhosten lajimääriin (ajan ja käsittelyn yhdysvaikutus) (Taulukko 3). Kuten kuva 5 osoittaa, ennallistettujen suoalueiden lajimäärä ei muuttunut vuosien 2003 ja 2007 välillä luonnontilaisista tai ojitetuista suoalueista selkeästi poikkeavalla tavalla. Myöskään alueiden välillä ei ollut eroja lajimäärissä (alueen päävaikutus) ja käsittelyn vaikutukset

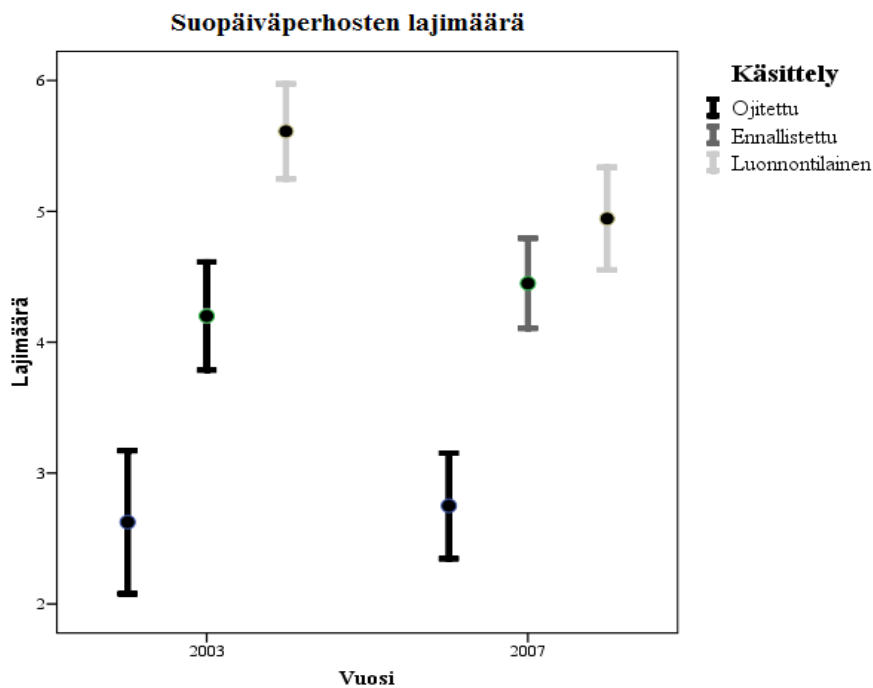
(alueen ja käsittelyn yhdysvaikutus) (Taulukko 3) olivat Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan tutkimusalueilla samanlaisia.

Taulukko 3. Sekamalli suopäiväperhosten lajimäärille. Taulukon alaosa näyttää vuosien 2003 ja 2007 väliset erot lajimäärissä käsittelyittäin sekä näiden parittaisten vertailujen tilastolliset parametrit.

| Lähde             | Osoittaja | df | Nimittäjä | df | F       | p     |
|-------------------|-----------|----|-----------|----|---------|-------|
| Intercept         |           | 1  |           | 54 | 435,472 | 0,001 |
| Ahne              |           | 1  |           | 54 | 0,035   | 0,853 |
| Käsittely         |           | 2  |           | 54 | 14,085  | 0,001 |
| Vuosi             |           | 1  |           | 54 | 0,193   | 0,662 |
| Käsittely * Vuosi |           | 2  |           | 54 | 1,724   | 0,188 |
| Ahne * Käsittely  |           | 2  |           | 54 | 1,709   | 0,191 |

| Käsittely       | Vuosi     | MD (2003-2007) | Keskivirhe | df | p     |
|-----------------|-----------|----------------|------------|----|-------|
| Ojitettu        | 2003 2007 | -0,125         | 0,405      | 54 | 0,759 |
| Ennallistettu   | 2003 2007 | -0,250         | 0,362      | 54 | 0,493 |
| Luonnontilainen | 2003 2007 | 0,667          | 0,382      | 54 | 0,086 |



Kuva 5. Suopäiväperhosten lajimäärät/käsittely (keskiarvo  $\pm$  1 SE) vuosina 2003 ja 2007.

### 3.2 Ennallistamisen vaikutus suopäiväperhosten yksilömäärään

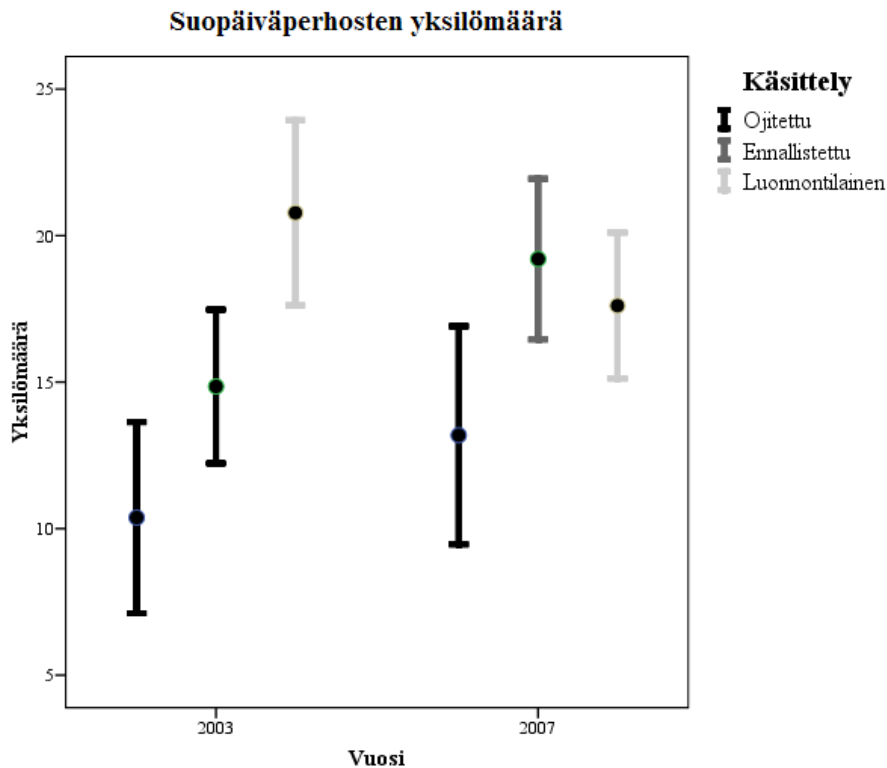
Käsittelyjen lähtötasoissa (käsittelyn päävaikutus Taulukossa 4) ei ollut eroja suopäiväperhosten yksilömäärien suhteen. Käsittelyllä oli vaikutus suopäiväperhosten yksilömääriin (ajan ja käsittelyn yhdysvaikutus) (Taulukko 4). Kuten Kuva 6 osoittaa, ennallistettujen suoalueiden yksilömäärä muuttui vuosien 2003 ja 2007 välillä luonnontilaisista sekä ojitetuista suoalueista selkeästi poikkeavalla tavalla. Alueiden välillä oli eroja yksilömäärissä (alueen päävaikutus) (Keski-Suomen tutkimusalueilla keskimääräinen suopäiväperhosten yksilömäärä oli 20 yksilöä/laskentalinja, Pohjois-Karjalassa vastaavasti 13 yksilöä/laskentalinja), mutta käsittelyn vaikutukset olivat Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa samanlaisia (alueen ja käsittelyn yhdysvaikutus).

Taulukko 4. Sekamalli suopäiväperhosten yksilömäärille. Taulukon alaosa näyttää vuosien 2003 ja 2007 väliset erot yksilömäärissä käsittelyittäin sekä näiden parittaisten vertailujen tilastolliset parametrit.

| Lähde             | Osoittaja | df | Nimittäjä | df      | F     | p |
|-------------------|-----------|----|-----------|---------|-------|---|
| Intercept         |           | 1  | 54        | 119,480 | 0,001 |   |
| Alue              |           | 1  | 54        | 5,271   | 0,026 |   |
| Käsittely         |           | 2  | 54        | 2,359   | 0,104 |   |
| Vuosi             |           | 1  | 54        | 1,235   | 0,271 |   |
| Käsittely * Vuosi |           | 2  | 54        | 3,779   | 0,029 |   |
| Alue * Käsittely  |           | 2  | 54        | 0,159   | 0,854 |   |

| Käsittely                     | Vuosi     | MD (2003-2007) | Keskivirhe | df | p     |
|-------------------------------|-----------|----------------|------------|----|-------|
| Ojitettu                      | 2003 2007 | -2,813         | 2,193      | 54 | 0,205 |
| Ennallistettava/ennallistettu | 2003 2007 | -4,350         | 1,961      | 54 | 0,031 |
| Luonnontilainen               | 2003 2007 | 3,167          | 2,067      | 54 | 0,131 |



Kuva 6. Suopäiväperhosten yksilömäärät/käsittely (keskiarvo  $\pm$  1 SE) vuosina 2003 ja 2007.

### 3.3 Ennallistamisen vaikutus muiden päiväperhosten lajimääriin

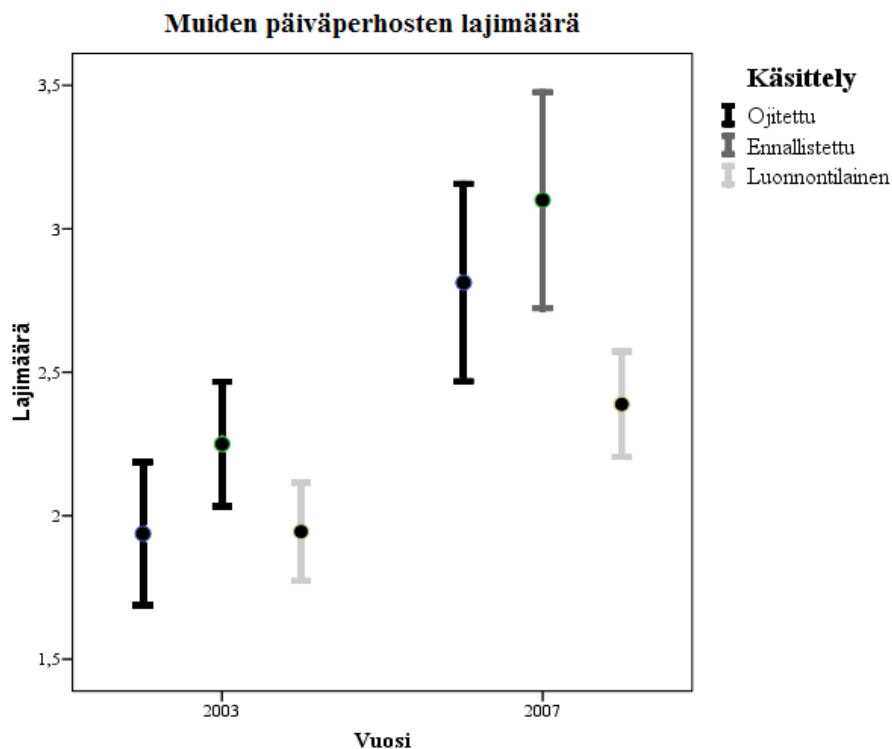
Käsittelyjen lähtötasoissa (käsittelyn päävaikutus Taulukossa 5) ei ollut eroja muiden päiväperhosten lajimäärien suhteen. Käsittelyllä ei myöskään ollut vaikutusta muiden päiväperhosten lajimääriin (ajan ja käsittelyn yhdysvaikutus) (Taulukko 5). Kuten kuva 7 osoittaa, ennallistettujen suoalueiden lajimäärä ei muuttunut vuosien 2003 ja 2007 välillä luonnontilaisista tai ojitetuista suoalueista selkeästi poikkeavalla tavalla. Alueiden välillä oli eroja lajimäärissä (alueen päävaikutus) (Keski-Suomen tutkimusalueilla havaittiin muita kuin suopäiväperhosia yhteensä 12 lajia, Pohjois-Karjalassa vastaavasti 14 lajia), mutta käsittelyn vaikutukset (alueen ja käsittelyn yhdysvaikutus) olivat Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan tutkimusalueilla samanlaisia. Vuodet (vuoden päävaikutus Taulukossa 5) 2003 ja 2007 erosivat toisistaan muiden päiväperhosten lajimäärien suhteen.

Taulukko 5. Sekamalli muiden päiväperhosten lajimäärille. Taulukon alaosa näyttää vuosien 2003 ja 2007 väliset erot lajimäärissä käsittelyittäin sekä näiden parittaisten vertailujen tilastolliset parametrit.

| Lähde             | Osoittaja | df | Nimittäjä | df | F       | p     |
|-------------------|-----------|----|-----------|----|---------|-------|
| Intercept         |           | 1  |           | 54 | 486,244 | 0,001 |
| Alue              |           | 1  |           | 54 | 6,848   | 0,011 |
| Käsittely         |           | 2  |           | 54 | 2,067   | 0,136 |
| Vuosi             |           | 1  |           | 54 | 13,180  | 0,001 |
| Käsittely * Vuosi |           | 2  |           | 54 | 0,492   | 0,614 |
| Alue * Käsittely  |           | 2  |           | 54 | 0,880   | 0,421 |

| Käsittely                     | Vuosi     | MD (2003-2007) | Keskivirhe | df | p     |
|-------------------------------|-----------|----------------|------------|----|-------|
| Ojitettu                      | 2003 2007 | -0,875         | 0,364      | 54 | 0,020 |
| Ennallistettava/ennallistettu | 2003 2007 | -0,850         | 0,326      | 54 | 0,012 |
| Luonnontilainen               | 2003 2007 | -0,444         | 0,344      | 54 | 0,201 |



Kuva 7. Muiden päiväperhosten lajimäärät/käsittely (keskiarvo ± 1 SE) vuosina 2003 ja 2007.

### 3.4 Ennallistamisen vaikutus muiden päiväperhosten yksilömääriin

Käsittelyjen lähtötasoissa (käsittelyn päävaikutus Taulukossa 6) ei ollut eroja muiden päiväperhosten yksilömäärien suhteen. Käsittelyllä ei myöskään ollut vaikutusta muiden päiväperhosten yksilömääriin (ajan ja käsittelyn yhdysvaikutus) (Taulukko 6). Kuten kuva 8 osoittaa, ennallistettujen suoalueiden yksilömäärä ei muuttunut vuosien 2003 ja 2007 välillä luonnontilaisista tai ojitetuista suoalueista selkeästi poikkeavalla tavalla. Alueiden välillä ei ollut eroja lajimäärissä (alueen päävaikutus), mutta käsittelyllä oli erilainen vaikutus (alueen ja käsittelyn yhdysvaikutus Taulukossa 6) Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa. Pohjois-Karjalan tutkimusalueella yksilömäärien muutokset vuosien 2003 ja



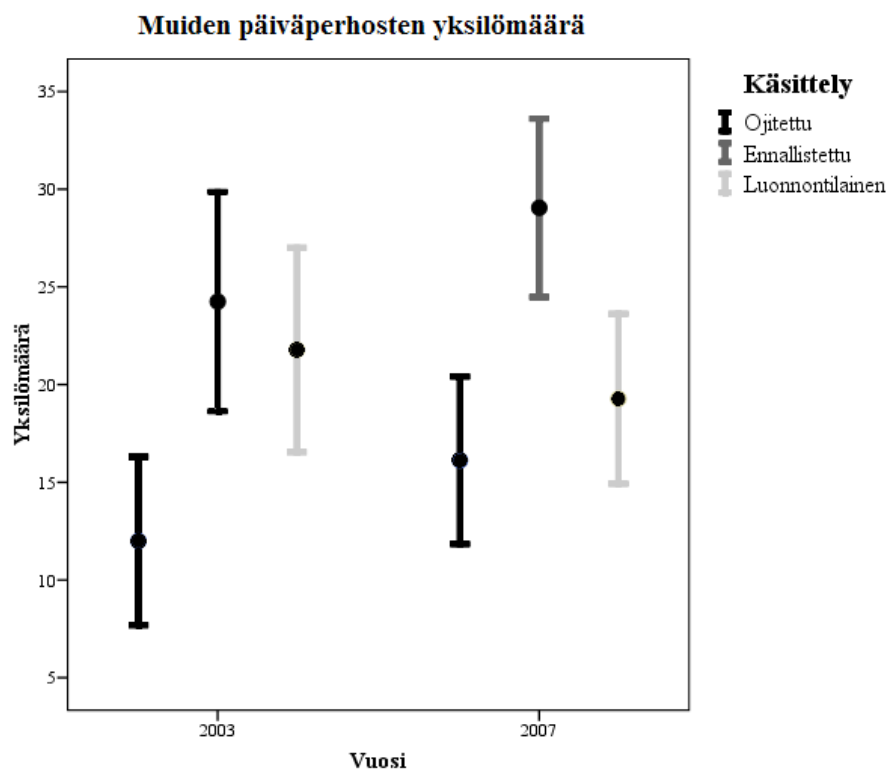
2007 välillä olivat suuremmat kullakin käsittelyllä verrattuna Keski-Suomen tutkimusalueeseen.

Taulukko 6. Sekamalli muiden päiväperhosten yksilömäärille. Taulukon alaosa näyttää vuosien 2003 ja 2007 väliset erot yksilömäärissä käsittelyittäin sekä näiden parittaisten vertailujen tilastolliset parametrit.

| Lähde             | Osoittaja df | Nimittäjä df | F      | p     |
|-------------------|--------------|--------------|--------|-------|
| Intercept         | 1            | 54           | 79,712 | 0,001 |
| Alue              | 1            | 54           | 1,628  | 0,207 |
| Käsittely         | 2            | 54           | 2,778  | 0,071 |
| Vuosi             | 1            | 54           | 0,688  | 0,410 |
| Käsittely * Vuosi | 2            | 54           | 0,830  | 0,442 |
| Alue * Käsittely  | 2            | 54           | 3,298  | 0,045 |

| Käsittely                     | Vuosi     | MD (2003-2007) | Keskivirhe | df | p     |
|-------------------------------|-----------|----------------|------------|----|-------|
| Ojitettu                      | 2003 2007 | -4,125         | 4,723      | 54 | 0,386 |
| Ennallistettava/ennallistettu | 2003 2007 | -4,800         | 4,224      | 54 | 0,261 |
| Luonnontilainen               | 2003 2007 | 2,500          | 4,452      | 54 | 0,577 |



Kuva 8. Muiden päiväperhosten yksilömäärät/käsittely (keskiarvo  $\pm$  1 SE) vuosina 2003 ja 2007.

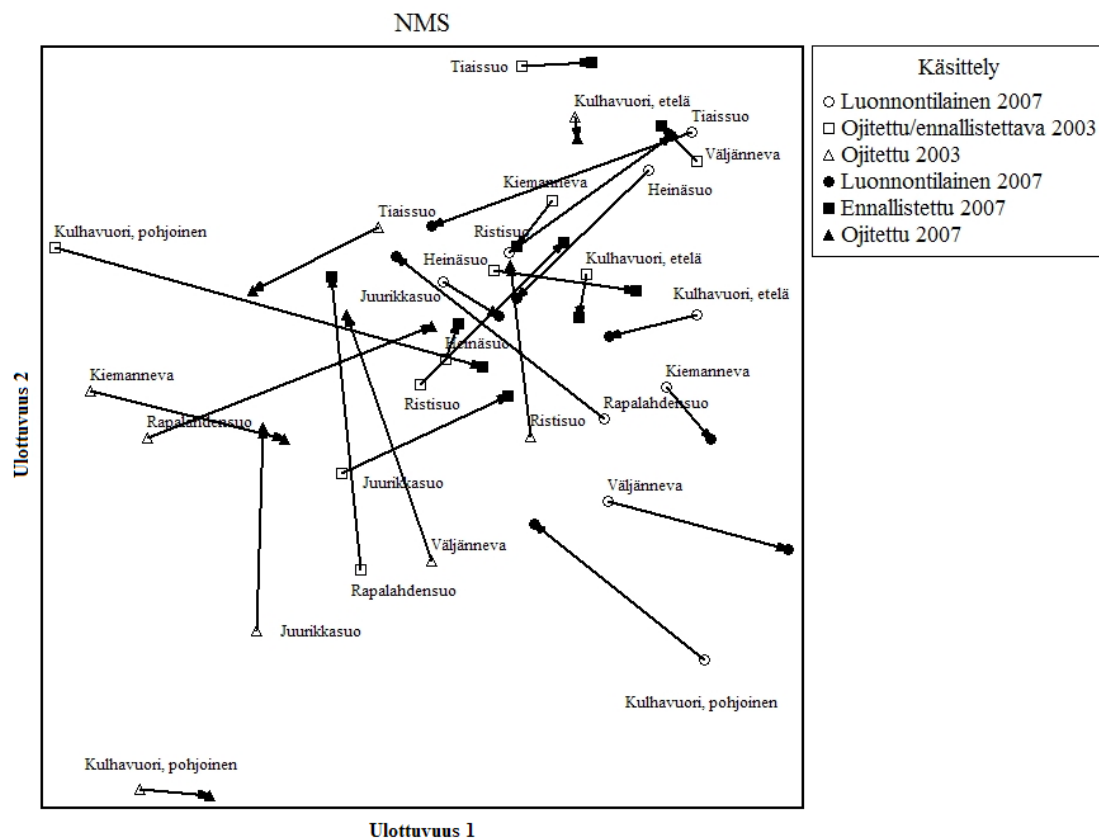
### 3.5 Ennallistamisen vaikutus kaikkien päiväperhosten yhteisörakenteeseen

Käsittelyllä (käsittelyn päävaikutus Taulukossa 7) ei ollut vaikutusta päiväperhosten yhteisörakenteeseen. Myöskään alue (alueen päävaikutus) (Taulukko 7) ei vaikuttanut päiväperhosten yhteisörakenteeseen. Kuten Kuva 9 osoittaa, ennallistetut suoalueet eivät eronneet poikkeavasti ojitetuista suoalueista yhteisörakenteen muutoksen suhteen. Käsittelyn vaikutus (alueen ja käsittelyn yhteisvaikutus) (Taulukko 7) erosi toisistaan

Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan tutkimusalueilla. Kuvasta 9 voidaan nähdä, että Pohjois-Karjalassa ojitettujen ja ennallistettujen käsittelyiden perhosyhteisöt olivat vuosien 2003 ja 2007 välillä muuttuneet suhteessa enemmän kuin Keski-Suomessa. Keski-Suomessa vastaavasti luonnontilaisten käsittelyiden perhosyhteisöt olivat muuttuneet enemmän kuin Pohjois-Karjalassa. Kuvasta 9 nähdään, että perhosyhteisöjen rakenteiden muutoksilla ei ole yhteistä suuntaa.

Taulukko 7. Sekamalli kaikkien päiväperhosten yhteisörakenteiden muutoksille.

| Lähde            | Osoittaja df | Nimittäjä df | F      | p     |
|------------------|--------------|--------------|--------|-------|
| Intercept        | 1            | 16           | 228,55 | 0,001 |
| Ahne             | 1            | 16           | 0,32   | 0,578 |
| Käsittely        | 2            | 33           | 1,04   | 0,366 |
| Ahne * Käsittely | 2            | 33           | 3,48   | 0,043 |



Kuva 9. Kaikkien päiväperhosten yhteisörakenteen muutos vuosien 2003-2007 välillä. NMS-analyysin stressiarvoksi on 18,553.

### 3.6 Ennallistamisen vaikutus haavittujen suoperhosten lajimääriin

Käsittelyllä (käsittelyn päävaikutus Taulukossa 8) oli vaikutus haavittujen suoperhosten lajimääriin. Kuten Kuva 10 ja Taulukon 8 alaosa näyttää, ennallistetut käsittelyt erosivat selvästi ojitetuista käsittelyistä. Alueet (alueen päävaikutus) erosivat toisistaan lajimäärien suhteen (Keski-Suomen tutkimusalueella keskimääräinen lajimäärä oli 4 lajia/laskentalinja, Pohjois-Karjalassa vastaavasti 2,531 lajia/laskentalinja), mutta käsittelyn vaikutus (alueen

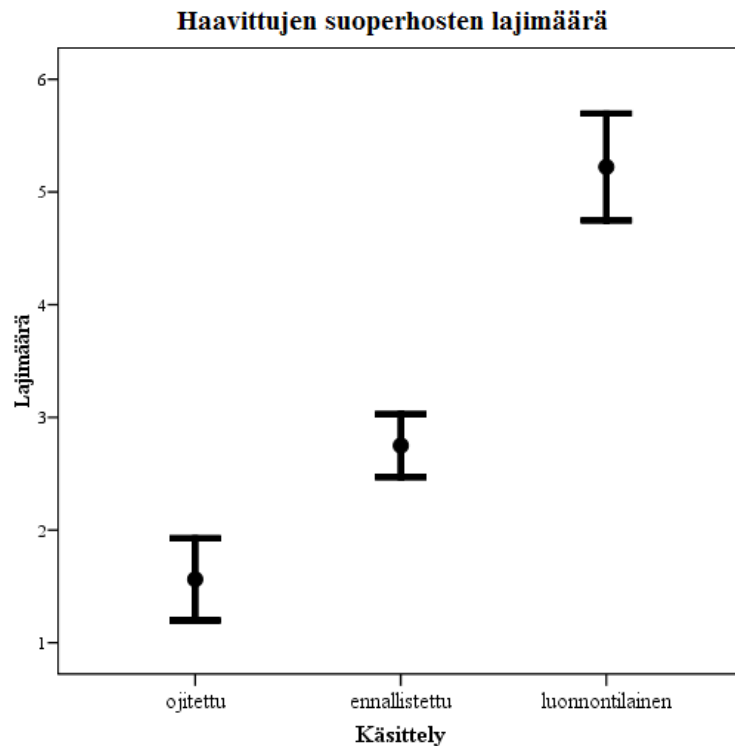
ja käsittelyn yhdysvaikutus Taulukossa 8) oli samanlainen Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan tutkimusalueilla.

Taulukko 8. Sekamalli haavittujen suoperhosten lajimäärille. Taulukon alaosa näyttää käsittelyjen (ojitettu, ennallistettu, luonnontilainen) väliset erot lajimäärissä sekä näiden parittaisten vertailujen tilastolliset parametrit.

| Lähde            | Osoittaja df | Nimittäjä df | F       | p     |
|------------------|--------------|--------------|---------|-------|
| Intercept        | 1            | 54           | 308,280 | 0,001 |
| Alue             | 1            | 54           | 15,608  | 0,001 |
| Käsittely        | 2            | 54           | 34,366  | 0,001 |
| Alue * Käsittely | 2            | 54           | 0,834   | 0,440 |

| Käsittely 1     | Käsittely 2     | MD (Käsittely 1 - käsittely 2) | Keskivirhe | df | p     |
|-----------------|-----------------|--------------------------------|------------|----|-------|
| Ojitettu        | Ennallistettu   | -1,333                         | 0,457      | 54 | 0,005 |
|                 | Luonnontilainen | -3,775                         | 0,465      | 54 | 0,001 |
| Ennallistettu   | Ojitettu        | 1,333                          | 0,457      | 54 | 0,005 |
|                 | Luonnontilainen | -2,442                         | 0,444      | 54 | 0,001 |
| Luonnontilainen | Ojitettu        | 3,775                          | 0,465      | 54 | 0,001 |
|                 | Ennallistettu   | 2,442                          | 0,444      | 54 | 0,001 |



Kuva 10. Haavittujen suoperhosten lajimäärät/käsittely (keskiarvo  $\pm$  1 SE) vuonna 2007.

### 3.7 Ennallistamisen vaikutus haavittujen suoperhosten yksilömääriin

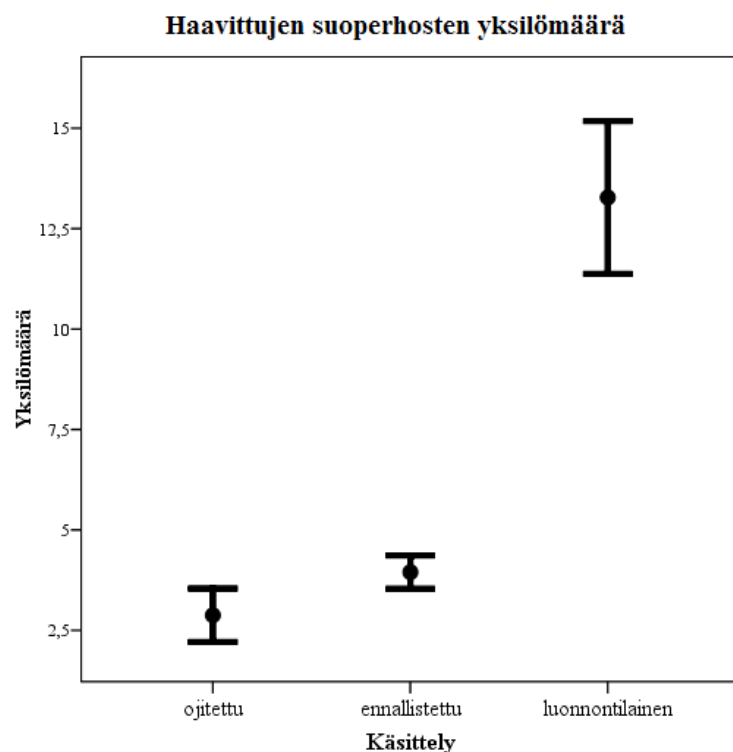
Käsittelyllä (käsittelyn päävaikutus) oli vaikutus haavittujen suoperhosten yksilömääriin (Taulukko 9). Ennallistetut käsittelyt eivät kuitenkaan eronneet selvästi ojitetuista käsittelyistä, kuten Kuva 11 ja Taulukon 9 alaosa osoittaa. Alueella (alueen päävaikutus Taulukossa 9) ei ollut vaikutusta yksilömääriin. Käsittelyllä oli samanlainen vaikutus Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa (alueen ja käsittelyn yhteisvaikutus) (Taulukko 9).

Taulukko 9. Sekamalli haavittujen suoperhosten yksilömäärille. Taulukon alaosa näyttää käsittelyjen (ojitettu, ennallistettu, luonnontilainen) väliset erot yksilömäärissä sekä näiden parittaisten vertailujen tilastolliset parametrit.

| Lähde            | Osoittaja | df | Nimittäjä | df      | F     | p |
|------------------|-----------|----|-----------|---------|-------|---|
| Intercept        |           | 1  | 54        | 109,555 | 0,001 |   |
| Alue             |           | 1  | 54        | 3,206   | 0,079 |   |
| Käsittely        |           | 2  | 54        | 26,485  | 0,001 |   |
| Alue * Käsittely |           | 2  | 54        | 0,231   | 0,794 |   |

| Käsittely 1     | Käsittely 2     | MD (Käsittely 1 - käsittely 2) | Keskivirhe | df | p     |
|-----------------|-----------------|--------------------------------|------------|----|-------|
| Ojitettu        | Ennallistettu   | -1,188                         | 1,595      | 54 | 0,460 |
|                 | Luonnontilainen | -10,575                        | 1,624      | 54 | 0,001 |
| Ennallistettu   | Ojitettu        | 1,188                          | 1,595      | 54 | 0,460 |
|                 | Luonnontilainen | -9,388                         | 1,551      | 54 | 0,001 |
| Luonnontilainen | Ojitettu        | 10,575                         | 1,624      | 54 | 0,001 |
|                 | Ennallistettu   | 9,388                          | 1,551      | 54 | 0,001 |



Kuva 11. Haavittujen suoperhosten yksilömäärät/käsittely (keskiarvo  $\pm$  1 SE) vuonna 2007.

### 3.8 Ennallistamisen vaikutus muiden haavittujen perhosten lajimääriin

Käsittelyllä (käsittelyn päävaikutus) ei ollut vaikutusta muiden haavittujen perhosten lajimääriin (Taulukko 10). Kuten Kuva 12 ja Taulukon 10 alaosa osoittaa, ennallistetut käsittelyt eivät eronneet ojitetuista käsittelyistä. Alueet (alueen päävaikutus) erosivat toisistaan lajimäärien suhteen (Keski-Suomessa keskimääräinen lajimäärä oli 6,333 lajia/laskentalinja, Pohjois-Karjalassa vastaavasti 4,101 lajia/laskentalinja), mutta käsittelyn vaikutus oli samanlainen Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa (alueen ja käsittelyn yhdysvaikutus Taulukossa 10).

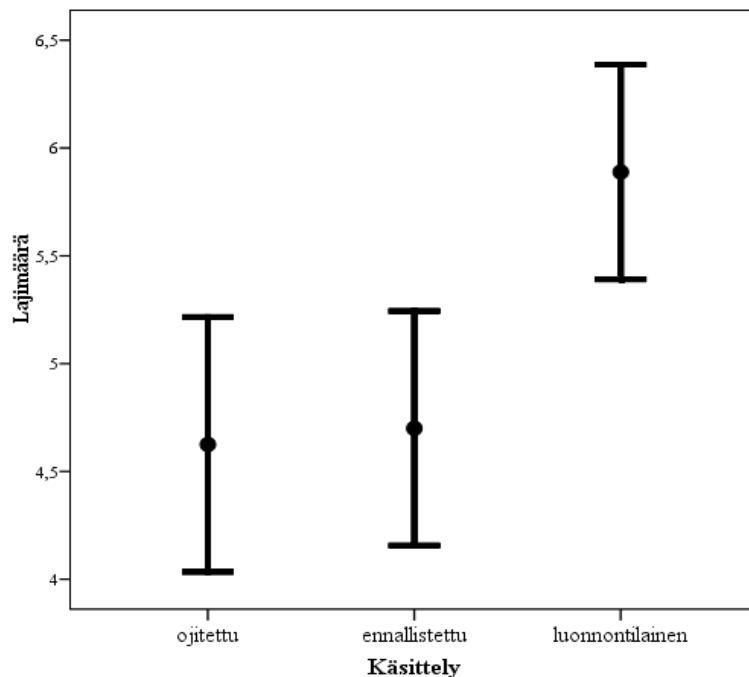
Taulukko 10. Sekamalli muiden haavittujen perhosten lajimäärille. Taulukon alaosa näyttää käsittelyjen (ojitettu, ennallistettu, luonnontilainen) väliset erot lajimäärissä sekä näiden parittaisten vertailujen tilastolliset parametrit.

| Lähde            | Osoittaja df | Nimittäjä df | F       | p     |
|------------------|--------------|--------------|---------|-------|
| Intercept        | 1            | 18           | 276,153 | 0,001 |
| Alue             | 1            | 18           | 12,637  | 0,002 |
| Käsittely        | 2            | 36           | 2,694   | 0,081 |
| Alue * Käsittely | 2            | 36           | 2,634   | 0,085 |

| Käsittely 1     | Käsittely 2     | MD (Käsittely 1 - käsittely 2) | Keskivirhe | df | p     |
|-----------------|-----------------|--------------------------------|------------|----|-------|
| Ojitettu        | Ennallistettu   | -0,241                         | 0,562      | 38 | 0,671 |
|                 | Luonnontilainen | -1,219                         | 0,567      | 36 | 0,038 |
| Ennallistettu   | Ojitettu        | 0,241                          | 0,562      | 38 | 0,671 |
|                 | Luonnontilainen | -0,979                         | 0,541      | 36 | 0,079 |
| Luonnontilainen | Ojitettu        | 1,219                          | 0,567      | 36 | 0,038 |
|                 | Ennallistettu   | 0,979                          | 0,541      | 36 | 0,079 |

**Muiden haavittujen perhosten lajimäärä**



Kuva 12. Muiden haavittujen perhosten lajimäärät/käsittely (keskiarvo ± 1 SE) vuonna 2007.

### 3.9 Ennallistamisen vaikutus muiden haavittujen perhosten yksilömääriin

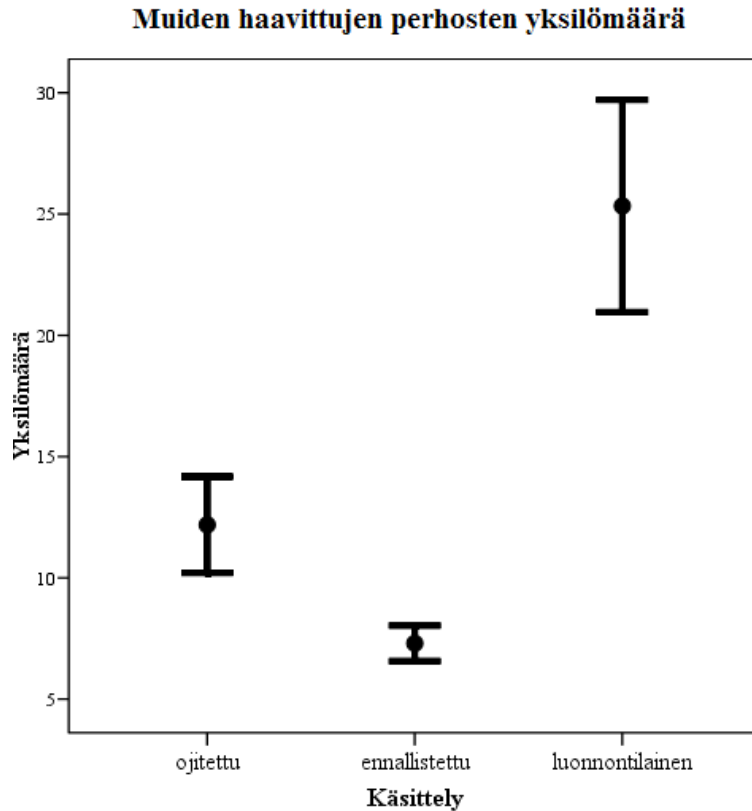
Käsittelyllä (käsittelyn päävaikutus) oli vaikutus muiden haavittujen perhosten yksilömääriin (Taulukko 11). Ennallistetut käsittelyt eivät kuitenkaan eronneet selvästi ojitetuista käsittelyistä, kuten Kuva 13 ja Taulukon 11 alaosa osoittaa. Alueella (alueen päävaikutus Taulukossa 11) ei ollut vaikutusta yksilömääriin, mutta käsittelyn vaikutus (alueen ja käsittelyn yhteisvaikutus Taulukossa 11) erosi toisistaan Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan tutkimusalueilla. Alueiden väliset erot olivat ojitettujen ja luonnontilaisten käsittelyjen vaikutuksissa. Ennallistamisen vaikutuksella ei ollut alueiden välistä eroa.

Taulukko 11. Sekamalli muiden haavittujen perhosten yksilömäärille. Taulukon alaosa näyttää käsittelyjen (ojitettu, ennallistettu, luonnontilainen) väliset erot yksilömäärissä sekä näiden parittaisten vertailujen tilastolliset parametrit.

| Lähde            | Osoittaja | df | Nimittäjä | df | F       | p     |
|------------------|-----------|----|-----------|----|---------|-------|
| Intercept        |           | 1  |           | 18 | 111,223 | 0,001 |
| Alue             |           | 1  |           | 18 | 0,501   | 0,488 |
| Käsittely        |           | 2  |           | 37 | 16,839  | 0,001 |
| Alue * Käsittely |           | 2  |           | 37 | 14,236  | 0,001 |

| Käsittely 1     | Käsittely 2     | MD (Käsittely 1 - käsittely 2) | Keskivirhe | df | p     |
|-----------------|-----------------|--------------------------------|------------|----|-------|
| Ojitettu        | Ennallistettu   | 4,603                          | 3,028      | 39 | 0,136 |
|                 | Luonnontilainen | -11,976                        | 3,070      | 37 | 0,001 |
| Ennallistettu   | Ojitettu        | -4,603                         | 3,028      | 39 | 0,136 |
|                 | Luonnontilainen | -16,579                        | 2,929      | 36 | 0,001 |
| Luonnontilainen | Ojitettu        | 11,976                         | 3,070      | 37 | 0,001 |
|                 | Ennallistettu   | 16,579                         | 2,929      | 36 | 0,001 |



Kuva 13. Muiden haavittujen perhosten yksilömäärät/käsittely (keskiarvo  $\pm$  1 SE) vuonna 2007.

### 3.10 Ennallistamisen vaikutus kaikkien haavittujen perhosten yhteisörakenteeseen.

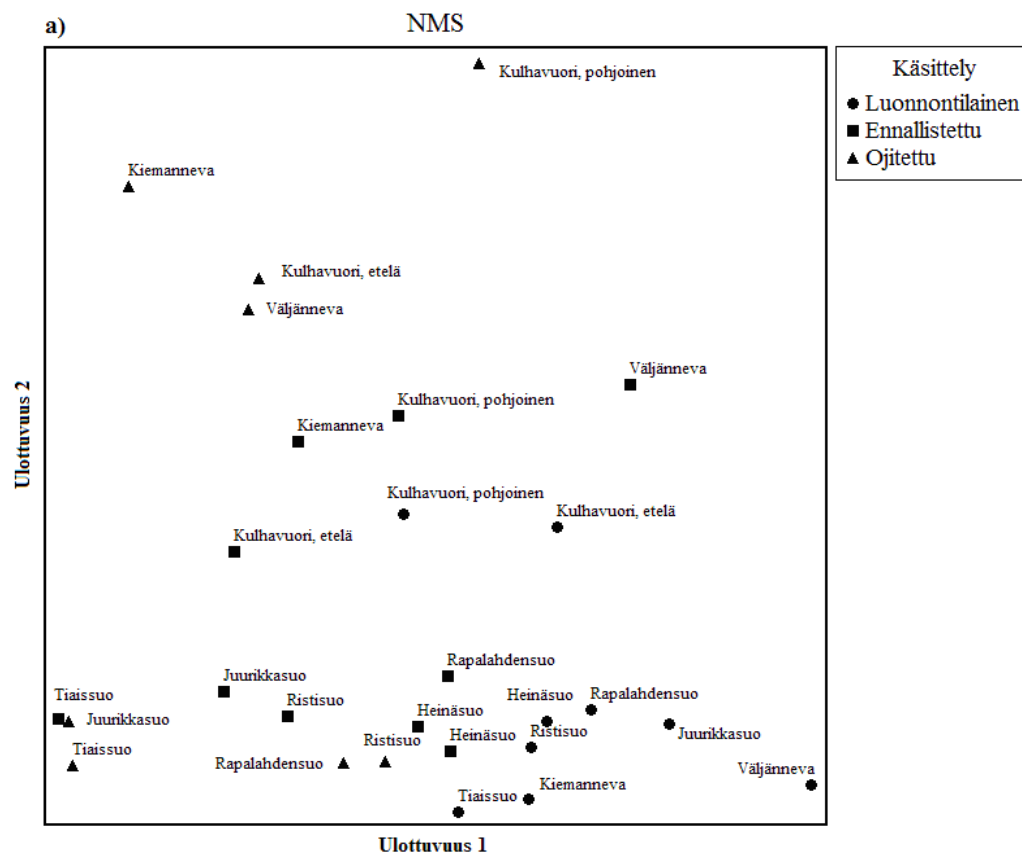
Käsittelyllä (käsittelyn päävaikutus Taulukossa 12) oli vaikutus haavittujen perhosten yhteisörakenteeseen. Taulukon 12 alaosa osoittaa, että ennallistettut kohteet erosivat ojitetuista käsittelyistä. Myös kuvista 14 a), b) ja c) voidaan havaita, että tutkimussoiden haavittujen perhosten yhteisörakenteet poikkesivat selvästi toisistaan. Ennallistettujen suoalueiden perhosityhteisöt ovat keskimääräisesti samankaltaisempia luonnontilaisten suoalueiden kuin ojitettujen suoalueiden kanssa. Käsittelyn vaikutus (alueen ja käsittelyn yhdysvaikutus) (Taulukko 12) oli samanlainen Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan tutkimusalueilla.

Taulukko 12. Sekamalli haavittujen perhosten yhteisörakenteelle. Taulukon alaosa näyttää käsittelyjen (ojitettu, ennallistettu, luonnontilainen) väliset erot yhteisörakenteissa sekä näiden parittaisten vertailujen tilastolliset parametrit.

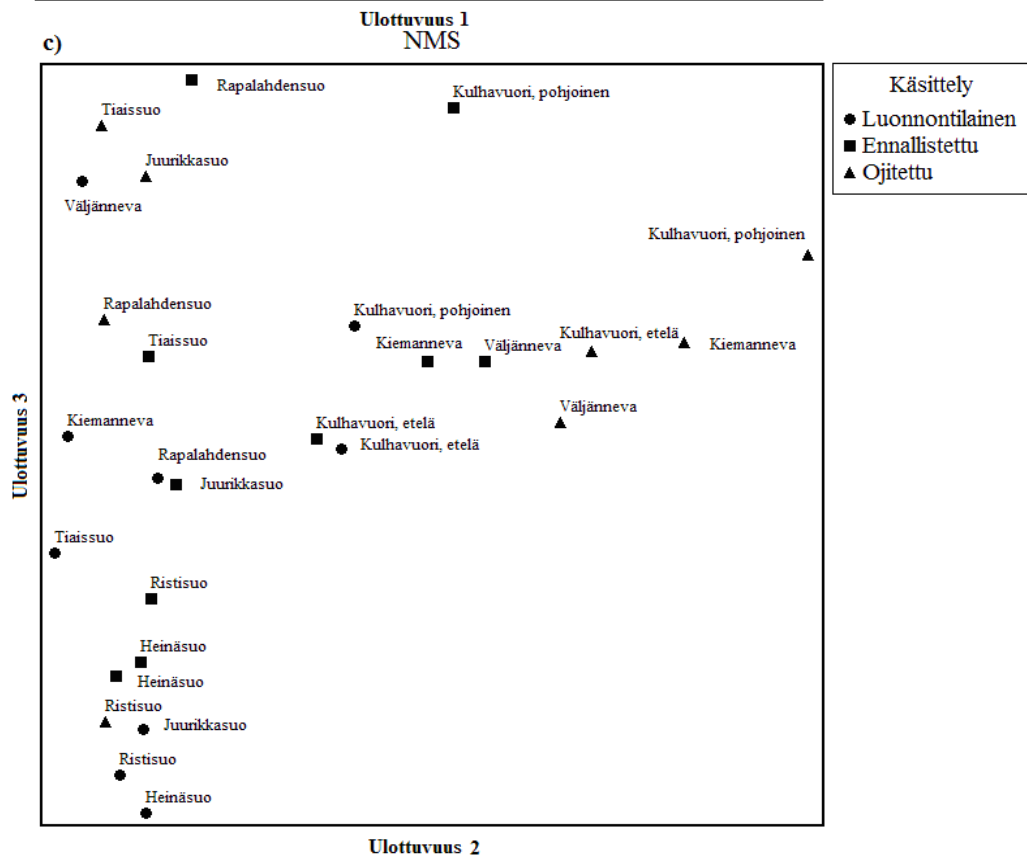
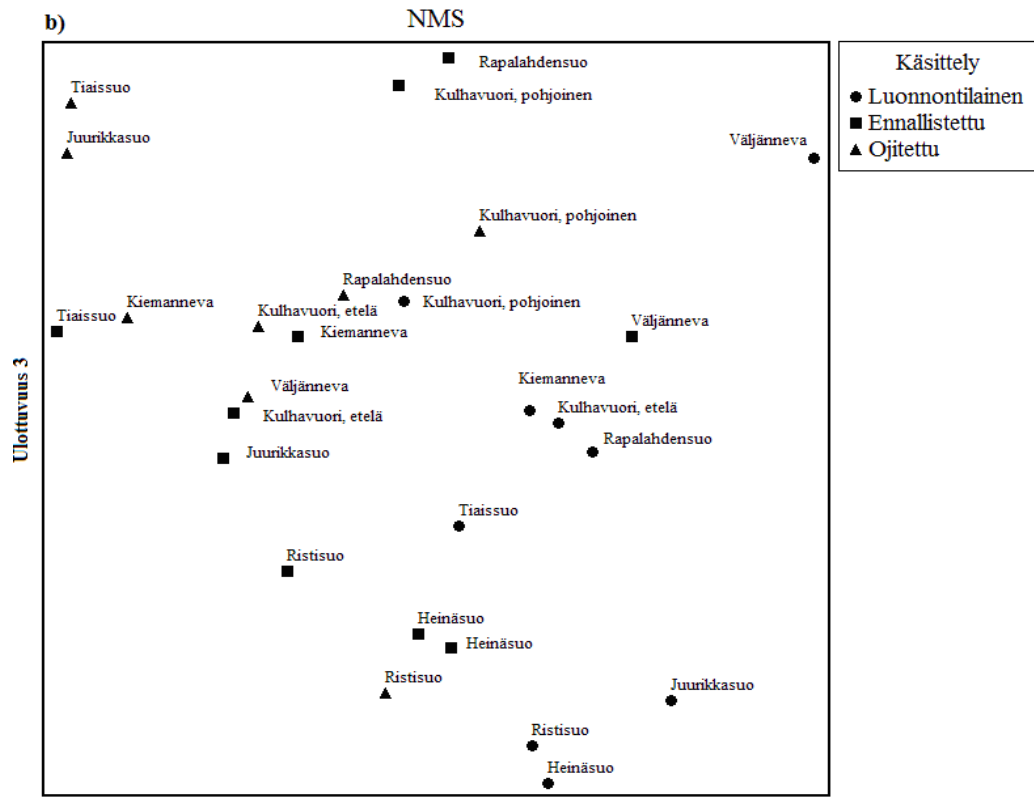
| Lähde            | Osoittaja df | Nimittäjä df | F     | p     |
|------------------|--------------|--------------|-------|-------|
| Intercept        | 1            | 18           | 88,76 | 0,001 |
| Alue             | 1            | 18           | 0,15  | 0,700 |
| Käsittely        | 2            | 37           | 57,36 | 0,001 |
| Alue * Käsittely | 2            | 37           | 0,18  | 0,833 |

| (I) Käsittely   | (J) Käsittely   | MD (I-J) | Keskivirhe | df | p     |
|-----------------|-----------------|----------|------------|----|-------|
| ojitettu        | ennallistettu   | 0,399    | 0,136      | 37 | 0,006 |
|                 | luonnontilainen | 1,406    | 0,137      | 36 | 0,001 |
| ennallistettu   | ojitettu        | -0,399   | 0,136      | 37 | 0,006 |
|                 | luonnontilainen | 1,007    | 0,131      | 36 | 0,001 |
| luonnontilainen | ojitettu        | -1,406   | 0,137      | 36 | 0,001 |
|                 | ennallistettu   | -1,007   | 0,131      | 36 | 0,001 |







Kuva 14 (a, b ja c). Kaikkien haavittujen perhosten yhteisörakenne soittain ja käsittelyittäin vuonna 2007. NMS-analyysin stressiarvo on 10,282.

## 4. TULOSTEN TARKASTELU

Kuten tulokset osoittavat, ennallistetuilla soilla oli suuremmat laji- ja yksilömäärät kuin ojitetuilla soilla vuoden 2007 perhosaineiston perusteella. Ennallistamisella oli suopäiväperhosten yksilö ja haavittujen suoperhosten lajimääriä kasvattava vaikutus. Haavittujen perhosten yhteisörakenteisiin ennallistaminen vaikutti siten, että ennallistettujen suoalueiden yhteisörakenteet olivat lähempänä luonnontilaisten kuin ojitettujen suoalueiden yhteisörakenteita. Muihin kuin suoperhosiin ennallistamisella ei ollut vaikutusta.

### 4.1 Ennallistamisen vaikutus päiväperhosten laji- ja yksilömäärään sekä yhteisörakenteeseen

Tämän tutkimuksen perusteella ennallistamisella ei ollut vaikutusta suopäiväperhosten lajimääriin. Ennallistamisen vaikutukset suopäiväperhoslajistossa voivat kuitenkin näkyä vasta pitkienkin aikojen kuluessa ennallistamisesta, koska lajit vastaavat usein viiveellä elinympäristössään tapahtuviin muutoksiin (Hanski 2000). Tämän tutkimuksen kahden vuoden aineisto ja neljä vuotta ennallistamistoimenpiteistä ei anna tietoa ennallistamisen pitkän ajan vaikutuksista suopäiväperhosten lajimääriin. Turusen (1998) mukaan vuonna 1991 ja 1998 Seitsemisen kansallispuiston Koveronnevalla tehtyjen linjalaskentojen perusteella ennallistaminen ei vaikuttanut suopäiväperhosten lajimääriin neljässä vuodessa. Vasta 11 vuotta ennallistamistoimenpiteiden jälkeen vuonna 1998 neljä suopäiväperhoslajia (*Boloria frigga*, *B. freija*, *B. eunomia* ja *Oeneis jutta*), jotka puuttuivat Koveronnevalta vuonna 1991, olivat palanneet alueelle.

Suopäiväperhosten yksilömäärät kasvoivat ennallistamisen vaikutuksesta ja ne olivat huomattavasti korkeammat ennallistetuilla kuin ojitetuilla suoalueilla. Ennallistamisen vaikutus näkyi suopäiväperhosten yksilömäärissä, muttei lajimäärissä. Tämä johtuu siitä, että ennallistetuilla käsittelyillä jo ennen ennallistamista esiintyneet suolajit olivat hyötyneet ennallistamisesta, mutta vaateliaimmat suolajit eivät vielä esiintyneet ennallistetuilla suoalueilla. Suopäiväperhostet ovat sidoksissa soille ominaiseen mikroilmastoon ja kosteusolosuhteisiin (Mikkola 1996, Marttila 2005). Tämän tutkimuksen ennallistetuilla suoalueilla vedenpinnan taso oli merkittävästi korkeammalla kuin ojitetuilla käsittelyillä (Autio 2008). Ennallistettujen suoalueiden mikroilmaston ja kosteusolosuhteiden palautuminen saattaa selittää suopäiväperhosten yksilömäärien kasvua. Yksilömäärät erosivat huomattavasti toisistaan Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan välillä. Tähän saattoi vaikuttaa lajien maantieteelliset runsausvaihtelut, sääolosuhteiden erot tai soita ympäröivien alueiden erilaiset ominaisuudet (esim. puuston määrä, tuulisuus ja lentoväylät).

Ennallistaminen ei vaikuttanut muiden päiväperhosten laji- tai yksilömääriin. Tämä johtuu mahdollisesti siitä, että muut kuin suopäiväperhoslajit (esim. metsä- ja niittyajit) eivät ole tiukasti sidoksissa soiden mikroilmastoon ja kosteusolosuhteisiin, kuten suopäiväperhostet. Näin ollen ennallistamisen seurauksena palautunut mikroilmasto ja kosteusolosuhteet eivät vaikuta muihin päiväperhosiin samalla tavalla kuin suopäiväperhosiin. Muiden päiväperhosten laji- ja yksilömäärät olivat kuitenkin korkeimmat ennallistetuilla suoalueilla. Tämä saattaa johtua ennallistettujen soiden avoimuudesta (ovat avoimempia ympäristöjä kuin ojitetut suot) ja siitä, että niillä esiintyi muiden päiväperhoslajien toukkien ravintokasveja, jotka puuttuivat luonnontilaisilta soilta (Autio & Loukola, julkaisematon aineisto). Lisäksi ennallistetuilla soilla oli puuston poiston vuoksi runsaasti metsäisen ja avoimen suon raja-alueita, joista useat metsämaiden perhoslajit hyötyvät. Vuosi ja alue vaikuttivat muiden päiväperhosten lajimääriin. Nämä vaikutukset saattoivat johtua lajien luontaisista vuosittaisvaihteluista sekä

maantieteellisistä runsausvaihteluista. Suomen päiväperhosille paikoittainen esiintyminen onkin hyvin luonteenomaista (Marttila 2005).

Ennallistaminen ei vaikuttanut päiväperhosten yhteisörakenteeseen. On kuitenkin huomattava, että vertailussa oli mukana ainoastaan kahden vuoden (2003 ja 2007) aineistot ja 22 päiväperhoslajia. Tässäkin tapauksessa lajien luontaisilla vuosittaisvaihteluilla saattaa olla suuri vaikutus tulokseen.

Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa käsittelyn erilainen vaikutus muiden päiväperhosten yksilömääriin sekä päiväperhosten yhteisörakenteisiin saattoi johtua siitä, että käsittelyn vaikutukset perhosiin vaihtelevat paikasta riippuen. Tulokseen saattaa vaikuttaa myös päiväperhoslajien luontaiset vuosittais- ja maantieteelliset runsausvaihtelut.

#### **4.2 Ennallistamisen vaikutus haavittujen perhosten laji- ja yksilömäärään sekä yhteisörakenteeseen**

Ennallistamisen vaikutuksista soiden perhoslajistoon ei aikaisemmin ole tutkittu muuten kuin päiväperhoslajiston osalta. Tämä tutkimus on pioneiritutkimus, koska aikaisempaa tutkimusta ennallistamisen vaikutuksista soiden pikkuperhosiin ei ole. Haavittujen perhosten aineistoa ei voitu vertailla aiempien vuosien vastaavaan aineistoon. Tämä on syytä ottaa huomioon tulosten tulkinnassa.

Tuloksista voidaan nähdä, että ennallistamisella oli haavittujen suoperhosten lajimäärää kasvattava vaikutus. Lisäksi ennallistaminen vaikutti kaikkien haavittujen perhosten yhteisörakenteeseen. Ennallistetuilla soilla perhosyhteisöt olivat rakenteeltaan samankaltaisempia luonnontilaisten kuin ojitettujen soiden yhteisöjen kanssa. Ennallistamisen seurauksena palautunut vesitalous ja sen myötä muuttunut mikroilmasto saattaa selittää näitä tekijöitä. Tuloksesta ilmenee myös, että ennallistetut kohteet Keski-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa erosivat toisistaan haavittujen suoperhosten lajimäärien suhteen. Tämä johtuu mahdollisesti joidenkin lajien maantieteellisistä runsausvaihteluista.

Ennallistaminen ei vaikuttanut muiden haavittujen perhosten laji- eikä yksilömääriin. Se, että ennallistaminen vaikutti haavittuihin suoperhosiin, mutta ei muihin haavittuihin perhosiin, voidaan selittää samalla hypoteesillä (riippuvaisuus suon mikroilmastosta ja kosteusolosuhteista) kuin päiväperhosten tapauksessa (ks. edellä). Haavittujen perhosten laji- ja yksilömäärät olivat selvästi suurimmat luonnontilaisilla käsittelyillä. Tämä saattaa johtua siitä, että muiden haavittujen perhosten luokassa oli mukana lajeja, jotka ovat todellisuudessa sidoksissa luonnontilaisiin soihin. Ennallistetuilla ja ojitetuilla käsittelyillä ei ollut eroa muiden haavittujen perhosten lajimäärien suhteen. Yksilömäärät olivat ennallistetuilla käsittelyillä pienemmät kuin ojitetuilla käsittelyillä. Tämä johtuu mahdollisesti siitä, että ennallistetuilla suoalueilla oli runsaasti vesipintaa ojien ja metsätyökoneiden jälkien kohdilla, joka puolestaan vähensi pikkuperhosten lepoalustana suosiman aluskasvillisuuden peittävyyttä.

Tuloksista ilmenee, että käsittelyn vaikutus myös haavittujen perhosten yksilömääriin erosi Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan välillä. Tämä vahvistaa käsitystä, että käsittelyn vaikutus perhosiin vaihtelee paikasta riippuen.

### **5. JOHTOPÄÄTÖKSET**

Tämän tutkimuksen perusteella ennallistaminen ei neljässä vuodessa palautu suoperhosten laji- ja yksilömääriä eikä yhteisörakennetta luonnontilaisten soiden vastaavalle tasolle. Ennallistamisella voidaan kuitenkin katsoa olevan jo lyhyellä aikavälillä suoperhosia hyödyttävä vaikutus. Soiden ennallistuminen on pitkä prosessi, ja mahdolliset muutokset voivat näkyä vasta vuosikymmenten kuluttua itse ennallistamistoimenpiteistä. Asiaa on

kuitenkin syytä tutkia lisää, että ennallistamisen todelliset vaikutukset voitaisiin varmuudella todeta. Tämän tutkimuksen tutkimusasetelmaa voidaan ja kannattaa hyödyntää tulevaisuudessa, että ennallistamisen vaikutus soiden perhosiin ja muihin eliöryhmiin saadaan selvitettyä.

Tämän tutkimuksen perusteella myös soiden pikkuperhoset ovat käyttökelpoinen indikaattoriryhmä ennallistamistutkimuksissa. Soiden pikkuperhosissa on runsaasti lajeja verrattuna päiväperhosiin (yksittäisen pikkuperhoslajin vuosittaisvaihtelu ei vaikuta tulokseen yhtä voimakkaasti kuin yksittäisen päiväperhoslajin), joten ainakin yhteisörakenteen muutoksen tarkastelussa pikkuperhoset ovat käyttökelpoisempi ryhmä kuin päiväperhoset. Pikkuperhosaineiston määrittäminen vie kuitenkin runsaasti aikaa, joten jatkotutkimuksissa pikkuperhosista voitaisiin karsia vaikeimmin tunnistettavat ryhmät pois. Mukaan tarkasteluun voitaisiin ottaa ainakin koisaperhoset (Pyralidae) ja kääriäiset (Tortricidae), koska näissä heimoissa on useita helposti tunnistettavia suolajeja. Huonosti tunnettujen pikkuperhosten havainnointi soiden seurantalutkimusten yhteydessä lisäisi tietämystä myös niiden ekologiasta.

Tätä tutkimusta voi kritisoida siitä, että tulosten suuntaan vaikutti mahdollisesti useita tekijöitä. On erittäin tärkeää huomata, että vuonna 2003 ojitettavat ja ennallistettavat alueet erosivat lähtötasoiltaan suopäiväperhosten laji- ja yksilömäärien suhteen. Tämä tarkoittaa sitä, että alueet eivät olleet tutkimuksen lähtötilanteessa samanlaisia. Tässä tilanteessa korostuu ennen ennallistamistoimenpiteitä tehtyjen mittausten tärkeys. Päiväperhosten osalta tulokset ovat luotettavia, koska ne on havainnoitu myös ennen toimenpiteitä. Pikkuperhosten osalta on kuitenkin mahdollista, että havaitut erot käsittelyjen välillä vuonna 2007 eivät johdu ennallistamisesta vaan siitä, että kohteet olivat jo lähtötilanteessa erilaisia. Tästä johtuen muiden kuin päiväperhosten osalta tämän hetkisiä tuloksia ei voi pitää luotettavina vaan seurantaa on jatkettava, jotta saadaan selville mahdollisesti ajassa tapahtuvat erilaiset muutokset käsittelyiden välillä. Näin saataisiin selville toimenpiteiden todellinen vaikutus. Syy miksi alueet saattavat jo lähtötilanteessa erota toisistaan on siinä, että asetelmaa ei ole käytännön syistä perustettu täysin satunnaistaen: kaikki ennallistetut suoalueet kuuluvat Natura 2000 –verkostoon, joten ne on aikanaan Natura-inventoinnissa arvioitu ojitettuinakin ollessaan luonnonarvoiltaan keskimääräistä paremmiksi soiksi. Tämä ei anna välttämättä luotettavaa kuvaa keskimääräisestä ennallistamisvaikutuksesta soiden perhosiin. Tässä tutkimuksessa perhoslinjalaskentoja ja haavintoja teki useampi henkilö, joten sillä on mahdollisesti suuntaava vaikutus tuloksiin. Haavitun perhosaineiston talletus samaan purkkiin muun haaviin kertyneen materiaalin kanssa sekä purkkien siirtely säilytyspaikasta toiseen vahingoitti perhosia ja vaikeutti määrittästyötä huomattavasti.

## **KIITOKSET**

Suuret kiitokset tutkielman ohjaajille prof. Mikko Mönkköselle, FT Janne S. Kotiaholle, FT Jussi Päiviselle, FT Tomi Kumpulaiselle ja fil. yo. Jukka Salmelalle tuesta ja neuvoista työn eri vaiheissa. Erikoiskiitokset haluan esittää Olli Autiolle, joka työskenteli kanssani Pohjois-Karjalan tutkimussoilla ja uhrasi tutkimuksen puolesta suuren osan verestään sitä ravinnokseen käyttäville kaksisiipisille. Kiitos Keski-Suomen tutkimussoiden maasto-osuudet kunniakkaasti hoitaneille Anna Uusitalolle ja Lauri Mikonrannalle sekä kaikille, jotka olitte mukana auttamassa. Kiitos ahkerille harjoittelijoillemme Tiina Virralle ja Liisa Karhulle. Kiitokset Kari Lahtiselle, joka avusti Pohjois-Karjalan laskentalinjojen löytämisessä ja merkinnässä. Kiitokset Lieksan ja Jyväskylän Metsähallituksen suoporukalle yhteistyöstä. Mikroperhosten määrittämisestä tahdon kiittää Tomi Kumpulaista ja Kari Kulmalaa. Taloudellisesta tuesta kiitos kuuluu Metsähallitukselle ja

Suomen perhostutkijain seuralle. Kieliopillisesta avusta kiitän Antti Syrjälää. Lopuksi haluan kiittää vaimoani Anne Loukolaa ja tytärtäni Iida Loukolaa henkisestä tuesta tämän projektin aikana.

## KIRJALLISUUS

- Andersen A.N. ja Sparling G.P. 1997. Ants as indicators of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian seasonal tropics. *Restoration Ecology* 5: 109-114.
- Autio O.J. 2008. Ennallistamisen vaikutuksia soiden vesitalouteen ja vaaksiaisten (Diptera, Nematocera) monimuotoisuuteen. Pro gradu -työ, Jyväskylän yliopisto: bio- ja ympäristötieteiden laitos, ekologia ja ympäristöhoito. 35 s.
- Block W., Franklin A., Ward J., Caney J. ja White G. 2001. Design and implementation of monitoring studies to evaluate the success of ecological restoration on wildlife. *Restoration Ecology* 9:293-303.
- Collingham Y.C. ja Huntley B. 2000. Impacts of habitat fragmentation and patch size upon migration rates. *Ecological Applications* 10 (1): 131-144.
- Clymo R.S. ja Hayward P.M. 1982. The ecology of Sphagnum. *Bryophyte Ecology* 229-289.
- Davies R.G., Eggleton P., Dibog L., Lawton J.H., Bignell D.E., Brauman A., Hartmann C., Nunes L., Holt J. ja Rouland C. 1999. Successional response of a tropical forest termite assemblage to experimental habitat perturbation. *Journal of Applied Ecology* 36: 946-962.
- Ehrenfeld J. 2000. Defining the limits of restoration: the need for realistic goals. *Restoration Ecology* 8:2-9.
- Ennallistamistyöryhmä 2003. Ennallistaminen suojelualueilla. Ennallistamistyöryhmän mietintö. *Suomen ympäristö* 618. 220 s.
- Eurola S. ja Huttunen A. 2006. *Mire plant species and their ecology in Finland*. Teoksessa: Lindholm, T. ja Heikkilä, R. (toim.): Finland – land of mires 127-144. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Gorham E. 1991. Northern Peatlands: Role in the Carbon Cycle and Probable Responses to Climatic Warming. *Ecological Applications* 1 (2): 182-195.
- Hanski I. 2000. Extinction debt and species credit in boreal forests: modelling the consequences of different approaches to biodiversity conservation. *Annales Zoologici Fennici*, 37: 271-280.
- Heikkilä H., Lindholm T. 1996. Metsäojitetettujen soiden ennallistamisopas. *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja B 25. 101 s.
- Heikkilä H., Lindholm T. ja Jaakkola S. 2002. Soiden ennallistamisopas. *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja B. 66: 1-123.
- Holden J. 2005. Peatland hydrology and carbon cycling: why small-scale process matters. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*. 363: 2891-2913.
- Holl K.D. 1996. The effect of coal surface mine reclamation on diurnal lepidopteran conservation. *Journal of Applied Ecology* 33: 225-236.
- Ilmonen J. ja Paasivirta L. 2005: Benthic macrocrustacean and insect assemblages in relation to spring habitat characteristics: patterns in abundance and diversity. *Hydrobiologia* 533: 99-113.
- Joosten H. ja Clarke D. 2002. *Wise use of mires and peatlands – background and principles including a framework for decision-making*. International Mire Conservation Group and International Peat Society. Saarijärvi Offset Oy, Saarijärvi, Finland, 2002. 303 s.

- Laine J., Minkkinen K., Sinisalo J., Savolainen I. ja Martikainen P.J. 1997. *Greenhouse Impact of a mire Drained for Forestry*. Teoksessa: Trettin C.C., Jurgensen M.F., Grigal D.F., Gale M.R. & Jeglum J.K. (toim.), Northern Forested Wetlands. *Ecology and management*: 437-446. Lewis Publishers, Boca Raton - New York - London - Tokyo.
- Laine J. ja Vasander H. 2005. Suotyypit ja niiden tunnistaminen. Metsäkustannus Oy. Hämeenlinna. 110s.
- Lomov B., Keith D.A., Britton D.R. ja Hochuli D.F. 2006. Are butterflies and moths useful indicators for restoration monitoring? A pilot study in Sydney's Cumberland Plain Woodland. *Ecological Management & Restoration* 7 (3): 204-210.
- Marttila O. 2005. Suomen päiväperhoset elinympäristössään. Käsikirja. Auris. Joutseno. 272 s.
- McCune B. ja Grace J. B. 2002. Analysis of Ecological Communities. With a contribution from Dean, L. Urban. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A. 300 s.
- McCune B. ja Mefford M.J. 1999: Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4.17. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Mikkola K. 1976. Piirteitä soiden hyönteisten ekologiasta. *Suo* 27: 3-8.
- Moore P.D. 2001. The future of cool temperate bogs. *Environmental Conservation* 29 (1): 3-20.
- O'Neill K.P. 2000. Role of bryophyte-dominated ecosystems in the global carbon budget. In: Bryophyte Biology, ed. A.J. Shaw ja B. Goffinet, Cambridge, UK: *Cambridge University Press*. 344-368.
- Pollard E. ja Yates T.J. 1993. Monitoring butterflies for ecology and conservation. Chapman and hall. Lontoo. 298 s.
- Päivänen J. 2007. Suot ja suometsät – järkevä käytön perusteet. Metsäkustannus Oy. Hämeenlinna. 368 s.
- Pöyry J. 2001. Suoperhosten uhanalaisuus ja suojelutilanne Etelä-Suomessa. Teoksessa: Aapala K. *Soidensuojelualueverkon arviointi*. Suomen ympäristö 490. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 213-257.
- Rassi P., Alanen A., Kanerva T. ja Mannerkoski I. 2001. Suomen lajien uhanalaisuus 2000. Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus. Edita, Helsinki. 432 s.
- Rydin H. ja Jeglum J.K. 2006. The Biology Of Peatlands. Oxford University Press. 360 s.
- Salmela J. 2006. Suomen vaaksiaiset, kummitussääsket, perhossääsket, sinkilähyttysset ja norosääsket (Diptera: Nematocera) – ekologia, levinneisyys ja uhanalaisuus. Alustava raportti. 75 s.
- Sallantaus T. 2006. Mire ecohydrology in Finland. Teoksessa: Lindholm, T. ja Heikkilä, R. (toim.): *Finland – land of mires*. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 105-118.
- Seppä H., Lindholm T. & Vasander H. 1993. Metsäojitettujen soiden luonnontilan palauttaminen. *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja Sarja A. 7*:1-80.
- Seppänen E.J. 1970. Suomen suurperhostoukkien ravintokasvit. *Animalia Fennica* 14: 1-176.
- Somerma P. ja Väisänen R. 1990. Luonnonsuojelualueiden perusselvitykset: perhoset. *Baptria* 15(3): 77-109.
- SPSS Inc. 2005. Linear mixed-effects modeling in SPSS: An introduction to the MIXED procedure. SPSS Technical Report. Chicago, IL: SPSS, Inc.
- Tirri R., Lehtonen J., Lemmetyinen R., Pihakaski S. ja Portin P. 2001. Biologian sanakirja. 1. uudistettu laitos. Otava.
- Turunen H. 1998. Perhoslinjalaskennat Seitsemisen kansallispuistossa kesällä 1998. Raportti. Metsähallitus, Länsi-Suomen luontopalvelut. Hämeenlinna. 31s.

- Uusitalo A. 2004. Kasvien ja päiväperhosten esiintyminen luonnontilaisilla ja ojitetuilla soilla. Pro gradu -työ, Jyväskylän yliopisto: bio- ja ympäristötieteiden laitos, ekologia ja ympäristöhoito. 41 s.
- van Duinen G.A., Brock A.M.T., Kuper J.T., Leuwen R.S.E.W., Peeters T.M.J., Roelofs J.G.M., van der Velde G., Verberk W.C.E.P ja Esselink. 2003. Do restoration measures rehabilitate fauna diversity in raised bogs? A comparative study on aquatic macroinvertebrates. *Wetlands Ecology and Management* 11: 447-459.
- Vasander H. 1998. Suomen suot. Suoseura ry. Helsinki. 168 s.
- Vasander H. ja Roderfelt H. 1998. Suopohjien ennallistaminen. Teoksessa: Vasander, H. (toim.): *Suomen suot*. Suoseura ry, 143-147.
- Vasander H., Tuittila E.-S., Lode E., Lundin L., Ilomets M., Sallantausta T., Heikkilä R., Pitkänen M.L. ja Laine J. 2003. Status and restoration of peatlands in northern Europe. *Wetlands Ecology and Management* 11: 51-63.
- Verberk W.C.E.P., van Duinen G.A., Brock A.M.T., Leuwen R.S.E.W., Sijpeel H., Verdonschot P.F.M., van der Velde G. ja Esselink H. 2006. Importance of landscape heterogeneity for the conservation of aquatic macroinvertebrate diversity in bog landscapes. *Journal for Nature Conservation* 14 (2): 78-90.
- Väisänen R. 1992. Distribution and abundance of diurnal Lepidoptera on a raised bog in southern Finland. *Ann. Zool. Fennici* 29: 75-92.
- Väisänen R. ja Koskimies P. 1998. Muuttuva pesimälinnusto. Otava, Helsinki. 567 s.

Liite 1. Vuoden 2007 perhoslajilista.

| <b>PERHOSET VUONNA 2007</b>                                  | Luonnontilaiset | Ennallistetut | Ojitetut   | Kaikki     |
|--|-----------------|---------------|------------|------------|
|  | käsittelyt      | käsittelyt    | käsittelyt | käsittelyt |
|  | yksilöitä       | yksilöitä     | yksilöitä  | yhdessä    |
|  |                 |               |            | yksilöitä  |
| <b>MICROPTERIGIDAE</b>                                       |                 |               |            |            |
| <i>Micropterix auratella</i> (Scopoli, 1763)                 | 13              | 19            | 67         | 99         |
| <i>Micropterix calthella</i> (Linnaeus, 1761)                | 3               |               | 2          | 5          |
| <b>ADELIIDAE</b>   |                 |               |            |            |
| <i>Nematopogon swarziellus</i> (Zeller, 1839)                |                 |               | 1          | 1          |
| <i>Nematopogon swammerdamellus</i> (Linnaeus, 1758)          |                 |               | 2          | 2          |
| <i>Nemophora amatella</i> (Staudinger, 1892)                 |                 |               | 1          | 1          |
| <b>INCURVARIIDAE</b>   |                 |               |            |            |
| <i>Incurvaria oehlmanniella</i> (Hübner, 1796)               |                 |               | 1          | 1          |
| <b>PRODOXIDAE</b>  |                 |               |            |            |
| <i>Lampronia redimitrella</i> (Lienig & Zeller, 1846)        |                 |               | 1          | 1          |
| <b>PSYCHIDAE</b>   |                 |               |            |            |
| <i>Psyche casta</i> (Pallas, 1767)                           |                 |               | 1          | 1          |
| <i>Psyche casta</i> (L) (Pallas, 1767)                       |                 |               | 5          | 15         |
| <i>Psyche norvegica</i> (L) (Heylaerts, 1882)                |                 |               | 1          | 2          |
| <i>Psyche rotunda</i> (L) (Suomalainen, 1990)                | 2               | 2             | 2          | 6          |
| <i>Acanthopsyche atra</i> (L) (Linnaeus, 1767)               |                 |               | 2          | 2          |
| <i>Phalacropterix graslinella</i> (L) (Boisduval, 1852)      | 2               | 1             | 1          | 4          |
| <i>Sterrhopterix standfussi</i> (L) (Wocke, 1851)            | 1               | 5             | 22         | 28         |
| <b>GRACILLARIIDAE</b>  |                 |               |            |            |
| <i>Caloptilia elongella</i> (Linnaeus, 1761)                 |                 |               | 1          | 1          |
| <i>Parornix polygrammella</i> (Wocke, 1862)                  |                 |               | 1          | 1          |
| <b>YPONOMEUTIDAE</b>   |                 |               |            |            |
| <i>Argyresthia brockeella</i> (Hübner, 1813)                 |                 |               | 1          | 1          |
| <b>PLUTELLIDAE</b>   |                 |               |            |            |
| <i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus, 1758)                  | 5               | 4             | 4          | 13         |
| <i>Rhigognostis schmaltzella</i> (Zetterstedt, 1839)         | 1               |               |            | 1          |
| <b>GLYPHIPTERIGIDAE</b>                                      |                 |               |            |            |
| <i>Glyphipterix haworthana</i> (Stephens, 1834)              | 7               | 9             | 1          | 17         |
| <b>ELACHISTIDAE</b>  |                 |               |            |            |
| <i>Elachista</i> sp. (Treitschke, 1833)                      | 6               |               |            | 6          |
| <b>OECOPHORIDAE</b>  |                 |               |            |            |
| <i>Pleurota bicostella</i> (Clerck, 1759)                    |                 |               | 1          | 4          |
| <b>AMPHISBATIDAE</b>   |                 |               |            |            |
| <i>Pseudatemelia elsae</i> (Svensson, 1982)                  |                 |               | 1          | 1          |
| <b>COLEOPHORIDAE</b>   |                 |               |            |            |
| <i>Coleophora</i> sp. (Hübner, 1822)                         | 2               |               |            | 2          |
| <b>SCYTHRIDIDAE</b>  |                 |               |            |            |
| <i>Scythris inspersella</i> (Hübner, 1817)                   | 1               |               |            | 1          |
| <b>GELECHIIDAE</b>   |                 |               |            |            |
| <i>Isophrictis striatella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) |                 |               | 1          | 1          |
| <i>Carpatolechia proximella</i> (Hübner, 1796)               | 4               |               |            | 4          |
| <i>Chionodes viduellus</i> (Fabricius, 1794)                 |                 |               | 1          | 1          |
| <i>Prolita sexpunctella</i> (Fabricius, 1794)                | 3               | 2             |            | 5          |
| <i>Caryocolum amaurellum</i> (M. Hering, 1924)               | 1               |               |            | 1          |
| <i>Caryocolum</i> sp. (Gregor & Povolný, 1954)               | 4               |               |            | 4          |
| <i>Neofaculta ericetella</i> (Geyer, 1832)                   | 1               | 1             |            | 2          |
| <b>ZYGAENIDAE</b>  |                 |               |            |            |



|  |     |     |    |     |
|--|-----|-----|----|-----|
| <i>Rhagades pruni</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)         |     | 1   |    | 1   |
| <b>TORTICIDAE</b>  |     |     |    |     |
| <i>Acleris maccana</i> (Treitschke, 1835)                    |     |     | 2  | 2   |
| <i>Acleris aspersana</i> (Hübner, 1817)                      | 7   |     | 3  | 10  |
| <i>Acleris notana</i> (Donovan, 1806)                        |     | 2   |    | 2   |
| <i>Acleris lipsiana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)       | 3   |     | 1  | 4   |
| <i>Aethes smeathmanniana</i> (Fabricius, 1781)               |     |     | 1  | 1   |
| <i>Epagoge grotiana</i> (Fabricius, 1781)                    | 6   |     |    | 6   |
| <i>Philedone gerningana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)   | 5   | 2   |    | 7   |
| <i>Pandemis heparana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)      |     | 1   |    | 1   |
| <i>Pandemis cerasana</i> (Hübner, 1786)                      | 1   | 1   |    | 2   |
| <i>Pandemis</i> sp. (Hübner, 1825)                           | 1   |     |    | 1   |
| <i>Syndemis musculana</i> (Hübner, 1799)                     |     | 1   |    | 1   |
| <i>Lozotaenia forsterana</i> (Fabricius, 1781)               |     | 1   |    | 1   |
| <i>Aphelia unitana</i> (Hübner, 1799)                        |     |     | 1  | 1   |
| <i>Aphelia viburnana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)      | 3   | 3   |    | 6   |
| <i>Clepsia senecionana</i> (Hübner, 1819)                    | 3   | 3   | 2  | 8   |
| <i>Eulia ministrana</i> (Linnaeus, 1758)                     |     | 2   | 1  | 3   |
| <i>Bactra lancealana</i> (Hübner, 1799)                      | 82  | 3   |    | 85  |
| <i>Bactra lacteana</i> (Caradja, 1916)                       |     |     | 1  | 1   |
| <i>Pseudosciaphila branderiana</i> (Linnaeus, 1758)          | 1   |     |    | 1   |
| <i>Pseudohermenias abietana</i> (Fabricius, 1787)            | 1   | 4   | 1  | 6   |
| <i>Celypha rurestrana</i> (Duponchel, 1843)                  |     | 1   | 1  | 2   |
| <i>Loxoterma tiedemanniana</i> (Zeller, 1845)                |     | 1   | 1  | 2   |
| <i>Loxoterma lacunana</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)     |     | 1   | 2  | 3   |
| <i>Loxoterma rivulana</i> (Scopoli, 1763)                    | 12  | 3   | 9  | 24  |
| <i>Phiaris obsoletana</i> (Zetterstedt, 1839)                |     | 1   |    | 1   |
| <i>Phiaris metallicana</i> (Hübner, 1799)                    | 4   | 1   | 1  | 6   |
| <i>Phiaris schulziana</i> (Fabricius, 1776)                  | 1   | 2   |    | 3   |
| <i>Phiaris turfosana</i> (Herrich-Schäffer, 1851)            | 9   | 5   |    | 14  |
| <i>Phiaris palustrana</i> (Lienig & Zeller, 1846)            | 3   | 2   | 1  | 6   |
| <i>Ancylis unguicella</i> (Linnaeus, 1758)                   | 1   | 4   | 3  | 8   |
| <i>Ancylis laetana</i> (Fabricius, 1775)                     |     | 1   |    | 1   |
| <i>Ancylis comptana</i> (Frölich, 1828)                      | 2   |     |    | 2   |
| <i>Ancylis myrtillana</i> (Treitschke, 1830)                 | 5   | 1   | 1  | 7   |
| <i>Rhopobota naevana</i> (Hübner, 1817)                      | 1   | 3   |    | 4   |
| <i>Epinotia trigonella</i> (Linnaeus, 1758)                  |     | 1   |    | 1   |
| <i>Epinotia tedella</i> (Clerck, 1759)                       | 3   |     | 1  | 4   |
| <i>Epinotia nanana</i> (Treitschke, 1835)                    | 8   | 5   | 6  | 19  |
| <i>Notocelia uddmanniana</i> (Linnaeus, 1758)                |     | 1   | 1  | 2   |
| <b>SCHECKENSTEINIIDAE</b>                                    |     |     |    |     |
| <i>Schrenckensteinia festaliella</i> (Hübner, 1819)          | 1   |     | 4  | 5   |
| <b>PYRALIDAE</b>   |     |     |    |     |
| <i>Ortholepis vacciniella</i> (Lienig & Zeller, 1846)        | 1   | 1   |    | 2   |
| <i>Pyla fusca</i> (Haworth, 1811)                            |     |     | 1  | 1   |
| <i>Catoptria margaritella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) | 40  | 21  | 6  | 67  |
| <i>Agriphila straminella</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)  | 1   | 1   | 2  | 4   |
| <i>Agriphila biarmica</i> (Tengström, 1865)                  | 17  |     | 1  | 18  |
| <i>Chrysoteuchia culmella</i> (Linnaeus, 1758)               | 295 | 116 | 46 | 457 |
| <i>Crambus uliginosellus</i> (Zeller, 1850)                  | 24  | 4   |    | 28  |
| <i>Crambus alienellus</i> (Germar & Kaulfuss, 1817)          | 25  | 4   | 3  | 32  |
| <i>Crambus pratellus</i> (Linnaeus, 1758)                    | 3   | 2   | 2  | 7   |
| <i>Crambus lathoniellus</i> (Zincken, 1817)                  | 59  | 47  | 45 | 151 |
| <i>Crambus perlellus</i> (Scopoli, 1763)                     | 1   | 2   | 1  | 4   |

|  |     |     |     |     |
|--|-----|-----|-----|-----|
| <i>Elophila nymphaeata</i> (Linnaeus, 1758)                  | 5   |     |     | 5   |
| <i>Udea hamalis</i> (Thunberg, 1788)                         |     |     | 1   | 1   |
| <i>Opsibotys fuscalis</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)     |     | 1   |     | 1   |
| <b>LASIOCAMPIDAE</b>   |     |     |     |     |
| <i>Lasiocampa quercus</i> (Linnaeus, 1758)                   | 10  | 8   |     | 18  |
| <i>Macrothylacia rubi</i> (Linnaeus, 1758)                   |     |     | 1   | 1   |
| <b>SATURNIIDAE</b>   |     |     |     |     |
| <i>Aglia tau</i> (Linnaeus, 1758)                            | 1   |     | 1   | 2   |
| <b>SPHINGIDAE</b>  |     |     |     |     |
| <i>Sphinx pinastri</i> (Linnaeus, 1758)                      |     | 1   | 1   | 2   |
| <b>HESPERIIDAE</b>   |     |     |     |     |
| <i>Pyrgus centaureae</i> (Rambur, 1839)                      | 1   | 1   |     | 2   |
| <i>Carterocephalus silvicola</i> (Meigen, 1829)              |     | 2   |     | 2   |
| <i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808)               |     |     | 1   | 1   |
| <b>PAPILIONIDAE</b>  |     |     |     |     |
| <i>Papilio machaon</i> (Linnaeus, 1758)                      | 2   | 1   |     | 3   |
| <b>PIERIDAE</b>  |     |     |     |     |
| <i>Leptidea sinapis</i> (Linnaeus, 1758)                     |     |     | 1   | 1   |
| <i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus, 1758)                      | 4   | 1   |     | 5   |
| <i>Pieris napi</i> (Linnaeus, 1758)                          | 1   |     | 3   | 4   |
| <i>Colias palaeno</i> (Linnaeus, 1761)                       | 32  | 61  | 22  | 115 |
| <i>Gonepteryx rhamni</i> (Linnaeus, 1758)                    | 1   | 6   | 4   | 11  |
| <b>LYCAENIDAE</b>  |     |     |     |     |
| <i>Callophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758)                      | 62  | 133 | 54  | 249 |
| <i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758)                  |     | 6   | 5   | 11  |
| <i>Plebeius argus</i> (Linnaeus, 1758)                       | 272 | 415 | 167 | 854 |
| <i>Plebeius optilete</i> (Knoch, 1781)                       | 93  | 117 | 54  | 264 |
| <b>NYMPHALIDAE</b>   |     |     |     |     |
| <i>Argynnis aglaja</i> (Linnaeus, 1758)                      |     | 1   |     | 1   |
| <i>Brenthis ino</i> (Rottemburg, 1775)                       | 12  | 43  | 12  | 67  |
| <i>Boloria eunomia</i> (Esper, 1799)                         | 47  | 21  | 16  | 84  |
| <i>Boloria euphrosyne</i> (Linnaeus, 1758)                   | 37  | 105 | 103 | 245 |
| <i>Boloria selene</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)         | 1   | 4   | 7   | 12  |
| <i>Boloria freija</i> (Thunberg, 1791)                       | 2   |     |     | 2   |
| <i>Boloria frigga</i> (Thunberg, 1791)                       | 26  | 1   |     | 27  |
| <i>Boloria aquilonaris</i> (Stichel, 1908)                   | 39  | 23  | 3   | 65  |
| <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)                       | 3   | 2   |     | 5   |
| <i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus, 1758)                    |     | 1   |     | 1   |
| <i>Melitaea athalia</i> (Rottemburg, 1775)                   |     | 5   | 1   | 6   |
| <i>Coenonympha tullia</i> (Müller, 1764)                     | 28  | 12  |     | 40  |
| <i>Erebia ligea</i> (Linnaeus, 1758)                         | 1   | 5   | 17  | 23  |
| <i>Erebia embla</i> (Thunberg, 1791)                         |     |     | 1   | 1   |
| <b>GEOMETRIDAE</b>   |     |     |     |     |
| <i>Jodis putata</i> (Linnaeus, 1758)                         |     | 13  | 30  | 43  |
| <i>Chlorissa viridata</i> (Linnaeus, 1758)                   | 6   | 2   |     | 8   |
| <i>Cyclophora albipunctata</i> (Hufnagel, 1767)              |     | 1   | 1   | 2   |
| <i>Scopula incanata</i> (Linnaeus, 1758)                     | 1   |     |     | 1   |
| <i>Scopula ternata</i> (Schränk, 1802)                       |     | 3   | 11  | 14  |
| <i>Idaea aversata</i> (Linnaeus, 1758)                       |     |     | 1   | 1   |
| <i>Xanthorhoe spadicearia</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) |     |     | 1   | 1   |
| <i>Xanthorhoe ferrugata</i> (Clerck, 1759)                   |     | 1   | 2   | 3   |
| <i>Epirrhoe alternata</i> (Müller, 1764)                     |     | 1   | 2   | 3   |
| <i>Eulithis testata</i> (Linnaeus, 1761)                     | 12  | 9   | 5   | 26  |
| <i>Eulithis populata</i> (Linnaeus, 1758)                    |     | 2   |     | 2   |

|  |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|
| <i>Dysstroma citratum</i> (Linnaeus, 1761)             |      |      | 2    | 2    |
| <i>Dysstroma truncatum</i> (Hufnagel, 1767)            |      |      | 1    | 1    |
| <i>Thera obeliscata</i> (Hübner, 1787)                 |      |      | 1    | 1    |
| <i>Electrophaes corylata</i> (Thunberg, 1792)          |      | 2    |      | 2    |
| <i>Rheumaptera hastata</i> (Linnaeus, 1758)            | 2    | 1    | 8    | 11   |
| <i>Rheumapterae undulata</i> (Linnaeus, 1758)          | 4    | 12   | 11   | 27   |
| <i>Eupithecia subfuscata</i> (Haworth, 1809)           |      |      | 1    | 1    |
| <i>Eupithecia gelidata</i> (Möschler, 1860)            |      | 2    |      | 2    |
| <i>Carsia sororiata</i> (Hübner, 1813)                 | 456  | 159  | 24   | 639  |
| <i>Cabera pusaria</i> (Linnaeus, 1758)                 |      | 31   | 7    | 38   |
| <i>Cabera exanthemata</i> (Scopoli, 1763)              |      | 3    | 1    | 4    |
| <i>Macaria notata</i> (Linnaeus, 1758)                 |      | 1    | 4    | 5    |
| <i>Macaria liturata</i> (Clerck, 1759)                 |      |      | 2    | 2    |
| <i>Macaria brunneata</i> (Thunberg, 1784)              | 11   | 149  | 76   | 236  |
| <i>Macaria carbonaria</i> (Clerck, 1759)               | 4    | 10   | 7    | 21   |
| <i>Hypoxystis pluviana</i> (Fabricius, 1789)           | 1    |      |      | 1    |
| <i>Ematurga atomaria</i> (Linnaeus, 1758)              | 229  | 743  | 514  | 1486 |
| <i>Bupalus piniarius</i> (Linnaeus, 1758)              |      | 1    | 2    | 3    |
| <i>Arichanna melanaria</i> (Linnaeus, 1758)            | 3    | 28   | 41   | 72   |
| <i>Alcis repandatus</i> (Linnaeus, 1758)               | 2    | 7    | 3    | 12   |
| <i>Cleora cinctaria</i> (Denis & Schiffermüller, 1775) | 1    | 4    | 6    | 11   |
| <b>LYMANTRIIDAE</b>                                    |      |      |      |      |
| <i>Orgyia antiquoides</i> (Hübner, 1822)               | 1    |      |      | 1    |
| <b>NOLIDAE</b>   |      |      |      |      |
| <i>Nola aerugula</i> (Hübner, 1793)                    | 4    | 2    |      | 6    |
| <i>Nola karelica</i> (Tengström, 1869)                 | 1    |      |      | 1    |
| <b>ARCTIIDAE</b>                                       |      |      |      |      |
| <i>Cybosia mesomella</i> (Linnaeus, 1758)              |      | 4    | 1    | 5    |
| <i>Eilema lutarellum</i> (Linnaeus, 1758)              | 1    |      |      | 1    |
| <i>Parasemia plantaginis</i> (Linnaeus, 1758)          | 1    | 1    | 2    | 4    |
| <i>Diacrisia sannio</i> (Linnaeus, 1758)               |      | 6    | 7    | 13   |
| <b>NOCTUIDAE</b>                                       |      |      |      |      |
| <i>Callistege mi</i> (Clerck, 1759)                    |      | 2    |      | 2    |
| <i>Amphipoea lucens</i> (Freyer, 1845)                 | 1    | 1    |      | 2    |
| <i>Coranarta cordigera</i> (Thunberg, 1788)            | 2    |      |      | 2    |
| <i>Orthosia opima</i> (Hübner, 1809)                   |      | 2    |      | 2    |
| <b>Yhteensä yks.</b>                                   | 2108 | 2492 | 1520 | 6120 |
| <b>Lajimäärä</b>                                       | 91   | 110  | 96   | 160  |

**Alleviivatut lajit havainnoitu pelkästään Pohjois-Karjalasta**

