

This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Author(s): Punttila, Pekka; Autio, Olli; Kotiaho, Janne Sakari; Kotze, D. Johan; Loukola, Olli J.; Noreika, Norbertas; Vuori, Anna; Vepsäläinen, Kari

Title: Rämmeiden ojituksen ja ennallistamisen vaikutukset elinympäristön rakenteeseen, kasvillisuuteen ja muurahaisiin

Year: 2016

Version: Published version

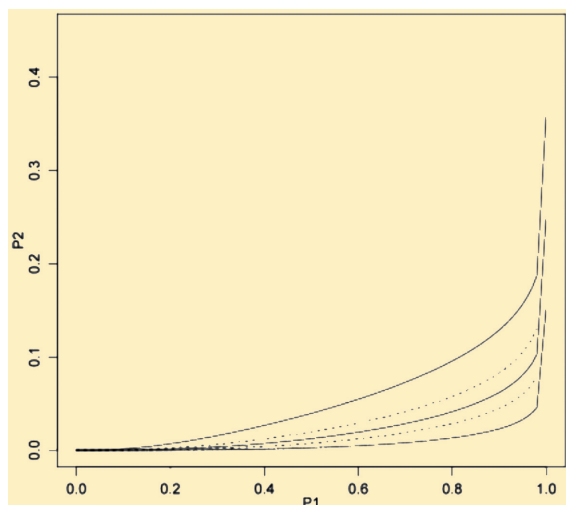
Copyright: © Kirjoittajat, 2016.

Rights: CC BY-SA 4.0

Rights url: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Please cite the original version:

Punttila, P., Autio, O., Kotiaho, J. S., Kotze, D. J., Loukola, O. J., Noreika, N., Vuori, A., & Vepsäläinen, K. (2016). Rämmeiden ojituksen ja ennallistamisen vaikutukset elinympäristön rakenteeseen, kasvillisuuteen ja muurahaisiin. *Metsätieteen aikakauskirja*, 2016(1), 64-67. <https://doi.org/10.14214/ma.5976>



Kuva 1. Käsiteltyjen taimien vaurion todennäköisyys P2 kontrollitaimien vaurion todennäköisyyden P1 funktiona (keskimäinen yhtenäinen viiva). Ylin ja alin yhtenäinen viiva kuvaavat 95%:n luottamusväliä. Katkoviivat saadaan, kun etäisyys humusreunaan on keskimääräinen arvo \pm keskihajonta.

syys lähestyy ykköstä. Käytetyn aineiston avulla ei voida päätellä, onko tämä loogista vai ei.

Syöntipaineen malli kertoo myös, mikä on syöntipaineen jakauma. Ottamalla huomioon sekä syöntipaineen jakauma, ennustettu käsiteltyjen taimien vaurioitumistodennäköisyys ja käsittelykustannus, voidaan käsittelyn hyödyllisyyttä analysoida kvantitatiivisesti.

Käsittelypäätös on aina tehtävä ennen kuin voidaan kontrollitaimien avulla mitata syöntipainetta. Menetelmän muissa mahdollisissa sovelluksissa saattaa olla tarpeen ennustaa käsittelyn vaikutusta havaitun kontrollisyöntiä vastaavan suureen suhteellisen osuuden avulla. Tämä voidaan tehdä simuloinnin avulla julkaisussa esitetyllä tavalla.

■ VTT Juha Lappi & MTT Jaana Luoranen. Luonnonvarakeskus, Suomenjoki
Sähköposti juha.lappi@luke.fi

Pekka Punttila, Olli Autio,
Janne S. Kotiaho, D. Johan Kotze,
Olli J. Loukola, Norbertas Noreika,
Anna Vuori ja Kari Vepsäläinen

Rämeiden ojituksen ja ennallistamisen vaikutukset elinympäristön rakenteeseen, kasvillisuuteen ja muurahaisiin

Seloste artikkelista: Punttila, P., Autio, O., Kotiaho, J.S., Kotze, D.J., Loukola, O.J., Noreika, N., Vuori, A., Vepsäläinen, K. (2016). The effects of drainage and restoration of pine mires on habitat structure, vegetation and ants. *Silva Fennica* 50(2), article id 1462.
<http://dx.doi.org/10.14214/sf.1462>

Etelä-Suomen soista lähes 80% on ojitettu. Siksi luonnontilaiset suot ovat aiempaa pienempiä ja entistä etäämpänä toisistaan. Suoeliölajiston ja suoluontotyypin uhanalaistuminen on synnyttänyt tarpeen ennallistaa ojitettuja soita. Ennallistamalla elinympäristö pyritään palauttamaan luonnontilaan – soiden osalta tavoitteena on itseään ylläpitävä, turvetta kerryttävä ja ravinteita pidättävä suoekosysteemi. Tutkimuksemme testasi oletusta, että luontainen suoelinympäristö ja sen lajit elyvät, kun vedenpinta nostetaan luontaiselle tasolle ojat tukkimalla ja palautetaan luontaisesti harva ja matala puustorakenne voimakkaasti harvennushakkuin.

Tutkimuksen yhdeksän suoalueetta sijaitsivat Pohjois-Karjalassa ja Keski-Suomessa. Kaikki alueet kuuluivat osittain Natura 2000 -verkostoon, ja osia soista oli metsäojitettu 1960–70-luvuilla. Kullakin suoalueella oli kolme käsittelyä: 1) luonnontilainen (ojittamaton) suo, 2) ojitettu suo ja 3) suo, jonka ennallistamiseksi ojat oli tukittu ja puustoa hakattu. Ennen ennallistamisen aloittamista jokaiselle käsittelylle suunniteltiin kaksi 250 metrin otantalinjaa, joille perustettiin näyteenottopisteet puustolle, puun taimille ja suon pienmuodoille sekä kasvillisuudelle. Otanta toistettiin 1–3 vuotta ennallistamisen aloittamisesta, jolloin otantaan lisättiin pohjavedenpinnan

mittaukset ja muurahaisten kuoppapyyntit.

Tutkimuksemme pääkohde, muurahaiset, ovat otollinen eliöryhmä, kun selvitetään maankäytön muutosten vaikutuksia ja arvioidaan ekosysteemitason pitkäaikaismuutoksia. Ne ovat herkkiä elinympäristön laadun muutoksille ja niiden ekologinen merkitys monissa ekosysteemeissä on suuri. Ne vaikuttavat merkittävästi muihin eliölajeihin: muurahaisten aktiviteetit sekä pesä- ja polkurakenteet voivat vaikuttaa paljon siihen, millainen elinympäristö on muiden lajien kannalta – tässä mielessä pitkäikäiset, paikallaan pysyvät muurahaisyhteiskunnat vertautuvat kasvikunnan avainlajeihin, esimerkiksi puihin. Suot ovat tärkeitä elinympäristöjä vähintään kolmannekselle Suomen 55 luonnonvaraisesta muurahaislajista, mutta silti boreaalisten soiden muurahaislajistosta ja ojituksen vaikutuksista siihen on tehty vain muutamia tutkimuksia – ennallistamisen ja sitä seuraavan kasvillisuussukcession eli -seuraannon vaikutuksista muurahaislajistoon ei ole aiempia tutkimuksia. Selosteessamme keskitymme muurahaistyöläisaineistolla saatuihin tuloksiin. Työläinen on varma merkki siitä, että pesä sijaitsee yhteiskunnan työläisten ravinnonhakusäteen sisällä, mutta kuningatar tai koiras on saattanut lentää paikalle kaukaakin.

Ennallistaminen palautti puuston rakenteen lähelle luonnontilaa ja pohjavesi nousi ojitattomien soiden tasolle. Mätäs-, väli- ja rimpipintojen osuudet olivat lähentyneet luonnontilaa, mutta eivät vielä saavuttaneet sitä. Muurahaislajeja löysimme 20. Muurahaisten kokonaislajimäärä oli suurin ojitetuilla soilla. Aineiston selkeimmät metsälajit, metsähevosmuurahainen (*Camponotus herculeanus* (Linnaeus, 1758) ja ryppeviholainen (*Myrmica ruginodis* Nylander, 1846), olivat yleisempiä ojitetuilla soilla (muuttumilla ja turvekankailla) kuin luonnontilaisilla suotyypeillä, mutta ne olivat yleisiä myös ennallistetuilla soilla. Suomuurahaislajeja oli eniten luonnontilaisilla soilla. Yksinomaan tai pääasiassa soilla elävistä muurahaisista eli suospesialisteista löysimme suomustahaista (*Formica picea* Nylander, 1846) lähes pelkästään luonnontilaisilta soilta, mutta mustapäämuurahaista (*Formica uralensis* Ruzsky, 1895) ja polvisarvivihoilaista (*M. scabrinodis* Nylander, 1846) myös muuttumilta ja turvekankailla. Muiden lajien yleisyyksissä emme löytäneet eroja käsittelyjen välillä.

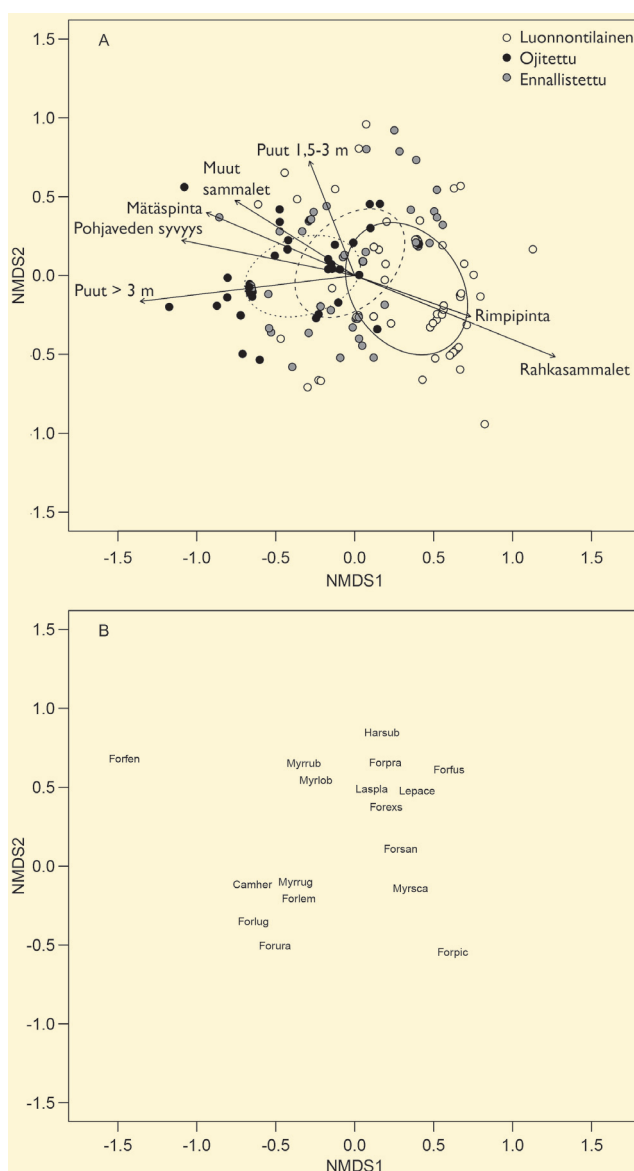
Muurahaisaineiston NMDS-ordinaatio, joka esitellään kuvassa 1, osoitti, että ojitettujen soiden muurahaislajiston koostumus erosi luonnontilaisista soista, mutta kaikissa kolmessa käsittelyssä näytteenottopisteiden välinen vaihtelu oli suurta. Ennallistettujen soiden näytteet sijaitsivat ordinaatiossa ojitettujen ja luonnontilaisten soiden välimaastossa. Ordinaatiossa näkyi jatkumo luonnontilaisilta soilta ojitetuille soille, ja ennallistetut suot sijaitsivat jatkumon keskivaiheilla. Useat elinympäristön rakennetta kuvaavat muuttujat suhteutuivat tilastollisesti merkittävästi ordinaatioavaruuteen: Rahkasammalten ja rimpipinnan peittävyudet kasvoivat luonnontilaisten soiden näytteenottopisteitä kohti muiden muuttujien kasvaessa suunnilleen vastakkaiseen suuntaan, soiden ojitusta kuvaten. Muun muassa puustoisuus ja pohjavedenpinnan syvyys kasvoivat ojitettujen soiden näytteenottopisteitä kohti. Puuston varjostusta sietävät metsälajit metsähevosmuurahainen ja ryppeviholainen esiintyivät taajimmin puustoisimissa näytteenottopisteissä ordinaation vasemmassa alaosassa. Avointen, nuorten sukessiovaiheiden metsien ja soiden lajit – kuten metsämauriainen (*Lasius platythorax* Seifert, 1991), karvaliekovihoilainen (*Leptothorax acervorum* (Fabricius, 1793), verimuurahainen (*F. sanguinea* Latreille, 1798) ja karvaloviniska (*Formica exsecta* Nylander, 1846) – luonnehtivat harva- ja vähäpuustoisempia näytteenottopisteitä ordinaation oikeassa yläosassa. Avoimia luonnontilaisia soita luonnehtivat suospesialistit suomustahainen ja polvisarvivihoilainen ordinaation oikeassa alaosassa. Suospesialisteista suomustahainen olikin selvästi kärsinyt ojituksesta. Sen sijaan mustapäämuurahainen näytti hyötynneen ainakin väliaikaisesti ojituksesta, ja ordinaatiossa tämä sijaitsi lähempänä metsälajeja kuin muita suospesialisteja. Puolet mustapäämuurahaisen esiintymistä olikin ojitetuilta soilta. Aikaisemmissa tutkimuksissa on kuitenkin havaittu, että myös tämä laji (samoin kuin polvisarvivihoilainen) häviävät ojitetuilta soilta pidemmällä aikavälillä.

Yleisesti ottaen havaitsimme, että ojitus ja ennallistaminen vaikuttivat odotusten mukaisesti suoelinympäristön rakenteeseen. Näitä vaikutuksia näimme sekä kasvillisuudessa että muurahaisyhteisöissä samalla tavalla kuin eräissä yhteiskuntahyönteisiin kuulumattomissa hyönteisryhmissä on havaittu. Yhdessä nämä tulokset tukevat ajatusta siitä, että

Kuva 1. Muurahaistyöläisaineiston kaksiulotteinen NMDS-ordinaatio (A) näytteenottpisteille ja (B) lajeille.

(A). Luonnontilaisten (valkoiset pisteet), ojitettujen (mustat pisteet) ja ennallistettujen (harmaat pisteet) rämeiden näytteenottpisteiden sijainti ordinaatioissa. Hajontaellipsit osoittavat luonnontilaisten (yhtenäinen viiva), ojitettujen (pisteiviiva) ja ennallistettujen (katkoviiva) rämeiden näytteenottpisteiden painotettujen keskiarvojen keskihajonnan. Nuolet esittävät ordinaatioavaruuteen sovitettujen ympäristömuuttujien tilastollisesti merkitsevän ($p < 0,001$) korrelaation suunnan näytenpisteiden arvojen kanssa, ja nuolen pituus kuvaa korrelaation voimakkuutta.

(B). Muurahaislajien sijainti ordinaatioissa. Lajinimien lyhenteet: Camher = metsähevosmuurahainen (*Camponotus herculeanus* (Linnaeus, 1758)), Forexs = karvaloviniska (*Formica exsecta* Nylander, 1846), Forfen = suomenloviniska (*Formica fennica* Seifert, 2000), Forfus = etelänmustahainen (*Formica fusca* Linnaeus, 1758), Forlem = pohjanmustahainen (*Formica lemni* Bondroit, 1917), Forlug = karvakusiainen (*Formica lugubris* Zetterstedt, 1838), Forpic = suomustahainen (*Formica picea* Nylander, 1846), Forpra = ketokusiainen (*Formica pratensis* Retzius, 1783), Forsan = verimuurahainen (*Formica sanguinea* Latreille, 1798), Forura = mustapäümüurahainen (*Formica uralensis* Ruzsky, 1895), Harsub = suurpäämuurahainen (*Harpagoxenus sublaevis* (Nylander, 1849)), Laspla = metsämauriainen (*Lasius platythorax* Seifert, 1991), Lepace = karvaliekomuurahainen (*Leptothorax acervorum* (Fabricius, 1793)), Myrlob = liuskarviviholainen (*Myrmica lobicornis* Nylander, 1846), Myrrub = siloviholainen (*Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758)), Myrrug = ryppyviholainen (*Myrmica ruginodis* Nylander, 1846) ja Myrsca = polvisarviviholainen (*Myrmica scabrinodis* Nylander, 1846).



elinympäristön rakenteen ennallistamisella voidaan palauttaa heikentyneen elinympäristön kasvi- ja eläinlajisto: Soiden ennallistaminen johti suokasvil-lisuuden ja -muurahaistolajiston nopeaan palautumi-seen. Suospesialistimuurahaisten kohdalla tulokset kuitenkin vaihtelivat, ja näiden osalta tarvitaankin ennallistamisen pitkäaikaseurantoja. Muurahaistet muodostavat monivuotisia yhteiskuntia, joiden elin-kaaret ovat pitkiä, joten myös ennallistamisen vai-kutukset voivat tulla näkyviin pitkän ajan kuluessa.

Vaikka ennallistamisen ja sitä seuraavan kasvil-lisuussukcession vaikutuksia muurahaistolajistoon ei ole aiemmin tutkittu, pystymme omien tulostemme ja aiempien ojitettuja soita koskevien tutkimusten pohjalta hahmottelemaan joitain yleisperiaatteita soiden ennallistamisen suunnitteluun. Pohjaveden pinnan nosto ja puuston voimakas harventaminen ovat avaintekijöitä soiden muurahaistyöläisöiden palauttamisessa. Korkealla oleva pohjavesi estää kivennäismaiden voimakkaimpien kilpailijoiden,

territoriaalisten (laajaa ravinnonhakualuettaan aggressiivisesti puolustavien) kusiaisten eli kekomuurahaislajien talvehtimisen, ja näin soille ominaiset lajijhteisöt omine territoriaalisine lajeineen voivat kehittyä ennallistetuille alueille. Tärkeää on myös se, ettei kaadettuja puuta ja hakkuutähteitä jätettäisi ennallistettaville alueille, sillä ne tarjoavat oivallisia pesäpaikkoja yleislajeille ja metsäsukcession varhaisvaiheiden lajistolle. Useimmat havumetsien muurahaislajit voivat käyttää tai jopa vaativat kuollutta puuta pesänrakennukseensa. Tämä lajisto saattaa kaadettujen puiden ja hakkuukantojen luomien pesäpaikkojen tarjoaman kilpailuedun avulla estää tai hidastaa varsinaisten suospesialistilajien asettumista alueelle.

Hävinneiden lajien mahdollinen palautuminen ennallistetuille soille ja siihen kuluva aika riippuvat monista tekijöistä. Lajien leviämiskyky vaihtelee suuresti. Mitä kauempana elinkelpoiset suot ovat toisistaan sitä harvemmin ja hitaammin suolta hävinnyt suospesialisti päätyy onnistuneesti ennallistetulle suolle. Mitä pienempi luonnontilainen suo on, sitä pienempiä sen suospesialistien populaatiot ovat ja sitä epätodennäköisemmin niistä on lähdepopulaatioiksi ympäröivien alueiden asuttamisessa.

Suomuurahaislajien leviämiskyvystä ei tiedetä kovin paljon, joten on vaikea ennustaa niiden kykyä asuttaa uudelleen sellaiset ennallistetut suot, josta ne ovat hävinneet ojituksen vuoksi. Suomustahaisen leviäminen vaikuttaa aiempien tutkimusten perusteella heikolta soiden välillä, mutta myös saman suoalueen sisällä – löysimme lajia lähes pelkästään luonnontilaisilta soilta. Suomustahaisen palautuminen ennallistetulle suolle edellyttäneen hyvinvoivien populaatioiden läheisyyttä. Suomuurahaisyhteisöjen kannalta suomustahainen on erityisen tärkeä siksi, että lajia tarvitsevat eräät muut suospesialistit voidakseen asuttaa uusia alueita: rämelöviniskan (*Formica forsslundi* Lohmander, 1949) ja mustapäämuurahaisen kuningattaret perustavat yhteiskuntansa loisimalla tiettävästi vain suomustahaisen pesässä.

Tutkimuksessamme siis testasimme, voidaanko pohjaveden pinnan tason ja luontaisen harvapuus- toisuuden palauttamisella hakkuin palauttaa myös luonnontilaisten soiden luontainen kasvillisuus ja muurahaislajisto. Emme pysty vielä arvioimaan ennallistamisen pitkäaikaisvaikutuksia, mutta lyhyellä aikavälillä – tutkimuksessamme 1–3 vuotta ennallis-

tamisen alkamisesta – vaikutukset olivat myönteisiä. Tähän ei välttämättä päästä vakavasti heikentyneiden suoekosysteemien kohdalla. Tutkimiemme soiden nopeaa ennallistumista selittänee se, että soiden toimiva pintakerros ja turveydin olivat yhä jäljellä, ja suolajisto pystyi asuttamaan ennallistettuja kohteita läheisiltä luonnontilaisilta alueilta. Erityisesti Etelä-Suomessa luonnontilaisten soiden voimakas väheneminen ja soiden laadun heikentyminen ovat kasvattaneet elinkelpoisten suoelinympäristöjen etäisyyksiä toisistaan niin paljon, että monien suospesialistien osalta ennallistettujen soiden uudelleen asutus on käynyt hyvin epätodennäköiseksi, ja monet lajeista onkin luokiteltu alueellisesti uhanalaistuneiksi. Mikäli suoverkoston heikkeneminen jatkuu, tällaiset lajit hävinnevät yhä laajemmilta alueilta. Erityisen vaateliaita suomuurahaislajeja ovat yhteiskuntaloinena elävä periloisviholainen (*Myrmica karavajevi* (Arnoldi, 1930)) sekä pesäloisinnan kautta pesänsä perustava koturiviholainen (*M. vandeli* Bondroit, 1920). Molemmat lajit vaativat loisittavikseen polvisarviviholaisen populaatioita, joiden pesätiheys on suuri, ja Suomessa polvisarviviholainen täyttää tämän ehdon useilla luonnontilaisilla soilla.

Kirjallisuutta

- Noreika, N., Kotiaho, J.S., Penttinen, J., Punttila, P., Vuori, A., Pajunen, T., Autio, O., Loukola, O.J., Kotze, D.J. (2015). Rapid recovery of invertebrate communities after ecological restoration of boreal mires. *Restoration Ecology* 23: 566–579.
- Noreika, N., Kotze, D.J., Loukola, O.J., Sormunen, N., Vuori, A., Päivinen, J., Penttinen, J., Punttila, P., Kotiaho, J.S. (2016). Specialist butterflies benefit most from the ecological restoration of mires. *Biological Conservation* 196: 103–114.
- Punttila, P., Autio, O., Kotiaho, J.S., Kotze, D.J., Loukola, O.J., Noreika, N., Vuori, A., Vepsäläinen, K. (2016). The effects of drainage and restoration of pine mires on habitat structure, vegetation and ants. *Silva Fennica* 50(2) article 1462. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1462>.

■ Pekka Punttila, Suomen ympäristökeskus, Helsinki
Sähköposti pekka.punttila@ymparisto.fi