METSÄHALLITUS

A

METSÄHALLITUKSEN LUONNONSUOJELUJULKAISUJA. SARJA A 260

Soiden ennallistamisopas

Kaisu Aapala, Maarit Similä ja Anna Kuhmonen (toim.)



Kaisu Aapala ja Anna Kuhmonen
Suomen ympäristökeskus

Maarit Similä
Metsähallitus, Luontopalvelut

Kansikuva: Nurmeksen Loukkusuolla tukittiin ja padottiin aapasuon reunaojia kesällä 2020. Kuva on otettu noin kaksi vuotta tukkimisen jälkeen. Kuva: Maarit Similä.

© Metsähallitus, Helsinki, 2025
Asianro MH 6885/2025

ISSN-L 1235-6549
ISSN (verkkojulkaisu) 1799-537X
ISBN 978-952-377-152-9 (pdf)

Kaisu Aapala, Maarit Similä ja Anna Kuhmonen (toim.)

Soiden ennallistamisopas





Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute



METSÄHALLITUS
FORSTSTYRELSEN
MEAHCIRÁÐÐEHUS

Kuvailulehti

Julkaisija	Metsähallitus	Julkaisuaika	15.9.2025
Luottamuksellisuus	Julkinen	Asianumero	MH 6885/2025

Tekijä(t) Kaisu Aapala, Maarit Similä ja Anna Kuhmonen (toim.)

Julkaisun nimi Soiden ennallistamisopas

Tiivistelmä

Soiden ennallistamisopas on suunnattu ojitettujen soiden ennallistajille. Oppaan pohjana oleva ennallistamiskokemus on kertynyt pääasiassa luonnonsuojelualueiden soiden ennallistamisesta, mutta menetelmät soveltuvat ja niitä käytetään myös suojelualueiden ulkopuolella. Talousmetsissä toimimisen näkökulmia nostetaan esiin muun muassa ennallistamisen tavoitteiden sekä suunnittelun ja toteutuksen yhteydessä sekä esimerkkikohteissa.

Oppaan luvuissa 2–5 kuvataan soiden ennallistamisen tavoitteita ja tarvetta, suon vesitaloutta, pintaturpeen ominaisuuksia ja turpeen kertymistä sekä suoluonnon monimuotoisuutta. Luvuissa tarkastellaan myös ojituksen ja ennallistamisen vaikutuksia vesitalouteen, pintaturpeeseen ja monimuotoisuuteen.

Luvuissa 6 ja 7 käydään läpi ennallistamisen suunnittelun vaiheet ja esitellään tavallisimmat soiden ennallistamisen menetelmät. Luvussa 8 kuvataan lisäksi aapa- ja keidassoiden, viettävien soiden, korpien, lettojen, pohjavesialueiden ja hiekkamaiden soiden sekä metsäluhtien ennallistamisessa huomioitavia näkökulmia. Luvussa 10 esitellään tarkemmin 20 erilaista ennallistettua kohdetta eri puolilta Suomea.

Luvussa 9 kuvataan ennallistettujen soiden hoitoseurannan pääperiaatteet.

Asiantuntijoiden kirjoittamissa tietolaatikoissa perehdytään muun muassa uusimpiin soiden ennallistamiseen liittyviin tutkimustuloksiin ja soilla elävien eliöryhmien erityispiirteisiin.

Elinympäristöjen ennallistamisen rooli on kasvanut keinona pysäyttää monimuotoisuuden köyhtyminen ja ekosysteemipalvelujen heikentyminen. Suomessa soiden ennallistaminen on vakiintunut suojelualueiden hoitomenetelmäksi ja laajentunut vähitellen myös talousmetsiin. Vuonna 2021 käynnistetyllä Helmi-ohjelmalla on lisätty ennallistamiseen resursseja ja saatu mukaan uusia toimijoita. Euroopan unionin ennallistamisasetuksen myötä ennallistamismäärien odotetaan kasvavan sekä suojelualueilla että talousmetsissä.

Avainsanat	suot, metsäojitus, ennallistaminen, patoaminen, ojien tukkiminen, vesitalous, vesistövaikutukset, turpeen muodostuminen, puuston poisto, monimuotoisuus		
Muut tiedot	Oppaan kirjoittamiseen ja kommentointiin osallistui yli 60 asiantuntijaa 25 organisaatiosta.		
Sarjan nimi ja numero	Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 260		
ISSN-L	1235-6549	ISSN (verkkojulkaisu)	1799-537X
ISBN (pdf)	978-952-377-152-9		
Sivumäärä	422 s.	Kieli	Suomi
Kustantaja	Metsähallitus, Luontopalvelut		

Presentationsblad

Utgivare	Forststyrelsen	Utgivningsdatum	15.9.2025
Sekretessgrad	Offentlig	Diarienummer	MH 6885/2025

Författare Kaisu Aapala, Maarit Similä och Anna Kuhmonen (red.)

Publikation Guide för restaurering av myrar

Sammandrag

Guiden för restaurering av myrar riktar sig till dem som restaurerar dikade myrar. Erfarenheterna av restaureringen som ligger till grund för guiden har i huvudsak samlats från restaureringen av myrar i naturskyddsområden, men metoderna lämpar sig och används också utanför skyddsområden. Perspektiv på verksamheten i ekonomiskogar lyfts fram bland annat i samband med målen för restaureringen, vid planeringen och genomförandet samt i exempelobjekten.

Avsnitt 2–5 i guiden beskriver målen för och behovet av restaurering av myrar, myrens vattenhushållning, yttorvens egenskaper och ackumuleringen av torv samt myrnaturens mångfald. Avsnitten granskar också dikningens och restaureringens konsekvenser för vattenhushållningen, yttorven och mångfalden.

Avsnitt 6 och 7 går igenom faserna i planeringen av restaureringen och presenterar de vanligaste metoderna för restaurering av myrar. Avsnitt 8 beskriver dessutom perspektiv som ska beaktas vid restaurering av aapamyrar och mossar, sluttningsmyrar, skogskärr, rikkärr, myrar på grundvattenområden och sandmarker samt lövsumpskogar. Avsnitt 10 presenterar 20 olika restaurerade objekt i olika delar av Finland närmare.

Avsnitt 9 beskriver huvudprinciperna för uppföljningen av restaurerade myrar.

I faktarutorna som skrivits av experter får man bekanta sig bland annat med de senaste forskningsresultaten om restaurering av myrar och särdragen hos de organismgrupper som lever på myrarna.

Restaureringen av livsmiljöer har fått en allt större roll som ett sätt att stoppa utarmningen av mångfalden och försämringen av ekosystemtjänsterna. I Finland har restaureringen av myrar etablerats som en skötselmetod för skyddsområden och gradvis också utvidgats till ekonomiskogar. Helmi-programmet, som inleddes år 2021, har tillfört resurser för restaurering och engagerat nya aktörer. I och med Europeiska unionens förordning om restaurering förväntas restaureringsmängderna öka både i skyddsområden och i ekonomiskogar.

Nyckelord	myrar, skogsdikning, restaurering, uppdämning, igentäppning av diken, vattenhushållning, konsekvenser för vattendrag, torvbildning, avlägsnande av trädbestånd, mångfald
Övrig information	Över 60 experter från 25 organisationer deltog i att skriva och kommentera guiden.

Seriens namn och nummer Forststyrelsens naturskyddspublikationer. Serie A 260

ISSN-L	1235-6549	ISSN (online)	1799-537X
ISBN (pdf)	978-952-377-152-9		
Sidantal	422 s.	Språk	Finska
Förlag	Forststyrelsen, Naturtjänster		

Documentation Page

Published by	Metsähallitus	Publication date	15.9.2025
Sekretessgrad	Offentlig	Diarienummer	MH 6885/2025

Author(s) Kaisu Aapala, Maarit Similä and Anna Kuhmonen (eds)

Title Mire Restoration Guide

Abstract

The Mire Restoration Guide is aimed at restorers of drained mires. The restoration experience on which the guide is based has mainly been accumulated from the restoration of mires in nature reserves, but the methods are suitable and also used outside protected areas. The perspectives of operating in commercial forests are highlighted in connection with the objectives of restoration, planning and implementation, as well as in example sites.

Chapters 2–5 of the guide describe the objectives and need for mire restoration, water management in a mire, the properties of surface peat, the accumulation of peat and the biodiversity of mires. The chapters also examine the impacts of drainage and restoration on hydrology, surface peat and biodiversity.

Chapters 6 and 7 discuss the stages of restoration planning and present the most common methods of mire restoration. Chapter 8 describes the perspectives to be considered in the restoration of aapa mires, raised bogs, sloping mires, spruce mires, fens, groundwater areas and sand soil mires, as well as forest swamps. Chapter 10 presents 20 different restored sites from different parts of Finland, in more detail.

Chapter 9 describes the main principles of monitoring of restored mires.

The information boxes written by experts examine, among other things, the latest research results related to mire restoration and the special characteristics of groups of species living in mires.

The role of habitat restoration has increased as a means of halting the loss of biodiversity and the deterioration of ecosystem services. In Finland, mire restoration has become an established method of managing nature reserves, and it has gradually expanded to commercial forests. The Helmi programme, launched in 2021, has increased resources for restoration and brought in new actors. The EU Nature Restoration Regulation is expected to increase the amount of restoration in both protected areas and commercial forests.

Keywords	mires, forest drainage, restoration, damming, filling in ditches, water management, impacts on water bodies, peat formation, tree removal, diversity		
Other information	More than 60 experts from 25 organisations participated in writing and commenting on the guide.		
Series name and no.	Nature Protection Publications of Metsähallitus. Series A 260		
ISSN-L	1235-6549	ISSN (online)	1799-537X
ISBN (pdf)	978-952-377-152-9		
No. of pages	422 pp.	Language	Finnish
Publishing co.	Metsähallitus, Parks & Wildlife Finland		

Sisällys

Esipuhe 12

1 Johdanto 13

2 Ennallistamisen tarve, tavoitteet ja mahdollisuudet 18
2.1 Miksi soita kannattaa ennallistaa? 18
2.2 Suon ennallistamisen ekologiset reunaehdot ja tavoitteet 19
2.3 Luontopohjaiset ratkaisut ennallistamisen tavoitteena 22
2.4 Tavoitteiden keskiössä hydrologisten kokonaisuuksien huomioiminen 22

3 Soiden vesitalous 37
3.1 Valuma-alue ja vedenjakajat 37
3.2 Vedenpinnan taso suolla 38
3.3 Suoveden alkuperä ja käyttäytyminen 38
3.4 Veden virtaus suolla ja sen vaikutus suokasvillisuuteen 40
3.5 Pohjavesisuot 42
3.6 Veden laatu 43
3.7 Metsäojituksen vaikutukset suon vesitalouteen ja vesistökuormitukseen 45
3.8 Ennallistamisen vaikutukset suon vesitalouteen 48

4 Pintaturpeen ominaisuudet ja turpeen kertyminen 64
4.1 Turpeen muodostuminen luonnontilaisella suolla 64
4.2 Ojituksen vaikutus turpeen muodostumiseen 65
4.3 Ennallistamisen vaikutus turpeen muodostumiseen 67

5 Suoluonnon monimuotoisuus 70
5.1 Mikrobiyhteisöjen monimuotoisuus 70
5.2 Kasvilajiston monimuotoisuus 70
5.2.1 Putkilokasvit 71
5.2.2 Sammalet 72
5.3 Kasvillisuuden muutos metsäojitetuilla soilla 74
5.4 Kasvillisuuden kehitys ennallistetuilla soilla 75
5.5 Eläinlajiston monimuotoisuus 77
5.6 Soiden kuivattaminen heikentää eläinlajiston monimuotoisuutta 78
5.7 Ennallistamisella on suotuisia vaikutuksia soiden eläinlajistoon 78
5.8 Suoelinympäristöjen monimuotoisuus 79
5.8.1 Suotyypit 79
5.8.2 Suoyhdistymätyypit 81

6 Ennallistamisen suunnittelu 112
6.1 Ennallistamisen tavoitteet 112
6.2 Ennallistettavan alueen nykytila 115
6.2.1 Vesitalous 115

6.2.2 Luontotyyppi-, kasvillisuus- ja puustotiedot ... 117
6.2.3 Lajistotieto ... 117
6.2.4 Kulttuuriympäristöjen huomioiminen ... 119
6.2.5 Muut selvitykset ... 121
6.2.6 Vesilain mukaiset luvat ja muun vesiä koskevan lainsäädännön huomioiminen ... 123
6.3 Ennallistamistoimenpiteiden suunnittelu ... 127
6.3.1 Vesitalouden palauttaminen ... 127
6.3.2 Ennallistettavan suon pienvedet ... 132
6.3.3 Vesienpalautus ... 133
6.3.4 Ojalinjojen raivaus ... 135
6.3.5 Puuston poisto ... 137
6.4 Vesistövaikutusten huomioiminen ... 140
6.5 Ennallistamisen kustannukset ... 142
6.6 Ennallistamisen seuranta ... 142
6.7 Tiedottaminen ... 142
6.8 Työmaan valmistelu ja ohjeistus ... 143

7 Ennallistaminen ... 183
7.1 Ennallistamistöiden kilpailuttaminen ... 183
7.2 Ojalinjojen raivaus ... 184
7.3 Puuston poisto ... 187
7.3.1 Ainespuun korjuu ... 187
7.3.2 Energiapuun korjuu ... 188
7.3.3 Talvitie ... 188
7.4 Vesitalouden palauttaminen ... 189
7.4.1 Ojien täyttäminen, patoaminen ja vesien ohjaaminen ... 189
7.4.2 Ojan patoaminen ilman täyttöä ... 195
7.4.3 Vesien palauttaminen ... 200
7.4.4 Suon pienvesien ennallistaminen ... 200
7.4.5 Yleistä kaivinkonetyöhön liittyvää ... 200
7.5 Metsäautoteiden poistaminen ... 203
7.6 Toimenpiteiden dokumentointi ... 203
7.7 Korjaustoimenpiteet – luovia ratkaisuja ja malttia ... 204

8 Erityyppisten soiden ennallistamisessa huomioitavaa ... 206
8.1 Suoyhdistymät ... 206
8.1.1 Aapasuot ... 206
8.1.2 Keidassuot ... 207
8.2 Viettävät suot ... 207
8.2.1 Viettävän suon ennallistamisen suunnittelu ... 207
8.2.2 Viettävän suon ennallistaminen ... 207
8.3 Korvet ... 208
8.3.1 Korpien ennallistamisen suunnittelu ... 208
8.3.2 Korpien ennallistaminen ... 208

8.4 Letot 210
8.4.1 Veden pH ja johtokyky auttavat lettopotentiaalia kuvaavien vesien, ”lettovesien”, paikantamisessa 210
8.4.2 Lettojen ennallistamisen suunnittelu 210
8.4.3 Lettojen ennallistaminen 211
8.5 Soiden perinteinen maatalouskäyttö 216
8.5.1 Lettojen ja nevojen hoito 216
8.6 Pohjaveden muodostumisalueiden suot 219
8.6.1 Pohjavesialueella ennallistettaessa huomioitavaa 219
8.6.2 Pohjavesialueen soiden ennallistamisen suunnittelu ja toteutus 220
8.7 Hiekkamaiden soiden ennallistamisen erityispiirteitä 220
8.7.1 Hiekkamaiden soiden ennallistamisen suunnittelu 221
8.8 Lähteiköt ja tihkupinnat 222
8.9 Metsäluhdat 222
8.10 Hylätyt suopellot 223

9 Ennallistetun alueen hoitoseuranta 232
9.1 Hoitoseurannassa havainnoitavia asioita 232
9.2 Vedenpalautuskohteen hoitoseuranta 236
9.3 Hoitoseurantojen ajoittaminen 237
9.4 Kaukokartoitus hoitoseurannan apuna 237

10 Esimerkkikohteet 247
10.1 Primaarisuot: Siikajoen Tauvo 248
10.2 Suopelto on palautumassa letoksi: Juuan Polvela 254
10.3 Letto- ja lähdelajisto ennallistetulla suolla: Joroisten Saarikkolammensuo 262
10.4 Ennallistetun leton kasvillisuuden pitkäaikainen kehitys Kiimingin Vehmaansuolla 268
10.5 Leton ennallistamisesta neljännesvuosisata: Oriveden Huppionvuoren letto 272
10.6 Ruovikoituneen luhtaleton hoito niittämällä 283
10.7 Sallan Aatsinginhauta: 20 vuotta rinnesuon ennallistamisesta 290
10.8 Lähteinen korpi 15 vuotta ennallistamisen jälkeen: Kannonkosken Kismanniemi 297
10.9 Polttosuo ja lähdevaikutteinen piilopuro 301
10.10 Nuuksion Mustakorpi – 20 vuoden ennallistumiskehitys ja vaikutukset veden laatuun 309
10.11 Viettävä, lähteinen puronvarsikorpi: Ilomantsin Hoikka 316
10.12 Märän, luhtaisen aapasuon kuivatuskanavan tukkiminen: Siikajoen Revonneva 319
10.13 Soiden ja pienvesien kokonaisuus: Pihtiputaan Suurisuo 327
10.14 Seitsemisen kansallispuiston suot 336
10.15 Laaja pohjavesivaikutteinen aapasuokokonaisuus: Olvassuo 341
10.16 Vedenlaatuongelmia ennallistamisen jälkeen: Siikaisten Ylinenkeidas 347
10.17 Ison syöpyneen ojan patoaminen: Siikajoen Isoneva 352

10.18 Talousmetsän kunnostusojituksen ja suojelualueen ennallistamisen yhteensovittaminen Oulun ja Pudasjärven Hirvisuolla 358
10.19 Naavakorpi, Lapinlahti 366
10.20 Purovaluma-alueen kunnostaminen yksityismaan luonnonhoitohankkeena, Pihlajaoja, Pudasjärvi 370

Lähteet 375

Liitteet 408
Liite 1 Havaintoja kasvilajiston muutoksista ojitetuilla soilla 408
Liite 2 Suomessa esiintyvien suolintulajien uhanalaisuus 410
Liite 3 Vaiheittaisia ideoita soiden ennallistamisen suunnittelussa ja seurannassa 411
Liite 4 Metsähallituksen Luontopalvelujen puitejärjestelyn palvelukuvaus soiden ennallistamiseen soveltuvin osin 413
Liite 5 Oppaan kirjoittajat 421

Tietolaatikot
TL 1 Ennallistamisasetus ja kansallinen ennallistamissuunnitelma 15
TL 2 HELMI-elinympäristöohjelma 2021–2030 17
TL 3 Soiden ekosysteemipalveluja voidaan turvata ja palauttaa ennallistamalla 24
TL 4 Suojelualueilla ennallistamisen ensisijainen tavoite on suoluonnon tilan parantaminen 26
TL 5 Monitavoitteista soiden ennallistamista metsätalousmailla 28
TL 6 Ennallistamisen mittakaavat 33
TL 7 Metsäojitetun ja ennallistetun suon ilmastovaikutukset 35
TL 8 Suoveden virtausmallit 53
TL 9 Soiden vesiä suodattava ja puhdistava vaikutus: suon epäorgaaniset nielut 54
TL 10 Vesistöjen ruskettumisen vähentäminen 57
TL 11 Jatkuvapeitteisesti hoidettavan talousmetsän hyödyt osana ennallistettavaa suoyhdistymää 59
TL 12 Soiden ennallistaminen tai muu vedenpinnan nosto vesistöjen virtaamien tasaajana 61
TL 13 Voiko turvemaan haihduttava puusto estää ennallistettavan suon palautumisen? 63
TL 14 Uhanalaistunut suoluonto 83
TL 15 Ennallistamisen aiheuttamat muutokset kasvilajistossa ja -yhteisöissä 87
TL 16 Soiden muurahaiset ja ojituksen ja ennallistamisen vaikutukset lajistoon ... 89
TL 17 Sudenkorennot ja soiden ennallistaminen 100
TL 18 Soiden ennallistamisen vaikutus suoperhosiin 103
TL 19 Soiden vaaksiaiset 105
TL 20 Lepakot ja soiden ennallistaminen 107
TL 21 Lettojen ja muiden soiden kotiloista 109
TL 22 Suon valuma-alueen määrittely 144
TL 23 Laserkeilausaineistot ja korkeusmallit ennallistamisen suunnittelussa 150
TL 24 Luonnonsuojelulain huomioiminen ennallistamiskohteilla 153
TL 25 Luonnonsuojelualueiden soiden ennallistamisessa huomioitavaa 155

TL 26 Yksityismetsätaloutta varten kuivatetun suon ennallistamisen suunnittelu ja toteutus 158
TL 27 Putkilokasvien ja sammalten siirrot voivat olla tarpeen soiden ennallistamisen yhteydessä 160
TL 28 Soiden ennallistamiseen liittyvät hyönteistuhoriskit 170
TL 29 Happamien maiden huomioiminen ennallistamisen suunnittelussa 174
TL 30 Lähteikköjen ennallistamisopas on valmistunut osana Helmi-ohjelmaa 178
TL 31 Vesienpalautus – menetelmä soiden vesitalouden elvyttämiseen 180
TL 32 Hylättyjen turvepeltojen ennallistamismahdollisuuksista 225
TL 33 Havaintoja Pohjois-Pohjanmaan ennallistettujen soiden hoitoseurannoista 238
TL 34 Satelliitti- ja droonikuva-aineistojen hyödyntäminen hoitoseurannassa 241

Muistilistat

Ennallistamisen suunnittelijan muistilista 114
Ennallistamissuunnittelun maastotöiden muistilista 116
Muistilista kaivinkonetyön suunnitteluun 129

Esipuhe

Edellinen ojitettujen soiden ennallistamisopas julkaistiin vuonna 2013. Opas edisti soiden ennallistamisen ekologisten perusteiden ymmärtämistä, valtioneuvoston periaatepäätöstä soiden ja turvemaiden kestävästä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta sekä METSO-ohjelman tavoitteiden toteuttamista niin suojelu- kuin metsätalousalueilla.

Opas on palvellut 12 vuoden ajan ansiokkaasti soiden ennallistamisen parissa työskenteleviä asiantuntijoita: tänä aikana Suomessa on ennallistettu yli 30 000 hehtaaria suoluontoa. Samaan aikaan lukuisat hankkeet ja tutkimukset ovat tuottaneet lisää tietoa ennallistamisen vaikutuksista mm. lajistoon, vesitalouteen, vesien suojeluun ja hiilen sidontaan. Soiden ennallistamisen seurannan uusia, kaukokartoitukseen perustuvia menetelmiä on tutkittu aktiivisesti. Lisäksi ennallistamismenetelmät ovat kokemusten myötä kehittyneet kuluneen vuosikymmenen aikana. On siis tullut aika päivittää oppaan sisältö, ja tämän ponnistuksen tuloksena on syntynyt uusi Soiden ennallistamisopas. Oppaan päivitystyössä oli mukana kuusikymmentä kirjoittajaa kahdestakymmenestäviidestä eri organisaatiosta.

Kiitämme lämpimästi kaikkia oppaan päivittämiseen osallistuneita! Erityiskiitoksen ansaitsevat kirjoittajat, toimituskunta Kaisu Aapala, Maarit Similä sekä Anna Kuhmonen, valokuvaajat ja kuvien piirtäjät sekä julkaisusarjaa toimittava ja julkaisun taittanut Sirpa Routasuo.

Soiden ennallistamisopas on osa Helmi-elinympäristöohjelmaa, jota rahoittaa ympäristöministeriö.

Inka Keränen, ympäristöministeriö

Toimittajien kiitokset

Lämmin kiitos kaikille oppaan päivitystyössä ahkeroineille kirjoittajille ja muille asiantuntijoille! Urakka oli iso ja monipolvinen.

Oppaan päivitykselle luotiin tukeva pohja yhteisessä suunnittelupalaverissa Tikkurilassa syyskuussa 2023. Kiitokset toiveista ja päivitysideoista, joita silloin saimme.

Arvokkaita tietoja ja kommentteja oppaan sisältöön ovat kirjoittajien lisäksi antaneet Kaisa Figueiredo Pohjois-Karjalan ELY-keskuksesta, Ville Hakamäki Pohjois-Karjalan museosta sekä Tanja Tenhunen ja Aurora Prättälä Metsähallituksen Luontopalveluista, Luontopalvelujen Suotiimin jäseniä unohtamatta. Lisäksi erityisesti Nelma Aunio, Anna-Riikka Ihantola, Anna Isotalo ja Johanna Ruusunen ovat osallistuneet myös muiden kuin varsinaisesti heidän nimissään olevien tekstien työstämiseen. Tomi Heilala Sykestä päivitti esimerkkikohteiden karttoja.

Sirpa Routasuota kiitämme oppaan joustavasta ja taitavasta taitosta.

Kaisu Aapala, Maarit Similä ja Anna Kuhmonen
Suomen ympäristökeskus ja Metsähallituksen Luontopalvelut

1 Johdanto

Kaisu Aapala

Elinympäristöjen ennallistamisen rooli on kasvanut kansainvälisessä ja kansallisessa ympäristö- ja luonnonsuojelupolitiikassa. Ennallistaminen nostettiin 2010-luvun alun biodiversiteettistrategioissa keskeiseksi keinoksi pysäyttää monimuotoisuuden köyhtyminen ja ekosysteemipalvelujen heikentyminen (Euroopan unioni 2010, CBD 2010, Valtioneuvosto 2012).

Kansainvälisen luontopaneelin (IPBES) globaalin arviointiraportin mukaan elinympäristöjen heikentyminen ja luonnon monimuotoisuuden häviäminen ovat ihmiskunnalle vakavia uhkia, joita voidaan torjua ennallistamalla (IPBES 2018).

YK on nimennyt kuluvan vuosikymmenen (2021–2030) ennallistamisen vuosikymmeneksi (UN Environment Agency 2019). Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelman (UNEP) globaalin soiden tila-arvioinnin mukaan Euroopan suoalasta lähes puolet on ekologiselta tilaltaan heikentynyttä (UNEP 2022). UNEP suosittelee muun muassa lisäämään tukia ja kannusteita soiden ennallistamiseen sekä panostamista soiden tilan seurantaan.

Uusimmissa biodiversiteettistrategioissa ennallistamisen merkitys on entistä suurempi, ja tavoitteet vuodelle 2030 ovat vaativia (CBD 2022, Euroopan komissio 2020). Euroopan unionin ennallistamisasetuksessa (Asetus (EU) 2024/1991) annetaan jäsenvaltioille konkreettiset tavoitteet heikentyneiden elinympäristöjen tilan parantamiseksi sekä määräajat ennallistamis- ja palauttamistoimien toteuttamiselle (tietolaatikko 1).

Ekologisella ennallistamisella tarkoitetaan prosessia, jonka tavoitteena on tukea heikentyneen, vaurioituneen tai tuhoutuneen ekosysteemin toipumista (Gann ym. 2019). Yksi soiden ennallistamisen keskeisimpiä tavoitteita on lajien elinympäristöjen ja luontotyyppien laadun parantaminen ja sitä kautta sekä lajien että luontotyyppien uhanalaistumiskehityksen hidastaminen ja pysäyttäminen. Soiden ennallistamistoimet ovat kuitenkin monihyötyisiä ja monimuotoisuustavoitteiden lisäksi ne tukevat myös muun muassa vesistö- ja ilmastotavoitteita.

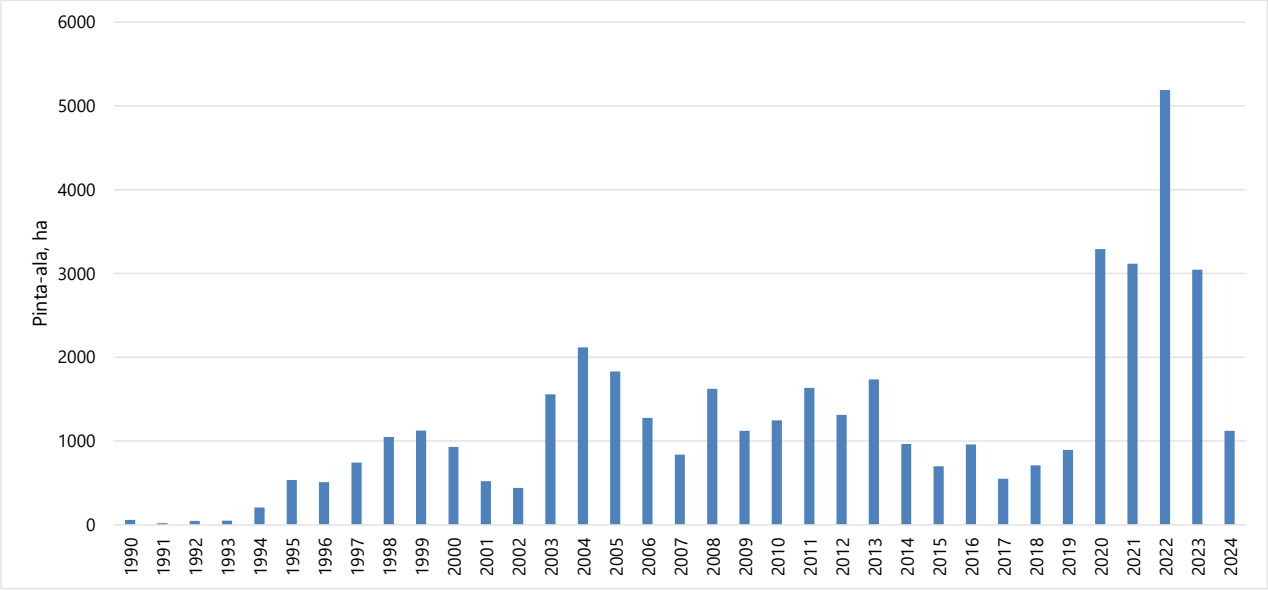
Soita on ollut Suomessa alun perin noin 10,4 miljoonaa hehtaaria. Soita ja turvemaita on jäljellä 8,9 miljoonaa hehtaaria, joista ojitettuja on noin 4,8 miljoonaa hehtaaria ja ojittamattomia noin 4 miljoonaa hehtaaria (Ojanen ym. 2020b). Vuosina 1990–2024 soita on ennallistettu suojelualueilla noin 43 000 hehtaaria (kuva 1) ja suojelualueiden ulkopuolella ainakin 15 000 hehtaaria. Soiden ennallistamisen tarvetta ja mahdollisuuksia arvioidaan parhaillaan kansallisen ennallistamissuunnitelman valmistelun yhteydessä (tietolaatikko 1).

Muutettujen soiden tilan parantamiseen ollaan kehittämässä erilaisia ratkaisuja. Yksi pitkään hiertäneistä ongelmista on suojelusoiden kuivuminen ulkopuolisten ojitusten vaikutuksesta. Ratkaisuna tähän on eritahojen yhteistyönä kehitetty vesienpalautuksen toimintamalli ja siihen erilaisia menetelmiä (Granqvist 2024, tietolaatikko 31). Käytöstä poistuneiden turpeennostoalueiden yhtenä jatkokäytön vaihtoehtona on suonpohjan palauttaminen suoksi vettämällä (Aro ym. 2023, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2025). Turvepeltojen vettämisessä painopiste on erityisesti ilmastotavoitteissa – pohjaveden pinnan nostolla vähennetään merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjä (Lång ym. 2024).

Suomessa laaja-alaisin soiden käyttömuoto on ollut metsätaloudelliset ojitukset. Tämä opas on suunnattu erityisesti metsäojitusalueiden aktiivisten ennallistamistoimien suunnittelijoille ja toteuttajille.

Ensimmäiset soiden ennallistamiskokeilut tehtiin Suomessa 1970- ja 1980-luvuilla luonnonsuojelullisesti erittäin arvokkaiksi tiedetyillä kohteilla heti ojituksien jälkeen. Aluksi ojia padottiin henkilötyönä, mutta vuodesta 1992 lähtien soita on ennallistettu pääasiassa koneellisesti. Ennallistamisen menetelmiä on kehitetty tutkimukseen perustuvan tiedon ja käytännön toteuttajien kokemusten perusteella. Vuosittaiset soiden ennallistamismäärät kasvoivat 1990-luvun puolesta välistä lähtien Euroopan unionin Life-rahoituksen, 2000-luvun alusta METSO-rahoituksen ja 2020-luvun alusta lähtien Helmi-ohjelman turvin (kuva 1).

Tähän oppaaseen on koottu vuosikymmenien aikana kertynyttä soiden ennallistamisen käytännön tietotaitoa. Ennallistajan on ymmärrettävä pääpiirteissään, millä tavalla luonnontilainen suo toimii ja miten ojitus muuttaa sitä. Ennallistamisen taustaksi ja tueksi on koottu ja päivitetty ekologista perustietoa erityisesti suon vesitaloudesta ja turpeesta (luvut 3–4). Oppaassa on runsaasti kokemusperäistä tietoa soiden ennallistamisesta (luvut 6–7). Vaikeampien, monimutkaisempien ja uudentyyppisten kohteiden ennallistamisesta on 20 kohdekuvausta. Tietolaatikoihin on koottu monipuolisesti viimeisintä tutkimustietoa soiden ennallistamisesta ja eliölajistosta sekä ajankohtaisia tietoiskuja.



Kuva 1. Vuosittaiset soiden ennallistamispinta-alat suojelualueilla vuosina 1990–2024.

Ennallistamisasetus ja kansallinen ennallistamissuunnitelma

Kaisu Aapala

Miksi ennallistamisasetusta tarvitaan

Elinympäristöjen väheneminen ja niiden laadun heikkeneminen jatkuu edelleen, huolimatta siitä, että Euroopan unionin luonto- ja lintudirektiivit ovat olleet voimassa jo pitkään. Direktiiveissä ei ole määritetty aikataulua, mihin mennessä tavoitteena oleva luontotyyppien ja lajien suotuisa suojelutaso tulisi saavuttaa. Ennallistamisasetus antaa näille tavoitteille konkreettisen aikataulun.

Ennallistamisasetuksen tavoitteena on parantaa lajien ja luontotyyppien tilaa

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus luonnon ennallistamisesta tuli voimaan elokuussa 2024 (Asetus (EU) 2024/1991). Ennallistamisasetuksen tavoitteena on parantaa heikentyneiden luontodirektiivin luontotyyppien ja luonto- ja lintudirektiivien lajien tilaa sekä suojelualueilla että niiden ulkopuolella. Asetus myös säätää määräajat luontotyyppien ja lajien elinympäristöjen ennallistamis- ja palauttamistoimien toteuttamiselle.

Asetuksen artiklassa 4 asetetaan jäsenvaltioille ennallistamistavoitteet maa- ja sisävesiekosysteemien luontotyypeille ja lajien elinympäristöille. Artiklan ennallistamisvelvoite edellyttää asetuksen liitteessä 1 (taulukko 1) lueteltujen luontotyyppien laadun parantamista. Luontotyypit on jaettu kuuteen ryhmään: 1) kosteikot, 2) niityt ja muut laidunalueet, 3) joet, järvet ja tulva-alueet, 4) metsät, 5) arot ja nummet, 6) kalliot ja dyynit. Suomalaisen suotyyppiluokituksen lehtokorvet sisältyvät luontotyyppiin lehdot (9050) ja kangaskorvet ja -rämeet luontotyyppiin luonnonmetsät (9010). Lehdot ja luonnonmetsät sisältyvät metsien luontotyyppiryhmään.

Taulukko 1. Ennallistamisasetuksen liitteessä 1 mainitut, Suomessa esiintyvät suoluontotyypit. Suot sisältyvät kosteikkojen luontotyyppiryhmään.

Luontotyypin koodi: Suot	Luontotyypin suomenkielinen käyttönimi
7110	Keidassuot
7120	Muuttuneet ennallistamiskelpoiset keidassuot
7140	Vaihettumissuot ja rantasuot
7160	Lähteet ja lähdesuot
7210	Taarnaluhtaletot
7220	Huurresammallähteet
7230	Letot
7240	Tuntureiden kalkki- ja virtavesivaikutteiset sara- ja vihviläkasvustot
7310	Aapasuot
7320	Palsasuot

Luontotyypin koodi: Kosteat metsät	Luontotyypin suomenkielinen käyttönimi
9080	Metsäluhdat
91D0	Puustoiset suot

Asetuksen liitteessä 1 lueteltujen luontotyyppien laadun parantamiseksi jäsenvaltioiden on ennallistettava:

- vuoteen 2030 mennessä vähintään 30 % kaikkien luontotyyppien yhteenlasketusta ei-hyvässä tilassa olevasta pinta-alasta
- vuoteen 2040 mennessä vähintään 60 % kunkin luontotyyppiryhmän ei-hyvässä tilassa olevasta pinta-alasta
- vuoteen 2050 mennessä vähintään 90 % kunkin luontotyyppiryhmän ei-hyvässä tilassa olevasta pinta-alasta

Ennallistamisasetuksen artikla 12 velvoittaa jäsenvaltiot parantamaan metsiensä monimuotoisuuden tilaa. Artikla koskee myös puustoisia soita. Tilaa parannetaan vahvistamalla metsäluonnon monimuotoisuudelle tärkeitä rakennepiirteitä, joita kuvataan indikaattoreilla. Kaikille jäsenvaltioille pakollisena indikaattorina artiklassa on yleisten metsälintujen indeksi. Seitsemästä valinnaisesta indikaattorista on valittava kuusi: kuolleet pystypuut, kuolleet maapuut, eri-ikäisrakenteisten metsien osuus, metsien kytkeytyneisyys, orgaanisen hiilen määrä, sellaisen metsän osuus, jossa valtalajina ovat luontaiset puulajit, puuston monilajisuus. Jäsenvaltioiden on saatava aikaan indikaattorien kasvava kehityssuunta, kunnes tyydyttävä taso on saavutettu. Tyydyttävä taso määritellään kansallisesti ennallistamissuunnitelmassa.

Kansallisessa ennallistamissuunnitelmassa sovitaan asetuksen toimeenpanosta

Ennallistamisasetuksen tavoitteet ja toimenpiteet konkretisoidaan kansallisessa ennallistamissuunnitelmassa (15 Art.). Kansallisen ennallistamissuunnitelman pitää olla valmis kahden vuoden kuluessa ennallistamisasetuksen voimaantulosta, elokuun lopussa 2026.

Asetuksessa ennallistaminen tarkoittaa laajaa joukkoa erilaisia toimia luonnon tilan parantamiseksi. Ennallistamissuunnitelmaan kootaan:

- toimenpiteet luontotyyppien tilan selvittämiseksi niiden koko pinta-alalta
- ennallistettavien alueiden määrä ja kuvaus ennallistamistoimenpiteistä
- tiedot toimenpiteistä, joilla turvataan saavutettu hyvä tila
- ennallistamistoimenpiteiden aikataulu
- ennallistettavien kohteiden seuranta sen varmistamiseksi, että velvoitteet ja tavoitteet täyttyvät
- tiedot ennallistamistoimenpiteiden varmistamiseen tarvittavista säännöksistä
- arvio ennallistamistoimenpiteiden sosioekonomisista vaikutuksista ja hyödyistä
- arvio rahoitustarpeista.

Suomessa kansallisen ennallistamissuunnitelman laatiminen käynnistyi ympäristöministeriön johdolla loppuvuodesta 2024. Suunnitelman valmistumista voi seurata valtioneuvoston hankeikkunassa (Valtioneuvosto 2025).

HELMI-elinympäristöohjelma 2021–2030

Inka Keränen

Suomen luontotyypeistä 48 % ja lajeista 12 % on uhanalaisia. Suurimmat syyt uhanalaistumiseen ovat elinympäristöjen väheneminen ja laadun heikkeneminen.

Tähän huolestuttavaan tilanteeseen tarttuakseen Valtioneuvosto teki 27.5.2021 periaatepäätöksen Helmi-elinympäristöohjelmasta vuosille 2021–2030. Ohjelman toimenpiteillä parannetaan luonnon monimuotoisuuden tilaa ja edistetään ekosysteemipalveluja, vesiensuojelua, hiilensidontaa sekä muuta ilmastonmuutoksen hillintää ja ilmastonmuutokseen sopeutumista.

Ohjelman toimet auttavat satoja uhanalaisia lajeja ja suurta osaa maamme uhanlaisista luontotyypeistä. Näin laajasti ja systemaattisesti elinympäristöjä ei ole hoidettu ja kunnostettu Suomessa ennen Helmi-ohjelmaa.

Ohjelmassa on asetettu vuoteen 2030 ulottuvat suojelun, ennallistamisen tai kunnostamisen laadulliset ja määrälliset tavoitteet jokaiselle Helmi-ohjelmaan sisältyvälle elinympäristölle sekä poikkileikkaaville teemoille.

Helmi-ohjelmassa on viisi elinympäristökohtaista teemaa:

- Soiden suojelu ja ennallistaminen
- Lintuvesien ja -kosteikkojen kunnostus ja hoito
- Perinnebiotooppien kunnostus ja hoito (sisältää uuselinympäristöt)
- Metsien suojelu, ennallistaminen ja luonnonhoito
- Pienvesien ja rantaluonnon kunnostus ja hoito.

Poikkileikkaavasti parannetaan tietopohjaa luonnon monimuotoisuudesta ja sen ylläpitämisestä ja hoitamisesta. Helmi-ohjelmassa tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksia seurataan ja niistä viestitään. Tavoitteita on asetettu sekä luonnonsuojelualueille että niiden ulkopuolisille alueille.

Helmi-ohjelman toiminnasta ovat vastuussa ympäristöministeriö ja maa- ja metsätalousministeriö, ja ohjelman toteuttamiseen osallistuu molempien ministeriöiden hallinnonalojen organisaatioita itse tai ostopalvelujen ja hankkeiden kautta. Toteuttamisessa on mukana myös muun muassa kuntia, järjestöjä, yhdistyksiä, paikallisyhteisöjä sekä muita ympäristö- ja metsäalan toimijoita.

Uutena keinona laajempien kokonaisuuksien suunnitteluun ja toimijoiden yhteistyöhön on Helmi-ohjelmassa kehitetty Helmi-keskittymiä, jotka ovat maakunnallisesti monimuotoisuuden kannalta tärkeiksi tunnistettuja alueita. Helmi-keskittymät tarjoavat mahdollisuuksia esimerkiksi soiden ennallistamiseen laajempina kokonaisuuksina. Tavoitteena on kannustaa alueellisia toimijoita ja maanomistajia yhdessä suunnittelemaan ja kohdentamaan toimenpiteitä niin luonnonsuojelualueilla kuin niiden ulkopuolellakin.

Maanomistajille Helmi-ohjelman toimenpiteisiin osallistuminen on aina vapaaehtoista.

Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

Maa- ja metsätalousministeriö
Jord- och skogsbruksministeriet
Ministry of Agriculture and Forestry

2 Ennallistamisen tarve, tavoitteet ja mahdollisuudet

Kaisu Aapala, Maarit Similä, Santtu Kareksela, Nelma Aunio, Reijo Hokkanen, Asmo Hyvärinen, Samuli Joensuu, Ringa Luostarinen, Sakari Rehell ja Riikka Salomaa

2.1 Miksi soita kannattaa ennallistaa?

Soita ennallistamalla saadaan luonto-, ilmasto- ja vesistöhyötyjä. Ekologinen ennallistaminen on keino palauttaa muuttuneiden ekosysteemien rakennetta ja toimintaa kohti luonnontilaista, sekä näin auttaa säilyttämään katoavaa luonnon monimuotoisuutta ja palauttamaan arvokkaita ekosysteemipalveluita.

Soiden ennallistamiselle voidaan määritellä kaksi lähtökohtaa: luontokeskeinen ja ihmiskeskeinen. Luontokeskeiset tavoitteet nousevat luonnon monimuotoisuuden ja luonnontilaisuuden itseisarvoisesta vaalimisesta, ihmiskeskeiset tavoitteet monimuotoisuudesta ja ekosysteemipalveluista saatavista hyödyistä. Lähtökohdat eivät sulje toisiaan pois mutta voivat johtaa osin erilaisiin lopputuloksiin: esimerkiksi positiivisia ilmasto- tai vesistövaikutuksia optimoiva ennallistamissuunnittelu ei välttämättä ole luonnon monimuotoisuuden kannalta vaikuttavinta (esim. Kareksela ym. 2021). Eri tavoitteita tasapainottava suunnittelu on paitsi ekologinen myös yhteiskunnallinen kysymys: minkä lopputuloksen haluamme, kun kaikkea ei voi saada? Mahdollisiin ratkaisuvaihtoehtoihin vaikuttavat muun muassa tarkasteltavan alueen laajuus ja tarkastelun aikaväli. Laajoilla alueilla on usein helpompi löytää useita eri tavoitteita hyödyttäviä optimiratkaisuja kuin pienillä alueilla, ja toisaalta esimerkiksi ennallistamisen ilmasto- ja vesistövaikutukset muuttuvat ajan myötä.

Suomen soiden pinta-alasta on hävinnyt yli miljoona hehtaaria soiden metsäojittamisen, pellonraivauksen, turpeennoston, rakentamisen ja tekoaltaiden vuoksi (Ojanen ym. 2020a, b, Korhonen ym. 2021). Jäljellä olevien suoekosysteemien luontainen toiminta ja suoluontotyyppien ekologinen tila ovat suurelta osin heikentyneet, ja soilla elävän lajiston monimuotoisuus on vähentynyt erityisesti laajamittaisen metsäojituksen seurauksena (Kaakinen ym. 2018a, Hyvärinen ym. 2019, Ojanen ym. 2020a, Aapala ym. 2022). Myös ojittamattomien puustoisten soiden hakkuut ja maanmuokkaus, purojen perkaus ja pohjavedenotto ovat heikentäneet soiden luonnontilaa (Kaakinen ym. 2018, Hyvärinen ym. 2019). Soita muuttava käyttö on heikentänyt myös suoekosysteemien ihmisille tuottamia hyötyjä eli niin kutsuttuja ekosysteemipalveluja (tietolaatikko 3).

Suoluonnon tila heikkenee ojitusten vaikutuksesta edelleen. Vanhat ojitukset kuivattavat myös ojittamattomia suoalueita (Rehell 2017, Sallinen ym. 2019), ja ojitusvaikutuksen yhdysvaikutukset ilmastonmuutoksen kanssa tunnetaan vielä huonosti. Vaikka soiden uudisojitusten sanotaan loppuneen, monet metsätalouskäytössä olevien soiden maanmuokkaustavat ja ”vesitalouden järjestelyt” muistuttavat ojitusta (Korhonen ym. 2021). Valtaosa ojitetuista kivennäismaista (lähes 700 000 ha) on ollut alun perin ohutturpeista suota (Korhonen ym. 2021). Myös maisema muuttuu vähitellen suo-metsä-mosaiikista metsäisemmäksi. Etelä-Suomessa luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia soita on jäljellä lähinnä suojelualueilla (kuva 2). Toisaalta myös suojelualueilla on kymmeniä tuhansia hehtaareita ojitettuja soita, joita vähitellen palautetaan ennallistamalla kohti luonnontilaa.



Kuva 2. Allikkoinen Huidankeidas Honkajoella on osa laajempaa, erämaaluonteista suoaluetta Haapakeitaan Natura-alueella. Kuva: Kaisu Aapala.

Suojelualueilla tai metsätalousalueiden taloudellisesti kannattamattomilla ojitusalueilla jäljellä olevia ojituksia ei ylläpidetä. Siitä huolimatta näiden soiden vesitalous poikkeaa yleensä luonnontilaisista soista. Toimivien ja monimuotoisten suokokonaisuuksien ja suon luontaisen vesitalouden palauttamiseksi tarvitaankin yleensä aktiivisia toimenpiteitä (Elo ym. 2024).

2.2 Suon ennallistamisen ekologiset reunaehdot ja tavoitteet

Ennallistamista suunniteltaessa on syytä arvioida kohteen nykytilan luontoarvot ja miettiä, saadaanko aktiivisella ennallistamisella merkittävää hyötyä nykytilaan verrattuna, kun huomioidaan myös ennallistamiseen tarvittavat resurssit.

Soiden ennallistamisen tavoitteita arvioidaan usein monella tasolla (tietolaatikot 4 ja 5). Laajemman yhteiskunnallisen tarpeen tai luonnonsuojelullisten tavoitteiden lisäksi ennallistamisen tavoitteita arvioidaan valuma-aluetasoisina kokonaisuuksina sekä kohdekohtaisesti. Valuma-alue- ja suokohtaisten ennallistamistavoitteiden määrittely on tärkeä osa ennallistamishanketta.

Tavoitteet ohjaavat suunnittelua, toteutusta ja vaikutusten seurantaa. Suokohtaiset tavoitteet määritellään vastaavien luonnontilaisten soiden ja ennallistettavaa suota koskevan historiallisen tiedon, esimerkiksi vanhojen ilmakuvien ja peruskarttojen, sekä nykytilanteen avulla (luku 6.1). Suoekosysteemin rakenteen ja toiminnan sekä ojituksen ja ennallistamisen vaikutusten ymmärtäminen onkin tärkeä osa soiden ennallistamistoimintaa. Samalla tavoitteena on yhä useammin laajempien suokokonaisuuksien ja niiden valuma-alueisiin liittyvien vesistöjen tilan parantaminen, monitavoitteisesti ja useiden eri toimijoiden yhteistyönä.

Ennallistamisen tavoite on käynnistää suoekosysteemin palautuminen. Se on usein

parhaimmillaankin hidasta. Suoekosysteemin ennallistamisen tavoitteiden saavuttaminen voikin kestää muutamista vuosista (esimerkiksi suovedenpinnan tason nousu) muutamiin kymmeniin (esimerkiksi kasviyhteisöt, kasvihuonekaasutaseet) tai jopa satoihin vuosiin (esimerkiksi puustorakenne ja -dynamiikka) (Kareksela ym. 2021). Kun ennallistamistavoitteet asetetaan laajoille alueille ja huomioidaan kokonaisia valuma-alueita, tavoitteiden saavuttaminen vie aikaa siksikin, että osallisia, toimijoita ja rahoituslähteitä on paljon. Aikaviive asettaa omat haasteensa myös vaikutusten tulkinnalle ja toisaalta yhteiskunnallisten hyötyjen ja kompromissien tarkastelulle.

Vesitalous

Suon vesitaloudella tarkoitetaan suolle sadeveden, valunnan ja pohjaveden purkautumien seurauksena tulevan veden määrää ja laatua (ravinteikkuus ja muut hydrokemialliset ominaisuudet) ja suhdetta poisvaluntaan ja haihduntaan.

Suon vesitalous määrää suurelta osin suon rakenteen, toiminnan ja lajiyhteisöjen muotoutumisen, ja yleensä ennallistamisen lähtökohtana on suon vesitalouden palauttaminen luontaisen kaltaiseksi. Suon vesitaloutta määrittävät toisaalta sekä laajemman mittakaavan ilmastolliset tekijät että suoaltaan ja sen valuma-alueen ominaisuudet. Ennallistettaessa suon valuma-alueen vesitalous ja sen muutokset kartoitetaan ja niiden pohjalta suunnitellaan toimenpiteet luontaisen kaltaisen vesitalouden palauttamiseksi.

Suoekosysteemejä ennallistettaessa suoveden pinta pyritään nostamaan takaisin luontaista vastaavalle tasolle ja veden kulku pyritään palauttamaan luontaisille reiteilleen, jolloin suonosien väliset luontaiset hydrologiset erot palautuvat. Hydrologian palauttaminen edellyttää suolla olevien ojien tukkimisen lisäksi, että suolle saadaan mahdollisimman kokonaisvaltaisesti palautettua sinne valuma-alueelta kuuluvat vedet. Tämä on tärkeää erityisesti minerotrofisilla soilla, joilla valuma-alueelta tulevan veden laatu, määrä ja ajoittuminen määrittävät suurelta osin suon ominaisuudet. Näin ollen yksittäisen suon ennallistamisen tavoitteita mietittäessä on tarkasteltava paitsi ennallistettavaa suon osaa, myös koko suoyhdistymää ja valuma-aluetta (tietolaatikko 6).

Kasvillisuus ja muu eliöstö

Soiden ennallistamisen laajempana, luontokatoa hillitsevänä tavoitteena on pysäyttää suolajiston taantuminen ja käynnistää kehitys kohti luonnontilaisen suoekosysteemin eliöyhteisöä. Kasvillisuuden elpyminen edellyttää hydrologian palautumista ja myös edesauttaa sitä. Suomalaisilla soilla rahkasammalet ja muut keskeiset turpeen muodostajat ovat avainlajeja, joiden palautuminen on välttämätöntä muun muassa turpeen kertymisen ja muiden suon toimintojen sekä muun eliöstön palautumiselle. Monilla suomalaisilla ennallistettavilla soilla rahkasammalia on edelleen jäljellä, mutta esimerkiksi alkuperäinen välipinnan sammallajisto on saattanut korvautua suon kuivumisen edetessä mätäspinnan lajistolla (kuva 3).

Ennallistamisen lajistotavoitteita voidaan asettaa yksityiskohtaisemmin, kuten suon jonkin osan vaateliaamman lajiston palautuminen tai uhanalaisen tai muuten erityisen lajin elinympäristön hoitaminen. Mitä tarkempia ja täsmällisempiä lajikohtaisia tavoitteita asetetaan, sitä tarkemmin joudutaan ennallistamistoimien suunnittelussa pohtimaan lajien elinympäristövaatimuksia, ennallistamiskohteen sijaintia suhteessa lähdepopulaatioihin, mahdollisia leviämistä rajoittavia tekijöitä sekä lajienvälisiä ja lajinsisäisiä kilpailutekijöitä (esim. Mälson & Rydin 2007, Mälson ym. 2008, Hansson & Gunnarson 2022). Erityisesti rehevillä soilla on tärkeä huomioida myös ennallistamisesta aiheutuvan häiriön vaikutukset mahdollisesti jäljellä olevaan vaateliaampaan lajistoon.



Kuva 3. Ennen ennallistamista korven pohjakerroksessa oli jäljellä enää pienialaisia laikkuja rahkasammalta. Kymmenessä vuodessa ennallistamisen jälkeen rahkasammal on elpynyt hyvin ja peittää alleen ojitusvaiheessa runsastuneiden metsäsammalten kasvustoja ja kasvittomia karikepintoja. Kuva: Kaisu Aapala.

Usein ojitus on muuttanut lajistoa niin paljon, ettei yksityiskohtaisten lajistollisten tavoitteiden asettaminen ole mahdollista. Erityisesti rehevät ja märät suot muuttuvat ojituksen jälkeen nopeasti ja voimakkaasti, eikä niissä välttämättä ole jäljellä juurikaan viitteitä alkuperäisestä lajistosta. Toisaalta suot muuttuvat myös luontaisesti sekä ulkopuolisten että suon sisäisten tekijöiden vaikutuksesta. Ennallistamisen tavoitteeksi ei useinkaan ole tarkoituksenmukaista ottaa paluuta täsmälleen ojitusta edeltäneeseen tilanteeseen, vaan tärkeämpää on käynnistää palautuminen, joka johtaa luontaisen kaltaisesti toimivaksi suoekosysteemiksi.

Joissain tapauksissa ojitetun suon puustolla voi olla itsessään merkittäviä luontoarvoja. Esimerkiksi monet lahopuusta riippuvaiset uhanalaiset lajit, kuten vanhoilla kuusilla kasvavat jäkälät ja sammalet, voivat esiintyä myös ojitetuissa korvissa. Jos puustolla on merkittäviä luontoarvoja, sen poistoa täytyy harkita huolella. Puustoa voidaan päätyä käsittelemään tavanomaista varovaisemmin ennallistamisen yhteydessä tai puusto voidaan päätyä jättämään koskemattomaksi ja koko alue ennallistamatta, jos ennallistaminen todennäköisesti aiheuttaisi puuston kuolemisen.

2.3 Luontopohjaiset ratkaisut ennallistamisen tavoitteena

Soiden ja muiden kosteikkoekosysteemien ennallistamisesta ihmiselle koituvia hyötyjä eli ekosysteemipalveluita ja niitä hyödyntämällä syntyviä luontopohjaisia ratkaisuja on viime vuosina korostettu kansainvälisissä sopimuksissa ja suosituksissa (Convention on Wetlands 2021, UNEP 2022, CBD 2022, Euroopan komissio 2020) sekä kotimaisissa tarkasteluissa (Kareksela ym. 2021).

Yksi useimmin esille nousevista soiden ennallistamisen tavoitteista on ilmastonmuutoksen hillitseminen (tietolaatikko 7). Soilla on maailmanlaajuisesti keskeinen rooli ilmaston säätelyssä, sillä soihin sitoutunut hiili on turpeessa pitkäaikaisessa varastossa, poissa ilmakehästä. Luonnontilaiset suot toimivat hiilidioksidin nieluina, mutta toisaalta myös metaanin lähteenä. Ojituksen seurauksena turpeesta vapautuu hiiltä ilmaan ja alapuolisiin vesistöihin. Kun ojitettu suo ennallistetaan, turvetta muodostavat kasviyhteisöt elpyvät, turpeen aerobinen hajotus hidastuu ja hiiltä alkaa jälleen varastoitua turpeeseen. Vedenpinnan nosto voi kuitenkin lisätä metaanipäästöjä.

Ennallistamalla pyritään palauttamaan suon vedenpidätys- ja suodatusominaisuudet. Tämä parantaa pitkällä aikavälillä suon kautta liikkuvien valumavesien laatua. Metsätalousalueilla ennallistamistoimien mahdollisuutta kannattaa tarkastella etenkin alueilla, joille on lähivuosina suunnitteilla metsätaloustoimenpiteitä. Tällöin ennallistettu suo voi auttaa vähentämään yläpuolisten metsätaloustoimien haitallisia vesistövaikutuksia. Erityisesti isojen, syöpyneiden ja eroosioherkkien ojitusalueiden ennallistaminen tai yksittäisten ojien tukkiminen voi olla vesiensuojelun kannalta hyödyllistä. Ennallistamisalalta voi kuitenkin huuhtoutua aluksi (lyhyellä aikavälillä) ravinteita vesistöihin, mikä tulee huomioida toimenpiteitä ja niiden laajuutta suunniteltaessa.

Ojituksella on muutettu soiden ja ympäröivien elinympäristöjen ekologisia yhteyksiä. Niskaojat kivennäismaan laidoilla kuivattavat metsän ja suon vaihettumisvyöhykkeitä. Samalla ojittaminen on muuttanut myös maisemaa. Suomalainen luonnonmaisema on metsien, avoimien ja puustoisten soiden sekä vesistöjen mosaiikkia. Soiden ennallistamisen yhtenä tavoitteena on myös tämän maisemamosaiikin rakennepiirteiden ja prosessien palauttaminen (kuva 4). Tärkeitä rakennepiirteitä, joihin ennallistamisella pystytään vaikuttamaan, ovat esimerkiksi soiden avoimuus ja lahopuun esiintyminen puustoisilla soilla. Maiseman ennallistamistavoitteet palvelevat yleensä myös luonnon virkistyskäyttöön liittyviä ennallistamistavoitteita.

2.4 Tavoitteiden keskiössä hydrologisten kokonaisuuksien huomioiminen

Soiden ennallistamisessa korostetaan yhä enenevässä määrin hydrologisten kokonaisuuksien huomioimista. Kokonaisvaltaisuus ja hydrologisen kytkeytyvyyden huomiointi lisää ennallistamistoiminnan mielekkyyttä monella tavalla. Isompien kokonaisuuksien huomioiminen usein lisää toiminnan kustannustehokkuutta, kun yksikkökustannukset laskevat toimittaessa synkronoidusti tai vuoron perään useammalla kohteella samalla alueella. Vaikuttavuus lisääntyy, kun suokokonaisuudelle saadaan ”kaikki” sille kuuluvat vedet. Suon hydrologian kokonaisvaltaisempi palauttaminen lisää kohteen vastustus- ja palautumiskykyä, resilienssiä, muuttuvassa ilmastossa. Kokonaisuuksien huomioiminen tarkoittaa usein myös yhteistyötä erilaisten maanomistajien ja toimijoiden välillä sekä erilaisten yllä kuvattujen tavoitteiden ja toimintamallien yhteensovittamista. Valuma-aluetasolla yhdessä toimimisen malleja on kehitetty muun muassa vesien palautukseen (VESPA-hanke). Kokonaisvaltaista kunnostamista painotetaan myös Priodiversity LIFE -hankkeessa (Metsähallitus 2025a).





Kuva 4. Alun perin harvapuustoiselle suolle oli kasvanut ojituksen myötä lisää mäntyä. Sitä oli sen verran vähän, että puusto jätettiin hakkaamatta ja suo ennallistumaan puineen kaikkineen. Lieksa, Pienten Salmilampien suo. Kuvat: Maarit Similä.

Soiden ekosysteemipalveluja voidaan turvata ja palauttaa ennallistamalla

Kaisu Aapala

Ekosysteemipalvelun käsite ja siihen liittyvä keskustelu ovat tuoneet näkyväksi luonnon ihmiselle tarjoamat aineelliset ja aineettomat hyödyt (IPBES 2019). Ekosysteemipalveluilla tarkoitetaan luonnosta saatavia tuotteita tai ekosysteemin toimintoja ja prosesseja, jotka ovat suoraan tai epäsuorasti edellytyksenä ihmisten hyvinvoinnille (Millenium Ecosystem Assessment 2005). Palveluja voidaan ryhmitellä tuotanto-, säätely- ja ylläpito- sekä kulttuuripalveluihin.

Ekosysteemipalvelut perustuvat luonnon monimuotoisuuteen. Elinvoimaiset ja toimintakykyiset ekosysteemit ylläpitävät ekosysteemipalveluita.



Kuva 1. Tuulivoimalat muuttavat luonnontilaisten soiden tärkeiksi koettuja arvoja: hiljaisuutta ja maisemaa. Kuva: Kaisu Aapala.

Suot ovat meille monella tavalla hyödyllisiä. Soiden tuotantopalvelut, kuten marjat, riista tai puu, ovat tutuimpia ekosysteemipalveluja. Ne ovat helposti havaittavia, mitattavia ja suoraan hyödynnettäviä. Monilla tuotantopalveluilla onkin markkina-arvo ja joihinkin niistä liittyy myös suuria taloudellisia hyötyjä. Marjoihin ja riistaan liittyy myös vahva virkistyskäytön ja sosiaalisen kanssakäymisen sekä kulttuuriperinteen elementti. (Aapala ym. 2015.)

Myös soiden aineettomat kulttuuripalvelut, kuten ulkoilu ja virkistys tai suomaiseman esteettinen arvo, ovat tuttuja, monien ulottuvilla ja jokaisenoikeuksin hyödynnettävissä (kuva 1). Monille vahvin ja henkilökohtaisin side on muodostunut juuri näihin palveluihin. Soita arvostetaan rauhallisina ja hiljaisina, ympärivuotisina virkistysalueina (Ojala ym. 2013). Soiden tarjoamia aineettomia kulttuuripalveluja pidetäänkin meillä yleisesti tärkeinä. Soiden kulttuuripalveluilla voi olla myös suoraa taloudellista merkitystä esimerkiksi luontomatkailussa.

Meitä epäsuorasti hyödyttävät säätely- ja ylläpitopalvelut ovat luonnon prosesseja, joiden arvo huomataan usein vasta kun ne on menetetty. Nämä palvelut ovat usein vieraampia ja niiden tuottamat ilmaiset hyödyt ovat vaikeammin tunnistettavissa ja arvotettavissa (Silvennoinen 2012). Valtavina hiilen varastoina soilla on maailmanlaajuisesti tärkeä merkitys ilmaston säätelyssä (tietolaatikko 7). Suomessa noin kaksi kolmasosaa ekosysteemien hiilivarastosta on soiden turpeessa (Turunen & Valpola 2020). Paikallisempia hyötyjä suot tuottavat esimerkiksi puhdistamalla niiden läpi virtaavia vesiä (tietolaatikko 9) ja muodostamalla luontaisia hidasteita tai esteitä metsäpaloille (Turunen ym. 2025).

Ekosysteemipalvelujen tuotannon ja hyödyntämisen mittakaavat – missä palvelu syn-

tyy ja missä siitä hyödytään – vaikuttavat siihen, kuinka tärkeiksi eri palvelut koetaan ja keitä hyödynsaajat ovat (Aapala ym. 2015). Tuotantopalvelujen hyödynsaajat ovat varsin usein paikallisia ihmisiä. Maanomistus vaikuttaa kuitenkin joidenkin tuotantopalvelujen, Suomessa erityisesti puuntuotannon, suorien taloudellisten hyötyjen saajiin (Silvennoinen 2012). Luonnontilaisten soiden tuottamista vedenpuhdistuspalveluista hyötyvät suon alapuolisten vesistöjen käyttäjät. Soiden ilmastosäätelypalvelun hyödyt ovat maailmanlaajuisia.

Ekosysteemit tuottavat samanaikaisesti monia palveluja, joiden välillä on usein riippuvuussuhteita. Monia palveluja voidaan hyödyntää samanaikaisesti ja niillä on yhteishyötyjä. Esimerkiksi marjoja tai riistaa hyödynnetään tuotantopalveluina usein samanaikaisesti ulkoilun, virkistyskäytön, maiseman ja hyvinvoinnin kulttuuripalvelujen kanssa (Aapala ym. 2015). Toisaalta tavoite maksimoida jokin tietty palvelu voi johtaa siihen, että ekosysteemin tuottamat muut palvelut heikentyvät tai häviävät.

Suon kuivattamista edellyttävä käyttö, kuten metsätalous, muuttaa olennaisesti suoekosysteemin toimintaa ja sen vuoksi myös suon tuottamia ekosysteemipalveluja. Kun pyritään maksimoimaan yhden palvelun, puuraaka-aineen tuotanto, muut palvelut heikentyvät ja osa jopa häviää. Ojitus heikentää tai hävittää erityisesti soiden säätely- ja tukipalveluja. Ojituksen vaikutukset näkyvät myös tuotanto- ja kulttuuripalveluissa, sillä soiden hilla- ja karpalosadot sekä riistalintukannat ovat pienentyneet ja virkistysarvot heikentyneet.

Soilla maankäytön muutokset aiheuttavat lähes aina suuria muutoksia ekosysteemin toiminnassa ja siten ekosysteemipalvelujen tuotannossa. Luonnontilaisten soiden tarjoamat ekosysteemipalvelut ovatkin huomattavasti heikentyneet tai kokonaan kadonneet laajoilta alueilta Suomessa. Hävinneitä tai heikentyneitä ekosysteemipalveluja on mahdollista palauttaa ennallistamalla. Ekosysteemipalvelut ovatkin vähitellen nousseet vahvasti monimuotoisuuden rinnalle ennallistamisen tavoitteiden asettelussa (Benayas ym. 2009, Kimmel & Mander 2010, Bain ym. 2011, Bullock ym. 2011, Bonn ym. 2016, Alderson ym. 2019).

Suomessa metsäojitettujen soiden ennallistaminen on alusta alkaen ollut ekosysteemilähtöistä ja tavoitteena on ollut, että ennallistettu suo palautuisi rakenteeltaan ja toiminnaltaan luonnontilaisen kaltaiseksi ekosysteemiksi. Toimivan suoekosysteemin palautumiseen pyrkivä ennallistaminen tukee säätelypalvelujen, kuten vedenpuhdistuspalvelujen, palautumista (tietolaatikko 9). Ennallistaminen turvaa myös ilmastonmuutoksen hillinnän näkökulmasta keskeisen turpeen hiilivaraston säilymisen (Kareksela ym. 2021).

Suojelualueilla ennallistamisen ensisijainen tavoite on suoluonnon tilan parantaminen

Kaisu Aapala, Maarit Similä, Santtu Kareksela, Sakari Rehell, Nelma Aunio ja Ringa Luostarinen

Soiden ennallistaminen on Suomessa liittynyt vahvasti luonnonsuojeluun, sillä soita ennallistettiin pitkään pääasiassa suojelualueilla.

Suojelualueilla soiden ennallistamisen tavoitteena on yleensä vedenpinnan tason, veden virtauksen ja muiden luontaisten prosessien palauttaminen niin hyvin ja niin lähelle luontaisen kaltaista kuin mahdollista. Tällöin suokasvillisuuden, muun suoeliöstön ja suon luontaisten prosessien on mahdollista palautua ojituksen muuttamilla alueilla (kuva 1).

Vaikka suojelualueilla ennallistamisen ensisijainen tavoite on pysäyttää suoluonnon monimuotoisuuden heikentyminen, ovat ennallistamisen ilmasto- ja vesistöhyödyt myös tärkeitä (luku 6.1).

Lähtökohtana on valuma-alue

Suojelualueilla on monissa tapauksissa mahdollista suunnitella ja toteuttaa ennallistaminen valuma-aluelähtöisesti (tietolaatikko 22). Sekin on kuitenkin tavallista, että suojelualueiden suot ovat saarekkeita ojitettujen alueiden keskellä. Näiden soiden toimivuuden ja lajistollisen monimuotoisuuden kannalta on ratkaisevaa, mitä suojelualueiden ympärillä tapahtuu (esim. Rehell 2017, Sallinen ym. 2019).

Tulevaisuudessa nousee yhä tärkeämmäksi suojelun ja ympäröivän maankäytön tavoitteiden yhteensovittaminen. Monissa tapauksissa olisi esimerkiksi mahdollista parantaa suojelualueiden soiden tilaa ohjaamalla niille luontaisesti kuuluvia vesiä ympäröiviltä ojitusalueilta siten, että vettymishaitat talousmetsissä jäisivät vähäisiksi (Granqvist ym. 2024).

Vastaavasti ennallistamisen aiheuttama ravinnekuormitus alapuolisissa vesistöissä pyritään pitämään mahdollisimman pienenä huolellisella, valuma-aluelähtöisellä suunnittelulla (luku 6.4).

Ennallistaminen ei ole aina mahdollista tai tarpeellista

Suojelualueen ennallistettavan suon hydrologian palautuminen voi jäädä puutteelliseksi esimerkiksi suojelualueiden ulkopuolella olevien ojitusten takia. Jos suunnitteluvaiheessa havaitaan, että ennallistamisen keskeisiä tavoitteita ei voida saavuttaa suojelualueen nykyisten rajojen sisällä, ennallistamiseen ei yleensä ryhdytä ennen kuin olosuhteet on saatu muutettua otollisemmaksi ennallistamiselle.

Ennallistamisella ei myöskään vaaranneta olemassa olevia luonto- tai kulttuuriarvoja, esimerkiksi arvokasta suolajistoa tai häiriöille erityisen herkkiä lähdelajeja. Ojitettuun korpeen on voinut kehittyä arvokkaita vanhan metsän rakennepiirteitä, kuten runsas ja monipuolinen lahopuusto. Silloin ennallistamisen tarpeellisuutta on harkittava erityisen tarkkaan.

Luonnonsuojelulain harkinnanvarainen tuki

Puustoisten elinympäristöjen ennallistamiseen, kunnostukseen ja hoitoon voi saada luonnonsuojelulain harkinnanvaraista tukea (Luonnonsuojelulaki 9/2023, Valtioneuvoston asetus 800/2022). Tuen tavoitteena on parantaa heikentyneiden metsä- ja suoluontotyyppien ja -lajien elinympäristöjen tilaa ja edistää niiden sopeutumista ilmastonmuutokseen. Sitä voi saada esimerkiksi korpien, lettojen ja muiden ravinteisten soiden ennallistamiseen. Tuki kohdennetaan ensisijaisesti luonnonsuojelulailla toteutetuille kohteille (yksityiset luonnonsuojelualueet, luontotyyppien rajausalueet) ja muille lajistollisesti tai luontotyypeiltään arvokkaille kohteille.

Tuen myöntää ELY-keskus (jatkossa alueelliset elinvoimakeskukset).

Tuen myöntämisen edellytyksenä on, että tuki kokonaisuutena arvioiden edistää luonnon monimuotoisuuden suojelua koskevien tavoitteiden saavuttamista eikä toimenpiteeseen ole myönnetty muuta julkista rahoitusta. Tukea ei voida myöntää toimenpiteille, joista maanomistaja saa muuta kuin kotitarvehakkuuseen rinnastuvaa tuloa. Tuki voi kattaa kustannukset osaksi tai kokonaan. Tuen myöntämisen edellytyksenä on lisäksi, että maanomistaja sitoutuu kohteen säilyttämiseen kymmeneksi vuodeksi.



Kuva 1. Märän aapasuon yli oli tehty penkkatie ja kaivettu tietä kuivattava oja. Ne heikensivät aapasuon vesitaloutta erittäin paljon ja laajalla alueella. Penkkatie purettiin ja oja tukittiin, jotta Martimoaavan suojelualueen vedet saatiin liikkumaan taas luontaiseen tapaan. Kuva: Mika Puustinen.

Monitavoitteista soiden ennallistamista metsätalousmailla

Kaisu Aapala, Nelma Aunio, Reijo Hokkanen, Asmo Hyvärinen, Samuli Joensuu, Santtu Kareksela, Mari Pänkäläinen, Sakari Rehell, Riikka Salomaa ja Maarit Similä

Metsätalousalueiden soiden ennallistamiselle on monenlaisia tavoitteita, joten mahdollisten toimenpiteiden kirjo on myös laaja. Ennallistamisen ekologiset tavoitteet ovat juuriltaan samat kuin muilla suoalueilla, mutta talousmetsien tavoitteissa korostuvat useammin esimerkiksi erityisen tärkeiden elinympäristöjen ennallistaminen, vesiensuojelu, riistanhoito tai alueen virkistyskäyttö. Soita ennallistettaessa tulisi aina huomioida koko valuma-alue, vaikka useiden maanomistajien valuma-alueella tavoitteen asettelussa tarvitaan usein kompromisseja.

Valuma-aluesuunnittelu tähtää kokonaisvaltaiseen vesienhallintaan. Monihyötyisessä valuma-aluesuunnittelussa otetaan huomioon eri maankäyttösektoreiden toimet ja vaikutukset luontoon, luonnon monimuotoisuuteen, vesistökuormitukseen ja ilmastoon. Maa- ja metsätalouden lisäksi ennallistaminen voi olla osana tätä kokonaisuutta. Esimerkiksi tukkimalla ojia tai ohjaamalla vesiä ennallistamis- tai vesiensuojelutarkoituksissa metsätalouden kannalta vähäarvoisille kitu- tai joutomaille voidaan vähentää vesistökuormitusta. Samalla vettä varastoituu suohon, ja niin metsien kuin alapuolisten peltojenkin kuivumisriski pienenee. Syntyy tilanne, josta kaikki hyötyvät.

Myös metsätalousalueilla suon ennallistamisen tavoitteena voi olla arvokkaan luontotyypin ennallistaminen luontaisen kaltaiseen, ojitusta edeltäneeseen tilaan. Toisaalta voidaan joutua tyytymään myös suokokonaisuuden keskeisten ominaispiirteiden palauttamiseen ilman, että pyritään varsinaisesti palauttamaan suota ojitusta edeltäneeseen tilaan. Suo tai sen osa voidaan joissain tapauksissa jättää vettymään passiivisesti (ilman varsinaisia ennallistamistoimia), varsinkin jos ojat ovat jo umpeutumassa, jolloin alueen puustoon sitoutunut hiili ja mahdolliset metsälajistoon liittyvät luontoarvot säilyvät.

Yksityismaanomistajat soiden ennallistajina

Yksityismailla ennallistamisen lähtökohtana on aina vapaaehtoisuus ja maanomistajan maidensa käytölle asettamat tavoitteet (kuva 1).

Yksityisten maanomistajien näkökulmasta tärkeimmät motiivit ja perustelut soiden ennallistamiselle ovat monimuotoisuuden lisääminen, vesiensuojelu ja ilmastonmuutokseen vaikuttaminen. Maataloustuottajista ja metsänomistajista yli 80 % pitää tärkeänä luonnon monimuotoisuuden turvaamista omassa toiminnassaan (MTK & SLC 2024). He ovat kiinnostuneita maa- ja metsätalouden vaikutuksista ympäristöön sekä valmiita toimimaan luonnon monimuotoisuuden ylläpitämiseksi ja lisäämiseksi.

Luonnon monimuotoisuuden turvaamista painottavat maanomistajat voivat suhtautua myönteisimmin soiden ennallistamistoimenpiteisiin omistamillaan mailla. Toisaalta maanomistajat kaipaavat ennallistamistarpeen perusteluihin konkretiaa. Usein suomarjasadon palautuminen, riekon elinympäristön parantuminen tai vesienhallinta, kuten kuivuus- ja tulvajaksoihin vaikuttaminen, ovat maanomistajille tärkeitä soiden ennallistamisen perusteita. Myös huoli paikallisen vesistön tilasta voi motivoida soiden ennallistamista yksityismailla.

Yleensä maanomistajilla on mailleen taloudellisia tavoitteita, jotka vaikuttavat soiden ennallistamismahdollisuuksiin ja ennallistamisen tavoitteiden asetteluun. Metsä- tai maatalouskäytössä olevien alueiden vettymisriskit on huomioitava ja kerrottava niistä etukäteen maanomistajalle. Suon ennallista-



Kuva 1. Metsäkeskuksen suunnittelija, luonnonhoidon asiantuntija Ville Koukkari (vasemmalla) ja maanomistaja Heikki Mosorin tutustumassa Mosorinin mailla ennallistettuun suohon. Kuva: Outi Tehomaa.

mista suunniteltaessa ennallistamistavoitteiden lisäksi huomioidaan maanomistajan toiveet ja tavoitteet maankäytölle. Maanomistajien ennallistamisaktivointiin kaivataan uusia toimintamalleja ja ennallistamistalouden kehittämistä (Laasasenaho ym. 2024).

Ohjauskeinoja ja kannusteita yksityismaiden soiden vapaaehtoiseen ennallistamiseen

Yksityismaiden metsänhoidon suositukset (Maa- ja metsätalousministeriö 2025) sisältävät monia suoekosysteemin tilaa parantavia tai tukevia toimenpiteitä, kuten suosituksia pintavalutuksen hyödyntämisestä ja vesien ohjaamisesta kitu- tai joutomaille. Vesiensuojelullisten tavoitteiden lisäksi nämä keinot voivat parantaa myös soiden vesitaloutta.

Metsäsertifioinnilla pyritään osoittamaan, että metsiä käytetään vastuullisesti ja kestävästi. Tämä tarkoittaa ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestävää metsien hoitoa ja käsittelyä, jolla ei heikennetä tulevien sukupolvien elämisen mahdollisuuksia. Suomessa metsät sertifioidaan yleensä alueellisena ryhmäsertifiointina.

Suomessa on käytössä kaksi suurta sertifiointijärjestelmää: PEFC ja FSC. Suomen metsistä noin 90 prosenttia on PEFC-sertifioituja ja 10 prosenttia FSC-sertifioituja. PEFC-sertifikaatissa huomioidaan puuntuotannollisesti vähätuottoisten ojitettujen soiden jättäminen ennallistumaan. FSC-sertifikaatissa huomioidaan kunnostusojitettavien kohteiden yhteydessä sijaitsevien äärimmäisen uhanalaisiksi (CR) vuoden 2018 uhanalaisarviossa luokiteltujen ojitettujen soiden (pois lukien turvekankaiksi muuttuneet kangaskorvet) ennallistaminen, mikäli tämä on luonnonsuojellullisesti tarkoituksenmukaista.

Eri tahojen monimuotoisuustiekartoissa soiden ennallistaminen jää melko vähälle huomiolle. Konkreettisimpia tavoitteita esitetään UPM Metsän elinympäristöohjel-

massa (UPM Metsä 2024). Ohjelman kuudesta teemasta yksi on ojitettujen soiden ennallistaminen. Tavoitteena on ennallistaa vähintään 3 000 hehtaaria ojitettuja soita vuosina 2024–2030. Yhtiön mailta on löydetty paikkatietoanalyyseillä 20 000 hehtaaria ennallistamiseen sopivia turvemaita, joiden soveltuvuutta ennallistamiseen selvitetään.

Puuta jalostavan teollisuuden monimuotoisuustiekartassa suolajiston taantumisen on todettu jatkuvan, mutta taantumisen hidastamiseen tai suoluonnon tilan parantamiseen ylipäätään ei ole esitetty keinoja tai sitoumuksia (Metsäteollisuus ry & Sahateollisuus ry 2023).

MTK:n ja SLC:n luonnon monimuotoisuuden tiekartassa ei ole suoraan soiden ennallistamiseen liittyviä tavoitteita (MTK & SLC 2024). Sen sijaan tiekartassa on yleisempiä ennallistamiseen liittyviä tavoitteita: vapaaehtoisuuteen perustuva ennallistaminen parantaa ekosysteemien tilaa ja niiden kykyä tuottaa ekosysteemipalveluita, maanomistaja on tietoinen maidensa potentiaalisista ennallistamiskohteista sekä ennallistamisen toteutusmahdollisuuksista, maanomistaja on määritellyt tavoitteensa ennallistamiselle ja ennallistamisvaihtoehdon valitseminen on maanomistajalle vähintään yhtä kannattavaa kuin alueen muunlainen taloudellinen hyödyntäminen.

Yksityismaiden metsätalouden tuet soiden ennallistamisen mahdollistajana

Yksityismaiden soiden ennallistamiseen on mahdollista hyödyntää metsätaloudesta tuttuja tukimuotoja. Vuonna 2024 voimaan tulleen uuden metsätalouden kannustejärjestelmän, metkan, tavoite on edistää taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävää metsän hoitoa ja käyttöä yksityismetsissä. Noin neljännes järjestelmän budjettiesityksen yhteissummasta liittyy luonnonhoitoon. Monimuotoisuutta edistäviä toimia järjestelmässä ovat ympäristötuki sekä luonnonhoidon ja kulotuksen tuet.

Metkan luonnonhoidon tukea voidaan myöntää monimuotoisuuden kannalta tärkeiden elinympäristöjen hoito- ja kunnostustöihin, metsä- ja suoelinympäristöjen ennallistamiseen sekä aikaisemmin toteutetuista metsäojituksista aiheutuneiden vesistöhaittojen estämiseen tai korjaamiseen. Tukea voidaan myöntää myös edellä mainittujen toimenpiteiden ohella tehtävään riistan elinympäristöjen parantamiseen tai metsien maisema-, kulttuuri- ja virkistysarvojen kehittämiseen tai muuhun monikäytön edistämiseen.

Ympäristötukisopimukseen voi sisältyä METSO-ohjelman mukaisia elinympäristöjä, joiden luontoarvoja voidaan parantaa ja palauttaa luonnonhoitotoimenpiteillä. Luonnonhoidon toimenpiteistä sovitaan metsänomistajan kanssa ympäristötukihakemuksen valmistelun yhteydessä.

Ympäristötukihakemuksen yhteydessä voidaan hakea tukea myös elinympäristön hoitoja käyttösuunnitelman laatimiseen sekä luonnonhoitotöihin. Nämä tuet voidaan myöntää muulle kuin metsänomistajan työlle.

Elinympäristöjen kunnostustoimenpiteitä voivat olla esimerkiksi pienvesien tilaa parantavat hoitotyöt kuten lähteiden kunnostus ja veden palautus vanhaan purouomaan tai suon ennallistaminen ojia tukkimalla tai patoamalla.

Soiden ennallistaminen METSO- ja Helmi-ohjelmissa

METSO- ja Helmi-ohjelmien mukaisiin luonnonhoitotöihin, kuten puustoisten elinympäristöjen ennallistamiseen, kunnostukseen ja hoitoon, voidaan myöntää metsätalouden kannustejärjestelmän mukaista luonnonhoitotyön tukea tai luonnonsuojelulain (9/2023) mukaista tukea.

METSO-ohjelmassa ei ole esitetty kokonaistavoitetta soiden ennallistamiselle. Ohjelmassa on ennallistettu yksityismaiden talousmetsien soita yhteensä noin 1 400 hehtaaria vuosina 2008–2024 (Anttila ym. 2025). Soita on ennallistettu joko ympäristötuen yhteydessä luonnonhoitotöinä tai Metsäkeskuk-

sen luonnonhoitohankkeina. Yleisimmin on ennallistettu pienialaisia korpia, joihin usein liittyy myös pienvesien ennallistamista.

Helmi-ohjelmassa tavoitteena on ennallistaa 20 000 hehtaaria soita suojelualueiden ulkopuolella, yksityismailla, vuoteen 2030 mennessä (Valtioneuvoston periaatepäätös 2021). Suoluonnon monimuotoisuuden turvaamisen lisäksi huomioidaan ilmasto- ja vesistövaikutukset. Helmi-ohjelman toteutus on vasta alussa. Vastuullisia organisaatioita ovat ELY-keskukset (jatkossa elinvoimakeskukset) ja Suomen metsäkeskus.

Vapaaehtoinen ekologinen kompensaatio

Tulevaisuudessa talousmetsien soiden ennallistamisen tärkeäksi tavoitteeksi voi nousta soiden säätelypalvelujen (ilmasto- ja vedensäätely) palauttaminen, kunhan toimintaan suunnitellut rahoitusmekanismit (esimerkiksi hiilikauppa ja ekologinen kompensaatio) saadaan toimimaan myös Suomessa (Vatn 2010, Tanneberger & Wichtmann 2011, Hirst ym. 2012).

Vapaaehtoisen ekologisen kompensaation (luonnonsuojelulaki 9/2023, ympäristöministeriön asetus 933/2023) keinoin toimija, joka toiminnallaan heikentää luonnonarvoja, voi hyvittää luontotyypille tai eliölajin elinympäristölle aiheutuvan heikennyksen hyvittävillä toimenpiteillä tuotetuilla luonnonarvoilla. Hyvittäviä toimenpiteitä voivat olla esimerkiksi heikentyneen alueen ennallistaminen, luontotyypin tai eliölajin elinympäristön pinta-alan lisääminen toisaalla tai luontotyypin tai eliölajin elinympäristön ekologisen laadun parantaminen.

Vapaaehtoisen ekologisen kompensaation keinoin maanomistajille tarjoutuu mahdollisuus tuottaa ja myydä luonnonarvoja heikennyksen aiheuttajille.

Metsätaloudellisesti kannattamattomien ojitettujen soiden ennallistamispotentiaali

Uudisojitushankkeissa ojitettiin myös vähätuottoisia soita, jopa karuja avosoita. Myöhemmin näiden ojittamisen on todettu olleen taloudellisesti kannattamatonta, koska karuilla soilla puuntuotanto vaatii lisäinvestointina toistuvaa lannoitusta. Ojitetuilla karuilla soilla pintakerros on kuivunut, pintakasvillisuus on muuttunut kangasmetsien kasvillisuuden suuntaan ja samalla lakka- ja karpalosadot ovat hävinneet.

Vesitalouden palauttaminen karuille soille palauttaa – hitaasti - niiltä hävinneen suolajiston, myös karpalon ja lakan. Myös riistalajit hyötyvät ennallistamisesta ja vesienpalautuksesta.

Suomessa on arvioitu olevan yli 800 000 hehtaaria metsäojitettuja soita, joilla metsätalous ei kannata taloudellisesti (Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011). Lisäksi on ojitusalueita, joissa toisen puusukupolven kasvattaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa. Kaiken kaikkiaan metsätalouskäytön ulkopuolelle arvioidaan näistä syistä jäävän noin miljoona hehtaaria ojitettuja soita, joista osa on yksityismailla.

Yksi vaihtoehto metsätaloudellisesti kannattamattomien ojitusalueiden jälkikäytölle on ennallistaminen. Ennallistaminen tällaisilla kohteilla helpottui, kun metsälaista (1085/2013) poistettiin uudistamisvelvoite alun perin avoimilta tai harvapuustoisilta ojitetuilta soilta, jotka ennallistetaan Suomen metsäkeskuksen tai viranomaisen hyväksymän suunnitelman mukaisesti (5 a §).

Ennallistettaviksi sopivat esimerkiksi ojituksella luontaisesta valuma-alueestaan eristetyt ja tämän takia kuivuneet sekä kasvistoltaan muuttuneet vähätuottoiset aapasuot. Tällaisia aapasoita voidaan ennallistaa palauttamalla niiden yläpuolisten valuma-alueiden vedet takaisin avosuolle johdeojilla ja patoamalla sopivista kohdista niskaojat, jot-

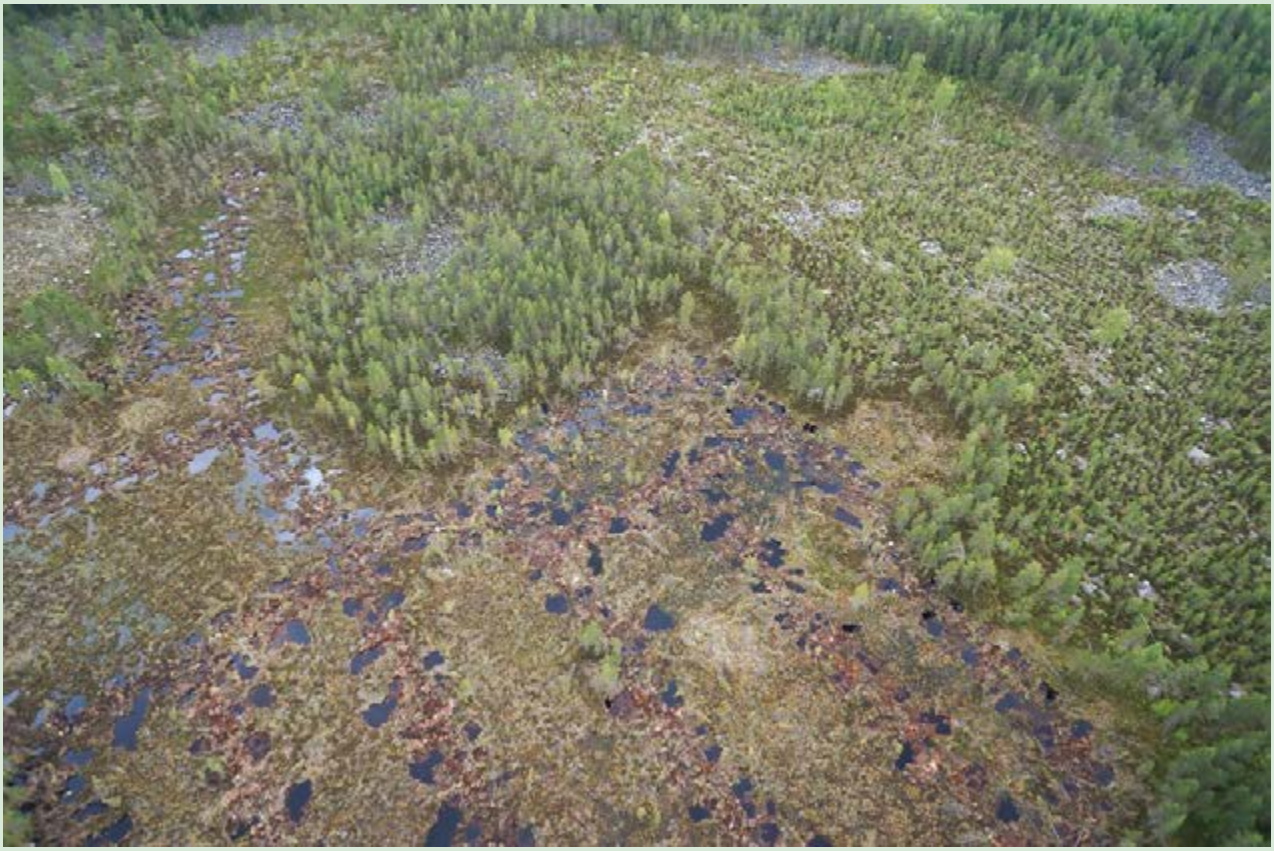
ka muutoin johtaisivat valuma-alueiden vedet suon ohi.

Soiden ennallistamisen tavoitteet valtion talousmetsissä

Valtion metsätalouskäytössä olevien monikäyttömetsien ojitettujen turvemaiden suunnittelussa päätetään, kasvatetaanko alueella puustoa, jätetäänkö alue kehittymään ilman aktiivisia toimia vai ennallistetaanko alue.

Valtion metsätalousalueilla ennallistaminen aloitettiin luontokohteista sekä ojitetuista vähäpuustoisista rämeistä, joita ennallistettiin riekkojen (*Lagopus lagopus*) elinympäristöiksi. Riekko on taantunut voimakkaasti erityisesti Etelä-Suomessa, kun ojitetut suot ovat puustottuneet. Pienialaisia korpia on ennallistettu kanalintujen poikueympäristöiksi.

Nykyisin soita ennallistetaan valtion monikäyttömetsissä eripuolilla Suomea osana tavanomaista metsätaloustoimintaa (kuva 2). Metsähallituksen metsätalouden ympäristöoppaan mukaan valtion talousmetsissä soiden ennallistamisen tavoitteena on edistää suoluontoarvojen säilymistä ja palautumista (Thomssen ym. 2025). Helmi-ohjelmassa tavoitteena on ennallistaa 9 300 hehtaaria soita valtion monikäyttömetsissä vuoteen 2030 mennessä (Valtioneuvoston periaatepäätös 2021).



Kuva 2. Ennallistettua suota Metsähallituksen Metsätalous Oy:n monikäyttömetsässä Kinnulassa. Suo on Metsähallituksen alue-ekologisen verkoston luontokohde ja metsätaloustoiminnan ulkopuolella. Ympäröivillä kivennäismailla on hakkuualueita sekä taimikoita. Kuva: Timo Halme 2014.

Ennallistamisen mittakaavat

Antti Sallinen, Sakari Rehell ja Santtu Kareksela

Ennallistamista ja sen vaikutuksia voidaan tarkastella monessa mittakaavassa. Yksittäisen toimenpiteen suorat vaikutukset voivat olla suppeita, mutta jos toimenpiteet suunnitellaan oikein, saadaan eri toimenpiteiden yhteisvaikutuksena parannettua ekosysteemien tilaa laaja-alaisesti. Myös EU:n luontodirektiivin luontotyypit, kuten aapasuot, keidassuot, letot, vaihettumissuot ja rantasuot, ovat kuviotasoa laajempia kokonaisuuksia. Niidenkin ennallistamistoimet toki tehdään lähinnä kuviotasolla, mutta toimenpiteiden tarkoituksena on koko luontotyyppiesiintymän tilan parantaminen (ks. tietolaatikko 1).

Ennallistaminen kannattaa suunnitella ja sen hyötyjä tarkastella suoallas- tai suoyhdistymätasoisina hydrologisina kokonaisuuksina sekä laajemmin valuma-alue- ja maisematasolla (luku 2.4). Tällöin huomioidaan ennallistamistoimien lähivaikutuksien lisäksi koko suoyhdistymän vesitalouden turvaaminen ja palautuminen sekä siitä seuraava kasvillisuuskehitys ja turpeenmuodostus. Tärkeitä ovat myös vaikutukset alapuolisiin vesistöihin.

Suoyhdistymätasolla kohteen ennallistuminen tarkoittaa aktiivisin tai passiivisin toimin aikaansaatua muutosta, joka johtaa kokonaisuuden riittävään palautumiseen sekä toimintakykyyn ja säilymiseen myös pidemmällä aikavälillä. Tämä ei välttämättä edellytä suoyhdistymän kaikkien osien ennallistamista, vaan kohdennettuja, kokonaisuuden luontaista hydrologiaa tukevia toimia. Tällainen toimi voi olla esimerkiksi aapasuon ojittamatonta keskiosaa ympäröivän ojitetun valuma-alueen vesien johtaminen aapasuon keskiosien rimpinevalle.

Suoyhdistymän hyvä tila ei siten välttämättä edellytä suoyhdistymän kaikkien ojien tukkimista. Voi riittää, että oikein sijoitetuilla toimenpiteillä saadaan kokonaisuuden vesitalous toimimaan.

Jos ennallistamisen tavoitteena on suoyhdistymän reuna-alueen puustoisten soiden tilan parantaminen, ei pelkkä veden johtaminen suoyhdistymän keskiosiin riitä. Puustoisten soiden vesitalouden palauttaminen edellyttää niihin kohdistuvia toimenpiteitä tai vähintään niiden metsien käyttöön liittyviä uudenlaisia ratkaisuja.

Keidas- ja aapasoiden kokonaisvaltainen hydrologia ja ennallistamisen kustannus-hyöty-tarkastelu

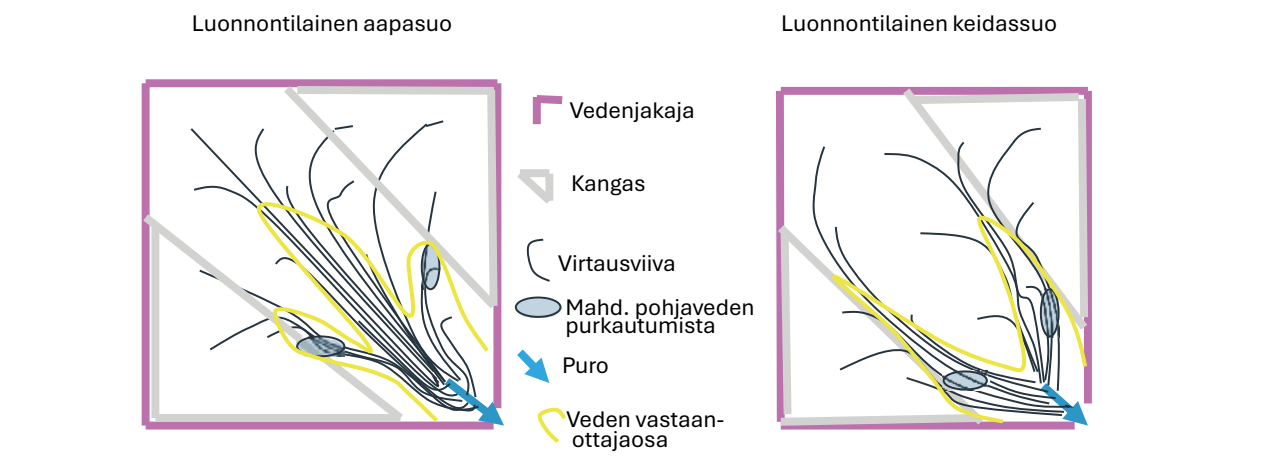
Suoyhdistymien kokonaisvaltainen hydrologinen tarkastelu ja yhdistymän erityispiirteiden huomioiminen on ennallistamisessa tärkeää. Hydrologisina kokonaisuuksina keidas- ja aapasuot eroavat toisistaan merkittävästi, mutta molemmista on löydettävissä toiminnallisesti ja rakenteellisesti samantyyppisiä osia, joiden ominaispiirteet ja rooli suoyhdistymässä on hyvä ottaa ennallistamisessa huomioon (kuvat 1 ja 2).

Kun selvitetään luontotyyppien tilan parantamista laajemmalla tasolla, joudutaan miettimään, miten erilaisten suojeltujen ja suojelemattomien alueiden käyttö saadaan sovitettua mahdollisimman hyvin yhteen kokonaistavoitteen kanssa. Tarvitaan kustannusten ja hyötyjen arvioimista.

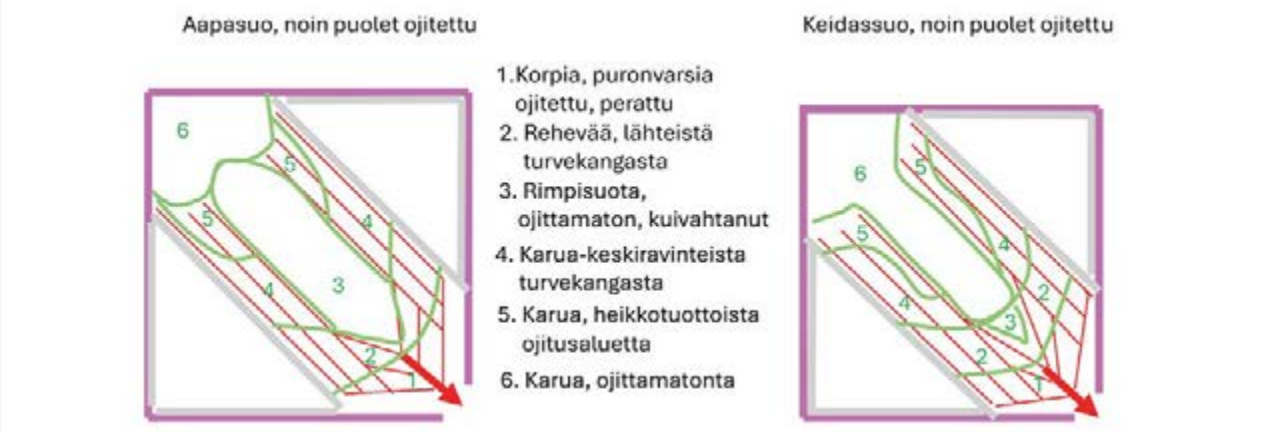
Vertailua vaikeuttaa se, että ennallistamisen kustannukset tulevat maksettavaksi heti, mutta hyödyt ilmenevät pitemmällä aikavälillä ja kohdistuvat yksittäisen maanomistajan maita laajemmalle alueelle.

Toisaalta toimivaksi palautettu ekosysteemi kehittyy itsestään, ilman jatkotoimia, koko ajan paremmaksi. Ennallistamiskustannusta voidaan siten pitää kertaluontoisena.

Rehevimpien soiden, erityisesti purojen tuntumaan sijoittuvien korpikohteiden, ennallistamisella voidaan pitkällä aikavälillä saavuttaa huomattavan suuria hyötyjä monimuo-



Kuva 1. Luonnontilaisen aapa- ja keidassuoyhdistymän vedenvirtauskuvioita.



Kuva 2. Aapa- ja keidassuoyhdistymän rakennepiirteitä ja tyypillinen ojitustilanne, jossa noin puolet yhdistymästä on ojitettu. Osittainenkin ojitus muuttaa koko yhdistymän vedenvirtauskuvioita. Ojitukset ovat yleensä rehevimmissä ja puustoisimmissa osissa. Molemmissa yhdistymätyypeissä on samantapaisia, veden virtauksen mukaan määräytyviä pääosia.

toisuudelle, vesistöille ja ilmastolle (Laine ym. 2024). Niiden ennallistamisen luonnonsuojelullinen kustannusvaikuttavuus on siten yleensä selvästi karumpia suon osia suurempi. Tällaisilla alueilla kustannuksia voidaan myös vähentää rajoitetuilla hakkuilla, mutta toisaalta hakkuut vähentävät monimuotoisuushyötyjä.

Ennallistamisen pinta-alatavoitteiden saavuttamiseksi ennallistettavaksi valitaan usein heikkokasvuisiksi jääneitä, karuja ojitusalueita, koska niissä ennallistamisen kustannukset ovat verrattain matalat. Karujen ojitusalueiden monimuotoisuushyödyt voivat kuitenkin olla keskimäärin pieniä suhteessa kustannuksiin, koska näillä alueilla esimerkiksi suon pinnan pienmuotojen vaihtelu palautuu ennallistamisen myötä usein vaillinaisesti. Etenkään rimpipinnat eivät aina palaudu. Laatikaisen ym. (2025) mukaan karut, puuntuotannon suhteen epäonnistuneet ojitusalueet näyttävät kuitenkin olevan otollisimpia kohteita ennallistamisen jälkeiselle rahkasammalen kasvulle ja siihen perustuvalle hiilensidonnalle, ainakin Etelä-Suomen oloissa.

Rahkasammaleiset, tasaisen kosteat suot voivat rajoittaa myös metsäpaloja. Sitä kautta niillä voi olla – luonnontilaisina tai ennallistettuina – ilmaston kannalta aiemmin ajateltua suurempi merkitys (Turunen ym. 2025).

Reunaojien vuoksi kuivuneilla rimpisoilla voidaan hyvin suunnitellulla vesien ohjaamisella ja patoamisella saavuttaa merkittäviä vesistö- ja monimuotoisuushyötyjä varsin pienillä kustannuksilla.

Metsäojitetun ja ennallistetun suon ilmastovaikutukset

Eeva-Stiina Tuittila ja Anna M. Laine

Soilla on keskeinen vaikutus ilmakehän kasvihuonekaasujen, hiilidioksidin ja metaanin, pitoisuuksiin, sillä suot toimivat valtavina ilmakehän hiilen pitkäaikaisvarastoina. Nämä varastot ovat jatkuvassa dynaamisessa vuorovaikutuksessa ilmakehän kanssa. Ilmastonäkökulmasta pohjoisen pallonpuoliskon soilla on kolme keskeistä toimintoa: ne varastoivat kolmanneksen maapallon maaperän hiilestä, ovat ilmakehän hiilidioksidin nettositojia ja vapauttavat ilmakehään 20–30 % koko globaalista vuotuisesta metaaniemissiosta (Gorham 1991, Turunen ym. 2002, Lafleur ym. 2003, Nilsson ym. 2008, Yu 2012, Saunois ym. 2024).

Soiden kuivatuksen on todettu muuttavan niiden roolia suurilmaston säätelyssä. Metsäojituksessa vedenpinnan lasku käynnistää kuivatussukkession ilmakehän hiilidioksidia sitovissa kasviyhteisöissä ja orgaanista ainetta hajottavissa mikrobiyhteisöissä (Laine ym. 1995b, Jaatinen ym. 2007). Heti ojituksen jälkeen olemassa oleva kosteisiin oloihin sopeutunut kasvillisuus alkaa taantua. Kasvilajiston muuttuessa muuttuu myös karikkeen laatu ja hajottajille tarjolla olevan helposti hajotettavan aineen määrä, mikä puolestaan vaikuttaa mikrobiyhteisöön (Laiho 2006, Straková ym. 2012). Aiemmin hapettomiin oloihin kertyneen vanhan orgaanisen aineen hajoaminen nopeutuu syventyneessä hapellisessa kerroksessa (Pitkänen ym. 2013), kun hapen niukkuus ei enää rajoita hajotusprosesseja (Fenner & Freeman 2011). Vanhan orgaanisen aineen hajoaminen vapauttaa ilmakehään hiilidioksidia (Martikainen ym. 1995).

On todennäköistä, että kaikki suot ovat ojituksen jälkeen jonkin aikaa hiilen lähteitä, ennen kuin muuttuva kasvillisuus ja aiempaa nopeammin kasvava puusto alkavat osalla soista kompensoida turpeen hajotuksessa vapautuvaa hiiltä ja hidastaa hajotusta tuottamalla hitaasti hajoavaa kariketta pintaturpeeseen. Osa metsäojitetuista soista toimii tilanteen vakiinnuttua ilmakehän hiilinieluina, osa taas hiilen lähteinä (Ojanen ym. 2010, 2012, Lohila ym. 2011, Meyer ym. 2013). Erot ovat sidoksissa suon ravinteisuuteen ja ilmastoon: rehevät eteläsuomalaiset metsäojitetut suot ovat useammin hiilen lähteitä kuin karut pohjoissuomalaiset ojitusalueet (Ojanen ym. 2010, 2012, 2013). Metaaniemissiot puolestaan pienenevät metaanin tuoton vähentyessä ja hapetuksen lisääntyessä, ja ojitetut suot voivat toimia jopa pieninä metaaninieluina (Roulet ym. 1993, Yrjälä ym. 2011, Rissanen ym. 2023).

Ennallistamisen tavoitteena on saada aikaan itseään ylläpitävä suoekosysteemi eli palauttaa soille ominaiset luontaiset toiminnat ja tyypilliset kasvi-, eläin- ja mikrobiyhdyskunnat (Nellemann & Corcoran 2010, Gann et al. 2019). Ensimmäinen vaihe ennallistamisessa on luonnontilaiselle suolle ominaisen korkean vedenpinnan palauttaminen (Vasander ym. 2003, Aapala ym. 2013). Vedenpinnan nosto hidastaa hapellista hajotusta, vähentää hiilidioksidiemissioita vakauttaen hiilivarastoa ja johtaa suon hiilinielun palautumiseen (Komulainen ym. 1999, Tuittila ym. 1999, Wilson ym. 2007, Waddington ym. 2010, Laine et al. 2019).

Kasvillisuuden ja hiilinielun palautuminen näyttää alussa olevan nopeampaa rehevillä kuin karuilla soilla (Komulainen ym. 1999), mutta kuivatuksen voimakkaammin muuttamina rehevät suot ovat kauempana luonnontilaisesta kuin karut suot, jotka siksi voivat palata nopeammin luonnontilaisen kaltaiseksi (kuva 1).

Vaikka vettämisen käynnistämän kasvillisuuden kehityksen (mm. Haapalehto ym. 2011, Laine ym. 2011, Maanavilja ym. 2014) ajatellaan johtavan luonnontilaisille soille ominaiseen melko pieneen vuotuiseen hiilinieluun (Wilson 2016), ennallistetulla turvetuotantoalalla



Kuva 1. Hiilidioksidinvaihdon mittausta kaksi vuotta aiemmin ennallistetulla metsäojitetulla rämeellä. Suohon sitoutuvan ja sieltä vapautuvan hiilidioksidin ja metaanin määrä mitataan tässä kammiomenetelmällä. Kuva: Pasi Jalkanen.

on mitattu huomattavasti suurempaakin hiilensidontaa vettämisen jälkeisinä ensimmäisinä vuosina (Soini ym. 2010, Nugent ym. 2018). Vedenpinnan nosto puolestaan lisää metaaniemissioita (mm. Waddington & Day 2007). Keski-Euroopassa maatalouskäytössä olleilta ennallistetuilta soilta on mitattu poikkeuksellisen korkeita metaaniemissioita (Hendriks ym. 2007, Freibauer ym. 2008, Harpenslager ym. 2015). Muissa tutkimuksissa metaaniemissio on ollut ennallistetuilla soilla vähäisempää kuin luonnontilaisilla soilla (mm. Komulainen ym. 1998, Tuittila ym. 2000a, Marinier ym. 2004, Jauhiainen ym. 2008, Juottonen ym. 2012, Urbanová ym. 2013). Ennallistamisen jälkeen alhaisiksi jäävät metaaniemissiot on yhdistetty alhaiseen metaania tuottavien mikrobien määrään ja niiden muuttuneeseen yhteisörakenteeseen (Juottonen ym. 2012, Urbanová ym. 2013). Vaikuttaa siltä, että metaanikierron ennallistuminen on hitaampi prosessi kuin hiilen sidonnan palautuminen, ja juuri mikrobiyhteisön palautuminen on metaanikierron ennallistumisessa avainasemassa.

Metsäojitettujen soiden ennallistamisen ilmastovaikutuksista on toistaiseksi hyvin vähän tutkittua tietoa (Wilson ym. 2016). Sitä kuitenkin tarvitaan kipeästi mm. kansallista kasvihuonekaasuraportointia varten, sillä Suomi on sitoutunut raportoimaan vuosittaiset päästönsä YK:n Ilmastosopimuksen sihteeristölle. Vuonna 2011 pidetyssä ilmastokonferenssissa sovittiin, että vetetyt suot tullaan sisällyttämään yhtenä maankäyttöluokkana Kioton pöytäkirjan mukaiseen kasvihuonekaasulaskentaan. Mallinnuksissa ja kasvihuonekaasulaskennassa on tähän asti rinnastettu ennallistetut suot luonnontilaisiin ja käytetty näiltä mitattuja kaasunvaihdon estimaatteja (Wilson ym. 2016, Ojanen & Minkkinen 2020, Laine ym. 2024). Ennallistamisen jälkeen ajan kuluessa tapahtuvien kaasunvaihdon muutosten määrittäminen olisi kuitenkin olennaista luotettavan ilmastovaikutusarvioinnin kannalta.

3 Soiden vesitalous

Sakari Rehell, Tapani Sallantaus, Teemu Tahvanainen ja Samuli Joensuu

3.1 Valuma-alue ja vedenjakajat

Suon valuma-alue määrittelee suon vesitalouden. Suon valuma-alueella tarkoitetaan sitä aluetta suon ympärillä, jolta vedet valuvat maanpinnan korkeussuhteiden mukaisesti suon suuntaan (tietolaatikko 22). Valuma-alueen määrittäminen ja huomioiminen on ensiarvoisen tärkeää soiden vesitaloutta koskevia toimenpidesuunnitelmia laadittaessa (luku 6.1).

Suomessa kallio- ja maaperä läpäisevät vettä pääosin heikosti. Kallioperässä vallitsevat kiteiset kivilajit, joissa vesi voi liikkua vain raoissa. Kallion päällä on yleensä muutamia metrejä irtomaata, ja suhteellisen tiiviit pohjamoreenit vallitsevat. Näissä oloissa pohjaveden maassa kulkema matka jää yleensä lyhyeksi ja pohjavedenpinta on lähellä maan pintaa. Valunnasta pääosa kulkee lähellä maan pintaa, joten voidaankin puhua pintakerrosvalumasta, joka sisältää pintaveden virtauksen lisäksi paikallisen pohjaveden virtauksen.

Valuntahuiput ajoittuvat lumensulamiskauteen ja runsaisiin sadejaksoihin.

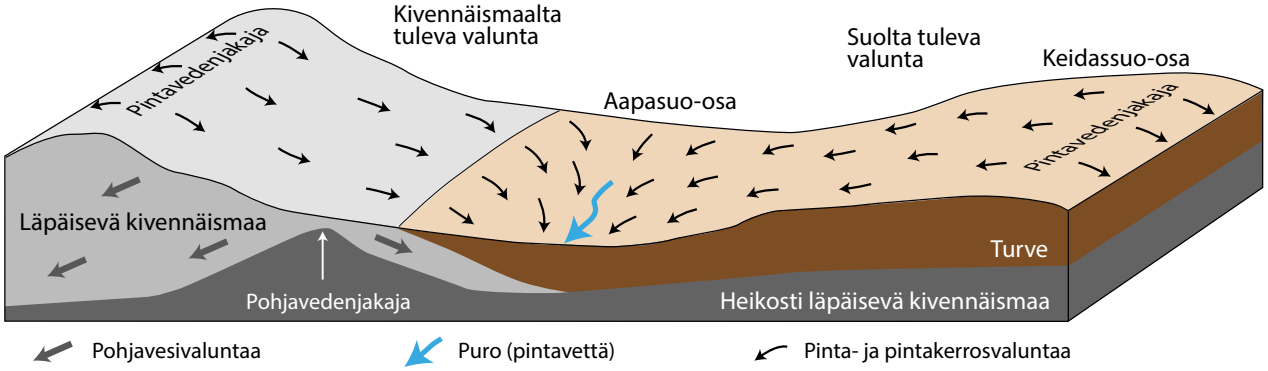
Suon vesien liikkeisiin vaikuttavat lisäksi valuma-alueen vesistöt, vesien luontaiset virtausreitit sekä valuma-alueen ojitus. Ojitus voi muuttaa myös valuma-alueen rajoja.

Pinta- ja pohjavedenjakajat

Valuma-aluetta rajaavat pintavedenjakajat eli korkeat maastonkohdat, joiden eri puolilla vedet valuvat eri suuntiin (kuva 5, tietolaatikko 22). Suoalueella vedenjakajan kohta on tyypillisesti suon karuinta osaa. Se voi olla rahkainen, ombrotrofinen suo tai vaikkapa ohutturpeinen kangasräme. Vedenjakaja-alueen karuus liittyy siihen, ettei valuma-alueen mineraalipitoinen valunta pääse vaikuttamaan kasvillisuuteen.

Pohjavedenjakaja sijaitsee kohdassa, jossa pohjavedenpinta on alueellisesti korkeimmalla tasolla (karkeilla mailla se voi sijaita verraten syvällä). Myös pohjavedenjakajat ovat yleensä korkeimmilla maastonkohdilla, mutta hyvin läpäisevillä mailla, esimerkiksi hiekkaisilla ja soraisilla harjuilla ja reunamuodostumilla, joihin liittyy heikommin läpäiseviä kynnyksiä, pohjavedenjakajan paikka voi poiketa tästä huomattavasti (kuva 5) (esim. Heikkilä ym. 2001, vrt. myös Siegel & Glaser 1987).

Pinta- ja pohjavedenjakajat voivat sijaita eri kohdissa myös moreenien peittämien, piilossa olevien hiekka- ja sorakerrosten alueella (erityisesti Keski-Lapissa ja paikoin Pohjanmaalla) (esimerkiksi Lahermo ym. 1984), huokoisen sedimenttikallion alueilla (esimerkiksi Satakunta, Muhos, Lauhavuori) sekä kallio-



Kuva 5. Kaaviokuva pinta- ja pohjavesivalunnasta sekä pinta- ja pohjavedenjakajien sijainnista.

perän rikkonaisuusvyöhykkeillä, jotka usein erottuvat topografiassa syvälle kuluneina laaksoina.

Pohjavedenjakajan sijaintia voi arvioida ilman tarkempia pohjavesitutkimuksia pohjaveden purkautumisen perusteella. Se ilmenee lähteinä tai tihkupintoina.

Suon vesitalouden ennallistamisen suunnittelussa on tärkeä huomioida pohjaveden muodostumis- ja purkautumisvyöhykkeet (luku 8.6), mahdollinen lähteisyys (luku 8.8) sekä onko suo edelleen yhteydessä valuma-alueensa luontaisiin veden lähteisiin.

3.2 Vedenpinnan taso suolla

Maalajit, joissa huokoset ovat suuria, kuten hiekka ja sora, johtavat hyvin vettä ja niissä vesi vajoaa helposti alaspäin muodostaen pohjavettä. Hienojakoiset savet, siltit ja niitä sisältävät moreenit sekä maatuneet turpeet johtavat vettä heikommin.

Maaperän rakenne ja maaston topografia ratkaisevat, mihin muodostuu veden kyllästämiä olosuhteita, joissa suokasvit pääsevät valtaan ja alkavat muodostaa turvetta. Helpoiten soistuvat painanteet, joiden maaperä johtaa heikosti vettä. Maatuneen turvekerroksen muodostuminen pidättää vettä suon turvekerroksissa, jolloin soistuminen etenee.

Pinta-, maa- ja pohjavesi

Luonnossa virtaavat vedet jaetaan pinta-, maa- ja pohjavesiin. Pintavesi muodostaa ajoittaisia tai pysyviä lammikoita, kuten rimpiä, kuljuja tai allikoita sekä noroja. Pohjavesi puolestaan täyttää maan huokostilaa.

Pohjavedenpinta on tasolla, jossa veden paine on sama kuin ilmanpaine. Maassa olevasta vedestä pohjavettä on pohjavedenpinnan alapuolinen osa, maavettä sen yläpuoliseen maahan sitoutunut kosteus. Suolla pohjavedenpinta on turvekerroksessa, kivennäismaalla se on humuskerroksen alapuolisessa mineraalimaassa.

Pohjavedenpinnan tason yläpuolellakin maan huokoset voivat olla kapillaarivoimien ansiosta maaveden kyllästämiä. Kapillaarinen nousukorkeus on sitä suurempi, mitä ohuempia ovat maassa olevat huokostilojen muodostamat ”kapillaariputket”, joissa vesi liikkuu.

Suovesi

Suon turvekerroksen pohjavesi poikkeaa ominaisuuksiltaan niin selvästi mineraalimaiden pohjavesistä, että voidaan puhua erikseen suovedestä.

Vedenpinnan taso vaihtelee erityyppisillä soilla eri tavalla (Rehell 2013f). Suovedenpinnan tason vaihtelu on kuitenkin vähäistä moniin muihin elinympäristöihin, esimerkiksi vesistöihin, rantoihin ja kangasmetsiin verrattuna.

Soiden turvekerros on rakenteeltaan tyypillisesti kaksijakoinen (diplotelminen) (ks. tietolaatikko 8): ylempänä on huokoinen pintaturvekerros ja sen alapuolella tiivis vanhempi turvekerros. Rakenne vakauttaa suovedenpinnan vaihtelun vaikutusta kasvillisuuteen.

3.3 Suoveden alkuperä ja käyttäytyminen

Sadanta ja haihdunta

Suovesi on peräisin sateesta ja ympäröiviltä alueilta tulevasta valunnasta. Sadanta tarkoittaa pinta-alayksikölle vetenä ja lumena tulevaa vesimäärää. Lyhyen ajan sadekertymät voivat vaihdella erittäin paljon. Sadannan pitkäaikaiset keskiarvot kuvaavat ilmastotyyppiä. Suomessa keskimääräinen sadanta on suurin Etelä- ja Itä-Suomessa, pienin Pohjois- ja Länsi-Suomessa.

Haihdunta kuvaa, paljonko vettä pinta-alayksiköltä haihtuu ilmaan. Haihduntaan vaikuttavat muun muassa ilmasto, maanpinnan kosteus sekä kasvillisuus.

Kasvukaudella kasvit haihduttavat suurimman osan sateesta. Eniten haihduttaa korkea kasvillisuus, jossa on paljon lehtipinta-alaa, ku-

ten metsät. Romanov (1968) kuitenkin havaitsi, että Baltian alueen märiltä ruohoisilta tai saraisilta soilta haihdunta oli 7 prosenttiyksikköä suurempaa kuin kivennäismailta. Sen sijaan rahkaisilta keidassoilta haihdunta oli 15 prosenttiyksikköä pienempää kuin kivennäismailta (Romanov 1968). Tuuli ja erityisesti lämpötilan nousu lisäävät haihduntaa voimakkaasti. Suomessa keskimääräinen haihdunta on suurinta Etelä-Suomessa ja pienintä Pohjois-Suomessa sekä korkeilla alueilla.

Humidissa ilmastossa sadanta ylittää haihdunnan

Satavasta vedestä osa haihtuu, osa valuu maaston ja maalajikerrosten korkeussuhteiden mukaisesti pinta- ja pohjavesivarastoihin tai maa- ja suovedeksi. Vesisateen ja lumen sulamisen aiheuttama valunnan kasvu näkyy alapuolisten vesistöjen virtaamassa viiveellä.

Pitkällä aikavälillä voidaan pinta- ja pohjavesiin varastoituneen veden määrä olettaa vakioksi, joten ominaisvalunta saadaan keskimääräisen sadannan ja keskimääräisen haihdunnan erotuksena. Suomessa ominaisvalunta on suurinta Itä-Suomen ja Keski-Lapin korkeilla alueilla ja pienintä rannikolla ja saaristossa.

Kokonaisuudessaan Suomi on ilmastoltaan humidi, eli vuotuinen sadanta ylittää vuotuisen haihdunnan ja vuotuinen ominaisvalunta on verraten suuri. Vettä jää painanteisiin ja soistuminen on yleistä.

Niillä Itä- ja Pohjois-Suomen alueilla, missä sadannan ja haihdunnan erotus on kaikkein suurin, ilmaston kosteus näkyy myös kaltevien maastonkohtien soistumisena – rinnesoina.

Maapallolla soita esiintyy erityisen runsaasti juuri boreaalisella havumetsävyöhykkeellä. Lisäksi soita esiintyy sen pohjoispuolisella tundralla sekä paikoin etelämpänä lauhkean ja trooppisen vyöhykkeen humideissa osissa (Lappalainen 1996). Alueilla, joilla haihdunta ylittää sadannan, voi esiintyä lähinnä vesistöihin liittyviä luhtasoita sekä kausikosteikkoja.

Sadannan ja haihdunnan vuotuisten keskiarvojen lisäksi kasvillisuuteen vaikuttaa erityisesti kasvukauden aikainen märkien ja kuivien jaksojen vaihtelu. Esimerkiksi pohjoisen aapasuovyöhykkeen ja eteläisen keidassuovyöhykkeen eroksi on esitetty, että aapasuovyöhykkeellä kokonaishaihdunta jää keskikesällä keskimäärin sadantaa pienemmäksi, kun taas keidassuovyöhykkeellä haihdunta ylittää sadannan (Solantie 2006). Tämä näkyy aapasuovyöhykkeen runsaampana kesäaikaisena ominaisvaluntana (Sallantaus 2006).

Hydrologinen ero aapa- ja keidassuovyöhykkeiden välillä koskee paitsi soiden myös kivennäismaiden ominaisvaluntaa. Valuma-alueelta suolle tuleva valunta ei aapasuovyöhykkeellä laske kesäisin niin alhaiseksi kuin keidassuovyöhykkeellä. Tämä ero ylläpitää aapasuovyöhykkeellä yleistä minerotrofiaa, mikä ilmenee suokasvillisuudessa ja vaikuttaa turpeen hajotukseen ja moniin biogeokemiallisiin ilmiöihin (ks. Tahvanainen 2011).

Suot virtaamavaihteluiden tasaajina

Luonnontilaisilla soilla vedenpinta on lähellä turpeen pintaa, ja suon vesivaraston vuodenaikaiset vaihtelut ovat yleensä suhteellisen pieniä. Tästä syystä suot tasaavat virtaamanvaihteluita tyypillisesti vähemmän kuin esimerkiksi vesistöt tai kivennäismaa-alueet. Suovaltaisille valuma-alueille ovatkin ominaisia suhteellisen voimakkaat valunnan vaihtelut. Tämä näkyy suurina eroina ojien, purojen ja jokien vesimäärissä tulvakauden ja kuivan kauden välillä.

Pintarakenteeltaan erityyppisten soiden välillä on kuitenkin suuria eroja tässä suhteessa. Jänteisillä rimpisoilla rimmet toimivat vesistöjen tavoin: ne varastoivat vettä ja tasaavat siten virtaamia. Märillä aapasoilla sulamisvesiä viipyykin pitkälle kesään. Useilla avosoilla myös vähäinen kaltevuus tasaa valunnan vaihtelua (Verry 1988). Rimpisillä avosoilla samoin kuin runsaspuustoisilla soilla haihdunta voi pienentää etenkin kesäaikaista valuntaa. Suon puustoisuus voi myös tasata kevätvalumia, kun lumi sulaa hitaammin kuin aukeilta soilta.

3.4 Veden virtaus suolla ja sen vaikutus suokasvillisuuteen

Suolla vettä voi virrata pintavaluntana, turpeen huokosissa sekä suon alapuolisessa pohjamaassa.

Pintavalunta keskittyy Suomen oloissa etenkin kevään lumen sulamisaikaan. Keväällä sulamisvesiä voi virrata jäisen suon pinnan yli suuria määriä, mutta niiden vaikutus suokasvillisuuteen jää vähäiseksi.

Kasvukauden aikana vesi virtaa suolla etupäässä **turpeen huokostilassa**. Huokostilan veden virtaus ratkaisee suokasvillisuuden elinolosuhteet. Tästä syystä suoveden liikettä tarkasteltaessa keskitytään nimenomaan turpeessa tapahtuvaan veden virtaukseen.

Suon alapuolisessa pohjamaassa vesi virtaa pohjavedenpinnan kaltevuuden mukaisesti ja virtaus on sitä voimakkaampaa, mitä paremmin maa läpäisee vettä. Yleensä suon pohjat ovat tiiviitä, heikosti vettä johtavia maalajeja, joissa veden virtaus on vähäistä. Tällöin valuma-alueelta kertyvä vesi virtaa tyypillisesti suon turpeen läpi. On myös soita, joissa valuma-alueelta kertyvät vedet virtaavat suon ali, hyvin vettä läpäisevässä karkeassa maaperässä tai piilouomissa, eivätkä valuma-alueen vedet välttämättä tällöin vaikuta paljoakaan suon kasvillisuuteen.

Veden virtaus laajoissa suosysteemeissä

Laajojen suosysteemien ja niiden valuma-alueiden voidaan yleistäen olettaa noudattavan diplotelmista mallia (tietolaatikko 8). Tällöin veden liikkeitä voidaan havainnollistaa veden virtausreittiä kuvaavien virtausviivojen avulla (kuva 6).

Virtausviiva-analyysi tehdään peruskartan ja ilmakuvan avulla. Se on keino havainnollistaa veden virtauksen suuntaa ja määrää esimerkiksi ennallistamisen suunnittelun yhteydessä. Virtausviivan piirtäminen aloitetaan jostain valuma-alueen pisteestä ja sitä jatketaan alaspäin kohtisuoraan korkeuskäyriä vastaan kuvaamaan virtauksen suuntaa. Jos aloituspisteet sijoitetaan säännöllisesti valuma-alueelle ajateltujen samankokoisten ruutujen keskipisteisiin, yhden viivan voidaan ajatella kuvaavan yhden ruudun alalta lähtevää valuntaa. Tällöin viivojen tiheydestä voi päätellä suon pintakerroksessa virtaavaa vesimäärää.

Virtausviiva-analyysiä voi verrata ilmakuvilta tehtyyn aapasuon toiminnallisten yksiköiden jakoon (kuva 6). Aapasuosysteemin vesien virtausten tarkastelussa keskeistä on pääjako rahkaiseen vesien luovuttajaosaan (syrjäosaan) ja rimpiseen vesien vastaanottajaosaan (keskusosaan). Luovuttaja- ja vas-

Suosammalten vedensaanti

Pitkälle maatuneissa turpeissa vesi liikkuu hyvin hitaasti. Tällä voi olla vaikutusta esimerkiksi suosammalten vedensaantimahdollisuuksiin, jos vedenpinnan taso laskee kuivuuskaudella syvälle maatuneeseen turvekerrokseen, sillä sammalet kykenevät säätelemään vedenottoa ja haihdutusta heikommin kuin putkilokasvit. Rahkasammalet kestävät tilapäistä latvuksen kuivumista, mutta tällöin ne eivät pysty kasvamaan, joten menestyäkseen niiden on saatava vettä sateesta tai nostettava sitä kapillaarisesti pohjavedestä (Rydin 1985, Rydin ym. 1999).

Mätäspinnan rahkasammalet (esim. ruskorahkasammal *Sphagnum fuscum*) pystyvät verso- ja solukkorakenteidensa avulla nostamaan vettä nopeasti ja tehokkaasti, joten kasvuston pinta pysyy tyypillisesti tasaisen kosteana myös kuivana poutakautena. Sen sijaan märkäpintojen rahkasammalilla (esim. vajorahkasammalella *S. majus* ja silmäkerahkasammalella *S. balticum*) tämä kyky on heikompi, mutta ne kestävät ajoittaista kuivumista. Tietyt lajit ilmeisesti sietävät ajoittaista, toistuvaa kuivumista erityisen hyvin (esim. hentorahkasammal *S. tenellum* ja paakkurahkasammal *S. compactum*) ja ovat siksi tavallisia niin sanotuilla kausivaihtelevilla soilla (Rehell & Laitinen 2013).

taanottajaosat erottuvat yleensä myös ilmakuvalta.

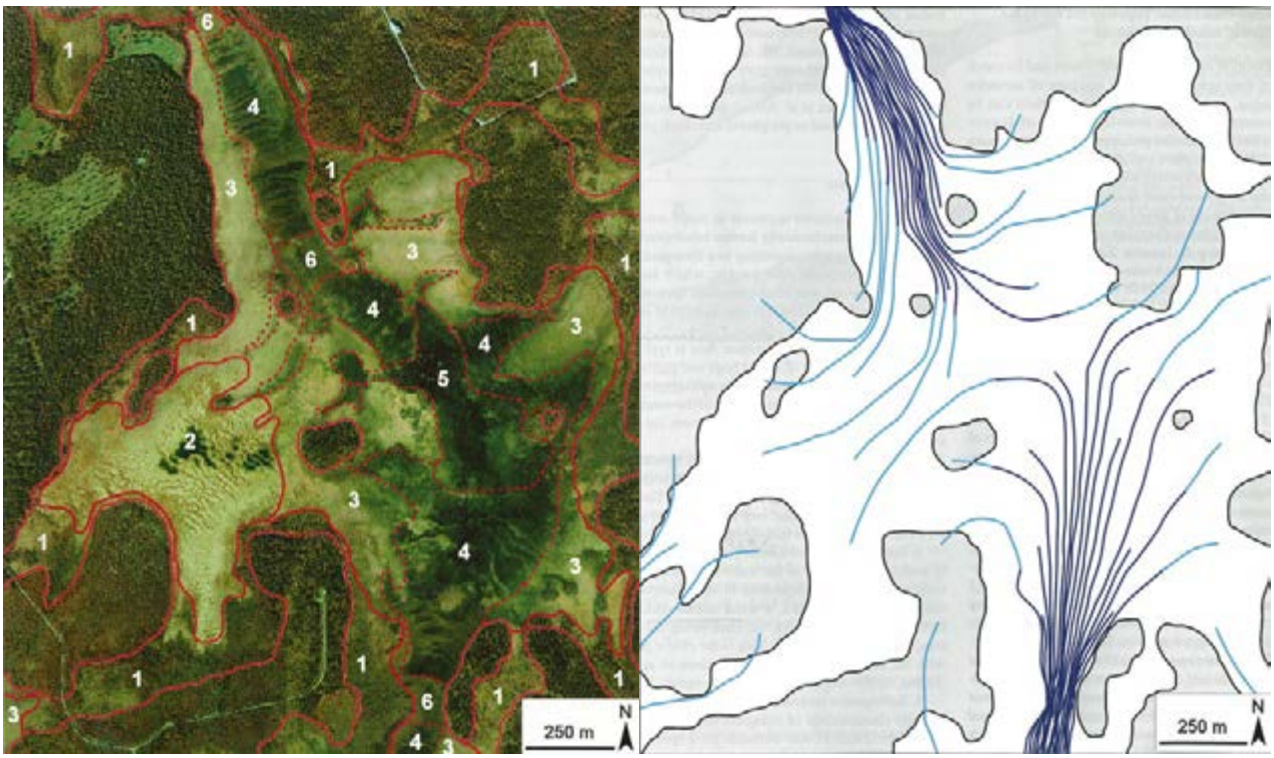
Rahkainen luovuttajaosa on vedenjakajan tuntumassa ja siinä veden virtaus on vähäistä. Luovuttajaosassa hajaantuvien virtausviivojen alueella vallitsevat keidassuot, yhdensuuntaisten virtausviivojen alueella on muita rahkaisia suotyyppejä (lohkot, kuva 6). Siellä, missä virtausviivat ovat tiheimmillään, on paikallisia virtausjuotteja.

Rahkaisessa ympäristössä olevat märät pintavesijuotit näkyvät ilmakuvissa erityisen selvästi ja ne ovat usein aapasoiden ja keidassoiden reunamien näkyvimpiä rakenteita.

Rimpiselle vastaanottajaosalle kertyy vesiä laajalta alalta ja virtaus on runsasta. Vastaanottajaosassa hajaantuvien virtausviivojen alueella sijaitsevat tyypillisesti kaikkein märimmät avorimmikot (tasainen vedenpinta), yhdensuuntaisten viivojen alueella "tavanomaiset" rimpi-jännerakenteet (porrasmaisesti hieman viettävä vedenpinta) ja tiheimpien virtausviivojen alueella on "purkusoiksi" nimettyjä jänteettömiä, voimakkaasti virtaavia osia (esimerkiksi luhtanevoja), jotka voivat viettävien kynnysten kohdalla kaveta purojuoteiksi.

Pääjako luovuttaja- ja vastaanottajaosaan on laajoissa suosysteemeissä tyypillisesti jyrkkä. Luovuttajaosassa pohjakerroksen rahkasammalten peittävyys on usein lähes 100 %. Vastaanottajaosassa taas sammalettoman ruopparimpipinnan osuus on huomattava.

Suon pintakerroksessa virtaava vesimäärä vaikuttaa siihen, missä määrin rahkasammalet pääsevät leviämään kasvillisuudessa. Esimerkiksi diplotelmisen mallin mukaan käyttäytyvissä moreenimaiden aapasuosysteemeissä on havaittu selvä riippuvuus valuma-alueelta



Kuva 6. Aapasuosysteemin jako toiminnallisiin hydrotopografisiin yksiköihin (ilmakuvilta rajattavissa olevia, vesitaloudeltaan yhtenäisiä suon osia) (vasemmalla) 1 = marginaalialueet (ne suon osat, jotka eivät kuulu rakenteeltaan tunnusomaisiin "suomassiiveihin", pääasiassa puustoisia soita ja soistumia kangasmaiden reunamilla), 2 = viettokeidas, 3 = syrjäosan lohkot ja juotit, 4 = keskusosan rimpi-jännetopografia, 5 = keskustan avorimpialue, 6 = luhtainen "purkusuo". Oikealla virtausviiva-analyysi vastaavalta alueelta (vaalean siniset viivat luovuttajaosalla, tummemmat vastaanottajaosalla). Esimerkkikohteena Simon Hoikkasuo (Laitinen ym. 2007). Ilmakuvan © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

tulevan vesimäärän ja rahkasammalten peittävyyden välillä (Rehell ym. 2012). Aapasoiden keskiosille tyypillinen sarainen ruopparimpipintakasvillisuus vaatii siten säilyäkseen tietyn minimivaluma-alueen.

Edellä kuvattu suora suhde valuma-alueelta suon osan läpi tulevan vesimäärän ja kasvillisuuden laadun välillä on voimassa silloin, kun valuma-alueen kankailta tuleva valunta on vallitsevasti pintakerrosvaluntaa tai purkautuu muuten käytännöllisesti katsoen kokonaan heti suon reunalla.

Pintaturpeen läpi virtaavan veden kokonaismäärä näyttää siis määräävän suoalueen kasvillisuuden kehityksen päälinjat (Rehell 2013e).

Vedenpinnan taso määräytyy virtaaman määrän ja turpeen vedenläpäisevyyden sekä kaltevuuden perusteella. Mikäli kaltevuus on sama koko suolla ja pintaturpeen rakenne on suon eri osissa samankaltainen, voidaan vedenpinnan tasosta päätellä suoraan myös virtaavan veden määrä.

Kaltevuuksien ja turpeen vedenläpäisevyyksien avulla on mahdollista laskea vedenpinnan taso (ns. topografinen kosteusindeksi, Beven & Kirkby 1979).

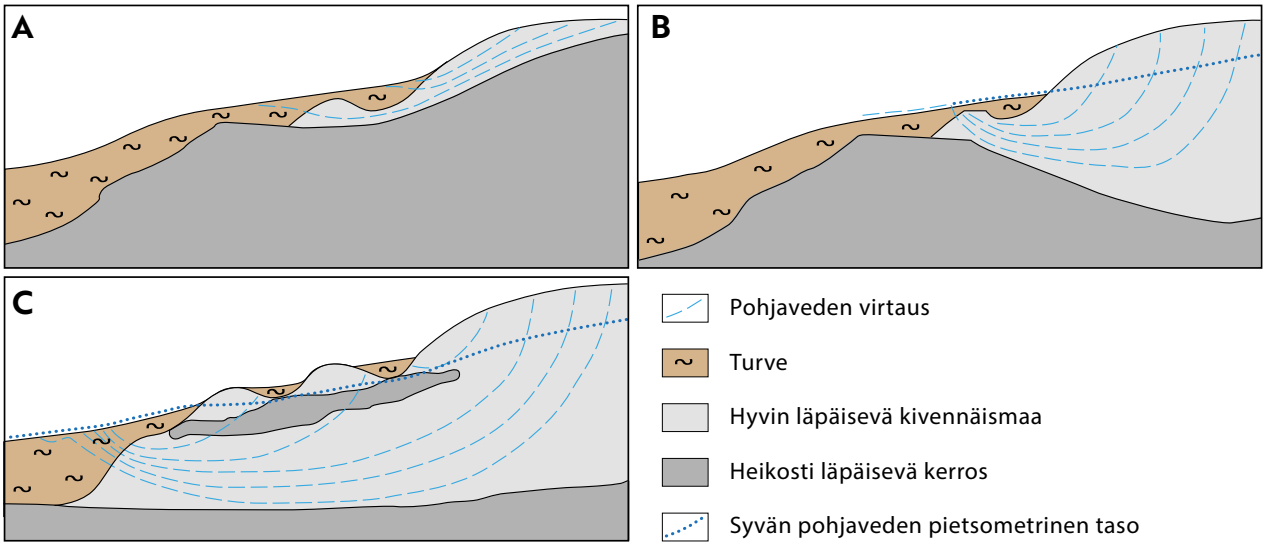
Kaikenlaisille suosysteemeille on kuitenkin ominaista tasaisempien altaiden ja viettävämpien kynnysten vuorottelu. Kynnykset erottuvat suon pientopografiassa veden virtaussuuntaa vastaan kohtisuorina kuivapintaisempina osina. Aapasoiden jänteet ja keidassoiden kermit toimivat kynnyksinä, jotka patoavat yläpuolelleen tasaisempia rimpiä ja kuljuja. Isot topografiset kynnykset taas voivat padota laajoja suoaltaita ja ne sijoittuvat tyypillisesti suoyhdistymien rajoille.

3.5 Pohjavesisuot

Suomessa **ohuehko moreenipeite verhoaa loivapiirteistä kiteistä kallioperää** laajoilla aloilla (kuva 7A). Kankailta tuleva valunta virtaa lähellä pintaa ja purkautuu suolle heti kankaan reunassa. Lähteisyys on heikkoa ja rajoittuu vähäisiin tihkupintoihin aivan kankaan laidassa. Tällöin suon valuma-alueen määrittäminen on yksinkertaista ja suon voidaan olettaa noudattavan diplotelmista mallia.

Toinen tavallinen tilanne on **läpäisevän harjumuodostuman** rajautuminen jyrkästi viereiseen tiivispohjaiseen suoalueeseen (kuva 7B). Harjuissa muodostuu runsaasti pohjavettä, koska pohjavedeksi suotautuu parhaimmillaan lähes koko se osa sadannasta, joka ei poistu haihtumalla. Harjuissa pohjavesi voi kulkeutua kauaskin muodostumisalueeltaan. Suurista harjumuodostumista pohjavettä purkautuu tasaisesti ympäri vuoden. Mikäli pohjavesi purkautuu suolle, se kumpuaa tyypillisimmin suuriin, pistemäisiin avolähteisiin kankaan ja suon rajalle. Lähteistä vesi voi virrata eteenpäin purona, eikä purkautuva pohjavesi välttämättä leviä suolle lainkaan.

Jos pohjavesi leviää suolle, suon hydrologia poikkeaa selvästi tavanomaisista moreenimaiden soista. Pohjavesisuolle tulee runsaasti vettä läpi kasvukauden, joten suolta myös purkautuu runsaasti vettä kuivinakin kausina. Suo on myös jatkuvasti pintaan saakka märkä ja harjun kupeessa sijaitessaan viettää voimakkaasti, joten se ei kykene varastoimaan lisävesiä juuri lainkaan, vaan vesi purkautuu sateiden jälkeen nopeasti. Esimerkki tällaisesta suosta on Oriveden Vatiharjun kupeessa sijaitseva Lakkasuo (Laine ym. 2004).



Kuva 7. Esimerkkejä pohjaveden muodostumisesta ja purkautumisesta erilaisissa geologisissa perustilanteissa. A) ohuehko moreenipeite verhoaa loivapiirteistä kiteistä kallioperää, B) läpäisevä harjumuodostuma, C) laajoja, paksuja kerroksellisia maapatjoja. (vrt. Heikkilä ym. 2001, Laitinen ym. 2007).

Jos kivennäismaalla on **laajoja ja paksuja, kerroksellisia maapatjoja** (kuva 7C), pohjavesi voi virrata eri kerroksissa hyvin erilaisia matkoja. Muodostuman reunamilla voi olla lyhytmatkaisiin pohjavesiin ja orsivesiin liittyviä pieniä lähteitä ja soistumia, joiden reunan kausivaihtelevilta osilta vettä suotautuu syvemmälle pohjavesiin. Pohjavettä voi purkautua jopa kilometrien päässä muodostumisalueesta, esimerkiksi luhtaisina (koivulettomaisina) tihkuvyöhykkeinä laajojen aapasoiden keskiosissa. Tällaisten muodostumien vesitalouden ymmärtäminen edellyttää laajaa pohja- ja pintavesien virtausten tarkastelua. Alueen suoluonto voi olla hyvin vaihtelevaa, sillä suosysteemissä voi olla tavanomaisten suo-osien lisäksi kausivaihtelevia soita ja arokosteikkoja pohjavesien muodostumisalueella sekä reheviä tihkupintoja, lettoja ja läpivirtaussoiden tapaisia märkäpintaisia juotteja pohjavesien purkautumisalueella. Tällaisessa maastossa erilaisten toimenpiteiden, niin ojituksen kuin ennallistamisen, vaikutukset voivat olla huomattavan laajoja ja vaikeita ennakoida.

3.6 Veden laatu

Sadevesi ja pintavesi

Suolle satava vesi ja ympäristöstä kertyvä valumavesi eroavat kemiallisilta ominaisuuksiltaan. Sadevesi on lievästi hapanta ja sisältää hyvin vähän liuenneita aineita.

Maassa virtaavaan veteen liukenee hiilidioksidia, mineraali-ioneja ja happamia orgaanisia aineita. Lyhyen matkaa karussa, esimerkiksi hiekkaisessa ympäristössä, virrannut vesi muistuttaa koostumukseltaan edelleen sadevettä. Pitemmän matkan ja ajan maakerroksissa virranneessa pohjavedessä on runsaammin mineraaliaineita. Mineraalivahvuuteen ja -koostumukseen vaikuttaa myös mineraaliaineksen alkuperä ja laatu. Eri kallioperävyöhykkeillä tavataankin hyvin erilaisia suoveden liuenneiden mineraalien pitoisuuksia (Tahvanainen 2004).

Maaperän ominaisuudet vaikuttavat liuenneiden mineraalien määrään. Moreenimailla suurin osa suolle tulevasta valunnasta tulee lumensulamiskaudella ja runsaiden sateiden aikana, jolloin vesi liikkuu maan pintakerroksessa. Runsaan veden aikana emäskationien pitoisuudet ovat pienimmillään, mutta pinta-

maasta uuttuu orgaanisia aineksia sekä rautaa, mangaania ja alumiinia (Tahvanainen ym. 2002).

Läpäisevillä mailla pintakerrosvalunta on niukkaa ja pintamaan läpi suotautuvan veden kuljettama orgaaninen aines pidättyy rikastumiskerrokseen raudan ja alumiinin kanssa.

Pohjavesi

Myös tiiviillä moreenimailla osa sadevedestä päätyy pohjavedeksi. Pohjavettä purkautuu suolle paikallisesti ja se ilmenee vaateliaan kasvilajiston esiintymisenä.

Jos alueella on kalkkipitoisia, helposti rapautuvia mineraaleja, pohjaveden kalsiumpitoisuus voi nousta korkeaksi, mikä ilmenee kalkkia suosivan (tai sietävän) kasvilajiston esiintymisenä.

Kalsiumin sijaan pohjavedessä voi olla runsaasti magnesiumia tai natriumia, jotka rapautumistuotteina vaikuttavat kasvillisuuteen samansuuntaisesti kuin kalkki (Tahvanainen 2004).

Hapettomissa maakerroksissa, joita on esimerkiksi suoaltaan rahkaisten luovuttajaosien alapuolisissa kivennäismaissa, virtaavaan pohjaveteen liukenee rautaa, jota saostuu pohjaveden purkautumisalueella suon pinnalle tai lähteikköihin veden ilmastuessa.

Pääravinteiden, typen ja fosforin, pitoisuudet ovat luonnon pohjavesissä yleensä hyvin alhaisia. Typpeä on usein vähemmän kuin sadevedessä. Moreenimaiden pintakerrosvalunnassa pääravinteiden pitoisuudet ovat korkeampia erityisesti häiriöiden, kuten metsätalouden toimenpiteiden seurauksena.

Suovesi

Veden alkuperä vaikuttaa suoveden ominaisuuksiin, mutta myös vesien liikkeen ja veden laadun välillä on tiivis vuorovaikutus. Suo pidättää läpivirtaavista vesistä alkuaineita biologisten ja kemiallisten prosessien kautta (tietolaatikko 9). Ne kerrostuvat turpeeseen, mutta turpeesta myös liukenee veteen ennen kaikkea kasvien osittaisessa hajoamisessa muodostuvia orgaanisia happoja, jotka vaikuttavat merkittävästi vesien happamuuteen (Tahvanainen ym. 2002). Mitä voimakkaammin suovesi virtaa, sitä nopeammin orgaaniset hapot huuhtoutuvat pois.

Pohjaveden virtaus tuo suolle myös mineraaleja, mikä nostaa veden alkaliniteettia ja neutraloi orgaanisten happojen vaikutusta. Runsas pohjaveden virtaus liittyy siis eri syistä usein korkeaan pH-arvoon (Tahvanainen ym. 2002, Laine ym. 2004). Toisaalta pohjaveden korkea mineraalipitoisuus pystyy nostamaan pH:ta tehokkaasti silloinkin, kun veden virtaus on vähäistä. Tällainen tilanne voi vallita kalkkivaikutteisilla letoilla. Orgaanisten happojen ja mineraalialkaliniteetin sekä hiilidioksidin kyllästysasteen välinen tasapaino määräävät veden pH-tasoa, joka on veden kemiallisista tunnuksista kaikkein selvimmässä yhteydessä kasvillisuuteen (Tahvanainen 2004).

Sammalet ilmentävät veden laatua

Suokasveista sammalet ilmentävät tarkasti veden laatua (Tahvanainen 2013). Sammallajiston avulla voidaan määrittää suoalueen trofiataso, joka kuvaa etenkin suoveden pH:ta.

Karuin trofiataso, ombrotrofia, vallitsee keidassoilla, jotka saavat vettä ainoastaan sateesta. Keidassoilla suoveden pH on yleensä alle 4,2 ja kalsiumpitoisuus alle 0,5 mg/l. Sammallajistossa on happamuutta sietäviä lajeja, etenkin karujen soiden rahkasammalia. On merkillepantavaa, ettei mikään rahkasammallaji rajoitu kasvamaan pelkästään ombrotrofisilla soilla.

Minerotrofisille soille vettä tulee sateen lisäksi valuntana valuma-alueelta, joten minerotrofisten soiden läpi virtaa enemmän vettä kuin ombrotrofisten. Minerotrofisilla soilla veden pH on korkeampi ja siinä on enemmän kivennäismaalta liuenneita mineraaleja. Kasvillisuudessa minerotrofia ilmenee vaate-

liaampien kasvilajien menestymisenä karun ympäristön lajien lisäksi.

- Karuimmalla minerotrofisella eli oligotrofisella tasolla, esimerkiksi lyhytkortisilla kalvakkanevoilla tai lyhytkortisilla rämeillä, kasvillisuudessa ei ole lainkaan varmoja minerotrofiaa osoittavia lajeja. Minerotrofia näkyy kuitenkin veden laadun tunnuksissa, esimerkiksi alumiinin ja raudan pitoisuuksissa, vaikka pH olisi ombrotrofian tuntumassa (Tahvanainen ym. 2002). Oligotrofiassa pH-arvot ovat tyypillisesti alle pH 5. Toisaalta minerotrofiaa osoittavia saroja voi esiintyä myös pintavesikemian perusteella ombrotrofisella suolla, jos kasvien juuret yltävät minerotrofiseen turvekerrokseen (Tahvanainen 2011).
- Meso- ja eutrofisilla tasoilla kasvilajistoon ilmestyy asteittain uusia indikaattorilajeja. Karumpien trofiatasojen lajit eivät pääsääntöisesti väisty vaan esiintyvät kasviyhteisöissä yhdessä vaateliaampien kanssa. Jotkut karujen soiden lajit väistyvät tai esiintyvät vain mättäillä ja muilla veden virtauksesta syrjässä olevilla paikoilla. Näillä trofiatasoilla veteen liuenneiden mineraalien pitoisuudet ja suoveden pH-arvot ovat korkeammat. Mesotrofiassa pH-arvot ovat tyypillisesti 4,5–6. Letoilla vesi on usein likimain neutraalia, mutta pH voi vaihdella laajastikin, välillä 5,5–8,5.

Eri trofiatasojen pH-arvot ovat osin päällekkäisiä. Yksi syy tähän on hiilidioksidipitoisuuden vaihtelu, sillä se aiheuttaa pH-arvoon muun muassa vuorokausirytmin mukaista vaihtelua (Tahvanainen & Tuomaala 2003).

Myös trofiaa selittävissä kemiallisissa tunnuksissa, esimerkiksi kalsiumpitoisuuksissa, on päällekkäisyyttä ja laajaa vaihtelua eri ravinteisuusluokissa. Lettokasvillisuutta on joskus kalsiumpitoisuuden ollessa vain noin 2 mg/l (Tahvanainen ym. 2002), mutta parhailla kalkkialueiden letoilla tavallisia ovat yli 20 mg/l pitoisuudet.

3.7 Metsäojituksen vaikutukset suon vesitalouteen ja vesistökuormitukseen

Ojituksella alennetaan suoveden pinnan tasoa turpeessa, jotta puiden kasvu paranee hapellisen pintakerroksen paksuuntuessa. Tavoitteena on vähintään 40 cm:n syvyinen kuivavara (ilmava kerros) suon pintakerroksessa (esim. Päivänen 2007).

Ojituksissa on huomioitu suon luontaiset vesien virtaussuunnat. Laskuoja on usein sijoitettu suon matalimpaan kohtaan ja sarkaeli kuivatusojat on kaivettu vinosti suhteessa suon pääkaltevuuteen, jotta kuivatusvaikutus olisi optimaalinen. Suon laitaan kivennäismaan reunaan kaivetut niskaojat katkaisevat kivennäismailta tulevan pintaveden valunnan ojitusalueelle.

Soiden ojitus vaikuttaa suolta alapuolisiin vesistöihin valuvan veden määrään, laatuun ja valunnan ajoittumiseen.

Ojitus lisää valuntaa ja tiivistää suon pintakerrosta

Ojitus on hyvin merkittävä muutos suon hydrologiassa, ja sen vaikutukset korostuvat valuma-alueen vesien varassa kehittyneillä minerotrofisilla soilla.

Ojat katkaisevat valuma-alueen vesien kulun suon pintakerroksessa, ja virtaukset siirtyvät ojiin.

Valuma-alueen vedet päätyvät likimain muuttumattomina ojaverkostoa pitkin alapuolisiin vesistöihin, kun ne eivät enää suotaudu suon läpi.

Veden liike siirtyy turvekerroksessa luontaista syvemmälle, ja turvekerrokseen aikojen saatossa kertyneitä aineita alkaa vapautua tehostuneen hajotuksen myötä valumavesiin.

Puusto käyttää suuren osan hajotuksessa vapautuvista ravinteista, ja vähitellen suon kasvillisuus korvautuu metsäkasvillisuudella.

Metsäojitus lisää valuntaa. Kattavia valuntahavaintoja on vain muutamilta ojituskoh-

teilta Suomesta. Ojituksella liikkeelle lähtevän veden määrää voidaan arvioida myös epäsuorasti laajoihin, pienten valuma-alueiden seuranta-aineistoihin (Suomen ympäristökeskus, 1960-luvulta lähtien) sekä Metsätalouden seurantaverkko -aineistoihin (Luonnonvarakeskus, Suomen ympäristökeskus, Tapio, vuodesta 2014 lähtien) perustuen.

Veden poistuminen ilmenee vedenpinnan laskuna suon pintaan nähden eli pintakerroksen kuivavara kasvaa. Tämän lisäksi suon pinta painuu. Kuivavaran kasvusta seuraavan ilmatilan kasvu ja painumisen summa kertovat poistuneen vesimäärän. Pääosa vedestä poistuu muutamassa vuodessa.

Paksuturpeisilla soilla poistuva vesimäärä voi olla paljon keskimääräistä vuosivaluntaa (noin 300 mm) suurempi, mikä näkyy suon voimakkaana painumisena (Sallantaus 1983). Märillä soilla on raportoitu yli puolen metrin painumisia. Keskimääräisillä metsäojitusalueilla painuminen on tätä selvästi vähäisempää. Laajassa metsäojitusaineistossa suon pinta on ollut noin 60 vuoden kuluttua ojituksesta keskimäärin 22 cm luonnontilaa alempana (Minkkinen & Laine 1998a).

Pitkällä aikavälillä suon vesivaraston tyhjenemisvaluntaa merkittävämpi muutos valunnan kannalta on haihdunnan väheneminen ojituksen jälkeen. Alkujaan märkien ja vähäpuustoisten soiden ojitusalueilta haihdunta voi vähentyä aluksi jopa satoja millimetrejä vuodessa, ja valunnan lisäys ojitusta edeltävään tilanteeseen verrattuna voi kestää jopa 20 vuotta (Seuna 1981). Puuston kasvaessa haihdunta lisääntyy ja valunta vähenee.

Ali- ja ylivalumat muuttuvat

Alivalumat eli kesän ja sydäntalven vähävetisimpien kausien valumat kasvavat erityisen voimakkaasti heti ojituksen jälkeen, mutta alivalumien kasvu on myös pitkäaikainen hydrologinen muutos (Seuna 1981, 1982, 1988, Ahti 1987, Sirin ym. 1991). Alivalumat voivat kasvaa erityisesti pohjavesimuodostumaan rajoittuvilla ojitusalueilla, jos ojat alentavat vedenpintaa pohjavesimuodostumassa (Verry 1988).

Ojituksen seurauksena turve kuitenkin tiivistyy vähitellen ja sen diplotelminen rakenne häviää. Minkkisen & Laineen (1998b) aineistossa ylimmän 80 cm:n turvekerroksen tiheys oli noin 60-vuotiailla ojitusalueilla 62 % suurempi kuin vastaavilla luonnontilaisilla soilla. Muutokset olivat voimakkaimpia Etelä-Suomessa ja rehevillä soilla. Turpeen tiivistyessä sen vedenjohtavuus heikkenee, pohjavesipinnan vaihtelut kasvavat (Päivänen 1973) ja alivalumat pienenevät vähitellen.

Ojituksen vaikutuksista ylivalumiin eli tarkasteltavan ajanjakson suurimpiin valumiin on saatu ristiriitaisia tuloksia, mutta pääsääntöisesti ylivalumien on havaittu kasvaneen (Seuna 1981, 1982, 1988, Verry 1988, Sirin ym. 1991, Johansson & Seuna 1994, Holden ym. 2004). Muutos ei kuitenkaan ole täysin pysyvä. Esimerkiksi Ruokolahden Huhtisuonojan kevätylivalumat pienenivät puuston kehittymisen myötä ja olivat luonnontilaista pienempiä noin 20 vuotta ojituksen jälkeen (Seuna 1981).

Vaikka puuston vaikutus haihduttajana on merkittävä ja esimerkiksi 10 m^3:n puuston lisäys hehtaarilla alentaa haihduttamalla vedenpintaa loppukesällä noin 1 cm (Sarkkola ym. 2010), lisääntyneiden kesätulvien riskiä pidetään pysyvänä metsäojituksen aiheuttamana muutoksena (esim. Seuna 1981, Ahti 1987).

Vesistömittakaavassa metsäojitusten on todettu lisänneen kevätylivalumia aapasuovyöhykkeellä, karkeana yleistyksenä noin 0,5 % yhtä valuma-alueen metsäojitusprosenttia kohden (Hyvärinen & Vehviläinen 1980). Keidassuovyöhykkeellä ojitus pienensi kevätylivalumia.

Kunnostusojitukset vaikuttavat valuntaan vain vähän (Ahti 2005). Vain alivalumat kasvavat hieman. Suometsiköiden hakkuut saattavat vaikuttaa valuntaan vähemmän kuin kivennäismaiden hakkuut. Tämä on todettu ojittamattomilla soilla, joilla puuston poisto aiheuttaa turvemaan pinnan vettymisen, jonka haihdutus korvaa vähentyneen puuston haihdunnan (Verry 1981).

Valumaveden kemialliset ominaisuudet muuttuvat

Tuoreiden tutkimusten mukaan metsäojitettujen soiden vesistökuormitus on monikertaisesti suurempaa kuin on aiemmin arvioitu (Nieminen ym. 2017a, 2018, 2020, Marttila ym. 2018, Finér ym. 2020). Ravinnekuormitus myös kestää pidempään ja kuormitusta syntyy myös ojitusalueilla, joilla ei ole vuosikymmeniin tehty mitään toimenpiteitä (Nieminen ym. 2017a, 2018, Nieminen & Sallantaus 2020). Tätä nykyisistä metsätaloustoimenpiteistä riippumatonta, ensiojituksen ja metsätaloustoimenpiteiden pitkäaikaisvaikutuksena syntyvää kuormitusta kutsutaan ojituslisäksi (Nieminen & Sallantaus 2020).

Ojituslisää syntyy joka vuosi koko ojitetulta pinta-alalta. Ojituslisän huomioon ottaminen kasvatti arvion suometsien typpikuormituksesta 18-kertaiseksi ja fosforikuormituksesta 6–7-kertaiseksi aiempiin arvioihin nähden. (Nieminen ym. 2020).

Ojituslisän lisäksi ojitettujen soiden metsätalous kuormittaa vesistöjä aina, kun ojia kunnostetaan (Joensuu ym. 2002, Nieminen ym. 2010), kasvupaikkoja lannoitetaan (Nieminen & Ahti 1993, Piirainen ym. 2013), puustoa hakataan ja maata muokataan (Nieminen 2003, 2004, Kaila ym. 2014, 2015, Nieminen ym. 2015). (Kareksela ym. 2021).

Metsätalouden, pääosin metsäojituksen, aiheuttama kuormitus on typellä 17 % ja fosforilla 35 % metsätalousmaan kokonaishuuhtoutumasta (Finér ym. 2021).

Vesistöjen humuspitoisuudet kasvavat

Liuenneen orgaanisen aineksen (DOC) huuhtoutumiin soiden ojitus vaikuttaa monitahoisesti (tietolaatikko 10). Suoalueen valunnan kasvu lisää liuenneen orgaanisen aineksen huuhtoutumisen edellytyksiä, mutta suoalueen turvekerroksen läpi kulkeutuvan valunnan väheneminen puolestaan vähentää niitä (Sallantaus 1988). Veden virtaus siirtyy ojituksen jälkeen syvempiin maakerroksiin, mikä etenkin ohutturpeisilla soilla saattaa näkyä valumaveden alentuneina orgaanisen aineksen pitoisuuksina melko pian ojituksen tai kunnostusojituksen jälkeen (Hynninen & Sepponen 1983, Lundin 1988, Joensuu 2002, Åström ym. 2001, 2005). Ojituksen seurauksena veden orgaanisen aineksen pitoisuudet kuitenkin nousevat suon pintakerroksessa, esimerkiksi saroille sijoitetuissa pohjavesikaivoissa, koska valuma-alueen vedet eivät niitä laimenna ja huuhdo pois. Oriveden Lakkasuon pohjavesikaivojen orgaanisen hiilen pitoisuudet olivat ojitetulla saranevalla viisinkertaisia ja ojitetulla sararämeellä kaksinkertaisia luonnontilaisiin verrattuna (Sallantaus 1995). Huuhtoutumat suoaluetta kohden olivat ojitetulla ja luonnontilaisella suolla kuitenkin likimain samaa luokkaa (Laine ym. 2004 viitteineen).

Vesistöjen pitkäaikaisseurannoissa ei pitkään aikaan saatu selkeää näyttöä metsäojitusten vaikutuksista vesistöjen humuspitoisuuksiin (Metsä- ja turvetalouden vesiensuojelutoimikunta 1988, Räike ym. 2012), mutta Finér ym. (2021) totesivat laajaan valtakunnalliseen aineistoon perustuen metsäojituksen kasvattavan niitä. Metsäojitetun suon huuhtoutuma oli keskimäärin 50 % suurempi kuin luonnontilaisen. Etelässä ero oli hieman suurempi kuin pohjoisessa. Kangasmaiden huuhtoutuma oli noin puolet soiden keskimääräisestä huuhtoutumasta, pohjoisessa hieman vähemmän kuin etelässä. Metsätalouden, pääosin metsäojituksen, seurauksena Suomen metsätalousmaan orgaanisen hiilen huuhtoutuma on kasvanut 14 %.

Happamilla mailla ojitus voi happamoittaa valumavesiä

Uudisojituksen vaikutus valumavesien happamuuteen on pääosin neutraloiva (Heikurainen ym. 1978, Ramberg 1981, Hynninen & Sepponen 1983, Sallantaus 1983, Lundin 1987, 1988, Berry & Jeglum 1991, Manninen 1998,

Ahtiainen & Huttunen 1999, Prévost ym. 1999, Holden ym. 2004). Kunnostusojitus vaikuttaa samoin (Joensuu 2002). On kuitenkin olosuhteita, joissa ojitus happamoittaa valumavesiä ainakin ajoittain, esimerkiksi alunamaiden ohutturpeisilla rikkipitoisilla soilla (Saarinen ym. 2013, tietolaatikko 29).

Rikkiä kertyy turpeeseen suolle valuvista vesistä myös rikkipitoisten kivilajien alueilla (Herranen 2009). Ojitus lopettaa rikin kertymisen turpeeseen, kun valuma-alueen syöttö pintaturpeeseen estyy (Sallantaus 1988, Lundin 1988), ja orgaanisen rikin hapettuminen saattaa happamoittaa valumavesiä hetkellisesti. Jos koko ojituksen vaikutuspiirissä oleva turvekerros on ombrotrofista, ojitus ei nosta valumavesien pH-arvoja ja vanhoilla ojitusalueilla pH saattaa olla huomattavan alhainen, jopa 3,7 (Sallantaus 1983, 1992).

Vaikka metsäojitus pääsääntöisesti neutraloi vesiä valuma-aluemittakaavassa, suon pintakerrosta se happamoittaa, koska neutraloivien prosessien yhteydet pintaturvekerrokseen katkeavat (Lukkala 1929, Vahtera 1955).

Happamoittavista prosesseista tärkein on liukoisten humusaineiden pitoisuuksien kasvu suon pohjavesissä. Humusaineet uuttavat turpeen vaihtuvia kationeja suoveteen ja valumavesiin, minkä seurauksena suon emäskationivarat vähenevät. Myös puuston ravinteidenotto vähentää turvekerroksen ravinnevaroja.

Kiintoainesta huuhtoutuu enemmän

Kiintoaineksen huuhtoutuminen kasvaa voimakkaasti ojituksen seurauksena (esim. Metsä- ja turvetalouden vesiensuojelutoimikunta 1988, Holden ym. 2004 viitteineen). Vaikutukset ovat olleet vakavimpia pienvesissä (esim. Vuori ym. 1998). Nykyisissä metsänhoitosuosituksissa kuvataan erilaisia vesien virtausnopeutta hidastavia ja vesiä valuma-alueella varastoivia menetelmiä (Maa- ja metsätalousministeriö 2025). Kosteikkojen ja pintavalutuskenttien rakentamisella, kuivattujen tulvamaiden palauttamisella (Maa- ja metsätalousministeriö 2008) sekä laajemmalla valuma-alueen soiden ennallistamisella voidaan vähentää kiintoainesten joutumista vesistöön ja näin parantaa pienvesien ekologista tilaa. Hyviä kokemuksia on saatu esimerkiksi Isossa-Britanniassa (Ramchunder ym. 2012).

3.8 Ennallistamisen vaikutukset suon vesitalouteen

Ennallistamisella pyritään palauttamaan suon vedenpinnan taso, veden virtaus sekä veden kemiallinen koostumus luontaisen kaltaisiksi (esim. Holden ym. 2004, Price ym. 2016, Kareksela ym. 2021). Ennallistamisen suunnitteluluvussa (luku 6) käsitellään seikkoja, joita pitää ottaa huomioon, jotta tämä parhaiten onnistuisi. Koska ojitus on muuttanut paitsi vedenpinnan tasoa myös turpeen rakennetta ja kasvillisuutta, luontaisen kaltaisten olojen saavuttaminen vie aikaa. Toimenpiteillä voidaankin lähinnä luoda edellytykset palautumiselle.

Yksi ennallistamisen tavoitteista on palauttaa koko suoyhdistymän vesitalouden luontainen toiminta. Vaikka ennallistetun suon kaikkien osien vesitalous ei palautuisikaan täysin luonnontilaisen kaltaiseksi, puutteellisestikin ennallistunut suon osa saattaa olla tärkeä koko suoyhdistymän vesitalouden palautumiselle (tietolaatikko 6). Esimerkiksi aapasuon reunamilla epätäydellisesti ennallistuneen tai jopa talouskäyttöön jäävän alueen merkitys voi olla keskeinen, jos sen kautta saadaan ohjattua vedet kuivahtaneelle rimpialueelle. Tällöin saatetaan saada suon rahkoittumiseen ja karuuntumiseen johtava kehitys katkaistua hyvinkin kaukana toimenpiteistä.

Vedenpinnan taso nousee

Vedenpinnan tasoa on helppo havainnoida suhteessa suon pintaan, ja ensimmäisinä vuosina ennallistamisen jälkeen hoitoseurannassa (luku 9) keskitytään paljolti siihen, miten korkealle ja kuinka tasaisesti vedenpinnan tasoa on saatu nostettua. Myöhemmin voidaan havainnoida vesitilannetta heijastavia kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuusmuutoksia sekä puuston ja taimien kehittymistä.

Ennallistaminen nostaa suon vedenpinnan yleensä varsin nopeasti ja muutos on selvästi havaittavissa (Haapalehto ym. 2014, Menberu ym. 2016, Päkkilä ym. 2024). Ennallistamisen jälkeen myös suon vedenpinnan korkeuden vaihtelu muistuttaa vaihtelua luonnontilaisilla soilla (Menberu ym. 2016).

Ennallistamismenetelmiä (luvut 7–8) on kehitetty lähes 40 vuoden ajan, mutta edelleenkään suon hydrologian palauttamista ei voida pitää yksinkertaisena ja varmasti onnistuvana toimenpiteenä. Luontaisen hydrologian palauttamisessa voi ilmetä ongelmia, jos ennallistamistoimenpiteet ovat puutteellisia tai ennallistamisessa tehdään virheitä. Esimerkiksi ojien tukkiminen yksittäisillä padoilla ilman pintavalleja (ks. luvut 6 ja 7) saattaa jättää vedenpinnan nousuun toivomisen varaa. Teknisiä hankaluuksia aiheuttaa esimerkiksi se, jos heikosti kantavalle suolle ei päästä tekemään riittävästi ja riittävän isoja patoja ja pintavalleja.

Myös ennallistamisalueen ulkopuolisten alueiden vettymishaittojen välttäminen voi vaikuttaa lopputulokseen. Suon pienvalumaaluetta ei voida useinkaan ennallistaa kokonaan. Silloin ennallistamisen yhteydessä voidaan joutua jättämään esimerkiksi ratkaisevia laskuojia auki talouskäytössä olevien alueiden riittävän kuivavaran varmistamiseksi.

Liiallinen vettyminen ei yleensä ole ongelma ennallistetuilla soilla. Tosin vain vähän viettävissä korvissa liian korkealle noussut vesi voi tappaa tavoitetta enemmän puita, ja lähteikkölajeja voi olla hukkumisvaarassa, jos vettä nostetaan kerralla liikaa. Jos vettä ohjataan suolle pistemäisesti tai luontaista laajemmalta alueelta, tulee varmistaa, että isoista vesimääristä ei ole haittaa vastaanottavan suon lajeille ja luontotyypeille.

Ennallistamisella on sitä paremmat mahdollisuudet onnistua, mitä vähemmän suo on ojituksen jälkeen muuttunut (Kareksela ym. 2021, Laatikainen ym. 2025). Esimerkiksi karuilla ojitetuilla soilla, joilla on edelleen yhtenäinen rahkasammalpeite, vesitaloutta säätelevän akrotelman rakenne palautuu todennäköisesti suhteellisen nopeasti luontaisen kaltaiseksi. Myös selkeiden jänteiden tai kermien esiintyminen parantaa ennallistumismahdollisuuksia, koska ne tukevat patojen toimintaa ja niihin liittyvillä alun perin niukkasammalisilla ruoppapinnoilla pelkkä vedenpinnan nousu usein riittää palauttamaan alkuperäisen toiminnan.

Kasvillisuuden, pintaturpeen ja vesitalouden palautuminen kytkeytyvät toisiinsa

Suon vesitalouden ja kasvillisuuden palautuminen ovat tiiviissä vuorovaikutuksessa: vesitalous voi palautua vain, jos kasvillisuuden pääpiirteet palautuvat ja päinvastoin (Price ym. 2016). Suon eri pintojen kosteuden kehitys riippuu ratkaisevasti turpeen kertymisestä, mikä voi olla hyvin erilaista suon eri osissa ja erilaisilla soilla (luku 4).

Täytetyt ojat ovat ennallistamisen jälkeen tyypillisesti lähes kasvittomia ja märkiä. Erityisesti jos virtaus keskittyy ojalinjoille, kosteusolosuhteet vaihtelevat paljon ja pintaturpeen kasvu voi jäädä täytetyillä ojilla vähäisemmäksi kuin viereisillä saroilla, jolloin entiset ojauomat säilyvät sarkapintoja alemmalla tasolla. Esimerkiksi rehevillä, voimakkaasti virtaavilla soilla ojituksen luoma uomarakenne saattaa jäädä pysyväksi ennallistamisen jälkeenkin, jos pintavalleja on tehty liian vähän tai ne toimivat huonosti (luku 10.15).

Valunta tasaantuu

Periaatteessa ennallistamisen vaikutukset ovat vastakkaisia ojituksen vaikutuksille (luku 3.7). Ennallistamisen jälkeen suo vettyy: pohjavedenpinta nousee, kuiva turve kastuu ja suon pinta nousee, kun turve turpoaa. Suolle ojituksen myötä syntynyt kuivavara on suhteellisen pieni, ja suon vesivaraston kasvu ennallistamisen seurauksena vähentää valuntaa ojituksen aikaiseen tilanteeseen verrattuna vain lyhytaikaisesti, lähinnä ennallistamisvuonna.

Pitempiaikaiset ennallistamisen vaikutukset valuntaan riippuvat merkittävästi haihdunnan kehittymisestä. Vähäpuustoisilla soilla puuston haihdutus on vähäistä, ja ennallistamisen jälkeen vettyvän maan ja röyhähtävän kasvillisuuden haihdutus todennäköisesti kasvaa ja valunta vähenee. Jos puustoa on paljon, sen käsittelyllä ja kunnon kehityksellä ennallistamisen jälkeen on ratkaiseva merkitys kokonaisvalunnan muutoksille. Puuston väheneminen pienentää haihdutusta, mutta vastaavasti märkien pintojen laajeneminen lisää sitä. Näin ennallistamishakkuiden ei voi olettaa lisäävän valuntaa samalla tavalla kuin kivennäismaiden tai ojitettujen soiden hakkuiden.

Useimmissa tutkimuksissa soiden ojituksen on todettu lisäävän myös ylivirtaamia (esim. Ahti 1987, Seuna 1981, Holden ym. 2004), joten ennallistamisen seurauksena ylivirtaamat todennäköisesti pienenevät. Veden viipymä ennallistetulla suolla saattaa jopa tehostua luonnontilaiseen suohon verrattuna, kun suolle syntyy ennallistamisen seurauksena keinotekoisia painanteita, joihin valumavettä voi varastoitua (esimerkiksi pintavallien yläpuolisiin kaivantoihin).

Kohti luonnontilaa

Ennallistamisen seurauksena kasvaneet huuhtoutumat pienenevät nopeasti: likimain lähtötasolle päästään 5–10 vuodessa. Luonnonhuuhtoutuman tasolle pääseminen, jolloin siis myös ojituksen aiheuttama kuormitus on poistunut, kestää kauemmin. Näistä ei vielä ole seurantatuloksia.

Ennallistaminen vaikuttaa veden laatuun eri tavoin erityyppisillä soilla. Mittava vedenlaatuaineisto on kerätty vuosina 2007–2014 ennallistettujen soiden pohjavesistä eri suotyypeillä, ennen ja jälkeen ennallistamisen sekä vertailuksi luonnontilaisilta ja ojitetuilta mutta ennallistamattomilta ojitusalueilta (Menberu ym. 2017, Päkkilä ym. 2024). Suopohjaveden laatu kuvastaa suokasvillisuudelle ja suoekosysteemin toiminnalle tärkeitä prosesseja (Tahvanainen ym. 2012).

Seuranta-aineisto kertoo vesien luonnontilaistumiskehityksestä. Menberun ym. (2017) aineisto kattaa pääosin vain neljä ennallistamisen jälkeistä vuotta, mutta ravinteiden ja hiilen pitoisuudet kurkottelevat lupaavasti kohti luonnontilaisten soiden arvoja, yksittäisillä kohteilla jo niiden alle.

Esimerkkejä ennallistamisen vaikutuksista valumaveden laatuun ja alapuolisiin vesistöihin

Tapani Sallantaus

Luonnontilainen suo suodattaa ja puhdistaa sen läpi virtaavaa vettä (tietolaatikko 9). Yksi ennallistamisen tavoitteista onkin suon vesiä puhdistavan palvelun palauttaminen.

Ennallistaminen on voimakas häiriö metsäojitetulle suolle ja se muuttaa valumaveden laatua lyhyellä aikavälillä. Ennallistamisen vaikutuksia valumavesien laatuun on seurattu Suomessa vuodesta 1997 alkaen (Sallantaus 2004).

- Helvetinjärven kohteita seurattiin neljä vuotta ennallistamisen jälkeen.
- Seitsemisessä ennallistamisen vaikutuksia seurattiin 8–9 vuotta ennallistamisen jälkeen ja uudelleen 3 vuoden ajan 7 vuoden tauon jälkeen.
- Nuuksion Mustakorvessa seuranta kattaa 20 vuoden jakson ennallistamisen jälkeen (luku 10.10).

Seurantojen perusteella soiden ennallistamisen vakavin vesistökuormitustekijä on ennallistamisen alkuvaiheessa huuhtoutuva **liukoinen fosfori**. Kohonneet huuhtoutumat kestävät noin 10 vuotta, minkä jälkeen huuhtoutumat ovat palautuneet likimain lähtötasolle (Kareksela ym. 2021). Fosforihuuhtoutumien kasvu, ennallistamisen aiheuttama vesistökuormitus ennallistettua suohehtaaria kohden, on karuilla rämeillä 10 vuoden summana noin 2 kg/ha. Tämä on noin 30 % suurempi kuin metsäojitetun suon keskimääräinen huuhtoutuma vastaavana aikana ja kaksinkertainen Finerin ym. (2021) ja Niemisen ym. (2020) raportoimiin suometsätalouden 10 vuodessa aiheuttamiin fosforikuormitusarvoihin verrattuna.

Korpikohteilla ja rehevillä soilla fosforihuuhtoutuman lisäys heti ennallistamisen jälkeen on 2–5-kertainen rämeiden keskimääräiseen kuormitukseen verrattuna. Nuuksion Mustakorvessa (luku 10.10), samoin kuin rämekohteilla, ennallistamisen aiheuttama kuormitus oli ohi noin 10 vuodessa, pääosin viidessä vuodessa. Ennallistumisen käynnistymisessä saattaa kuitenkin olla viivettä, ja vasta märkä, lämmin kasvukausi saa turpeen hapettomaksi ja fosforin liikkeelle.

Fosforin huuhtoutumista ennallistamisen seurauksena kasvattavat ravinteisuuden lisäksi ilmeisesti ainakin ojitetun suon voimakas muuttuneisuus, aiemmat lannoitukset, runsas veden syöttö valuma-alueelta ja voimakas vettyminen eli veden jääminen seisomaan turpeen pinnalle. Ennallistamisen yhteydessä raudan on katsottu lisäävän huuhtoutumisriskiä, mutta on myös näyttöjä raudan fosforia pidättävästä vaikutuksesta (Nieminen ym. 2021a).

Fosforin ohella myös **typen huuhtoutumat** ovat kasvaneet ennallistamisen myötä (Kareksela ym. 2021). Karuilla soilla lisäys 10 vuoden summana ennallistettua suohehtaaria kohden on noin 10 kg, mikä on noin 25 % suurempi kuin ojitettujen soiden typpihuuhtoutuma vastaavana aikana. Ennallistetuissa korvissa ja rehevillä runsaspuustoisilla kohteilla typen ominaiskuormat ovat luokkaa 50 kg/ha 10 vuodessa, hieman yli kaksinkertaisesti ojitettujen soiden huuhtoutumiin nähden vastaavana aikana. Typpi on pääosin orgaanista typpeä, mutta rehevillä soilla myös epäorgaanisen typen huuhtoutuminen voi olla runsasta, kuten on ollut Helvetinjärvellä, Nuuksiossa ja Evolla (Koskinen ym. 2017, Sallantaus 2013, luvut 10.10 ja 10.5).

Ennallistaminen vaikuttaa **orgaanisen hiilen** huuhtoutumiseen vaihtelevasti. Karuilla Helvetinjärven rämeillä ja nevoilla vaikutus oli hyvin pieni (Koskinen ym. 2017). Seitsemisessä 10 vuoden ylimäärähuuhtoutuma ennallistamishehtaaria kohden oli noin 700 kg/ha. Keskihuuhtoutuma luonnontilaiselta suohehtaarilta on noin 1000 kg/ha 10 vuodessa. Suo-

metsätalouden aiheuttama orgaanisen hiilen ylimäärähuuhtoutuminen on noin 500 kg/ha 10 vuodessa.

Korpikohteilla on säännönmukaisesti raportoitu ennallistamiselle yli 1 000 kg/ha orgaanisen hiilen ominaiskuormia (Koskinen ym. 2017, luku 10.10). Ennallistamisalueen läpi virtaava vesimäärä on tärkeä orgaanisen hiilen huuhtoutumista kasvattava tekijä. Oriveden Huppionvuoren vuonna 1999 ennallistettu ruohoinen, osin lettoinen korpi on 6 % valuma-alueestaan ja valuma-alueen vedet purkautuvat korven kautta. Orgaanisen hiilen huuhtoutumat ennallistettua suoalaa kohti olivat noin kolminkertaisia metsäojitettuihin soihin verrattuna vielä 25 vuotta ennallistamisesta, vaikka orgaanisen hiilen keskipitoisuus suolta poistuvassa vedessä, 27 mg/l, oli luonnontilaisten soiden luokkaa (luku 10.5).

Esimerkkejä ennallistamisen vaikutuksista alapuolisissa vesistöissä

Vesistövaikutusten arviointia varten tarvitaan kuormitustietoja. Ennallistamiskohteiden alapuolisissa vesistöissä on seurattu peruskemian ohella myös bakteerituotantoa sekä orgaanisen hiilen hajotettavuutta, hajoamista ja ominaisuuksia (Räsänen ym. 2018). Alapuolisissa vesistöissä on mitattu myös hapen pitoisuutta, mikä ei kuulu kuormitusseurannoissa seurattaviin pitoisuuksiin (Sallantaus 2013, 2017). Vesistöseurantakohteet havainnollistavat ennallistamisen vaikutuksia ja auttavat arvioimaan kriittisiä kuormia eliöstölle. Tärkeää on kyetä tunnistamaan hankalat kohteet tai tilanteet: voidaanko huuhtoutumista ennustaa riittävällä tarkkuudella tai kuinka suuri voi ennallistettava alue olla suhteessa alapuoliseen vesistöön.

Helvetinjärven valumavesiseurantapisteillä ravinteiden ja orgaanisen hiilen huuhtoutuminen lisääntyi ennallistamisen jälkeen ja bakteerituotanto yli kaksinkertaistui, mutta hajotus oli vähäistä vesistöissä tavattaviin hajotusnopeuksiin verrattuna (Räsänen ym. 2018).

Evolla Vähä Ruuhijärvessä ennallistaminen sai aikaan rehevöitymishaittoja: voimakasta levätuotantoa, alusveden hapettomuutta sekä hapen vähyyttä jopa metrin syvyydessä (Sallantaus 2013). Hapettomuuden syy ei Räsäsen ym. (2018) havaintojen perusteella ollut humusaineksen hajoaminen, vaan voimakas levätuotanto ja levien hajoaminen. Järveen ennallistamisalueelta tulevat vedet olivat myös vähähappisia. Levätuotantoa mahdollisti valuma-alueelta huuhtoutuvan runsaan fosforin ohella epäorgaaninen typpi. Vähä Ruuhijärvi on 6,5 ha latvajärvi, jonka syöttävä valuma-alue on 40 ha, josta 25 % on ennallistettua korpea. Viipymä on noin yksi vuosi.

Seitsemisessä seuratuissa järvissä epäorgaanisen typen niukkuus esti vastaavat rehevöitymisilmiöt lähes kokonaan valumaveden kohonneista, likimain Vähä Ruuhijärven luokkaa olleista fosforipitoisuuksista huolimatta.

Perniön Punassuolla ennallistettiin vanhakantaisen turpeennoston muuttamaa, osittain jo metsittynyttä suota. Turpeennosto Punassuolla ajoittuu suureksi osaksi yli 100 vuoden taakse Teijon ruukin ajoille ja loppui kokonaan yli 60 vuotta sitten. Ennallistamisen vesistövaikutusten seurantaa motivoi valumavedet vastaanottavan puron, Lohiojan, taimenkanta.

Fosforin, typen ja hiilen huuhtoutumien kasvut olivat Punassuolla metsäojitettujen ennallistamisalueiden luokkaa. Ennallistamisen jälkeen vesi peitti laajoja alueita, mm. entiset turvehaudat. Tämän seurauksena Lohiojaan laskeva vesi oli hapetonta tai hyvin vähähappista koko kasvukauden, kuuden ennallistamisen jälkeisen seurantavuoden ajan. Myös Lohiojan vesi oli niukkahappista. Veden laadun muutokset voivat vaikuttaa taimenen esiintymiseen. Ennallistamisen vaikutuksia alapuolisen vesistön happitilanteeseen tulee arvioida tapauskohtaisesti.

Suoveden virtausmallit

Sakari Rehell

Turpeessa suovesi virtaa samojen lainalaisuuksien mukaan kuin kaikki pohjavesi: korkealta matalalle (ks. myös Rehell 2013e). Turpeen kerrosten vedenjohtavuudet määräävät, mihin virtaus keskittyy. Monimutkaisen virtaussysteemin ymmärtämiseksi on esitetty yksinkertaistettuja malleja.

Yleisimmin käytetään niin sanottua **diplotelmista mallia** (Ivanov 1981, Ingram 1983) (kuva 1A). Sen mukaan suoturpeessa on kaksi selvästi toisistaan poikkeavaa kerrosta. Pintaturve (akrotelma) on huokoinen ja johtaa hyvin vettä. Pintaturpeen alapuolinen turvekerros (katotelma) taas on tiivis ja johtaa vettä heikosti.

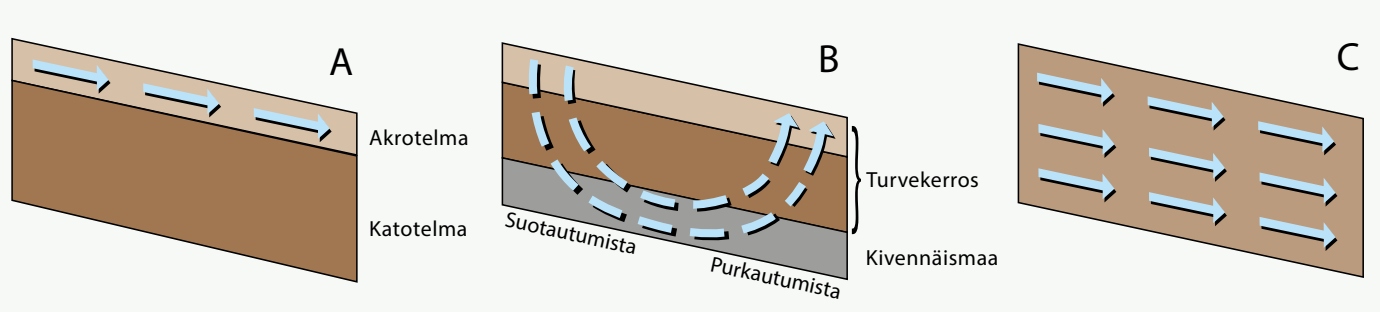
Mallissa oletetaan, että veden virtaus katotelmassa on niin pientä, että se voidaan olettaa nollaksi. Tällöin vesi virtaa kokonaisuudessaan akrotelmassa suovedenpinnan kaltevuuden suuntaisesti. Akrotelmassa on vedenpinnan itsesäätelymekanismi. Kun vettä tulee paljon, vedenpinta nousee ja poisvirtaus voimistuu. Kun vettä tulee vähän, vedenpinta alenee akrotelman alarajalle ja poisvirtaus pienenee nollaan.

Diplotelminen malli on luotu alun perin kuvaamaan erityisesti keidassoiden vesitaloutta, mutta sen perusoletuksien voidaan katsoa olevan riittävällä tarkkuudella voimassa suurimmassa osassa Suomen soita (esimerkiksi Laitinen ym. 2007).

Vaikka esimerkiksi rimpisten aapa- ja keidassoiden pinta-alasta suurin osa voi olla ruoppapintaa, josta diplotelminen rakenne puuttuu, näiden pintojen vedenpinnan vaihteluita säätelevät tyypillisesti jänteet tai kermit, joiden rakenne on diplotelminen.

Diplotelmisesta mallista poikkeavat suot, joissa vettä liikkuu alueelliseen pohjaveden muodostumiseen ja purkautumiseen liittyen myös **pystysuunnassa turvekerroksen ja pohjamaan välillä** (esim. Laitinen ym. 2008). Pohjaveden muodostumisalueilla vettä suotautuu suolta alaspäin ja pohjaveden purkautumisalueilla vettä nousee syvältä pintaan (kuva 1B).

Diplotelmisesta mallista poikkeavat myös suot, joissa vesi virtaa huomattavan paksuja, huokoisia turvekerroksia myöten. Varsinaiset **perkolaatio- eli läpivirtaussuot** (esim. Joosten & Clarke 2002), joissa veden oletetaan virtaavan tasaisesti koko turvekerroksen paksuudelta (kuva 1C), lienevät Suomessa harvinaisia poikkeuksia. Varsin tavallisia sen sijaan ovat esimerkiksi lähde- ja luhtavaikuteisilla nevoilla tilanteet, joissa pinnan hyvin vettä johtava kerros on huomattavan paksu ja sen alapuolinen saraturvekin johtaa vettä varsin hyvin. Näillä soilla veden virtaus muistuttaa läpivirtaussoiden tilannetta.



Kuva 1. Yksinkertaistettuja kaaviokuvia suoveden virtausta turpeessa kuvaavista malleista. A. diplotelminen malli, B. suo osana pohjaveden kiertoa ja C. perkolaatiomalli.

Soiden vesiä suodattava ja puhdistava vaikutus: suon epäorgaaniset nielut

Tapani Sallantaus

Minerogeeniset suot, kuten aapasuot, saavat luonnontilassa vettä ja ravinteita valuma-alueeltaan (Laitinen ym. 2007). Suot sitovat hiiltä ja varastoivat sitä turpeena. Turpeeseen kertyy myös valuma-alueelta tulevia epäorgaanisia aineksia. Toisin sanoen suot tuottavat vesikemiallisia ekosysteemipalveluita poistamalla niiden kautta liikkuvista vesistä ravinteita ja vesieliöstölle haitallisia metalleja.

Vesikemialliset ekosysteemipalvelut menetetään, kun suo ojitetaan. Valuma-alueen vesien kulku suon pintakerroksen kautta lakkaa. Myös ojittamattomien soiden kyky suodattaa vesiä on kärsinyt. Yläpuoliset ojat katkaisevat vesien kulkua ja ojat johtavat vesiä ohi suoalueen tai sen läpi ojia pitkin (Sallinen ym. 2019). Vedenlaadulliset ekosysteemipalvelut ovat kuitenkin useissa tapauksissa palautettavissa, ja alkuperäisen kaltaista hydrologiaa on palautettu jo monille suojelusoille (Kareksela ym. 2021).

Suonielut-hanke

Suonielut-hankkeessa selvitettiin soiden vesiä puhdistavan vaikutuksen merkitystä. Tutkimuksen keskeisenä tarkoituksena oli tuottaa tietoa, jolla voitaisiin tukea suoluonnon ennallistamista (Sallantaus ym. 2022).

Seurantaa tehtiin vuosina 2020–2021 viidellä suolla ja seitsemällä valuma-alueella Helmi-ohjelman rahoituksella. Suurisuo Janakkalassa oli pioneerikohde, josta aineistoa alkoi kertyä jo vuonna 2012. Toinen eteläinen kohde oli Lopen Karjusuo, jolla on kaksi osavaluma-aluetta. Aapasuovyöhykkeeltä seurantaan otettiin Iin Koiransuo (kaksi osavaluma-aluetta), Pyhännän Haaposuo sekä Sonkajärven Vahtisuo.

Seurantakohteiden pinta-ala oli 43–169 hehtaaria, ja vastaanottavan ojittamattoman suon osuus oli 12–37 % (keskimäärin 23 %) valuma-alueesta. Syöttävä valuma-alue oli metsätalouskäytössä olevaa maata. Näille soille tulevien ja suolta lähtevien vesien laatua selvitettiin vähintään vuoden ajan.

Kahdelta alueelta, Oriveden Lakkasuolta ja Tervolan Suuripään letolta, kerättiin täydentävää aineistoa, joka ei ole täysin vertailukelpoista varsinaisilta seurantasoilta kerätyn aineiston kanssa.

Suonielujen vaikutukset

Tulokset vahvistivat soiden merkittävän vaikutuksen valumavesien laatuun. Erityisesti nousi esiin tutkittujen soiden kyky alentaa fosforin huuhtoutumista. Lähtevän veden havaittua keskimääräistä fosforipitoisuutta ja alueellista keskivuosivaluntaa laskennassa käyttäen fosforihuuhtouma oli keskimäärin 2,7 mg/m^2 vuodessa.

Havaittu huuhtouma on hyvin vähäinen, pienempi kuin eri tutkimuksissa saatu luonnontilaisten alueiden keskimääräinen huuhtouma. Nieminen ym. (2020) saivat luonnonhuuhtoumaksi 4 mg/m^2 vuodessa, Finér ym. (2021) 4,4 mg/m^2 vuodessa ja Aaltonen ym. (2021) 5,3 mg/m^2 vuodessa. Näissä hankkeissa luonnontilaiset alueet olivat kokonaan metsätalouden ulkopuolella, kun Suonielu-hankkeessa pääosa valuma-alueista oli aktiivisen metsätalouden piirissä.

Eteläisillä valuma-alueilla, Suurisuolla ja Karjusuolla, pidättymät olivat pienimpiä, mutta lähtevä kokonaisfosforihuuhtouma oli korkeimmillaankin vain 3,7 mg/m^2 vuodessa. Lähtevän fosforin määrä ei ollut riippuvainen suolle tulevasta fosforimäärästä (kuva 1), joten suon kykyä sitoa fosforia ei ylitetty.

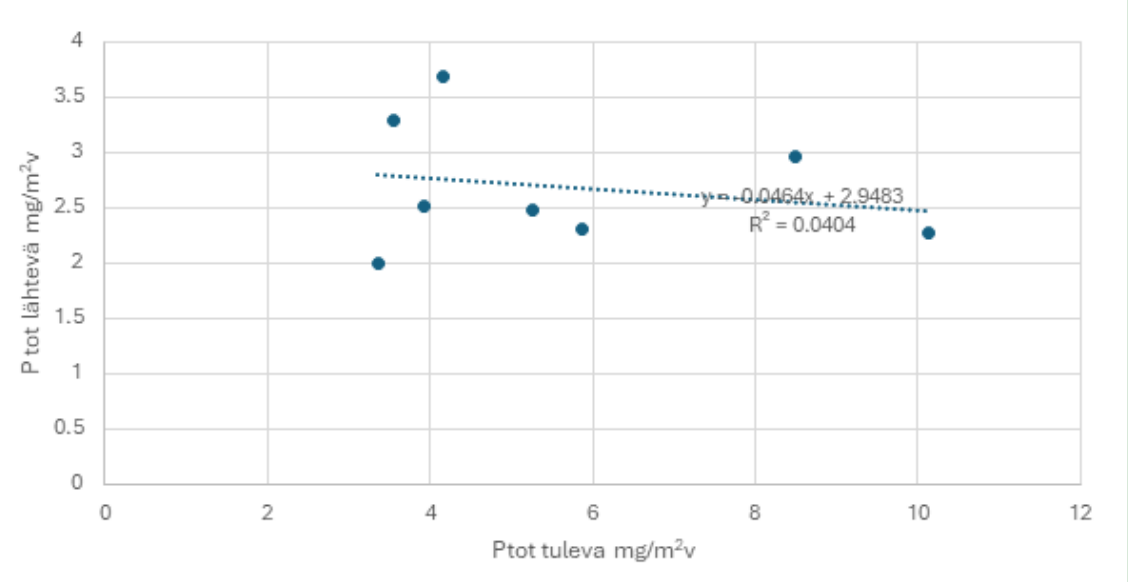
Vastaanottavan suon vaikutukset valumaveden laatuun vaihtelivat alueiden välillä ja mitattujen suureiden kesken. Keskimääräiset muutokset olivat loogisia ja hyvin selitettävissä, mutta osin yllättäviäkin (taulukko 1).

Emäskationien, Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+} ja Ba^{2+}, liikkuvuus vähenee varauksen ja atomipainon kasvaessa (Peuravuori 1987). Tämä näkyy etenkin selvänä sarjana kahdenarvoisten metallien käyttäytymisessä (taulukko 1). Raskaat kahdenarvoiset strontium ja barium pidättyivät suohon hyvin, kolmiarvoiset alumiini ja titaani metalleista selvästi parhaiten. Yksiarvoisten metallien kemiallinen pidättyminen on heikkoa. Kalium tärkeänä kasviravinteena pidättyi erittäin hyvin kasvukaudella, mutta sitä vapautui kasvukauden ulkopuolella.

Rautaa ja mangaania pelkistyy suon hapettomissa oloissa kahdenarvoiseen muotoon, Fe^{2+}, Mn^{2+}, jotka ovat liikkuvia eli huuhtoutuvat helposti. Vastaanottavat suot kasvattivat raudan huuhtoutumaa keskimäärin peräti 52 % (taulukko 1).

Laskeumaperäisistä anioneista kloridi liikkuu herkästi valumaveden mukana. Sulfaatti sen sijaan pidättyy hyvin, koska se pelkistyy hapettomissa oloissa ja sitoutuu pääosin orgaanisena rikkinä turpeeseen.

Orgaanisen hiilen negatiivinen arvo tarkoittaa sitä, ettei valumavedet vastaanottava suo tuota orgaanista ainesta lähtevään veteen vaan pidättää tai hajottaa sitä. Tämä on yllättävä tulos, koska suot ovat yleensä tärkeä liukoisen orgaanisen hiilen lähde vesistöille. Kohteiden välillä oli kuitenkin suurta vaihtelua orgaanisen hiilen taseissa. Koiransuon kaksi valuma-aluetta sekä Suuripää keikauttavat tuloksen pidättymisen puolelle. Nämä ovat hyvin rimpisiä valuma-alueita. Muilla kohteilla oli lievää nettohuuhtoutumista, Suurisuolla selvimmin (+ 25 %). Silti Suurisuonkin



Kuva 1. Suolle tulevan ja suolta lähtevän veden kokonaisfosforihuuhtoumat laskettuna suolta lähtevän veden mittauspisteen valuma-aluetta kohden. Mukana on myös Suuripään valuma-alue.

Taulukko 1. Keskimääräiset vastaanottavan suon tuottamat ainemäärien muutokset ((lähtevä – tuleva) x 100 / tuleva) kahdeksalla tutkitulla valuma-alueella. Negatiiviset arvot tarkoittavat nettopidättymistä, positiiviset nettohuuhtoumaa. Suuripäällä on otettu huomioon vain TOC, N tot, P tot ja SO_4, koska se oli muista seurantasoista geokemiallisesti poikkeava letto.

Na	K	Mg	Ca	Sr	Ba	Al	Ti
%	%	%	%	%	%	%	%
3	-15	4	-9	-15	-30	-50	-61

Fe	Mn	TOC	N tot	P tot	Cl	SO_4	y25
%	%	%	%	%	%	%	%
52	20	-7	-6	-44	10	-36	1

nettohuuhtouma oli selvästi pienempi kuin sitä syöttävän valuma-alueen.

Syitä orgaanisen hiilen nettopidättymälle tai suoksi hyvin alhaiselle huuhtoutumalle voivat olla esimerkiksi mikrobiologinen tai fotokemiallinen hajotus, joita vesien pitkä viipymä syvissä rimmissä tehostaa. Rauta voi saostaa liukoista orgaanista hiiltä. Raudalla on myös kyky katalysoida orgaanisen hiilen fotokemiallista hajotusta (Miles & Brezonik 1981).

Typpi on valumavesissä valtaosin orgaanista eli typen käyttäytyminen on yhdenmukainen orgaanisen hiilen kanssa. Epäorgaaninen typpi sen sijaan pidättyy pääosin hyvin, ja nitraattityppi erittäin hyvin, vaikka tulevat pitoisuudet ovat pieniä. Muutamalla alueella ammoniumtyppeä vapautui vähävetisinä kausina.

Fosfori pidättyy suohon hyvin. Eteläisillä kohteilla pidättyminen on heikompaa kuin pohjoisen aapasoilla. Suurisuolla lähtevän veden seurantapiste on vanhassa syvässä ojassa, ja fosforin pitoisuudet ovat koholla vähävetisimpinä kausina. Samaan aikaan myös ammoniumtyppi oli koholla. Kuitenkin lähtevän fosforin keskimääräinen pitoisuus oli kaikilla alueilla huomattavan alhainen, korkeimmillaan vain 12 µg/l, Lopen Karjusuon eteläisellä alueella. Pohjoisen aapasoilla lähtevien vesien fosforipitoisuus oli keskimäärin vain 7 µg/l.

Vesienpalautuksilla monenlaisia hyötyjä

Yläpuolisten ojitusten vuoksi vesiään menettäneiden soiden vesitaloutta voidaan useissa tapauksissa korjata eli palauttaa vedet purkautumaan luontaisia reittejään. Tällöin ekosysteemipalveluitakin saadaan palautettua. Vesien saamiseksi ojastosta alapuoliselle suoalueelle ilman ojitusalueen vettymistä tehdään yleensä johdeojia (Granqvist 2024). Jos vastaanottava suoalue viettää vain vähän, se vaikeuttaa vesien palauttamista, samoin kuin ojitetun alueen suon pinnan painuminen.

Suonielu-hankkeessa Vahtisuo oli kohde, jossa vesiä palautettiin aapasuolle kunnostusojituksen yhteydessä. Ojituksen seurauksena kohonneet tulevan veden ainemäärien pitoisuudet olivat suon läpi suotauduttuaan luonnonhuuhtouman tasolla, ja pidättyneet ainemäärät olivat kunnostusojituksen aiheuttaman tulevien vesien lisäkuormituksen vuoksi kohteista suurimpia. Vahtisuolla vesien palauttamiselle oli suotuisat korkeussuhteet. Maanomistajan kanssa sovittiin myös suon reunaojien patoamisista, ja suon reunaalueet liitettiin suojelun piiriin, mikä mahdollisti useita vesienpalautusuomia.

Suojelualueilla vesiä ohjaavien ojien kaivu tulisi minimoida, jottei samalla menetetä suojeluarvoja. Vahtisuo (kuva 23 luvussa 6.3.3) on esimerkki tapauksesta, jossa tulos on suon luonnonarvojen kannalta erinomainen. Suojeluarvojen säilymisen ja palauttamisen sekä metsätalousmaan tuoton yhteensovittaminen vaatisi monissa tilanteissa taloudellista tukea metsätalousmaan omistajalle tai aluehankintaa suojeluun.

Pitkään ja tehokkaasti kuivatettujen soiden ennallistaminen tukkimalla vanhat ojastot ja palauttamalla vedet kulkemaan suon kautta aiheuttaa pitkäkestoista ravinne- ja humuskuormitusta alapuolisiin vesistöihin etenkin rehevillä ojitusalueilla (Kareksela ym. 2021). Toisaalta monilla ojittamattomilla soilla, joiden vesitalouteen ympäröivät ojitukset vaikuttavat, muutokset turpeessa ovat vähäisiä, ja suolta poistuvan veden laadun heikkeneminen lyhyeksikään aikaa ei ole todennäköistä vedenpalauttamisen seurauksena. Ojitusten myötä vesiään menettäneet ojittamattomat suot eivät välttämättä olekaan merkittävästi kuivuneet, vaan ympäröivä ojitus karuunnuttaa suota ja johtaa kohti ombrotrofiaa (Tahvanainen 2011).

Suonielu-hankkeen tulokset kertovat, että ojittamattomat suot pystyvät poistamaan muun muassa ravinteita hyvin vähäravinteisistakin vesistä. Suolle kuuluvien vesien palauttamisella voidaan saavuttaa merkittäviä vesiensuojelullisia hyötyjä, jotka tukevat paitsi suon suojeluarvojen, myös vesistöjen ennallistumista.

Vesistöjen ruskettumisen vähentäminen

Sakari Rehell ja Tapani Sallantaus

Soilta ja havumetsistä lähtee valumavesiin tyypillisesti orgaanisia yhdisteitä (Kortelainen & Saukkonen 1998, Mattson ym. 2003). Suomessa useat järvet ovatkin luontaisesti ruskeavetisiä. Kaikenlaisten vesistöjen vesien muuttuminen entistä ruskeammiksi on huomattu yleisesti Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa viimeisten noin 30 vuoden aikana. Ruskettumisen aiheuttaa liukoisten humushappojen eli orgaanisen hiilen pitoisuuksien lisääntyminen vesissä. Lisäksi rautayhdisteiden lisääntyminen voi vaikuttaa vesistöissä samansuuntaisesti.

Vesistöjen ruskettumiseen on esitetty ja todettu monia syitä. Ilmaston lämpeneminen ja kasvukausien piteneminen lisäävät sitä voimakkaasti (Lepistö ym. 2021). Happaman laskeuman vähentyessä orgaaninen happamuus luonnonvesissä lisääntyy ja siten laskeuman vähenemisellä viime vuosikymmeninä on ollut vaikutusta vesistöjen ruskettumiseen (Räike ym. 2024). Maailmanlaajuisesti tämä lienee merkittävin tekijä, mutta Suomessa sen merkitys on todennäköisesti ollut pienempi. Suomessa maankäytön muutokset, etenkin metsien havupuumäärän lisääntyminen (Skerlep 2021) ja vanhat soiden metsäojitukset (Nieminen ym. 2021b), on havaittu merkittäviksi tekijöiksi. Metsätalous, pääosin metsäojitus, on lisännyt metsätalousmaan orgaanisen hiilen huuhtoumaa Suomessa 14 % (Finér ym. 2021). Metsäojitetun suon huuhtouma oli keskimäärin noin 50 % suurempi kuin luonnontilaisen. Etelässä ero oli hieman suurempi kuin pohjoisessa.

Ojitetuilla turvemailla liukoisten humushappojen pitoisuudet kasvavat turpeen hajotuksen kiihtyessä, kun kasvava puusto alentaa vedenpintaa haihduttamalla. Lisääntynyt havupuusto tuottaa myös runsaasti kariketta, jonka hajotessa muodostuu humushappoja.

Rautayhdisteiden lisääntyminen vesissä liittyy joissakin tapauksissa ruskettumisongelmaan. Tämänkin ilmiön merkittävimpänä syynä pidetään metsäojituksia (kuva 1). Etenkin rehevillä ja rimpisillä soilla kerrostuu rautasaostumia, kun hapetonta pohjavettä nousee suon pinnalle. Näillä soilla saattaa olla turpeen seassa paksuja rautasaostumakerroksia. Kun suot ojitetaan, rautaa liikkuu ojavesien mukana vesistöihin ja värjää veden ruskeaksi. Määrät voivat olla suuria erityisesti, jos valuma-alueella on sulfidimineraaleja (sulfidisilttejä tai mustaliuskeita) (tietolaatikko 29). Suomessa tällaiset rautasaostumakerrostumat ovat tavallisia etenkin tietyillä alueilla Pohjanmaalla (Virtanen 1994).



Kuva 1. Laajan kunnostusojituksen alalaitaan tehty laskeutusallas on täyttynyt rautasakalla ja ruosteella Utajärvellä. Suo, jolta ojat johtavat vettä tähän altaaseen, on ollut rehevää ja märkää, ilmeisesti osin koivulettomaista. Kuva: Maija Kauppila, Tapio Oy.

Vesistöjen ruskettumisella on monenlaisia haitallisia vaikutuksia (Härkönen ym. 2023):

- Vähentää valon määrää, mikä pienentää perustuotantoa ja vaikeuttaa kalojen ja muiden vesieliöiden elämää.
- Lisää juomaveden puhdistamiskustannuksia.
- Vaikuttaa järvien veden kerrostuneisuuteen ja saattaa sitä kautta lisätä happikatoa. Happitilannetta heikentämällä se myös lisää järvien kasvihuonekaasupäästöjä.

Keinoja vähentää vesien ruskettumista

Vesien ruskettumisen vähentämisessä nykyisiä, lähinnä kiintoaineksen poistoon soveltuvia menetelmiä, kuten laskeutusaltaita, pidetään tehottomina. Yleisesti hyvin tehokkaina vesiensuojelumenetelminä pidettyjen pintavalutuskenttien rakentaminen saattaa lyhytaikaisesti jopa lisätä orgaanisen aineksen määrää valumavesissä (Nieminen ym. 2017b). Vastaavasti on havaittu, että laajan valuma-alueen vesien ohjaaminen ojitetun leton tai korven läpi ennallistamisen yhteydessä (luku 10.5) on aiheuttanut pieneltä ennallistetulta alalta huomattavan suuret orgaanisen aineksen päästöt vesiin. Päästöt voivat pitkällä aikavälillä tasaantua, mutta hitaasti.

Ruskettumisen vähentämiseksi tärkeintä olisi vähentää turpeen hajoamista ojitetuissa suometsissä ja estää vesien pääsy suoraan ojista vesistöihin. Konkreettisia keinoja tähän:

- jatkuvapeitteinen metsänkasvatus
- ojasyvyyksien madaltaminen
- lehtipuiden suosiminen
- laajemmat suojavyöhykkeet vesistöjen varsilla.

Yhtenä ruskettumisen lieventämisen keinona on mainittu myös soiden ennallistaminen (Kritzberg ym. 2020, Härkönen ym. 2023), vaikka alkuvaiheessa ennallistamisalueelta voikin tulla orgaanisen hiilen kuormitusta. Veden määrä säätelee hiilen huuhtoutumista. Toisaalta ojittamattomille mutta ympäröivien ojitusten vuoksi kuivuneille suon osille voi johtaa sinne kuuluvia vesiä ja saada valumavesien orgaanisen aineen pitoisuudet sillä tavalla pienenemään (tietolaatikko 9).

Avovedessä orgaaninen aines voi hajota etenkin auringonvalon avulla (Vähätalo ym. 2003, Pickard ym. 2017). Tämä voisi tarjota mahdollisuuksia vähentää orgaanisen aineen määrää vesissä esimerkiksi siten, että vesiä johdettaisiin soiden vetisiin rimpiin tai laajoihin, mataliin kosteikkolampiin. Tätä tukevia havaintoja on saatu esimerkiksi Suonieluhankkeessa (Sallantaus ym. 2022).

Rautasaostumiin liittyvien haittojen vähentämisessä keskeistä on vähentää raudan liikkeelle lähtöä maaperästä ja estää rautapitoisten pohjavesien pääsy suoraan ojiin (Heikkinen ym. 2022). Keinoina voisivat olla valuma-alueen soiden ennallistaminen ja metsäojitusalueiden kuivatussyvyyden vähentäminen etenkin rehevillä turvemailla (Postila ym. 2023).

Jatkuvapeitteisesti hoidettavan talousmetsän hyödyt osana ennallistettavaa suoyhdistymää

Sakari Rehell

Kun pyritään kokonaisten valuma-alueiden ilmasto-, vesistö- ja monimuotoisuusvaikutusten optimointiin samalla, kun metsätaloutta jatketaan ainakin osalla aluetta, tarvitaan ennallistamisen tueksi usein muutoksia metsänkäsittelytavoissa.

Tiettyjen alojen vedenpintaa nostavat ennallistamistoimet ja toisten alueiden tasaisempaan kehitykseen tähtäävät jatkuvapeitteisen metsätalouden keinot voisivat tukea toisiaan. Esimerkiksi tyypillisellä muuttuneella aapa- tai keidassuoyhdistymällä alapuolista, vastaanottavaa vesistöä lähinnä oleva osa on usein ollut luontaisesti rehevää korpea tai nevakorpea. Metsänkasvatukseen sopivina tyyppeinä nämä on yleensä ojitettu ja ne kasvavat hyvin puuta. Tällaisten suoyhdistymien osien jatkuvapeitteinen hoito tarjoaisi taloudellisesti toteuttamiskelpoisen mahdollisuuden, jossa vältyttäisiin avohakkuuseen liittyviltä haitoilta ja saataisiin rakennettavan suoyhdistymäkokonaisuuden rehevimpään osaan metsäluonnon säilymiselle otollinen ja alkuperäistä korpiluontoa jossain määrin vastaava osa. Mikäli tähän saataisiin liitettyä ojiksi syvennettyjen purojen palauttamista puroiksi, voisi tämä parantaa myös pienvesien sekä niiden rantojen suometsien tilaa.

Vesistöjen, erityisesti pienvesien, tilaan vaikuttavat ratkaisevasti myös rannoille jätettävät puskurivyöhykkeet. Käsittelemättömän suojavyöhykkeen tulisi olla vähintään 30–45 metriä leveä, jotta vältytään avohakkuun aiheuttamalta voimakkaalta reunavaikutukselta esimerkiksi puroihin, lampiin tai suojelualueisiin (Oldén ym. 2019). Suojavyöhykkeen puuston kasvattaminen jatkuvapeitteisenä mahdollistaisi sen taloudellisen hyödyntämisen (Lundström ym. 2018, Juvonen 2020).

Puustoisten elinympäristöjen lajisto voi hyötyä jatkuvapeitteisestä metsänkasvatuksesta

Jatkuvapeitteinen metsätalous on tasaikäisen metsän kasvatusta parempi vaihtoehto myös metsien monimuotoisuudelle. Jatkuvapeitteinen käsittely mahdollistaa monipuolisemman lahopuujatkumon syntymisen, kun metsässä on koko ajan eri-ikäistä ja -kokoista puustoa, josta voi syntyä uutta lahopuuta (Atlegrim & Sjöberg 2004, Pasanen ym. 2019). Turvemaiden metsissä tämä koskee etenkin korpimaisista tyypeistä muodostuneita reheviä turvekankaita.

Ojitetuissa korpikuusikossa voi olla mahdollista siirtyä melko nopeasti jaksollisesta jatkuvapeitteiseen metsänkäsittelyyn esimerkiksi soveltamalla yläharvennuksia. Peitteisyyttä voidaan korpikuusikoissa ylläpitää myös kaistale- ja pienaukkohakkuin sekä niiden ja poimintahakkuiden yhdistelmillä. Myös mäntyvaltaisilla puolukka- ja varputurvekankailla on mahdollista käyttää ensisijaisesti erilaisia pienaukko- ja kaistalehakkuita sekä niiden ja ylispuukasvatuksen yhdistelmiä (Saarinen ym. 2020).

Jatkuvapeitteisessä metsänkasvatuksessa jäljelle jäävä puusto haihduttaa tehokkaasti

Ojien kunnostaminen hakkuun yhteydessä ei ole tarpeen, jos hakkuun yhteydessä jätetään noin 100–150 m^3 puustoa hehtaarille (Sarkkola ym. 2010). Ainakin maan eteläpuoliskossa tällainen jatkuvapeitteinen kasvatus olisi toimiva menetelmä välttää kunnostusojituksia (Leppä ym. 2020). Siirtymisen avohakkuisiin perustuvasta metsienkäsittelystä jatkuvapeitteiseen metsänkasvatukseen on arvioitu olevan helposti toteutettavissa turvemaametsissä ja vähentävän metsätalouden haittavaikutuksia (Saarinen ym. 2020).

Vähemmän kiintoaineita ja liukoisia ravinteita

Merkittävin jatkuvapeitteisen kasvatuksen etu vesistöjen kuormituksen vähentäjänä on, jos ojat pystytään jättämään perkaamatta ja syventämättä. Tällöin etenkin ojien perkauksiin liittyvät kiintoainepäästöt jäisivät pois (Saarinen ym. 2020) ja fosforipäästöt pienenisivät (Hökkä ym. 2017). Tietoa hakkuutapojen vaikutuksista liuenneiden aineiden päästöihin on kuitenkin vielä niukasti.

Ojituksen pitkäaikaiskuormitus (Nieminen ym. 2017a) on kaikissa tapauksissa pääosa kuormituksesta. On kuitenkin havaintoja, joiden mukaan liuenneiden ravinteiden ja liuenneen orgaanisen aineen määrät ovat jääneet vähittäin hakatuissa turvemaametsissä merkittävästi pienemmiksi kuin avohakatuilla alueilla (esim. Palviainen ym. 2021). Hakkuukerralla poistetun puuston määrä voi vaikuttaa kuormituksen suuruuteen merkittävästi. Ojitetuilla soilla jatkuvapeitteisen käsittelyn arvioidaan vähentävän kuormitusta myös siksi, että suon vedenpinta ei missään vaiheessa laske yhtä syvälle kuin varttuneissa jaksollisen kasvatuksen metsissä, mikä vähentää erityisesti syvien turvekerrosten hajotuksesta syntyvää ravinne- ja hiilikuormaa.

Keino vähentää turvemaiden kasvihuonekaasupäästöjä

Jatkuvapeitteisen kasvatuksen yleistymistä pidetään yleisesti yhtenä lupaavimmista keinoista vähentää metsätalouden turvemaiden kasvihuonekaasupäästöjä. Avohakkuun seurauksena turvemaiden vedenpinnan vaihtelut kasvavat tavalla, joka lisää kasvihuonekaasupäästöjä: aluksi vettyminen lisää metaanipäästöjä, ja ojien syventämisen jälkeen lisääntyvät hiilidioksidi- ja typpioksidipäästöt saroilta sekä metaanipäästöt avoimista ojista (Korkiakoski ym. 2019). Jatkuvapeitteinen kasvatus vähentää vedenpinnan tason vaihtelua (Korkiakoski ym. 2020, Saarinen ym. 2020, Leppä ym. 2020). Lisäksi turvemaiden metsien tullessa uudistamisikään laajat avohakkuut lähivuosikymmeninä johtaisivat pitkälliseen taimikkovaiheeseen, jolloin puuston hiilensitomiskyky jäisi heikoksi.

Taloudellisesti mahdollinen vaihtoehto

Jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen on monissa tutkimuksissa todettu olevan taloudellisesti nykyistä tasaikäismetsätaloutta kannattavampaa (Kotiaho ym. 2022). Vaikka jatkuvassa kasvatuksessa korjuukustannukset ovat usein tasaikäismetsätaloutta suurempia, metsän uudistamiskustannukset ovat selvästi pienempiä tai jopa olemattomia. Kasvupaikkatyyppien ja alueiden välillä on kuitenkin suuria eroja, ja turvemailta on vielä vähän tietoa jatkuvapeitteis- ja tasaikäiskasvatuksen taloudellisen kannattavuuden eroista.

Soiden ennallistaminen tai muu vedenpinnan nosto vesistöjen virtaamien tasaajana

Sakari Rehell, Samuli Joensuu ja Asmo Hyvärinen

Soiden ojitus vaikuttaa valuntaan ja virtaamiin

Soiden ojittaminen alentaa vedenpinnan tasoa ja samalla myös turpeen rakenne ja vedenjohtavuus sekä veden virtausreitit muuttuvat (Paavilainen & Päivänen 1995, Holden ym. 2004, Mustamo ym. 2016).

Suomessa pääosa ojituksista on tehty metsänkasvatusta varten. Metsäojitukset voivat vaikuttaa alapuolisten vesistöjen virtaamiin, mutta lyhyen ja pitkän aikavälin vaikutukset voivat olla varsin erilaisia. Heti ojitusten jälkeen valunnat kasvavat veden poistuessa suolta ja haihdunnan pienentyessä. Ojia pitkin myös sadevesi päätyy nopeammin vesistöön. Myöhemmin turvemaa asettuu uuteen hydrologiseen tilaan, jolloin muutos valunnoissa on tapauskohtaista. Kasvava puusto haihduttaa enemmän, jolloin valunta voi pienentyä. Puuston tihentyminen taas voi hidastaa lumen sulamista keväällä.

Pohjanmaan jokien virtaamien pitkäaikaisseurannoissa on havaittu korkeiden tulvien keskittymistä vuosikymmenille, joilla uudisojitus oli voimakkainta. Vastaavasti on havaittu kesän kuivuusjaksojen voimistuneen viime vuosikymmeninä puuston määrän kasvettua. Yleisesti metsäojitusten ja turvemaiden metsätalouden onkin arvioitu lisäävän etenkin kesäkauden tulvien ja kuivuuskausien todennäköisyyttä (Seuna 1981, Ahti 1980, 1987).

Ennallistaminen voi muuttaa suon vedenvarastointikykyä

Mikäli turvemaalla nostetaan vedenpintaa esimerkiksi ennallistamalla, vaikutus on ojitukseen nähden päinvastainen: voimakkaat hakkuut voivat lisätä valuntaa, vedenpinnan nousu taas pienentää sitä ainakin lyhytaikaisesti. Veden pitempi viipymä suolla ja lisääntynyt veden varastoituminen voivat tasata virtaamia. Valunnat tasaantuvat, jos suurempi määrä vettä jää suolle sateen tai sulamisen jälkeen ja valuu pois vasta viiveellä.

Periaatteessa vaihtelu vedenpinnantasossa voi mahdollistaa veden varastoitumisen suolle, mikäli huokosvesi on vapaasti liikkuvaa. Suo pystyy varastoimaan vettä sitä tehokkaammin, mitä suurempi on ominaisantoisuus (vapaasti vaihtuvan veden osuus) siinä kerroksessa, missä vedenpinnan vaihtelu tapahtuu. Näin tehokkaimmin vettä varastoivat suot, joissa vesi kertyy sateen tai sulamisen aikana vapaaksi pintavedeksi lammikoihin (ominaisantoisuus = 1) ja vesi valuu näistä lammikoista hitaasti alaspäin. Jos taas vedenpinnan vaihtelu tapahtuu turpeen sisällä, varastoituva vesimäärä jää paljon pienemmäksi samalla vaihteluvälillä, sillä heikosti maatuneen rahkaturpeen ominaisantoisuus on suuruusluokkaa 0,2 ja maatuneen ja tiivistyneen suuruusluokkaa 0,1. Ennallistaminen vähentää vedenpinnan korkeuden vaihtelua, mutta valunta voi olla tasaisempaa ennallistetulta kuin ojitetulta suolta, jossa vaihtelu tapahtuu syvemmällä, missä vain pieni osa vedestä on liikkuvaa (Menberu 2018). Tämän perusteella erityisesti suhteellisen tasaisiksi, avovesirimpisiksi ennallistuvat suot voisivat parhaiten varastoida vettä.

Tasaako ennallistaminen valuntaa – havaintoja ja mahdollisuuksia

Suoria tutkimuksia ennallistamisen vaikutuksista valumiin on toistaiseksi vähän. Metsähallituksen ylläpitämän ennallistamisen seurantaverkoston valumaseurantakohteilta on julkaistu tuloksia vedenpinnantasoista, veden varastoitumisesta ja valunnoista (Menberu 2018). Ennallistaminen nosti vedenpintaa, vähensi vedenpinnan korkeuden vaihteluita ja pidensi aikaa sateen alusta suon alapuolisen

valunnan huippuun muutamilla tunneilla. Kyseiset tutkimuskohteet ovat suhteellisen pieniä, kaltevia, rinnesuomaisia valuma-alueita.

Toisessa ennallistamisen merkitystä valuntoihin käsitelleessä tutkimuksessa havaittiin, että alapuolisen vesistön tulvien vähenemisen hyödyt kattoivat vain pienen osan karujen kitumaiden ja laskettujen järvien ennallistamisen kustannuksista (Oittinen 2007). Mahdollisuudet torjua tulvia ainakaan pienten, sattumanvaraisesti sijoittuvien tai vedenjakajien karuille, vähätuottoisille soille painottuvien soiden ennallistamisen avulla näyttävät vähäisiltä kustannuksiin suhteutettuna.

Kohdentamalla soiden ennallistaminen otollisimpiin paikkoihin voisi tulos olla parempi. Valuntojen tasaaminen soita ennallistamalla onnistunee parhaiten siellä, missä vettä kerääntyy suolle laajalta valuma-alueelta (minerotrofiset suot) ja missä vähäinen kaltevuus mahdollistaa veden kertymisen pintavesilammikoiksi. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi tasaiset, rimpiset aapasuot. On arvioitu, että Suomessa on noin 0,5 miljoonaa hehtaaria ojittamatonta, mutta reunaojien kuivattamaa aapasuokeskustaa, ja keskiboreaalisen vyöhykkeen aapasoiden valuma-alueiden vesistä lähes 40 % ei enää pääse aapasuon keskiosiin, vaan menee ojia pitkin suoraan vesistöihin (Rehell 2017, Sallinen ym. 2019). Nämä kuivahtaneet avosuot ovat lähes kauttaaltaan vailla taloudellista käyttöä.

Ympäröivien ojitusten kuivattamien rimpisten aapasoiden osalta on tutkittu myös mahdollisuuksia vedenpinnan nostoon metsätalouskäytön jatkuessa (veden viivytys ojastoissa, veden palautus ojista suon keskustoihin) (Joensuu ym. 2015). Laskelmien mukaan reunoilta ojitettujen aapasoiden keskustojen rimpiin olisi mahdollista ohjata ojitusalueiden vesiä ilman haittoja metsätaloudelle, ja näin saada viivytettyä vesiä niin, että sillä olisi merkitystä tulvaherkkyyden vähentämisessä.

Kokonaisvaltaisessa ja monihyötyisyyttä tavoittelevassa valuma-aluesuunnittelussa tarvitaan monia tekniikoita, kuten johdeojia kitu- tai joutomaille, pohja- ja säätöpatoja sekä pintavalutuskenttiä tai patoamalla toteutettuja kosteikkoja. Yksittäisten soiden ennallistaminen vettä viivyttävänä elementtinä sopii hyvin vesiensuojelun edistämisen kokonaisuuteen. Kaikkien näiden menetelmien ja rakenteiden suunnitteluun ja optimaalisen varastotilavuuden laskentaan tarjolla olevat avoimet paikkatietoaineistot ovat erinomaisia apuvälineitä.

Maataloutta tai turpeennostoa varten kuivatut alat on kuivatettu yleensä tehokkaammin kuin metsäojitetut suot. Tällaisia alueita on esimerkiksi entisten aapasoiden keskusalueilla. Näistä, samoin kuin lasketuista, tuottamattomiksi jääneistä järvikuivioista voisi löytyä kohteita, joissa valuma-alueen vedenpidätyskykyä voisi tehokkaasti parantaa ja samalla edistää monimuotoisuutta kosteikkoja tekemällä. Edellä mainitut vedenvarastoimista parantavat tekniikat edistävät myös kuivuusriskien hallintaa valuma-alueella.

Voiko turvemaan haihduttava puusto estää ennallistettavan suon palautumisen?

Sakari Rehell

Suolla kasvava puusto haihduttaa vettä merkittävästi ja sitä enemmän, mitä tiheämpi puusto on. Lisäksi tiheä puusto voi vähentää maahan asti pääsevän sateen määrää. Mittausten mukaan puuston lisäys 10 m^3/ha alentaa vedenpintaa loppukesällä noin senttimetrin (Sarkkola ym. 2010). Noin 100 m^3/ha puustoa pidetään riittävänä pitämään kuivavara riittävänä metsän kasvulle (noin 30–40 cm) silloinkin, kun ojat ovat pieniä ja heikkokuntoisia eikä niitä perata. Toisaalta keidassoiden puuttomilla märkäpinnoilla kokonaishaihdutus vastaa suunnilleen potentiaalista vedenpinnasta tapahtuvaa haihtumista, mutta jää vähäpuustoisilla mätäspinnoilla noin puoleen tästä (Verry 1988). Kun vedenpinta oli keidassuolla alle 20–30 cm:n syvyydellä, suon pintakasvillisuus haihdutti likimain saman verran kuin vedenpinnalta haihtuu, eikä puuston hakkuun vaikutus kokonaishaihduntaan ollut merkittävä (Verry 1988). Jos vedenpinta on syvemmällä, puuston merkitys haihduttajana on suuri, jolloin hakkuu vähentää haihduntaa ja lisää valuntaa.

Voidaankin olettaa, että kokonaisissa suoaltaissa haihdunta olisi suurinta toisaalta kaikkein runsaspuustoisimmilta ja toisaalta kaikkein märimmiltä pinnoilta. Näin valuntaa tulisi harvapuisilta rahkaisilta kitumailta jopa enemmän kuin märemmiltä avosoilta tai sellaisiksi ennallistetuilta aloilta. Tarkkoja mittaustietoja ennallistamiseen liittyen ei ole, mutta edellä mainituista arvioista voisi päätellä, että runsaspuustoisilla soilla puuston hakkaamatta jättäminen voi estää vedenpinnan nousua ja suon palautumista. Toisaalta harvapuustoisilla kitumailla avoimuuden lisääminen yhdessä ojien tukkimisen kanssa voi lisätä haihduntaa kosteasta ja rehevöityvästä pohja- ja kenttäkerroksesta ja joissain tapauksissa hidastaa palautumista. Myös tuulisuuden lisääntyminen voi lisätä haihduntaa.

Koko valuma-alueen ennallistaminen toisi suoyhdistymän kaikilta osiltaan lähemmäs alkuperäistä vesitaloudellista tilaa. Aina tämä ei ole mahdollista, jolloin saatetaan turvautua perinteisen ennallistamisen lisäksi tai sijasta vedenpalautusjärjestelyihin, joissa ojista ohjataan vettä suoksi palautettaville osille. Jäljelle jäävällä ojitusalueella vesi liikkuu edelleen luontaista nopeammin ja veden syöttäminen johdeojaa pitkin aiheuttaa vastaanottavalle suolle pistemäistä kuormitusta. Se voi näkyä rehevöitymisenä tai joskus jopa sedimentin kertymisenä suon pinnalle. Mikäli metsätalouskäyttöön jäävä osa on runsaspuustoista kasvullista metsämaata, ennallistettavan suon yläpuolisista toimista ojaston kunnostukset vaikuttavat todennäköisesti eniten alapuoliseen ennallistettuun suohon. Siksi kunnostusten minimoimiseen tähtäävä jatkuvapeitteinen kasvatus olisi vettä vastaanottavan suon tilan kannalta parempi vaihtoehto kuin avohakkuut ja niihin liittyvät ojien perkaukset. Jos yläpuolelle jäävä ojitusalue on vähemmän kuivatettua, niukkapuustoiseksi kitumaaksi jäänyttä suota, hakkuilla (tai niiden tekemättä jättämisellä) tuskin on suurta merkitystä alapuoliselle suolle.

Usein ennallistamisen yhteydessä hakataan ojituksen seurauksena alun perin avoimelle suolle kasvanutta puustoa. Puunmyyntitulot voivat olla taloudellisestikin merkittäviä, ja energiapuulla voidaan korvata turpeen energiakäyttöä. Niukkapuustoisten kitumaiden hakkuilla tuskin kuitenkaan saavutetaan sellaisia hyötyjä, joiden vuoksi ennallistamista kannattaisi lykätä tai lisätä sen kustannuksia.

4 Pintaturpeen ominaisuudet ja turpeen kertyminen

Teemu Tahvanainen

4.1 Turpeen muodostuminen luonnontilaisella suolla

Turve on paikalleen kertynyttä orgaanista ainesta. Sitä muodostuu, kun kasvien kuolleet osat jäävät osittain hajonneina veden kyllästämiin, hapettomiin olosuhteisiin. Turvetta kerrostuu, kun kasvimassaa hajoaa vähemmän kuin uutta syntyy. Esimerkiksi rahkasammalpeitteisellä suolla sammalpinta kasvaa usein monta senttimetriä vuodessa.

Turvetta muodostuu kuitenkin huomattavasti rahkasammalten kasvua vähemmän, koska aiemmin muodostunut turve maatuu ja tiivistyy. Suomen kaikkien soiden turpeen kasvun keskiarvoksi on laskettu noin 0,3 mm vuodessa ja suurimmat turvekerrosten pitkäaikaiset kasvunopeudet ovat suuruusluokkaa 3 mm vuodessa (Mäkilä 2006).

Rahkasammalet tuottavat biomassaa vuodessa keskimäärin 150–320 kuivapainogrammaa neliömetrille (Lindholm & Vasander 1990). Saravaltaisilla soilla tuotanto on tavallisesti suurempaa, mutta yleistäen voidaan todeta, että suot eivät ole erityisen runsastuottoisia ympäristöjä eikä biomassan tuotanto selitä turpeen muodostumista.

Sen sijaan turpeen muodostuminen riippuu ratkaisevasti kasvibiomassan hajoamisen nopeudesta, käytännössä hajotusta rajoittavista tekijöistä. Suon kasvimassa hajoaa nopeimmin turpeen hapekkaassa pintakerroksessa, akrotelmassa, vedenpinnan tason yläpuolella. Akrotelman alapuolisessa syvemmässä turvekerroksessa, katotelmassa, hajoaminen on huomattavasti hitaampaa. Yleisesti arvioidaan, että katotelman hajotusnopeus on rahkasammalsoilla vain noin 2 % ja saravaltaisilla soilla noin 10 % akrotelman hajotusnopeudesta (Frolking ym. 2001). Turpeen muodostumisessa olennaisena vaiheena voidaankin pitää turveaineksen joutumista vedenpinnan tason alle katotelmaan. Pitkällä aikavälillä turpeen kertyminen edellyttää jatkuvaa vedenpinnan tason nousua, suon vesivaraston kasvua, joka vastaa turvekerrostuman kasvunopeutta.

Vaikka turvekerrosten kasvu on hidasta, turpeella on suuri merkitys globaalissa hiilen kierrossa. Turpeen tuorepainosta noin 90 % on tyypillisesti vettä ja kuiva-aineesta hiiltä on noin 50 %. Pohjoisen pallonpuoliskon soiden turpeeseen arvioidaan sitoutuneen noin kolmannes kaikkien maapallon ekosysteemien maannoksiin varastoituneesta hiilestä.

Pitkäaikaisena keskiarvona luonnontilaisille soille on Suomessa kertynyt hiiltä 10–30 grammaa neliömetrille vuodessa. Keidassoilla hiilen pitkäaikaisen vuotuisen kertymän keskiarvo on 21 g/m^2 ja minerotrofisilla soilla 17 g/m^2 (Turunen ym. 2002). Hiilen pitkäaikainen kertymä lasketaan koko turveprofiilin tilavuustarkan massan ja iän perusteella. Havaittu hiilen kokonaismäärä jaetaan turvekerroksen iällä. Vastaavalla tavalla voidaan laskea minkä tahansa turvekerroksesta ajoitetun tason yläpuolinen hiilen viimeaikainen kertymä. Mitä lyhyempää ajanjaksoa tarkastellaan, sitä suurempi vuotuisen kertymän arvio tavallisesti on. Tämä johtuu siitä, että turpeen hajotus jatkuu, vaikkakin hyvin hitaana, myös katotelman vanhoissa turvekerroksissa.

Mitkään tällä tavoin lasketut hiilen kertymäarvot eivät kerro suoraan todellisesta nykyisestä kertymisestä, mutta ne ovat hyödyllisiä verrattaessa erilaisten soiden kehityshistoriaa tai esimerkiksi ojituksesta ja ennallistamisesta aiheutuneita viimeaikaisia muutoksia.

Todellinen hiilen kertymä voidaan mitata vain havainnoimalla suoraan hiilidioksidin ja metaanin vaihtoa suon ja ilmakehän välillä. Kaasunvaihtotutkimuksia onkin tehty runsaasti, mutta useimpien tutkimusten lyhyt kesto vain muutamien vuosien ajan rajoittaa turpeen muodostumisen tulkintaa.

Rahkasammalvaltaisella suolla muodostuu rahkaturvetta, jossa turvekerrokset ovat selvimmin aikajärjestyksessä: uudet kerrokset syntyvät vanhempien päälle. Sarakasveista muodostuvassa saraturpeessa suurin osa tunnistettavista kasvinosista on sarojen juurien jäännöksiä. Koska sarakasvien juuret ulottuvat varsin syvälle turpeeseen, saraturpeen kerrokset eivät ole yhtä selvässä aikajärjestyksessä kuin rahkaturpeessa. Myös saraturpeesta voidaan kuitenkin periaatteessa määritellä pintakerroksen akrotelma, jossa tapahtuvat ilmiöt edeltävät turpeen joutumista syvempien kerroksien katotelmaan ja siten pitkäaikaisempaan ”varastoon”.

Sekä rahka- että saraturpeessa rajanveto akro- ja katotelman välillä on epätarkka, mutta yksinkertaistaminen auttaa turpeen muodostumiseen vaikuttavien ilmiöiden jäsentämisessä.

Sekä ojitus että ennallistaminen vaikuttavat vedenpinnan tason säätelyyn selvimmin turpeen pintakerroksessa muuttaen akrotelman ja katotelman rajaa.

Kasviperäisen aineksen hajotukseen vaikuttavat hajotettavan aineksen laatu, hajotusolosuhteet ja hajotukseen osallistuvan mikrobiyhteisön koostumus. Suolla merkittävin yksittäinen hajotusta hidastava tekijä on märkyydestä johtuva hapen niukkuus. Hajotus kuluttaa nopeasti hapen turpeen huokostiloja täyttävästä vedestä, ja koska veden liike turpeessa on hidasta, estyy hapen pääsy suon pinnalta vedenpinnan alaisiin turvekerroksiin (katotelmaan) varsin tehokkaasti. Toisaalta syvälle turpeeseen ulottuvat putkilokasvien juuret (esim. pullosara, raate, järviruoko, järvikorte) kuljettavat happea ja rikkovat turvekerrosten välistä rajaa hapen saatavuudessa. Myös virtaavan veden määrä ja virtausnopeus vaikuttavat hapen saatavuuteen.

Pelkkä märkyydestä johtuva hapettomuus ei kuitenkaan ole tyydyttävä selitys erityyppisten soiden väliselle vaihtelulle turpeen kertymisessä. Hapettomuuden lisäksi hajotusta rajoittavat soilla usein typen niukkuus ja happamuus sekä syvempien turvekerrosten verraten alhaiset lämpötilat. Lisäksi varsinkin rahkasammalilla on biokemiallisia ominaisuuksia, jotka hidastavat hajotusta. Näistä tekijöistä muodostuu monenlaisia olosuhteiden yhdistelmiä.

Paksuturpeisilla keidassoilla useat tekijät hidastavat hajotusta: kaikkia ravinteita on niukasti, pH on alhainen, turpeen eristävä pintakerros pitää syvempien kerrosten lämpötilan alhaisena, happea kuljettavia syväjuurisia kasveja on niukalti ja merkittävä osa kasvien biomassasta koostuu huonosti hajoavista rahkasammalista.

Minerotrofisilla soilla hajotus on tavallisesti nopeampaa ja turvekerrostumat ovat ohuempia: ravinteita on tarjolla paremmin, pH-taso on korkeampi, runsas veden virtaus ja sarojen juuret tuovat happea hajottajille ja kasvibiomassa on verraten helposti hajoavaa.

Turpeen muodostumisen prosessi on kiinteässä yhteydessä suon kasvillisuuteen ja vesitalouteen. Suon koko turve-esiintymä vaikuttaa veden liikkeeseen, joka puolestaan vaikuttaa kasvillisuuteen, jonka jäänteistä turve muodostuu.

4.2 Ojituksen vaikutus turpeen muodostumiseen

Tehokas metsäojitus pysäyttää turpeen muodostumisen. Vaikka kariketta syntyy ojitetuilla soilla edelleen, joskus jopa enemmän kuin luonnontilassa, se ei päädy veden kyllästämään katotelmaan, mikä olisi turpeen muodostumisen edellytys.

Ojitetulla suolla katotelman yläpuolella on tuoreen karikkeen lisäksi myös vanhaa, ennen ojitusta syntynyttä turvetta. Pintaturpeen ha-

pekkaan kerroksen eli akrotelman paksuuntuminen edistää hajotustoimintaa. Lisäksi pintaturvekerrokset painuvat voimakkaasti veden nosteen hävitessä.

Myös syvemmät, yhä veden kyllästämät turvekerrokset voivat painua jossain määrin, kun yläpuolinen kuivunut turvekerros muuttuu veden nosteen puuttuessa ”painavammaksi”.

Maatuessaan ja painuessaan turve tiivistyy, mikä vähentää turpeen huokostilaa ja heikentää vedenjohtavuutta. Pintaturpeen päällimmäisen kerroksen muodostaa metsäkarike, johon veden kapillaarinen nousu on heikkoa. Suon pintaturpeen hydrologinen käyttäytyminen muuttuukin ojituksen vaikutuksesta huomattavasti.

Myös pintaturpeen kemialliset ominaisuudet muuttuvat ojituksen seurauksena. Ojituksen vaikutuksesta mm. turpeen pH tavallisesti alenee. Emäskationit (Ca, Mg, K, Na) huuhtoutuvat herkästi eivätkä mineraalivarannot myöskään täydenny ojien kuljettaessa minerotrofiset vedet sarkojen ohi.

Vaikka ojitus pysäyttäisi turpeen muodostumisen, ei tilanne ole yhtä selkeä hiilen kertymisen kohdalla. Hiilitase muodostuu hiilen sidonnan ja hajotuksen välisestä nettosuhteesta, eikä taseen kannalta ole erityistä merkitystä, kutsutaanko hiiltä sisältävää ainesta turpeeksi vai ei. Vaikka ojitus pääsääntöisesti lisää vanhan turpeen hajotusta, kiihtyy hiilen sidonta puiden ja varpujen kasvaneeseen biomassaan, josta merkittävä osa muodostuu juuristoon. Ojituksen käynnistämä kasviyhteisön muutos lieventää hiilen hävikkiä (Laiho ym. 2003), ja muun muassa pintaturpeen pH:n aleneminen hidastaa hajotusta (Toberman ym. 2010).

Turpeen lämpötilat ovat ojitetuilla soilla yleisesti alhaisempia kuin luonnontilaisilla, mikä johtuu lisääntyneestä puiden varjostuksesta ja paksun ilmavan pintakerroksen eristävästä vaikutuksesta (Laine ym. 2002). Eri suuntiin vaikuttavien tekijöiden nettovaikutusta voidaan periaatteessa mitata turvekerrosten hiilimäärien muutoksia havainnoimalla tai mittaamalla hiilidioksidin ja metaanin vaihtoa suon ja ilmakehän välillä. Täsmällisten tulosten tuottaminen hiilivarastojen ja hiilitaseen muutoksista on kuitenkin hyvin vaikeaa.

Yleiskuvaa ojituksen kokonaisvaikutuksista voidaan tavoitella vertailemalla luonnontilaisten ja ojitettujen soiden tietynikäisiä pintaturpeen hiilivarantoja. Tulokset osoittavat, että viimeisten 300 vuoden aikana pintaturpeeseen kertynyttä hiiltä on ojitetuilla soilla jäljellä keskimäärin 3,2 kg/m^2 vähemmän kuin luonnontilaisilla soilla (Mäkilä & Goslar 2008).

Ero johtuu ilmeisesti ainakin osittain vanhan turpeen hajoamisesta ojitetuilla soilla sekä turpeen kertymisen jatkumisesta luonnontilaisilla soilla. Toisaalta erot saattavat johtua myös kohteiden alkuperäisistä eroista, sillä ojitettaviksi on valikoitunut keskimäärin ohutturpeisempia soita.

Minkkinen & Laine (1998a) arvioivat ojituksen lisänneen turpeen hiilimäärää koko ojitusvaiheen summana arvioituna. Suurta hiilen hävikkiä puolestaan havaittiin ojitetuilla soilla tutkimuksessa, jossa mitattiin uudelleen ennen ojitusta tutkittujen soiden turvekerrostumia (Simola ym. 2012). Tulokset vaihtelevat hurjasti tutkimusten välillä eikä yksinkertaista selvää tulosta ehkä ole odotettavissakaan, sillä vaikutukset riippuvat paljolti suotyypistä ja ojituksen onnistuneisuudesta.

Mallinnustutkimuksen perusteella hiilen nettohävikkiä tapahtuu rehevillä suotyypeillä, mutta karuilla suotyypeillä maaperä voi toimia hiilen nieluna puuston runsaan kariketuotannon ja hitaan hajotuksen ansiosta (Ojanen ym. 2013).

Monilla karuilla kohteilla, erityisesti ojitetuilla keidassoilla, puusto ei kuitenkaan ole kehittynyt eikä sen kariketuotanto siksi voi kompensoida lisääntyneestä hajotuksesta aiheutuvaa hiilen hävikkiä. Ojituksen vaikutusten tutkimus on luonnollisesti keskittynyt hyvin puustottuneille onnistuneille ojituksille, eivätkä sieltä saadut tulokset sovellu epäonnistuneille ojituksille, joita tyypillisesti ohjautuu ennallistettavaksi.

Ennallistamisen kannalta ojituksen vaikutusten arvioinnissa on tärkeää kiinnittää huomiota ennallistamisen onnistumiseen vaikuttaviin tekijöihin. Hyvä metsänkasvu kielii myös muiden muutosten voimakkuudesta: suokasvillisuuden niukkuudesta ja pintaturpeen laadun muutoksista, joilla on vaikutusta myös ennallistamisen onnistumiseen.

4.3 Ennallistamisen vaikutus turpeen muodostumiseen

Ennallistamisen tavoitteena voidaan pitää turpeen muodostumisen ja ominaisuuksien palautumista luonnontilaisen kaltaiseksi. Koska turpeen muodostuminen on hidas prosessi, tietoa ennallistamisen vaikutuksesta turpeen muodostumisen palautumiseen saadaan hitaasti. Prosessin osatekijöitä tunnetaan, ja turpeen muodostumisen edellyttämiä ilmiöitä voidaan havainnoida. Niillä on lyhyelläkin aikavälillä suora vaikutus suon ainevirtoihin, kuten hiilen sitoutumiseen.

Luonnontilaisen kaltainen turpeen muodostuminen edellyttää turvetta muodostavan suokasvillisuuden kehittymistä. Vaikka periaatteessa mikä tahansa kasviaines voi muodostaa turvetta, boreaalisen alueen soilla on rahkasammalilla tässä yhteydessä erityisen suuri merkitys. Rahkasammalvaltaisen kasvillisuuden turpeen muodostumista on mahdollista tarkastella verraten lyhyellä aikajänteellä, koska rahkasammalet kasvavat verson kärjestä ja kuolleet kasvinosat kerrostuvat aikajärjestyksessä. Ennallistamisen jälkeen kehittynyt rahkasammalkasvusto ja siitä kehittyvä uusi pintaturve on mahdollista erottaa ojitusvaiheen aikaisen pintaturpeen päältä.

Rahkasammalkasvustot kehittyvät usein nopeasti ennallistamisen jälkeen. Ennen rahkasammalia runsastuu usein tupasvilla (*Eriophorum vaginatum*), joka voi edesauttaa rahkasammalten runsastumista tarjoamalla niille suojaisia kasvupaikkoja (Tuittila ym. 2000b) (kuva 8). Jos ennallistamisella onnistutaan luomaan rahkasammalille suotuisat olosuh-



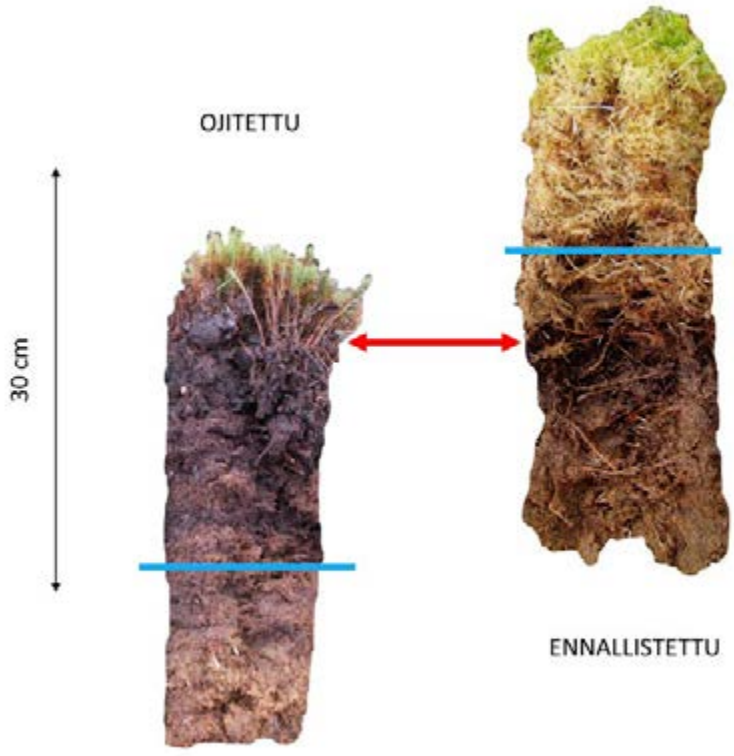
Kuva 8. Tupasvilla runsastuu usein ennallistamista seuraavina vuosina. Rahkasammalten kasvu alkaa märimmillä pinnoilla tupasvillakasvustojen lomissa ja on usein hyvässä vauhdissa noin viiden vuoden kuluttua ennallistamisen jälkeen (vasemmalla). Usein rahkasammalet alkavat peittää tupasvillakasvustoja noin 10 vuoden kuluttua ennallistamisesta. Kehitys voidaan todeta turvenäytteistä (oikealla). Kuvat: Teemu Tahvanainen.

teet, ne voivat peittää suon pinnan muutamassa vuodessa riippuen siitä, missä määrin ja mitä lajistoa kohteella on säilynyt ojituksen aikana. Rahkasammalkasvustot laajenevat siten, että yksittäiset versot haarautuvat kahdeksi tai useammaksi uudeksi versoksi. Mikäli haarautuminen jatkuu, voi kasvuston pinta-ala kasvaa eksponentiaalisesti usean vuoden ajan. Suon pinnan kattavan rahkasammalikon synnyttyä voidaan odottaa rahkasammalikon kasvavan paksuutta ja kuolevan biomassan kerrostuvan rahkaturpeeksi. Tarkka rajanveto kuolleen biomassan (ts. karikkeen) ja rahkaturpeen välillä on lähes mahdotonta. Sen sijaan on mahdollista tarkastella ennallistamisen jälkeen syntynyttä uutta pintaturvetta kokonaisuutena, johon kuuluu elävä sammalkerros.

Tyypillisesti turvenäytteestä on helppo tunnistaa ojitusvaiheen aikainen turpeen pinta, jonka päälle uusi pintaturve on alkanut kehittyä ennallistamisen jälkeen (kuva 9).

Ojituksen aikainen turpeen pintakerros erottuu yleensä tummana ja tiiviinä kerroksena vanhan luonnontilaisen, kellertävän ruskean rahkaturpeen päällä. Ojitusaikainen karikekerros on usein hyvin ohut ja siitä löytyy esimerkiksi seinäsammalta ja männyn oksia, neulasia ja käpyjä.

Ennallistamisen jälkeen kehittyneessä kerroksessa on usein ensin runsaasti tupasvillan tyvituppia, sitten vaaleankeltaista, tuoretta rahkaturvetta. Uuden pintaturvekerroksen ominaisuuksia mittaamalla saadaan tietoa ennallistamisen vaikutuksista turpeen muodostumiseen ja hiilen sidontaan. Ne kertovat suoekosysteemin toiminnasta.



Kuva 9. Ojitetulla suolla pintaturve hajoaa ja tiivistyy vedenpinnan tason (sininen viiva) yläpuolella. Ennallistettaessa vedenpinta pyritään nostamaan turpeen pintaan (punainen viiva), jolloin rahkasammalet runsastuvat. Jo noin 10 vuoden jälkeen rahkasammalet voivat alkaa muodostaa rahkaturvetta, jota kerrostuu vähitellen vedenpinnan alle, niukkahappisiin olosuhteisiin. Molempien turvenäytteiden ala-osassa näkyy vanhaa, suon luonnontilaisessa vaiheessa muodostunutta vaalean ruskeaa rahkaturvetta. Metsäojitusvaiheen vaikutus näkyy rahkaturvekerrosten väliin jäävänä tummana kerroksena, josta löytyy männyn neulasia, kuorta ja käpyjä sekä metsäsammalten jäännöksiä. Kuvat: Teemu Tahvanainen.

Laatikainen ym. (2025) keräsivät ennallistettujen soiden pintaturvekerroksista näytteitä kymmenen vuoden kuluttua ennallistamisesta. Uusi pintaturvekerros oli keskimäärin 15 cm:n paksuinen ja kuivapainoa siihen oli kertynyt keskimäärin 2,9 kg/m^2. Hiiltä oli kertynyt ennallistamisen jälkeen keskimäärin 133 g/m^2.

Aiemmin Kareksela ym. (2015) saivat vain hieman alhaisempia kasvutuloksia Seitsemisen kansallispuiston ennallistettujen soiden vastaavassa tarkastelussa.

Tämä pintaturpeen kasvunopeus on samaa luokkaa luonnontilaisten rahkasammalsoiden kanssa. Ojitettuun suohon verrattuna kyseessä on tavallisesti kokonaan uuden kerroksen syntyminen ojitusaikaisen pintaturpeen ja karikkeen päälle. Kun samalla vanhat kerrokset jäävät vedenpinnan alle, mikä hidastaa niiden hajotusta, voidaan olettaa suon hiilitaseen parantuvan. Asia ei kuitenkaan ole näin yksinkertainen, ei varsinkaan ennallistamisen ilmastovaikutuksen osalta, johon vaikuttaa erityisesti metaanipäästöjen kehittyminen. Pintaturpeen kehittyminen on kuitenkin edellytys suoekosysteemin toiminnan palautumiselle ja sen osalta tulokset ennallistetuilta soilta ovat lupaavia.

Laatikaisen ym. (2025) tutkimusalat sijaitsivat eri puolilla Suomea Metsähallituksen ennallistettujen soiden seurantaverkoston kohteilla, mikä mahdollisti uuden pintaturpeen kasvun tarkastelun suhteessa eri kasvupaikkatekijöihin.

Rahkasammalikon paksuuden ja massan kasvu käynnistyivät parhaiten ennallistamiskohteilla, joissa ojituksen kuivattava vaikutus oli ollut heikko ja rahkasammalia oli säilynyt. Kasvu oli runsainta Etelä-Suomessa oligotrofisilla kohteilla, jotka oli ennallistettu avosoiksi. Happamuus ja typen niukkuus ennustivat myös hyvää rahkasammalikon kasvua. Johtopäätöksenä voi esittää, että puustoltaan heikkotuottoisten oligotrofisten soiden ennallistaminen toimii varmimmin, jos tavoitteena on rahkasammalvaltaisen suoekosysteemin prosessien käynnistäminen ennallistamalla.

Tuloksissa tuli esille myös vedenpinnan säätelyyn liittyvä tärkeä seikka. Rahkasammalten kasvu oli nopeinta, kun vedenpinnan taso oli lähellä ojitusaikaista turpeen pintaa. Silloin rahkasammalet pysyvät kosteina ja pystyvät muodostamaan elinvoimaisen kasvuston. Uuden kasvun myötä sammalikon pinta nousee, jolloin myös vedenpinnan syvyys kasvaa. Tämä paitsi sitoo hiiltä, voi myös alentaa metaanipäästöjä, mitä ei toistaiseksi ole huomioitu ilmastovaikutusten arvioinnin tutkimuksessa (Laine ym. 2024).

5 Suoluonnon monimuotoisuus

Kaisu Aapala, Merja Elo ja Maarit Similä

Elämä suolla edellyttää sopeutumista vaativiin olosuhteisiin, sillä elinympäristö on pysyvästi kostea ja sen vuoksi aivan turpeen pintakerroksia lukuun ottamatta vähähappinen tai hapeton. Karuilla soilla myös happamuus rajoittaa monien lajien esiintymistä. Suot ovatkin usein luontaisesti verrattain vähälajisia, eikä pelkkä lajilukumäärä ole yleensä paras mittari soiden monimuotoisuusarvoille.

Soille on ominaista erilaisten elinympäristöjen pienipiirteinen vaihtelu. Yhdellä suoalueella voi olla kuivempia ja märempiä osia, karuja ja reheviä tai puustoisia ja avoimia osia. Vierekkäisten osien lajisto voi poiketa toisistaan selvästi ja etenkin laajemmilla suoalueilla lajiston monimuotoisuus voi olla huomattavan suuri.

Soiden merkittävimmät monimuotoisuusarvot ovat lajeissa ja lajiyhteisöissä, joita ei esiinny muissa elinympäristöissä. Suoluonnon monimuotoisuuden turvaamisessa on kyse elinympäristölle ominaisen lajiston säilyttämisestä ja palauttamisesta, ei lajimäärän maksimoinnista.

5.1 Mikrobiyhteisöjen monimuotoisuus

Soiden monimuotoiset mikrobiyhteisöt ovat keskeisiä suon toiminnalle (Fisk ym. 2003, Rydin & Jeglum 2006, Wieder & Vitt 2006, Kuuri-Riutta ym. 2022). Mikrobeilla on keskeinen rooli muun muassa hiilen ja ravinteiden kierrossa sekä orgaanisen aineksen hajotuksessa ja turpeen muodostumisessa (Laine ym. 2000, Larmola ym. 2014, Jassey ym. 2015, Hamard ym. 2025).

Soiden mikrobiyhteisöjen lajikoostumus vaihtelee muun muassa elinympäristön kosteuden, happipitoisuuden, happamuuden ja ravinteisuuden mukaan (Rydin & Jeglum 2006, Jaatinen ym. 2007). Mikrobiyhteisöjen lajikoostumukseen vaikuttavat olennaisesti myös millaisesta kasvillisuudesta turve on muodostunut ja turpeen syvyys (Rydin & Jeglum 2006, Jaatinen ym. 2007).

Soiden mikrobiyhteisöjen koostumus on kiinteässä vuorovaikutuksessa kasviyhteisöjen rakenteen kanssa (Littlewood ym. 2010). Luontainen sukkessio tai ihmisen aiheuttamat häiriöt, kuten ojitus tai ennallistaminen, muuttavat soiden kasviyhteisöjen rakenteen lisäksi myös soiden mikrobiyhteisöjä (Merilä ym. 2006, Jaatinen ym. 2007, 2008, Juottonen ym. 2012, Kitson & Bell 2020, Kuuri-Riutta ym. 2024). Muutoksia ja niiden vaikutuksia ei tunneta vielä tarkasti.

Luontaisen kaltaisten mikrobiyhteisöjen palautumisen merkitystä ennallistettujen soiden palautumisessa ei myöskään vielä tunneta, sillä tutkimuksia ennallistamisen vaikutuksista mikrobiyhteisöihin on toistaiseksi vähän (Kitson & Bell 2020). Britanniassa kosteita olosuhteita indikoivat kuoriameebataksonit yleistyivät pian ennallistamistoimenpiteiden jälkeen keidas- ja peittosoilla (Swindles ym. 2016, Evans ym. 2024). Metaanikierron ennallistumisen ja metaania tuottavien mikrobiyhteisöjen palautumisen yhteyksiä on selvitetty Suomessa (Juottonen ym. 2012, tietolaatikko 7).

5.2 Kasvilajiston monimuotoisuus

Kasvit ovat tärkeä toiminnallinen lajiryhmä suoelinympäristöissä. Suokasvit vaikuttavat omaan elinympäristöönsä poikkeuksellisella tavalla muodostamalla oman kasvualustansa, turpeen. Kasvillisuudella on suuri vaikutus paitsi muun eliöstön myös suoalue- ja maisematason monimuotoisuuteen.

Suokasvillisuuden vaihteluun vaikuttavat monet ympäristötekijät, kuten ilmasto, suolle

tulevien vesien alkuperä (pelkästään sadevedestä vai myös kivennäismaalta), happamuus (pH), pääravinteiden (typpi ja fosfori) saatavuus, vedenpinnan taso (mätäs-, väli-, rimpipinta), turpeen paksuus, pohjavesivaikutus ja kausittainen kosteusvaihtelu (Wheeler & Proctor 2000, Laitinen 2008, Hájek ym. 2022, Jiménez-Alfaro ym. 2023).

5.2.1 Putkilokasvit

Soiden putkilokasvit voidaan ryhmitellä toiminnallisiin ryhmiin: sarat, saramaiset kasvit ja heinät, ruohot, varvut, pensaat ja puut. Sarat ja saramaiset kasvit, kuten pullosara (*Carex rostrata*), jouhisara (*C. lasiocarpa*), villat (*Eriophorum* sp.), tupasluikka (*Trichophorum cespitosum*) ja valkopiirtoheinä (*Rhynchospora alba*), ovat tyypillisesti nevojen valtalajeja ja voivat muodostaa laajoja kasvustoja. Heinät ovat tyypillisiä hieman rehevämmillä soilla, kuten siniheinä (*Molinia caerulea*) ja järviruoko (*Phragmites australis*) letoilla ja mesotrofisilla nevoilla ja nevarämeillä tai kastikat (*Calamagrostis* sp.) ruohoja heinäkorvissa (kuva 10). Ruohokasvien monimuotoisuus on soilla melko vähäinen. Karujen soiden tyyppiruohoja ovat esimerkiksi kihokit (*Drosera* sp.) ja hilla (*Rubus chamaemorus*). Monipuolisin ruoholajisto löytyy letoilta, rehevistä korvista ja luhdista. Suovarvut ovat pääasiassa mätäspintojen kasveja, mutta isokarpalo (*Vaccinium oxycoccos*) ja suokukka (*Andromeda polifolia*) menestyvät myös välipinnalla.

Luonnontilaisten korpien, rämeiden ja metsäluhtien ominaispiirteisiin kuuluu iältään ja kooltaan erirakenteinen puusto (kuva 11). Se vaikuttaa kasvupaikan muuhun kasvillisuuteen muun muassa juuristokilpailun



Kuva 10. Hyvinkään Kurkisuolla järviruoko kasvaa sararämeellä. Kuva: Kaisu Aapala.



Kuva 11. Ojittamaton korpi Evolla. Puusto on iältään ja kooltaan erirakenteista. Kuva: Kaisu Aapala.

ja varjostuksen kautta. Isommille eläimille puusto tarjoaa levähdys-, pesimä- ja tähystyspaikkoja. Pienemmille eläimille ja epifyyttijäkälille ja -sammalille puusto tarjoaa erilaisia pienelinympäristöjä.

Lahopuu on monille eliöryhmille välttämätön rakennepiirre myös soilla. Luonnontilaiset korvet voivat muuttuneessa metsämaisemassa olla tärkeitä elinympäristöjä myös lahopuustoisissa luonnonmetsissä eläville lajeille.

Ensisijaisesti soilla tavattavista putkilokasveista 20 on valtakunnallisesti uhanalaisia ja 11 silmälläpidettäviä (Hyvärinen ym. 2019). Toissijaisesti soilla elävistä putkilokasveista 19 on valtakunnallisesti uhanalaisia ja 7 silmälläpidettäviä (Hyvärinen ym. 2019). Valtakunnallisesti silmälläpidettäviksi ja säilyviksi (LC) luokitelluista lajeista osa on alueellisesti uhanalaisia (RT). Alueellisesti uhanalaisia, soilla kasvavia putkilokasvilajeja on 161, joista 80 elää letoilla, 42 korvissa, 36 nevoilla ja 3 rämeillä (Punaisen kirjan verkkopalvelu). Alueellisesti uhanalaisista putkilokasveista valtaosa on sara- tai kämmekkäkasveja.

5.2.2 Sammalet

Rahkasammalet ovat boreaalisten soiden avainlajeja. Ne menestyvät soilla, koska ovat sopeutuneet happamiin, märkiin ja ravinneköyhiin elinympäristöihin, joiden muodostumisessa niillä itsellään on merkittävä rooli (Rydin & Jeglum 2006, Rydin ym. 2006). Rahkasammalet happamoittavat elinympäristöään ja pitävät sen kosteana ja hapettomana (Rydin & Jeglum 2006). Ne sietävät hyvin alhaisia ravinnepitoisuuksia ja voivat tulla toimeen pelkän sadeveden varassa. Rahkasammalten kyky varastoida vettä lehtien kuolleisiin hyaliinisoluihin ja kuljettaa sitä kapillaa-

risesti alhaalta ylös ylläpitää osaltaan suoveden korkeaa tasoa. Kuollut rahkasammal hajoaa suo-olosuhteissa hitaasti, millä on merkitystä turpeen kertymisessä (Rydin & Jeglum 2006, Lindsay 2010). Rahkasammalilla on merkittävä rooli myös boreaalisten soiden hiilen kierrossa (Larmola ym. 2010, Laing ym. 2014, Bengtsson ym. 2021).

Eri rahkasammallajit ovat sopeutuneet erilaisiin olosuhteisiin esimerkiksi vedenpinnan tason, happamuuden (Tahvanainen 2013) tai varjostuksen suhteen. Rahkasammalet ovat suokasvillisuudessa valtalajeina etenkin karuilla ja happamilla soilla. Niiden monimuotoisuus on kuitenkin korkeimmillaan karuilla ja keskiravinteisilla nevoilla (Rydin & Jeglum 2006). Jotkut rahkasammallajit, kuten heterahkasammal (*Sphagnum warnstorfii*), käyrälehtirahkasammal (*S. contortum*) ja lettorahkasammal (*S. teres*), viihtyvät myös letoilla (Eurola ym. 2015, Laine ym. 2009).

Ruskosammalet ovat lajiryhmä, joka esiintyy yleisimmin letoilla (kuva 12). Ryhmään kuuluvia lajeja ovat muun muassa lettosirppisammal (*Scorpidium cossonii*), lettolierosammal (*S. scorpioides*), kultasirppisammal (*Loeskypnum badium*), lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*), kultasammal (*Tomentypnum nitens*) ja rassisammal (*Paludella squarrosa*). Ruskosammalien esiintyminen osoittaa aina jonkinasteista ravinteisuutta ja tavanomaista korkeampaa pH:ta (Tahvanainen 2013).

Metsäsammalet, kuten seinäsammal (*Pleurozium schreberi*), metsäkerrossammal (*Hylocomium splendens*) ja sulkasammal (*Ptilium crista-castrensis*), ovat tavallisia luonnontilaisten suometsien kuivimmilla pinnoilla, esimerkiksi korpien ja rämeiden korkeimmilla mätäspinnoilla ja puiden juuristoalueilla.

Maksasammalet, kuten rahkanäivesammal (*Mylia anomala*), esiintyvät usein yksittäisinä versoina muiden sammalien joukossa. Yhte-



Kuva 12. Lettolierosammal kasvaa lettorimmissä. Alusneva, Karstula 2011. Kuva: Hannu Nousiainen.

näisempiä kasvustoja suolla voi muodostaa esimerkiksi nevaruoppasammal (*Gymnocolea inflata*). Monet korpien uhanalaisista maksasammalista vaativat lahopuujatkumoa ja pienilmastoltaan tasaisen kosteaa ja varjoisaa elinympäristöä (Laaka-Lindberg ym. 2009).

Suosammalissa on 19 uhanalaista ja 5 silmälläpidettävää lajia (Hyvärinen ym. 2019). Lisäksi toissijaisesti soilla elävistä sammalista 31 on uhanalaisia ja 14 silmälläpidettäviä (Hyvärinen ym. 2019). Pääosa punaisen listan soilla kasvavista sammalista on lettojen tai lähdevaikutteisten meso-eutrofisten soiden lajeja, mutta myös korvet ovat niille tärkeä elinympäristö. Alueellisesti uhanalaisia, soilla kasvavia sammallajeja on 170, joista 134 elää letoilla, 15 korvissa, 12 nevoilla ja 4 rämeillä (Punaisen kirjan verkkopalvelu).

5.3 Kasvillisuuden muutos metsäojitetuilla soilla

Metsäojitus muuttaa suoelinympäristön keskeisiä ominaisuuksia: vähentää suolle tulevan veden määrää, nopeuttaa veden poistumista suolta, muuttaa vesien virtaussuhteita ja turpeen ominaisuuksia sekä laskee vedenpinnan tasoa kasvattaen samalla hapellisen pintakerroksen syvyyttä (luvut 3.7 ja 4.2). Tämä aiheuttaa monenlaisia muutoksia suokasvillisuuteen.

Ojitus tasoittaa kasvupaikan sisäisiä ja kasvupaikkojen välisiä hydrologisia eroja (Laine & Vanha-Majamaa 1992). Se vähentää suokasvillisuuden monimuotoisuutta ja suosii metsälajeja. Ensimmäisinä taantuvat ja häviävät märimpien väli- ja rimpipintojen lajit. Kuivempien mätäspintojen suokasvit voivat sopeutua muuttuneisiin ympäristöolosuhteisiin ja aluksi jopa hyötyä ojituksesta. Myöhemmin puuston kasvu ja lisääntynyt varjostus rajoittavat suolajien kasvumahdollisuuksia. Kasvanut puusto myös haihduttaa enemmän ja tehostaa kuivatusvaikutusta.

Vedenpinnan laskun jälkeisen muutoksen nopeus ja suuruus riippuu muun muassa suon ravinteisuudesta ja märkyydestä sekä ojituksen tehosta ja puuston kasvusta (Laine & Vanha-Majamaa 1992, Laine ym. 1995b). Kuivahkoilla ja karuilla soilla suolajistoa voi säilyä pitkäänkin ojituksen jälkeen (esim. Reinikainen 1984, Vasander 1984, Minkkinen ym. 1999, Laine ym. 2018, Kokkonen ym. 2019), kun taas märemmät ja rehevämmät suot muuttuvat nopeammin ja perusteellisemmin (esim. Minkkinen ym. 1999, Mälson ym. 2008, Laine ym. 2018, Kokkonen ym. 2019).

Lajistomuutosten lisäksi suon kuivuminen vaikuttaa kasvien toiminnallisiin ominaisuuksiin, kuten kasvuun ja fotosynteesiin, sekä kasvien toiminnallisten lajiryhmien osuuksiin. Nämä muutokset puolestaan heijastuvat koko suoekosysteemin toimintaan, kuten hiilen ja ravinteiden kiertoon, hajotukseen ja hiilen varastointiin. (Mäkiranta ym. 2018, Laine ym. 2019b, Laine ym. 2021, Köster ym. 2023, Albert-Saiz ym. 2025).

Myös muut metsätaloustoimet, kuten lannoitus ja puuston hakkuut, vaikuttavat suon kasvillisuuteen (Vasander 1984, Hotanen 2003, Hamberg ym. 2019). Pelkän ojituksen vaikutus kasvillisuuteen on vähäisempi kuin ojituksen ja lannoituksen yhteisvaikutus (Vasander 1984). Erityisesti tuhkalannoituksen aiheuttamat muutokset pintaturpeen kemiallisissa ja fysikaalisissa ominaisuuksissa voivat olla voimakkaita ja pysyväisluonteisia, minkä vuoksi myös kasvillisuuden muutokset voivat olla tuhkalannoituksen jälkeen voimakkaita (Laine ym. 2018).

Suometsien hakkuualoilla ja taimikoissa runsastuvat valoa ja paahdetta sietävät lajit, kuten vadelma (*Rubus idaeus*), maitohorsma (*Epilobium angustifolium*), lillukka (*Rubus saxatilis*) ja heinät (esimerkiksi korpi- ja viitakastikka (*Calamagrostis purpurea*, *C. canescens*) ja nurmilauha (*Deschampsia cespitosa*), karuimmilla soilla myös pallosara (*Carex globularis*) ja tupasvilla (Laine ym. 2018). Jos alueella on jäljellä rahkasammalia, ne voivat tilapäisesti runsastua hakkuun jälkeen, kun vedenpinnan taso nousee (Laine ym. 2018).

Jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen vaikutuksia ojittamattomien puustoisten soiden

aluskasvillisuuteen ei ole tutkittu ja vaikutukset ojitetuissa suometsissäkin tunnetaan vielä puutteellisesti (Haapakoski ym. 2021, Routa & Huuskonen 2022, Koivula ym. 2025).

Tarkempia tutkimuksiin perustuvia havaintoja sammal- ja putkilokasvilajiston muutoksista ojitetuilla soilla on kuvattu liitteessä 1.

5.4 Kasvillisuuden kehitys ennallistetuilla soilla

Ennallistaminen muuttaa kasvien elinympäristöä voimakkaasti usealla tavalla. Vedenpinnan taso nousee yleensä nopeasti, jolloin hapellinen pintakerros ohenee tai häviää kokonaan. Siten kasvien juuriston pitää pystyä nopeasti sopeutumaan märkiin, vähähappisiin tai hapettomiin oloihin. Lisäksi mahdollisen puuston poiston seurauksena valon määrä lisääntyy ja ravinteita vapautuu kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuuden käyttöön.

Välttämätön ensiaskel useimpien soiden palautumisessa on rahkasammalten elpyminen. Se käynnistyykin yleensä nopeasti (Kangasjärvi 2006, Aapala & Tukia 2008, Haapalehto ym. 2011, 2017, Maanavilja ym. 2014, Punttila ym. 2016a, Elo ym. 2024) ja rahkasammalet levittäytyvät helposti esimerkiksi jäkälien peittämille alueille tai kasvittomille karikepinnoille. Ennallistamisen myötä runsastuvia lajeja korvissa ovat esimerkiksi korpirahkasammal (*Sphagnum girgensohnii*) ja varvikkorahkasammal (*S. russowii*) (Maanavilja ym. 2014), rämeillä punarahkasammalryhmän (*S. medium* coll.) lajit (Elo ym. 2024) ja nevoilla silmäkerahkasammal (Jauhiainen ym. 2002, Haapalehto ym. 2011), rämerahkasammal (*S. angustifolium*) sekä varvikkorahkasammal (Haapalehto ym. 2017).

Koska ennallistaminen on voimakas häiriö ekosysteemissä, ennallistamisen jälkeisen kasvillisuussukkession alkuvaiheelle on tyypillistä joidenkin lajien voimakas runsastuminen. Rämeillä ja nevoilla runsastuu yleensä tupasvilla (kuva 13) (Haapalehto ym. 2011, Punttila ym. 2016a, Elo ym. 2024). Lisäksi ennallistamisesta hyötyvät monet sarat (Laine ym. 2016, Haapalehto ym. 2011, 2017, Elo ym. 2024). Korvessa voi yleistyä pallosara, mutta myös maitohorsma ja vadelma (Anderson ym. 2016). Viimeksi mainitut eivät kuitenkaan yleensä runsastu niin paljon, että aiheuttaisivat ongelmia korpilajiston elpymiselle. Ennallistamisen jälkeen myös esimerkiksi mustikka (*Vaccinium myrtillus*) ja erilaiset metsäsammalet, kuten seinäsammal ja metsäkerrossammal, vähenevät (Haapalehto ym. 2011, Elo ym. 2024).

Kasvillisuuden kehitys ennallistamisen jälkeen vaihtelee suon sisällä, riippuen etäisyydestä ojalinjaan. Ojitus muuttaa enemmän ojien ja niiden lähiympäristön (5 m etäisyydellä ojasta) kasvillisuutta verrattuna kauempana ojasta (10–15 m) olevaan kasvillisuuteen (Haapalehto ym. 2017). Myös ennallistaminen muuttaa eniten ojien ja niiden ympäristön kasvillisuutta. Ennallistetun suon ojalinjat voivat tarjota elinympäristöjä märkyyttä vaativille suolajeille, kuten pullosaralle ja kalvaskuirisammalelle (*Straminergon stramineum*). Kauempana (10–15 m) ojalinjasta kasvillisuuden muutos on hitaampaa ja suoraviivaisempaa kohti luonnontilaisen kaltaista suokasvillisuutta (Haapalehto ym. 2017).

Ennallistettujen soiden kasvillisuuden kehityksessä on runsaasti vaihtelua myös soiden välillä riippuen etenkin suon tilasta ennen ennallistamista. Mitä enemmän ojitus on muuttanut suota, sitä epävarmempaa ja hitaampaa kasvillisuuden palautuminen todennäköisesti on.

Soiden ennallistumisen nopeuteen vaikuttaa myös suotyyppi. Ojitus muuttaa yleensä enemmän alun perin märkiä kuin kuivia soita ja enemmän reheviä kuin karuja soita (Laine ym. 1995b). Myös ennallistaminen muuttaa 10 vuodessa enemmän reheviä kuin karuja soita (Elo ym. 2024). Esimerkiksi karulla nevarämeellä Kainuussa sekä ojituksen että ennallistamisen jälkeinen kasvillisuuden muutos oli vähäistä ja näkyi lähinnä suovarpujen ja sarojen peittävyyksissä (Laine ym. 2011).

Lettokasvillisuudessa muutokset ovat ojituksen jälkeen usein nopeita, ja lettolajisto



Kuva 13. Tupasvilla hyödyntää suon ennallistamisen yhteydessä liikkeelle lähteneet ravinteet ja runsastuu monella ennallistetulla suolla muutamaksi vuodeksi ennallistamisen jälkeen. Juurikkasuo, Ilomantsi, kaksi vuotta ennallistamisen jälkeen. Kuva: Maarit Similä.

on saattanut ennallistamiseen mennessä hävitä kokonaan. Lettojen ennallistamisen on havaittu lisäävän sarojen, rahkasammalten ja muiden soiden lehtisammalten peittävyyttä (Hedberg ym. 2012). Varsinaisten lettolajien palauttaminen alueelle ei kuitenkaan näyttäisi onnistuvan pelkästään ojien tukkimisella ja puuston poistolla vaan se vaatii pintaturpeen rikkomista ja kasvillisuuden poistoa (Mälson ym. 2010, Hedberg ym. 2012). Lettolajit näyttäisivät myös hyötyvän niitosta ennallistamisen yhteydessä (Mälson ym. 2010). Tämä johtuu siitä, että lettolajit ovat huonoja kilpailijoita verrattuna moniin peittäviin ennallistamisesta hyötyviin lajeihin, kuten rahkasammaliin ja siniheinään (Mälson ym. 2010). Lisäksi lettolajien palautuminen vaatii siemenpankin ennallistettavalla alueella tai lajien lähdealueen lähettyvillä (Mälson ym. 2010, Hedberg ym. 2012). Toisaalta lettolajien palaamista voi hankaloittaa ennallistetun leton pintaturpeen ominaisuuksien eroaminen luontaisesta (Mälson ym. 2008), kuten myös letolle ohjautuvan veden laadun poikkeaminen lettolajien vaatimuksista, mikäli veden kulkureittejä ei onnistuta palauttamaan luontaisiksi tai ennallistettavan alueen ulkopuoliset ojitukset vaikuttavat veden laatuun.

Yhteenvetona voidaan todeta, että ennallistetut suot eivät vastaa kasviyhteisöiltään luonnontilaisia soita ainakaan vielä 10 vuotta ennallistamisen jälkeen (Haapalehto ym. 2011, 2017, Maanavilja ym. 2014, Kareksela ym. 2015, Elo ym. 2024). Metsälajien peittävyys on tyypillisesti edelleen luontaista runsaampaa ja luonnontilaisten soiden lajien peittävyys vähäistä tai ne puuttuvat kokonaan, kuten esimerkiksi märillä pinnoilla kasvavat mutasara (*Carex limosa*) ja leväkkö (*Scheuchzeria palustris*) (Haapalehto ym. 2011, 2017). Kaiken kaikkiaan ennallistettujen soiden kasviyhteisön on havaittu olevan ojitetun ja luonnon-

tilaisen suon väliltä (Elo ym. 2024) niin korvissa (Maanavilja ym. 2014), rämeillä (Laine ym. 2011, Punttila ym. 2016a, Haapalehto ym. 2017) kuin maankohoamisrannikon nevoillakin (Laine ym. 2016). Ennallistaminen johtaa siis yleensä toivottuun suuntaan kasvillisuuden kehityksessä.

5.5 Eläinlajiston monimuotoisuus

Monissa eläinlajiryhmissä on runsaasti suoelinympäristöihin erikoistuneita lajeja (esimerkiksi tietolaatikot 16–21). Soiden eläinlajiston monimuotoisuuteen vaikuttavia ympäristötekijöitä ovat muun muassa kasvillisuuden rakenne (ravintona, suojana, elinympäristönä), märkä-mätäspintojen vaihtelu, avovesipintojen määrä, happamuus, suon avoimuus tai puustoisuus (valoisuus, pienilmasto), lahopuun määrä ja laatu sekä suon koko (Desrochers & van Duinen 2006).

Linnuista soilla pesii erityisesti monimuotoinen kahlaajalajisto, joka suosii laajoja avoimia soita (liite 2). Soilla on runsaasti selkärangattomia eläimiä kahlaajien poikasten ravinnoksi. Esimerkiksi aapasuot ovat monelle uhanalaiselle linnulle keskeinen pesimä- ja ruokailuympäristö sekä muutonaikainen levähdyspaikka (Fox & Lehikoinen 2025).

Kanalinnuista pyy (*Tetrastes bonasia*) sekä metso (*Tetrao urogallus*) ja erityisesti metson poikaset viihtyvät korvissa. Teeren (*Lyrurus tetrix*) ja riekon (*Lagopus lagopus*) elinympäristöihin kuuluvat rämeet. Riekot suosivat avosoiden lähellä olevia rämeitä (Osmala 2012).

Petolinnuista soilla pesivät säännöllisimmin sinisuohaukka (*Circus cyaneus*), muuttohaukka (*Falco perergrinus*), suopöllö (*Asio flammeus*), hiiripöllö (*Surnia ulula*) ja sääksi (*Pandion haliaetus*). Kaakkuri (*Gavia stellata*) pesii kalattomilla suolammilla.

Allikot, rimpipinnat ja suolammet ovat sammakkoeläinten ja monien hyönteisryhmien, kuten sudenkorentojen, lisääntymis- ja elinympäristöjä (tietolaatikko 17). Märkien olosuhteiden lajeja ovat myös vaaksiaiset (tietolaatikko 19).

Suon puustoisuus tai avoimuus on erityisesti monille hyönteislajeille tärkeä elinympäristön ominaisuus. Esimerkiksi suoperhoset suosivat harvapuustoisia rämeitä (tietolaatikko 18) ja aikuiset sudenkorennot saalistavat avoimissa ja aurinkoisissa elinympäristöissä (tietolaatikko 17). Muurahaislajistokin on erilainen avoimilla ja puustoisilla soilla (tietolaatikko 16).

Lahopuusta riippuvaisille lajeille lahopuun määrä, laatu ja sopivan laatuisen lahopuun jatkuva saatavuus (lahopuujatkumo) ovat ratkaisevia tekijöitä myös suoelinympäristöissä, erityisesti korvissa.

Suoelinympäristöihin erikoistuneiden lajien lisäksi merkittävä osa soiden eläinlajiston monimuotoisuutta ovat lajit, jotka hyödyntävät soita osana laajempaa elinpiiriään (kuva 14). Monet nisäkkäät, esimerkiksi pikkujyrsijät, päästäiset, hirvet, metsäpeurat ja porot sekä pien- ja suurpedot ruokailevat ja liikkuvat myös soilla. Suot ovat yksi sisiliskojen suosimista elinympäristöistä, ja kyykäärmekin viihtyy soiden aurinkoisilla paikoilla.



Kuva 14. Valkoviklojen (*Tringa nebularia*) huutelu on tuttu ääni soilla Keski- ja Kaakkois-Suomesta pohjoiseen. Pesänsä valkoviklo perustaa usein metsän puolelle. Edellisessä uhanalaisarvioinnissa 2019 myös valkoviklo luokiteltiin silmälläpidettäväksi. Kuva: Maarit Similä.

Ensisijaisesti soilla elävistä uhanalaisista eläinlajeista eniten on perhosia, 25 lajia (Hyvärinen ym. 2019). Lisäksi kymmenet punaisen listan perhoset, kaksisiipiset, hämähäkkieläimet, linnut ja nivelkärsäiset käyttävät soita yhtenä elinympäristönään (Hyvärinen ym. 2019).

5.6 Soiden kuivattaminen heikentää eläinlajiston monimuotoisuutta

Metsäojitus muuttaa olennaisesti soiden eläinlajiston elinympäristön ominaisuuksia. Selkärangattomien eläinten osalta ojitus heikentää yleensä suospesialistien ja parantaa ympäröivien alueiden yleislajien elinmahdollisuuksia (Laine ym. 1995a, tietolaatikko 16). Sama ilmiö on havaittu linnuilla (Alsila ym. 2021, Guilfoyle ym. 2025).

Suomen, Ruotsin, Norjan, Viron ja Latvian linnuston linjalaskenta-aineistoihin pohjautuvan analyysin mukaan monien soilla pesivien lintujen kannat laskivat Pohjois-Euroopassa 40 % vuosina 1981–2014. Aluekohtainen tarkastelu paljasti, että Baltian maissa suolintujen kannat itse asiassa kasvoivat 40 % vastaavalla ajanjaksolla. Suomessa, missä soita on ojitettu eniten, lasku oli voimakkain: 16 suolintulajista 10:n kannat laskivat lähes 50 % vuosina 1981–2014. Eniten laskivat suokukon (*Calidris pugnax*), pohjansirkun (*Emberiza rustica*) ja mustaviklon (*Tringa erythropus*) kannat. Rimpi- ja välipintojen kuivuminen muuttaa suoelinympäristöt monien kahlaajien kannalta epäsuotuisiksi. Ojitus myös vähentää avointa suoympäristöä, jolloin sitä suosivien lajien elinympäristö supistuu. Avoimilla suoalueilla pesivät esimerkiksi niittykirvinen (*Anthus pratensis*), keltavästäräkki (*Motacilla flava*), taivaanvuohi (*Gallinago gallinago*) ja liro (*Tringa glareola*). Niittykirvisen kannat ovat laskeneet kaikissa pohjoismaissa ja Baltiassa, keltavästäräkin, liron ja taivaanvuohen kannat vain Suomessa. (Fraixedas ym. 2017.)

Riistakolmiolaskentahavaintojen perusteella soiden ojitus pienentää metsopoikueita ja vähentää riekkojen elinympäristöjä (Ruottinen ym. 2024).

Vaikka aapasoiden märimmät keskusalueet olisi jätetty ojituksen ulkopuolelle, niiden vesitalous on hyvin usein heikentynyt yläpuolisten ja ympäröivien ojitusten vuoksi (tietolaatikko 14). Tämä heikentää monien aapasoilla pesivien tai aapasoita poikuevaiheessa hyödyntävien lajien, kuten metsähanhen (*Anser fabalis*) ja jouhisorsan (*Anas acuta*), elinolosuhteita. Ilmastonmuutos tehostaa negatiivisia vaikutuksia: sen lisäksi, että ojitukset vähentävät aapasoille tulevia vesimääriä, lämpimämmät olosuhteet edesauttavat kasvillisuuden muuttumista keidassoiden suuntaan. (Fox & Lehikoinen 2025.)

5.7 Ennallistamisella on suotuisia vaikutuksia soiden eläinlajistoon

Suopäiväperhosten yksilömäärät ovat nousseet Suomessa ennallistetuilla perhosseurantasoilla jo muutamassa vuodessa ennallistamisen jälkeen. Pitemmällä aikavälillä suoperhosyhteisöt muuttuivat ennallistetuilla soilla kohti luonnontilaisia yhteisöjä, joskin ennallistamisen vaikutukset vaihtelivat soiden välillä (tietolaatikko 18).

Sudenkorennot hyötyvät ennallistamisen yhteydessä syntyvistä avovesialueista ja puuston varjostuksen vähenemisestä (tietolaatikko 17).

Hyönteisten yksilömäärien lisääntyminen saattaa heijastua myös soilla tavattaviin lepakoihin. Eteläsuomalaisilla soilla lepakkohavaintojen määrä moninkertaistui heti ennallistamisen jälkeisenä kesänä (Vasko ym. 2024, tietolaatikko 20).

Suomessa on laadittu asiantuntija-arvio siitä, mitkä suolintulintulajit voivat hyötyä elinympäristöjen lisääntyvästä ennallistamisesta (Auvinen ym. 2023). Ennallistamisen mittakaavaksi määriteltiin tässä tarkastelussa soi-

den tilan parantaminen yhteensä yli 500 000 hehtaarin alalla vuoteen 2035 mennessä. Eniten soiden ennallistamisesta hyötynevät liro ja keltavästäräkki, jotka hyödyntävät monenlaisia avoimia suoelinympäristöjä. Niiden kannoille odotetaan enintään 20 %:n kasvua. Lisäksi 11 suolintulajin kannat reagoinevat ennallistamiseen positiivisesti, mutta hitaammin ja epävarmemmin. Niiden kannoille odotetaan tässä arviossa enimmillään 10 %:n kasvua vuoteen 2040 mennessä (Auvinen ym. 2023).

Läntisessä Keski-Suomessa seurattiin 11 ennallistetun suon lintulajistoa ja reviirimääriä yhtenä vuonna ennen ennallistamista ja 3–5 vuotta ennallistamisen jälkeen (Alsila ym. 2021). Lajistoa verrattiin luonnontilaisten soiden lajistoon. Lajit jaoteltiin suolajeihin ja ”yleislajeihin”. Ojitetussa vaiheessa eli ennen ennallistamista yleislajit olivat runsaita luonnontilaisiin alueisiin verrattuna. Ennallistaminen näytti vähentävän yleislajien reviirien määrää suolla, mutta ei vaikuttanut ainakaan ensimmäisinä vuosina ennallistamisen jälkeen suolintujen lajien tai reviirien määrään. Lintulajiston palautuminen saattaa siis kestää pitkään (Alsila ym. 2021).

Lintulajiston hitaaseen palautumiseen viittaa myös Irlannin länsiosissa tehty tutkimus, jossa vertailtiin kuivatettujen, 16–20 vuotta sitten ennallistettujen sekä luonnontilaisen kaltaisten peittosoiden lintulajistoa (Guilfoyle ym. 2025). Ennallistaminen lisäsi kansallisesti uhanalaisiksi arvioitujen lajien määrää ja tiheyttä tutkimusalueilla. Lisäksi ennallistettujen soiden lintuyhteisöt muistuttivat enemmän luonnontilaisen kaltaisten peittosoiden lintulajiyhteisöä, vaikka täydellistä palautumista ei vielä 16–20 vuoden kuluttuakaan ollut havaittavissa (Guilfoyle ym. 2025).

Riekot sen sijaan näyttävät kelpuuttavan ennallistetut suot nopeasti uudeksi elinympäristökseen, vaikkakin tilanne vaihtelee ennallistettujen soiden välillä (Osmala 2012).

Ojitetulta suolta hävinneen eläinlajin palautuminen edellyttää, että elinvoimaisia populaatioita on jäljellä toisaalla ja että eläimellä on kyky palata takaisin alueelle ennallistamisen jälkeen. Ihmistoiminnan pirstomassa elinympäristömosaiikissa lajiston palautuminen vie aikaa ja saattaa vaatia jopa lajien siirtoistutuksia.

5.8 Suoelinympäristöjen monimuotoisuus

5.8.1 Suotyypit

Suot luokitellaan puustoisuuden ja muun kasvillisuuden perusteella seitsemään päätyyppiryhmään: korvet, neva- ja lettokorvet, rämeet, neva- ja lettorämeet, nevat, letot ja luhdat (esim. Kaakinen ym. 2018a, Laine ym. 2018). Lähteikköjä ja lähdesoita voidaan myös tarkastella omana tyyppiryhmänään (Eurola ym. 2015, Lammi ym. 2018).

Korvet ovat puustoisia soita, joissa valtapuulaji on yleensä kuusi. Rehevämmissä korvissa voi kasvaa runsaasti myös lehtipuustoa. Erirakenteinen elävä ja kuollut puusto on tärkeä rakennepiirre korpien lajistolliselle monimuotoisuudelle. Luonnontilaisessa korvessa puusto uudistuu pienialaisten aukkojen kautta, kun yksittäisiä puita kuolee ja samalla muodostuu kasvutilaa ja -alustaa uusille taimille (Hörnberg ym. 1995, 1998). Puuston jatkuva uudistuminen ylläpitää myös lahopuujatkumoa.

Vedenkorkeuden suhteen erilaisten pintojen pienipiirteinen vaihtelu muodostaa monimuotoisen elinympäristöjen kirjon kuivilta mättäiltä veden täyttämiin painanteisiin. Myös lähteisyys ja luhtaisuus voivat lisätä korpielinympäristöjen monimuotoisuutta.

Rehevien korpien kenttäkerroksen kasvillisuus on ruoho- ja heinävaltaista ja lajistoltaan monipuolista. Karujen korpien putkilokasvilajisto on melko niukka ja varpuvaltainen. Pohjakerroksessa vallitsevat rahkasammalet, rehevämmillä korpisoilla myös aitosammalten osuus voi olla huomattava. Korpien varjoisuus ja kostea pienilmasto ovat tärkeitä piirteitä monille lajeille, esimerkiksi puiden rungoilla ja oksilla kasvaville epifyyttijäkälille ja maksasammalille.

Neva- ja lettokorpien matalilla mättäillä kasvaa pienikokoista hieskoivua ja kuusta. Sekapuuna voi kasvaa terva- tai harmaaleppää (*Alnus glutinosa*, *A. incana*) ja mäntyä. Pensaskerroksessa kasvaa pajuja. Mätäspintoja tavallisesti selvästi laaja-alaisemmilla neva- ja lettopinnoilla voi kasvaa neva- ja lettolajien lisäksi luhtalajeja.

Rämeet ovat mätäspintaisia, pääosin karuja ja yleensä paksuturpeisia soita, joiden pääpuulaji on mänty, korkeilla mailla myös kuusi. Kenttäkerroksen valtalajeja ovat varvut. Saroja ja ruohoja esiintyy yleensä vähän. Ruohoista hilla voi esiintyä runsaana ja eräillä rämetyypeillä myös tupasvilla ja pallosara ovat runsaita. Pohjakerros muodostuu pääosin rahkasammalista. Rämeillä tavataan yleisesti myös kangasmetsän sammalia.

Neva- ja lettorämeiden mätäspinnoilla vallitsee rämekasvillisuus, väli- ja rimpipinnoilla neva- tai lettokasvillisuus. Usein neva- tai lettopinta on vallitsevampi kuin mätäspinta. Neva- ja lettorämeitä esiintyy tyypillisesti suon keskustan avosuon ja yhtenäisen reunarämeen tai mineraalimaan välissä. Keidassoilla nevarämeet ovat kuitenkin myös suon keskiosien kasvillisuutta. Neva- ja lettorämeisiin sisältyy koko ravinteisuusvaihtelu karuimmista (keidasrämeet) rehevimpiin (lettorämeet).

Neva- ja lettorämeiden puusto on usein harvaa ja kitukasvuista, Pohjois-Suomessa se voi myös puuttua. Yleensä valtapuuna on mänty, mutta seassa voi olla joskus runsaastikin koivua sekä paikoin myös pienikasvuista kuusta. Kenttä- ja pohjakerroksen lajisto koostuu pääosin räme-, neva- ja lettolajistosta, mutta myös korpisuutta ilmentävää lajistoa esiintyy paikoilla, joilla suo saa vesiä ympäröiviltä kivennäismailta.

Nevat ovat väli- tai rimpipintaisia avosoita, joiden ravinteisuusvaihtelu ulottuu ombrotrofiasta minerotrofiaan. Nevojen kenttäkerroksen kasvilajistoa luonnehtivat sarat ja ruohot, varpuja on niukasti. Pohjakerros muodostuu nevatyypin mukaan rahkasammalista tai aitosammalista, tai se on lähes sammaleeton (ruopparimpinevat).

Letot ovat neutraaleja tai lievästi happamia, aukeita tai niukkapuustoisia soita. Lettoja on tyypillisesti alueilla, joiden kallio- ja maaperässä on runsaasti kalkkia, mutta pohjavesivaikutteisilla alueilla niitä voi olla muuallakin. Letoilla on monimuotoinen putkilokasvi- ja sammallajisto. Koko Suomessa tavattavaa lettojen yleislajistoa ovat mm. kataja (*Juniperus communis*), kelta- ja hirssisara (*Carex flava* ja *C. panicea*), lettovilla (*Eriophorum latifolium*), kirkiruoho (*Gymnadenia conopsea*), rätvänä (*Potentilla erecta*), kultapiisku (*Solidago virgaurea*), lettoväkäsammal, lettokilpisammal (*Cinclidium stygium*), lettokynsisammal (*Dicranum bonjeanii*), lettosiipisammal (*Fissidens adianthoides*), lettohammassammal (*Leiocolea rutheana*), kairasammal (*Meesia triquetra*), matosammal (*Drepanocladus trifarius*), letto- ja rimpisirppisammal (*Scorpidium revolvens*) sekä lettolierosammal, heterahkasammal ja kultasammal.

Luhtia esiintyy tyypillisesti vesien äärellä, ja niille on ominaista pintavesien jatkuva vaikutus. Jatkuvan veden virtauksen vuoksi luhdat ovat reheviä ja runsastuottoisia. Lajistossa on suolajien lisäksi vesi- ja rantakasveja. Ranta- ja vesikasvillisuudesta luhdat eroavat turvekerroksen perustella, mutta raja on liukuva. Luhtien turvekerroksen paksuus vaihtelee maankohoamisrannikon ja tulvanalaisten virtavesivarsien muutamasta sentistä hyvinkin paksuturpeisiin vesien umpeenkasvuluhtiin. Etenkin maankohoamisrannikolla luhdat esiintyvät tyypillisesti soistumissukkession alkuvaiheessa ja kehittyvät suhteellisen nopeasti kohti muita suotyyppejä. Luhdat ryhmitellään avo-, pensaikko- ja metsäluhtiin. Luhtalajeja on kaikissa kasvillisuuskerroksissa, mutta lukumääräisesti eniten kenttäkerroksessa. Ruohoja voi olla runsaasti ja kenttäkerroksen kasvillisuus on kookasta, usein tiheääkin. Pohjakerroksen sammalpeite on usein aukkoinen, jopa puuttuu tai muodostuu luhtaisuutta ilmentävistä aitosammalista.

Korpien, lettojen ja metsäluhtien ennallistamisen suunnittelussa ja toteutuksessa huo-

mioitavia näkökulmia on koottu lukuun 8. Ennallistamisen vaikutuksia erityyppisillä letoilla ja korvissa on kuvattu luvussa 10.

5.8.2 Suoyhdistymätyypit

Suoyhdistymät ovat useista suotyypeistä koostuvia ekohydrologisesti yhtenäisiä suoalueita. Suoyhdistymät voidaan jakaa ilmastollisiin ja paikallisiin suoyhdistymätyyppeihin. Keidas- ja aapasuot ovat ilmastollisia suoyhdistymätyyppejä, joiden muodostumiseen suurilmaston lämpö- ja kosteusolosuhteilla on ollut keskeinen merkitys. (Kaakinen ym. 2018b.)

Jako keidas- ja aapasoihin on kaavamainen, sillä luonnossa suot esiintyvät yleensä erikokoisina, usein hyvinkin laajoina systeemeinä, joissa aapasuomaiset ja keidassuomaiset osat esiintyvät veden virtausolojen mukaisesti rinnan (luku 3.4).

Keidassuot ovat sadeveden varaisia (ombrotrofisia) suoyhdistymiä, joiden keskiosien kasvillisuus saa vettä ja ravinteita vain sateen ja kuivalaskeuman mukana.

Keidassuon suurmuodolla tarkoitetaan koko suon kolmiulotteista muotoa, joka on tärkeä peruste keidassuotyyppien erottelussa. Suurmuoto voidaan jakaa keskustaan (keskustasanne), reunaluisuun ja laiteeseen. Keskusta on yleensä muuta suota korkeammalla ja tavallisesti harvapuustoinen. Reunaluisu on keskustaa ympäröivä puustoisempi ja yleensä kalteva alue. Se on keskustan tapaan ombrotrofinen. Laide on uloin, usein vetinen alue, johon valuu vettä paitsi keidassuolta myös ympäröiviltä kivennäismailta. Siksi laiteen kasvillisuus on rehevämpää. Suurmuoto-osat voivat erottua selkeinä morfologisina vyöhykkeinä, mutta kasvillisuus ja usein myös kosteustaso ovat yleensä morfologiaa parempia tuntomerkkejä.

Soiden pienmuodoilla tarkoitetaan erilaisia mättäitä, painanteita, lammikoita ja uomia suon pinnalla. Keidassoilla mätäspinnat muodostavat tyypillisesti kermejä. Niiden välissä on kosteampia painanteita, kuljuja. Sammalpeitteiset kuljut ovat tavallisimpia, mutta lisäksi tavataan ruoppakuljuja, joissa on näkyvissä paljas turve. Kermit ja kuljut muodostuvat kohtisuoraan suon viettoon ja vesien kulkusuuntaan nähden. Keidassoiden avovesilammikoita kutsutaan allikoiksi.

Keidassoiden ominaisuuksissa on alueellisia eroja, joita selittävät muun muassa ilmastolliset tekijät, topografia ja kaltevuus, soiden laajuus ja suon kehitysvaihe. Näiden erojen perusteella voidaan erottaa eri keidassuotyyppejä, kuten laakiokeitaat, kilpikeitaat, viettokeitaat, metsäkeitaat ja rahkakeitaat.

Jos ojitus ei ole muuttanut keidassuon keskiosan kasvillisuutta ja vesitaloutta kovin paljon, kasvillisuus voi palautua nopeasti ennallistamisen jälkeen, etenkin jos myös alkuperäisiä rakennepiirteitä (kermit ja kuljut) on jäljellä. Tiheä navero-ojitus ja lannoitus voivat kuitenkin muuttaa keidassuonkin kasvillisuutta voimakkaasti ja hävittää alkuperäisen kermi-kulju-rakenteen.

Aapasuot ovat keskeisiltä osiltaan minerotrofisia, pääasiassa paksuturpeisia suoyhdistymiä. Aapasuokasvillisuudessa ravinteisuus voi vaihdella karusta (oligotrofisesta) ruohoiseen (mesotrofiseen) ja lettoiseen (eutrofiseen). Aapasuot ovat tasaisia tai hieman viettäviä soita. Tyypillisellä aapasuolla pintarakenne muodostuu avosuo-osan vetisistä rimmistä ja kuivahkoista mätäs- tai välipintajänteistä. Jänteet muodostuvat veden valumissuuntaa vastaan. Karuille aapasoille syntyy yleensä rahkajänteitä ja ravinteisille aapasoille suursaranevaa tai lettonevaa olevia välipintajänteitä. Rahkajänteet ovat yleisimpiä pohjoisessa. Suon jänne-rimpirakenne heikkenee etelää kohti, ja lopulta jännerakenne on usein vain kaareileva tupasvilla-, tupasluikka- tai suursaravyö tai puuttuu kokonaan. Aapasoiden esiintymisalueen eteläosissa koko suon minerotrofinen osa on usein välipintaa.

Aapasuoyhdistymään kuuluvat myös rämeiden luonnehtimat reunavyöhykkeet. Kivennäismaan tuntumassa ja purojen varsilla saattaa olla myös korpia. Reunavyöhykkeen ja avosuo-osan välissä on tavallisesti nevarä-

meiden tai nevakorpien vyöhyke. Aapasoiden reunaosiin saattaa syntyä yleisesti myös ombrotrofista kasvillisuutta, kuten rahkarämeitä ja tupasvillarämeitä. Myös korkeiden jänteiden kasvillisuus voi olla ombrotrofista.

Aapasoiden ominaisuuksissa on alueellista vaihtelua, jonka perusteella voidaan erottaa eri aapasuotyyppejä: välipinta-aavat, sara-aavat ja rimpiaavat. Alueelliset erot johtuvat ilmastosta, hydrologiasta, kallioperän ominaisuuksista ja maaston muodoista.

Aapasoilla reunojen ojitukset voivat muuttaa suon vesitaloutta laaja-alaisesti ojitusalueen ulkopuolella, kun aiemmin suolle tulleet vedet ohjautuvat ojia myöten suon ohi. Esimerkiksi reunoiltaan ojitetulla aapasuolla ojien vaikutus ojittamattomaan keskustaan voi olla huomattavasti laajempi ja merkittävämpi kuin vaikutus itse ojitusalaan. Pienentynyt veden virtaus voi johtaa suon karuuntumiseen ja rahkoittumiseen vuosikymmenten kuluessa.

Keidas- ja aapasoiden ennallistamisen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavia näkökulmia käsitellään luvussa 8 sekä tietolaatikossa 6. Ennallistamisen vaikutuksia aapa- ja keidassoilla on kuvattu luvussa 10.



Rimpiaapaa Patvinsuon kansallispuistossa. Kuva: Maarit Similä.

Uhanalaistunut suoluonto

Kaisu Aapala

Maankäyttö on heikentänyt soiden tilaa laaja-alaisesti. Suoluonto on uhanalaistunut. Sekä lajien että luontotyyppien tila on koko 2000-luvun alun jatkanut heikentymistään. (Kaakinen ym. 2008a, b, Rassi ym. 2010, Kaakinen ym. 2018a, b, Hyvärinen ym. 2019.)

Maankäytön muutokset uhanalaistumisen syynä ja tulevaisuuden uhkina

Sekä suoluontotyyppien että -lajien merkittävin uhanalaistumisen syy on metsäojitus. Lähes kaikentyyppisiä soita on ojitettu. Ojittamattomien puustoisten soiden hakkuut ja maanmuokkaus uudistamisen yhteydessä ovat heikentäneet suoyhdistymien puustoisten reunojen, piensoiden sekä suon ja kivennäismaan vaihettumisvyöhykkeiden korpien ja runsaspuustoisten rämeiden ja niiden lajiston tilaa. Metsien uudistamis- ja hoitotoimet ojittamattomilla soilla on arvioitu yhdeksi puustoisten soiden merkittävimmistä tulevaisuuden uhkatekijöistä. (Kaakinen ym. 2018a, b, Hyvärinen ym. 2019, Kokko ym. 2020.)

Valuma-alueen ojitusten ja kunnostusojitusten kuivattavat etävaikutukset ulottuvat myös soiden ojittamattomille osille. Suolle tulevan veden määrä vähenee ja suoveden kemiallinen koostumus muuttuu vähitellen, joten vaikutukset saatetaan havaita kymmenien vuosien viiveellä. Ojitusten etävaikutusten on arvioitu olevan merkittävä tulevaisuuden uhkatekijä erityisesti aapasoilla.

Pellonraivaus, joka hävittää suon luontotyypit ja lajit, on ollut yksi varhaisimpia ja merkittävimpiä suoluontoa muuttaneita maankäyttömuotoja. Pellonraivaus on lisännyt etenkin lettojen, rehevien korpien ja muiden rehevien soiden ja niiden lajiston uhanalaistumista. (Kaakinen ym. 2018a.)

Erityisesti nevoja ja lettoja on aikanaan yleisesti laidunnettu ja niitetty. Laidunnus ja niitto ylläpiti lajiston monimuotoisuutta pitämällä elinympäristöjä avoimina ja tuottamalla pienialaisia häiriöitä kasvillisuuteen. Perinteisen maatalouskäytön loppuminen ja umpeenkasvu on uhka etenkin Etelä-Suomen jäljellä oleville pienialaisille letoille. (Kaakinen ym. 2018a, Kokko ym. 2020.)

Suoluontotyyppien ja suolajien uhanalaistumisen syitä ovat olleet myös turpeenotto, yhtenäisiä suoalueita pirstovien tieverkostojen rakentaminen ja vesirakentaminen. Ilmastonmuutos on tulevaisuuden kasvava uhkatekijä suoluonnolle. Samoin kaivostoiminta etenkin Keski-Lapin aapasoille ja letoille. (Kaakinen ym. 2018a, Hyvärinen ym. 2019.)

Maankäyttö on myös pirstonut suoluontoa, mutta pirstoutumisen mahdollisia haitallisia vaikutuksia suoluontoon ei tunneta.

Letot ovat uhanalaisimpia suoluontotyyppejä

Suomen luontotyyppien uhanalaisuuden toisella arviointikerralla siirryttiin käyttämään kansainvälistä IUCN Red List of Ecosystems -menetelmää (Kontula & Raunio 2018). Pääasiallisia arviointikriteerejä olivat luontotyypin määrän muutos, abioottisen ja bioottisen laadun muutos sekä harvinaisuus.

Suoluontotyyppejä arvioitiin yhteensä 69, joista 19 oli laajempia suokokonaisuuksia (suoyhdistymätyypit ja maankohoamisrannikon soiden kehityssarjat). Muut 50 olivat suotyyppejä tai suotyyppiryhmiä. (Kaakinen ym. 2018a, b.)

Yli puolet Suomen suoluontotyypeistä arvioitiin koko maassa uhanalaisiksi. Etelä-Suomessa (hemi-, etelä- ja keskiboreaaliset metsäkasvillisuusvyöhykkeet) arvioiduista suoluontotyypeistä 83 % ja Pohjois-Suomessa (pohjoisboreaalinen metsäkasvillisuusvyöhyke) 26 % oli uhanalaisia. (Kaakinen ym. 2018a.)

Letot ovat uhanalaisin suotyyppiryhmä (kuva 1). Luhtalettoja lukuun ottamatta kaikki letto- ja lettoyhdistelmätyypit on arvioitu

koko maassa uhanalaisiksi. Etelä-Suomessa kaikki lettoluontotyypit on arvioitu äärimmäisen uhanalaisiksi (CR). Pohjois-Suomessa rimpiletot ja lähdeletot on arvioitu silmälläpidettäviksi (NT) ja muut lettoluontotyypit uhanalaisiksi. Luhtaletot ovat koko maassa ja Pohjois-Suomessa puutteellisesti tunnettuja (DD). Lettojen yhdistelmätyypit, lettokorvet, lettorämeet ja lettonevat, ovat koko maassa vaarantuneita (VU) ja Etelä-Suomessa äärimmäisen uhanalaisia. Pohjois-Suomessa lettokorvet ja lettorämeet on arvioitu vaarantuneiksi ja lettonevat silmälläpidettäviksi. (Kaakinen ym. 2018a, b.)

Myös kaikki korpiluontotyypit on arvioitu uhanalaisiksi koko maassa ja Etelä-Suomessa. Pohjois-Suomessakin tupasvillakorpia lukuun ottamatta kaikki korpityypit ovat joko silmälläpidettäviä tai uhanalaisia. (Kaakinen ym. 2018a.)

Rämeiden tilanne on jonkin verran parempi. Rahkarämeet, rimpinevarämeet ja keidasrämeet on arvioitu koko maassa säilyviksi, muut rämetyypit silmälläpidettäviksi tai uhanalaisiksi. Etelä-Suomessa ainoastaan rahkarämeet on arvioitu säilyviksi, keidasrämeet silmälläpidettäviksi ja muut rämetyypit uhanalaisiksi. Pohjois-Suomessa puolestaan valtaosa rämetyypeistä on arvioitu säilyviksi, palsarämeet ja lettorämeet uhanalaisiksi sekä kangasrämeet, korpirämeet ja lettonevarämeet silmälläpidettäviksi. (Kaakinen ym. 2018a.)

Märimmät ja karuimmat nevatyypit – rimpinevat, kuljunevat ja ombrotrofiset lyhytkorsinevat – on arvioitu säilyviksi koko maassa. Muut nevatyypit ovat koko maassa silmälläpidettäviä. Etelä-Suomessa kaikki minerotrofiset nevatyypit on arvioitu uhanalaisiksi, mutta ombrotrofiset kuljunevat ja lyhytkorsinevat



Kuva 1. Koivuletot ovat Suomessa erittäin uhanalaisia. Kittilä, kesäkuu 2021. Kuva: Kaisu Aapala.

säilyviksi. Pohjois-Suomessa kaikki nevatyypit on arvioitu säilyviksi. (Kaakinen ym. 2018a.)

Etelä-Suomessa esiintyvät terva- ja harmaaleppäluhdat on arvioitu erittäin uhanalaisiksi (EN). Koivuluhdista ei ollut riittävästi tietoa uhanalaisuuden arvioimiseen. Pensaikkoluhdista Etelä-Suomessa esiintyvät suomyrttiluhdat on arvioitu vaarantuneiksi. Muut pensaikkoluhtatyypit sekä avoluhdat on arvioitu säilyviksi. (Kaakinen ym. 2018a.)

Kaikki Etelä-Suomen soiden yhdistelmätyypit on arvioitu uhanalaisiksi. Pohjois-Suomessa suoyhdistymien luontotyypit arvioitiin pääasiassa säilyviksi (Kaakinen ym. 2018a.)

Suomen luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnin 2018 tuloksiin voi tutustua tarkemmin Luontotyyppien punaisen kirjan verkkopalvelussa (luontotyyppienuhanalaisuus.ymparisto.fi).

Suolajiston uhanalaistumisessa ei näy merkkejä hidastumisesta

Noin kymmenesosa arvioiduista suolajeista on uhanalaistunut ja tilanne on heikentynyt koko 2000-luvun alun. Suolajistossa on tapahtunut selvästi enemmän kielteisiä kuin myönteisiä muutoksia viimeisen kymmenen vuoden aikana. Uhanalaisuusindeksin perusteella suoelinympäristöjen lajit uhanlaistuvat tunturipaljakoiden jälkeen nopeimmin. (Hyvärinen ym. 2019.)

Valtakunnallisesti uhanalaisia ensisijaisia suolajeja on 120 ja toissijaisia 129. Silmälläpidettäviä on 109 ensisijaisissa ja 109 toissijaisissa suolajeissa. (Hyvärinen ym. 2019.)

Runsas kolmannes uhanalaisista ja silmälläpidettävistä ensisijaisista suolajeista elää ensisijaisesti letoilla (kuva 2), runsas viidennes rämeillä, vajaa viidennes nevoilla ja hiukan yli kymmenesosa korvissa. Neljälletoista prosentille lajeista suoelinympäristöä ei ole tarkemmin määritetty. (Hyvärinen ym. 2019.)

Lukumääräisesti eniten uhanalaisia ja silmälläpidettäviä ensisijaisia suolajeja on perhosissa ja kaksisiipisissä. Myös sammalissa ja putkilokasveissa on paljon suolajeja. (Hyvärinen ym. 2019.)



Kuva 2. Silmälläpidettävä, rauhoitettu tikankontti (*Cypripedium calceolus*) aloitteli kukintaansa lettokorvessa Kittilässä kesäkuun puolivälissä 2021. Kuva: Kaisu Aapala.

Keskimäärin 16 % valtakunnallisesti uhanalaisten ja silmälläpidettävien ensi- ja toissijaisten suolajien suojelualueilla olevista, tunnetuista suoesiintymispaikoista on ojitetuilla soilla. Suojelun ja rajoitetun käytön ulkopuolella olevista tunnetuista suoesiintymispaikoista kolmannes on ojitetulla suolla. Tarkastelussa oli mukana 208 lajia, joista oli tallennettuna riittävän tarkkoja (100 m) ja tuoreita (1990–2021) esiintymätietoja Laji.fi-tietokannassa. (Aapala ym. 2022.)

Valtakunnallisesti silmälläpidettäviksi ja säilyviksi luokitelluista lajeista osa on alueellisesti uhanalaisia (RT). Alueellisesti uhanalaisia ensisijaisia suolajeja on kaikkiaan 149, joista 50 silmälläpidettäviä ja 99 säilyviä (Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus 2021). Keskimäärin 14 % alueellisesti uhanalaisten lajien suojelualueilla olevista tunnetuista suoesiintymispaikoista on ojitetuilla soilla. Suojelun ja rajoitetun käytön ulkopuolella olevista tunnetuista suoesiintymispaikoista noin 40 % on ojitetuilla soilla. Tarkastelussa oli mukana 71 säilyväksi arvioitua, alueellisesti uhanalaista lajia, joista oli tallennettuna riittävän tarkkoja (100 m) ja tuoreita (1990–2021) esiintymätietoja Laji.fi-tietokannassa. Huomioon otettiin vain kullakin metsäkasvillisuusvyöhykkeellä alueellisesti uhanalaiset lajit. (Aapala ym. 2022.)

Suomen lajiston uhanalaisuusarvioinnin 2019 tuloksiin voi tutustua tarkemmin Punaisen kirjan verkkopalvelussa (punainenkirja.laji.fi).

Ennallistaminen ja hoito suoluonnon uhanalaistumiskehityksen hidastajina

Uhanalaisten suoluontotyyppien ja suolajien esiintymistä ja palautumismahdollisuuksia voidaan käyttää yhtenä ennallistettavien kohteiden ja suokokonaisuuksien priorisoinnin perusteena.

Ekologisesti mielekkäintä ja uhanalaistuneiden suoluontotyyppien ja lajien kannalta tuloksellisinta on pyrkiä palauttamaan toiminnallisia hydrologisia kokonaisuuksia, kuten kokonaisia suoyhdistymiä ja niiden muodostamia laajempia suoalueita. (Aapala ym. 2013.)

Paras palautumisennuste on ojituksen jälkeen vain vähän muuttuneilla uhanalaisilla suotyypeillä, ja ennallistamista voidaan pitää tärkeänä keinona parantaa tällaisten kohteiden tilaa. Myös silloin, kun muuttunut uhanalainen suotyyppi on osa laajempaa suoaluetta, jonka ojittamattomalla osalla on jäljellä samaa uhanalaista tyyppiä, mahdollisuudet lajiston palautumiselle ennallistamisen jälkeen ovat hyvät. Ennallistaminen voi tällaisissa tilanteissa turvata myös ojittamattoman uhanalaisen suotyypin säilymistä. (Aapala ym. 2013.)

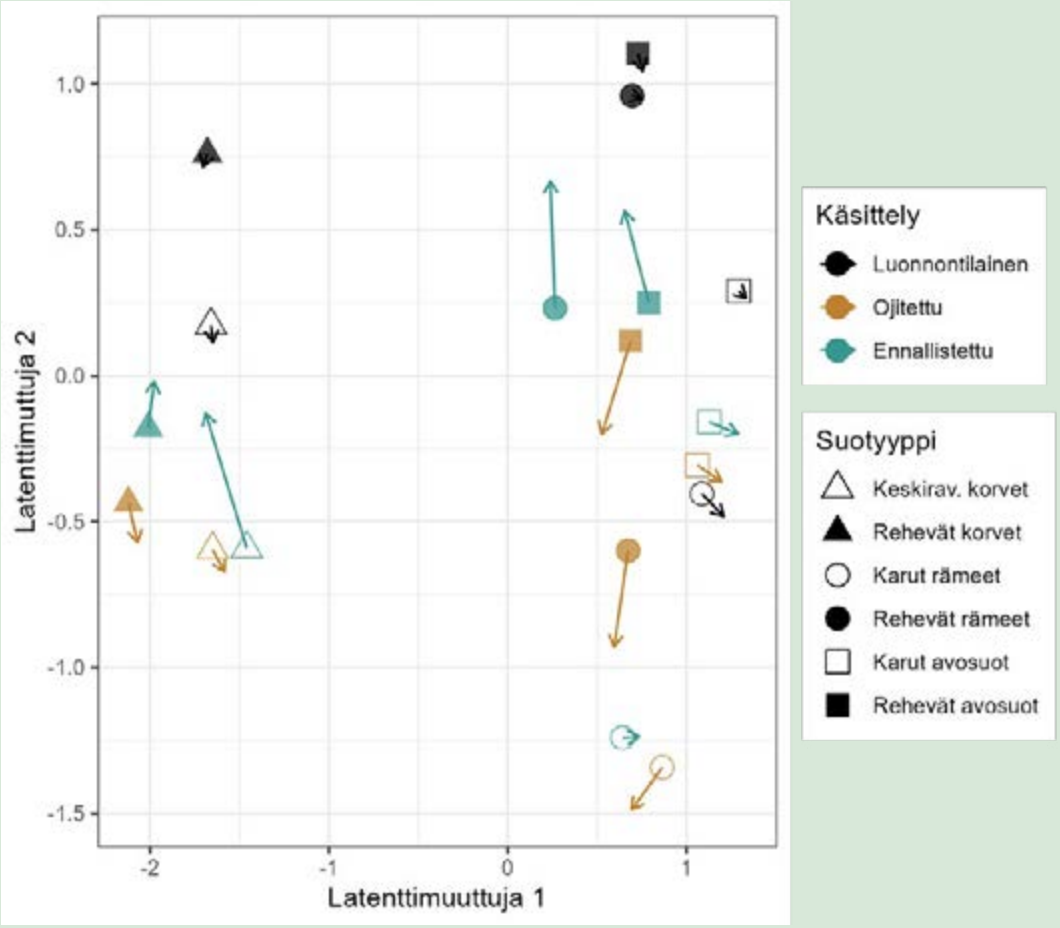
Pitkälle muuttuneilla kohteilla alkuperäisen luontotyypin piirteet eivät välttämättä palaudu ennallistamallakaan, ainakaan lyhyellä aikavälillä. Toisaalta esimerkiksi pitkällekin muuttuneen leton ennallistaminen voi palauttaa kohteen toimivaksi letoksi ja siten sopivaksi elinympäristöksi osalle lettolajistoa, vaikka alkuperäisen kaltaiseen lettotyyppiin tai lajikoostumukseen ei päästäisikään. Ojitusten muuttamissakin uhanalaisissa suoluontotyypeissä on usein keskimääräistä enemmän merkittävää lajistoa, joka on otettava huomioon ennallistamisen suunnittelussa ja joka voi rajoittaa toimenpiteitä, mutta joka samalla on tärkeä peruste ennallistamiselle. (Aapala ym. 2013.)

Ennallistamisen aiheuttamat muutokset kasvilajistossa ja -yhteisöissä

Merja Elo

Ennallistamisen aiheuttamia muutoksia kasvilajistossa ja -yhteisöissä tutkittiin Metsähallituksen Luontopalvelujen ja Jyväskylän yliopiston yhteistyönä, soiden ennallistamisen vaikutusten kasvillisuusseurantaverkoston avulla (Hyvärinen & Aapala 2009). Seurantaverkosto sisältää 151 kohdetta ympäri Suomen. Kohteet edustavat kuutta eri suoelinympäristötyyppiä (korpia, rämeitä ja avosoita, kahta rehevyystasoa kustakin) luonnontilaisina, ojitettuina ja ennallistettuina. Näiden putkilokasvi- ja sammallajistoa seurattiin pysyvillä kasvillisuusruuduilla ennen ennallistamista sekä 2, 5 ja 10 vuotta ennallistamisen jälkeen.

Tutkimuksessa (Elo ym. 2024) havaittiin, että ennallistaminen vaikutti kasviyhteisöihin toivotulla tavalla: ennallistetut kohteet muistuttivat keskimäärin enemmän luonnontilaisia kohteita 10 vuotta ennallistamisen jälkeen kuin ennen ennallistamista (kuva 1). Erityisesti ojituksesta hyötyneiden metsäsammalten ja -varpujen (mm. seinäsammal, metsäkerrossammal, variksenmarja, puolukka) peittävyys väheni ennallistamisen jälkeen, kun taas rahkasammalet sekä suosarat hyötyivät ennallistamisesta. Toisaalta useat lajit, jotka eivät varsinaisesti olleet kärsineet ojituksesta (esimerkiksi tupasvilla) saattoivat runsastua. Kaiken

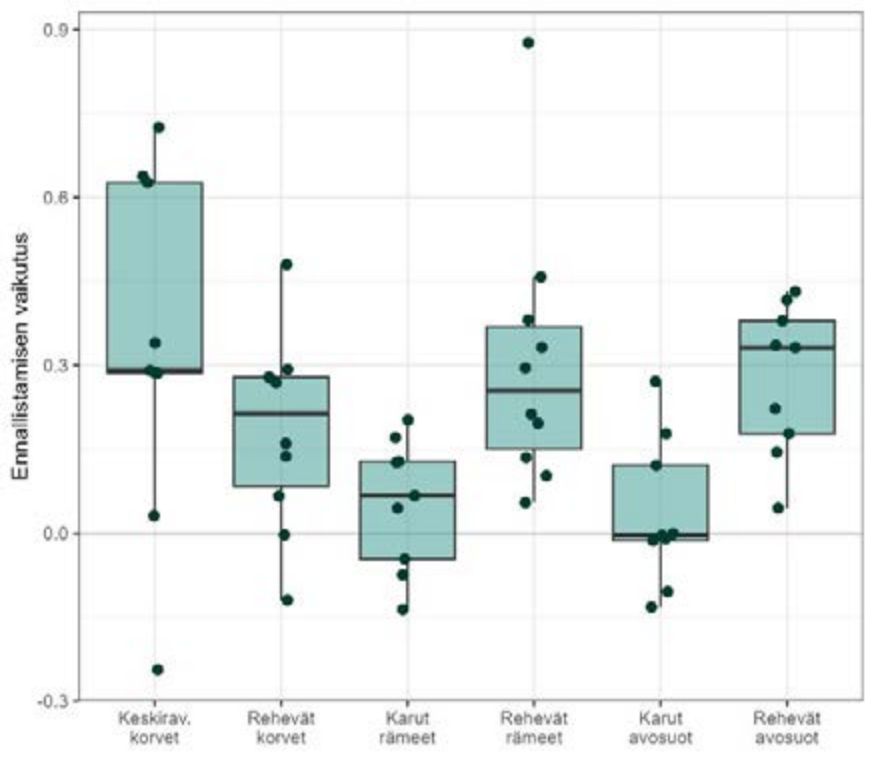


Kuva 1. Keskimääräinen kasviyhteisö eri käsittelyillä ja suoelinympäristötyypeillä ennen ennallistamista (symboli) ja 10 vuotta ennallistamisen jälkeen (nuolen pää). Mitä lähempänä symbolit ovat toisiaan, sitä samankaltaisempia niiden kasviyhteisöt ovat. (Elo ym. 2024 mukaan.)

kaikkiaan ennallistetut kohteet eivät kuitenkaan kasviyhteisöltään vastanneet luonnontilaisia soita. Tämä ei ole yllättävää, koska 10 vuotta on verraten lyhyt aika boreaalisten soiden aikaskaalassa. Ennallistamisen seurannan jatkaminen onkin ensiarvoisen tärkeää pitkäaikaisten vaikutusten selvittämiseksi.

Toisaalta ennallistamisen vaikutus 10 vuoden kuluessa vaihteli suuresti seurantasoiden välillä, osin suoelinympäristötyypin mukaan (kuva 2). Keskiravinteisissa korvissa ja rehevillä rämeillä ja avosoilla kasviyhteisö muuttui keskimäärin enemmän kohti vastaavien luonnontilaisten kohteiden yhteisöä kuin karuilla rämeillä ja avosoilla. Joillakin kohteilla ennallistaminen ei näyttänyt johtavan minkäänlaiseen muutokseen tai kohteet jopa muuttuivat kasviyhteisöltään samankaltaisemmiksi ojitettujen kohteiden yhteisöjen kanssa. Etenkin korvissa tämä johtunee siitä, että vedenpinnan taso ei ole ennallistamisen jälkeen noussut riittävästi (Elo ym. 2025a). Karuilla rämeillä ja avosoilla ennallistamisen vähäiset vaikutukset eivät kuitenkaan näyttäisi olevan seurausta siitä, että vedenpinnan taso olisi jäänyt liian matalaksi. Syystä riippumatta näyttää siltä, että todennäköisyys ennallistamisen onnistumiseen kasviyhteisön näkökulmasta on suurempaa verrattain rehevillä kohteilla kuin karuilla rämeillä ja avosoilla.

Tutkimuksessa kävi myös ilmi, että ojitetut kohteet muuttuivat 10 vuoden aikana kasviyhteisöiltään entistä erilaisemmaksi luonnontilaisiin verrattuna (kuva 1). Tämä johtui etenkin metsävarpujen ja -sammalten runsastumisesta. Ojia oli perattu joillain seurantakohteilla, mutta se ei selitä havaittua systemaattista muutosta. Siten ei voida olettaa, että ojitetut suot palautuisivat itsestään kohti luonnontilaa lähitulevaisuudessa, vaan niiden tilan parantaminen vaatii aktiivista ennallistamista.



Kuva 2. Ennallistamisen vaikutus 10 vuoden kuluessa eri suoelinympäristötyyppien ennallistetuilla kohteilla. Ennallistamisen vaikutuksen positiivinen arvo kuvastaa muutosta kohti luonnontilaisten kohteiden kasviyhteisöä ja erilaistumista ojitettujen kohteiden kasviyhteisöistä. Negatiivinen arvo puolestaan kuvastaa muutosta kohti ojitettujen kohteiden kasviyhteisöä ja erilaistumista luonnontilaisten kohteiden kasviyhteisöistä. Arvo lähellä nollaa kuvaa tilannetta, jossa kasviyhteisö ei ole muuttunut suhteessa luonnontilaisten tai ojitettujen kohteiden yhteisöön. Kukin piste kuvastaa yhtä kohdetta, viiva mediaania ja laatikko 25 % ja 75 % kvantiileja. (Elo ym. 2024 mukaan.)

Soiden muurahaiset ja ojituksen ja ennallistamisen vaikutukset lajistoon

Pekka Punttila, Kari Vepsäläinen ja Simo Väänänen

Suot ovat muurahaisille tärkeä elinympäristö: seitsemälle 55:stä luonnonvaraisesta muurahaislajistamme suot ovat tärkein elinympäristö (13 % lajeista, näistä neljä elää meillä vain soilla), ja vähintään 19 lajille (35 prosentille) suot ovat yksi tärkeistä elinympäristöistä (taulukko 1).

Suoelämään erikoistuneet hyönteiset kuvaavat hyvin soiden luonnontilaisuutta ja ennallistamisen vaikutusta (Spitzer & Danks 2006). Monenlaiset ympäristön muutokset vaikuttavat muurahaisyhteisöjen lajimäärään ja koostumukseen, joten muutokset muurahaisyhteisöjen rakenteessa antavat tietoa ympäristön tilasta (Andersen & Majer 2004, Markó ym. 2004, Philpott ym. 2010). Muurahaisten toiminnalla on vaikutusta muuhun eläimistöön, kasvillisuuteen ja ympäristön muihin piirteisiin kuten mikrotopografiaan sekä hiilen ja typen kiertoon, ja muurahaisyhteisöjen lajisto kertoo siten myös muurahaisia ja niiden pesiä vaativien ja suosivien

Taulukko 1. Soilla elävät muurahaislajit Suomessa (Pistiäistyöryhmä 2010, Paappanen ym. 2019, kirjoittajien omat havainnot). Suomenloviniska *Formica fennica* käsitellään tässä yhdessä karvaloviniskan *Formica exsecta* kanssa. Suomenkieliset nimet ovat Laji.fi-portaalissa esitettyjä yleiskielisiä nimiä, ja mustahais- ja kusiaisryhmien lajeille esitetään myös käytössä olevat rinnakkaisnimet. Taulukossa mainittujen lajien lisäksi myös monia yleisiä, pääasiassa metsäelinympäristöjen lajeja tavataan säännöllisesti ainakin puustoisilla soilla.

Tieteellinen nimi	Lajinimi tai -nimet suomeksi	Uhanalaisuus-luokka 2019	Suot tärkein elinympäristö	Suot yksi tärkeistä elinympäristöistä
Camponotus herculeanus	metsähevosmuurahainen	elinvoimainen	-	x
Formica exsecta	karvaloviniska	elinvoimainen	x	-
Formica fennica	suomenloviniska	elinvoimainen	-	?
Formica forsslundi	rämeloviniska	elinvoimainen	x	-
Formica suecica	ruotsinloviniska	silmälläpidettävä	-	x
Formica lugubris	karvakusiainen, karvakekomuurahainen	elinvoimainen	-	x
Formica truncorum	kantomuurahainen	elinvoimainen	-	x
Formica sanguinea	verimuurahainen	elinvoimainen	-	x
Formica gagatoides	lapinmustahainen, lapinmustamuurahainen	elinvoimainen	-	x
Formica picea	suomustahainen, suomustamuurahainen	elinvoimainen	x	-
Formica uralensis	mustapäämuurahainen	elinvoimainen	x	-
Lasius flavus	keltiäinen	elinvoimainen	-	x
Lasius platythorax	metsämauriainen	elinvoimainen	-	x
Leptothorax acervorum	karvaliekomuurahainen	elinvoimainen	-	x
Myrmica gallienii	luhtaviholainen	silmälläpidettävä	-	x
Myrmica karavajevi	periloisviholainen	elinvoimainen	x	-
Myrmica rubra	siloviholainen	elinvoimainen	-	x
Myrmica ruginodis	ryppyviholainen	elinvoimainen	-	x
Myrmica scabrinodis	polvisarviviholainen	elinvoimainen	x	-
Myrmica vandeli	koturiviholainen	puutteellisesti tunnettu	x	-

monenkirjavien kasvi- ja eläinlajien tilasta (Hölldobler & Wilson 1990, Batzer & Wissinger 1996, Wu ym. 2013, Batzer ym. 2016, Batzer & Wu 2020). Vaikka muurahaiset ovat tärkeä osa soiden eliöstöä, soiden muurahaisia on maailmanlaajuisestikin arvioiden tutkittu vähän (esim. Sveum 1978, Vepsäläinen ym. 2000, Dlussky 2001, Ellison ym. 2002, Gotelli & Ellison 2002a, b, Mabelis & Chardon 2005, Ratchford ym. 2005, Sanders ym. 2007, Bujan ym. 2010, Punttila ym. 2016a).

Kaksi soilla lisääntyvää lajia on arvioitu Suomessa silmälläpidettäviksi: ruotsinlovinis-ka ja luhtaviholainen (Paukkunen ym. 2019). Joidenkin lajien häviämisriski saattaa olla alueellisesti kasvanut Etelä-Suomessa, jossa soista on ojitettu noin 80 % (Auvinen ym. 2007). Laajamittainen ojitus on heikentänyt suoelinympäristöjen kytkeytyvyyttä erityisesti Etelä-Suomessa, jossa ojittamattomien suoalueiden väliset etäisyydet ovat kasvaneet, samoin kuin jäljellä olevien suolaikkujen eristyneisyys (Aapala 2001). Tämä heikentää suolajien mahdollisuuksia kolonisoida sekä luonnontilaisia että ennallistettuja soita, jos lajit ovat hävinneet esimerkiksi poikkeuksellisten sääolosuhteiden tai elinympäristön laadun heikkenemisen vuoksi.

Arviointia vaikeuttaa se, että soiden muurahaisista tiedetään liian vähän. Erityisen vähän tiedetään sosiaaliparasiittina elävästä periloisviholaisesta, jolla on Suomessa vain viisi tunnettua löytöpaikkaa (Saaristo 1995, Vepsäläinen ym. 2000). Myös väliaikaiseksi sosiaaliparasiitiksi arvellusta, puutteellisesti tunnetusta koturiviholaisesta on vain yksi hyvin vanha museonäyte ja kaksi tuoretta löytöä vuodelta 2012, kahdelta eri suolta (kuva 1) (Paappanen ym. 2019). Sosiaaliparasiitteina nämä kaksi lajia ovat erityisen herkkiä häviämiselle, sillä molemmat vaativat kolonisaation onnistumiseksi tiheitä emäntälajinsa,



Kuva 1. Sosiaaliparasiittina elävän koturiviholaisen elinympäristöä, Raasepori, Harparskogsträsk. Koturiviholaiset löytyivät polvisarviviholaisen pesästä, joka oli mättäässä etualalla näkyvän kostean valkopiirtoheinälaikun (*Rhynchospora alba*) reunassa heinäkuussa 2012. Kuva: Kari Vepsäläinen.

Manner-Suomessa soille painottuneen polvisarviviholaisen populaatioita, jotka nekin ovat kärsineet soiden ojituksesta. Silmälläpidettävän luhtaviholaisen seitsemästä tunnetusta esiintymästä ainakin kolme on soilla (Saaristo 1995, Paappanen ym. 2019). Samoin silmälläpidettävän ruotsinloviniskan noin kymmenestä varmistetusta esiintymästä ainakin kolme on soilla, ja muutama lisäksi soiden reunametsissä (Pistiäistyöryhmä 2010, Paappanen ym. 2019).

Suomen suomuurahaisista on julkaistu vain muutama tutkimus:

- Oinonen (1956) keräsi kallioalueiden muurahaislajistoa selvittävässä tutkimuksessaan pienen vertailuaineiston kangasmetsistä ja rämeiltä. Sen perusteella rämeet ovat hyvin lajirunsas elinympäristö etenkin kangasmetsiin verrattuna.
- Krogeruksen (1960) työ kattoi runsaan joukon erilaisia soita erityisesti Suomesta, vähemmässä määrin myös Ruotsista ja Norjasta. Krogerus tutki erityisesti havumetsävyöhykkeen rämeitä (15 alueelta) sekä nevoja (kuudelta alueelta), lettoja (seitsemältä alueelta) ja korpia (seitsemältä alueelta). Koivuvyöhykkeeltä ja alpiiniselta vyöhykkeeltä rämeitä oli tutkimuksessa viisi, nevoja kaksi ja lettoja viisi. Krogerus kirjasi myös joitain havaintoja soiden ojituksen aiheuttamista muutoksista muurahaislajistossa.
- Vepsäläinen ym. (2000) vertailivat luonnontilaisten ja eri aikoina ojitettujen soiden muurahaislajistoa Lammin ja Hämeenkosken kunnissa kolmella suoalueella.
- Valtakunnan metsien 10. inventoinnin (VMI10) yhteydessä kerättiin systemaattisella ryväsotannalla kekoja rakentavien muurahaislajien aineisto, josta ensimmäisen otantavuoden alustavat tulokset on julkaistu (Punttila & Kilpeläinen 2009a). Tämän inventoinnin muurahaisaineisto kattaa pelkästään metsä- ja kitumaan, eikä näin ollen esimerkiksi joutomaiden avosoita. VMI-aineiston avulla vertailtiin lajien esiintymiä metsä- ja kitumaan puustoisten ojittamattomien soiden, ojikoiden, muuttumien ja turvekankaiden välillä.
- Väänänen (2009) ja Punttila ym. (2016a, b) tutkivat luonnontilaisten, ojitettujen ja ennallistettujen soiden muurahaislajistojen eroja yhdeksällä suoalueella Metsähallituksen perustamassa soiden ennallistamisen seurannan koealaverkostossa.
- Sorvari (2021, 2022) toteutti kaksivuotisen kansalaistiedehankkeen kekoja rakentavien muurahaisten levinneisyyden selvittämiseksi. Hankkeessa saatiin kohderyhmään kuuluvien lajien näytteitä yhteensä 2 363 pesästä ympäri Suomen. Kansalaistiedehankkeen otanta ei ollut satunnainen, vaan soilta kerätyt näytteet olivat aineistossa selvästi aliedustettuina soiden suureen pinta-alaosuuteen nähden – vain 5 % näytteistä oli kerätty soilta.

Suomuurahaiset ja niiden elinympäristöt

Soilla elävät muurahaiset eivät ole ympäröivien elinympäristöjen muurahaislajiston osajoukko, vaan ne muodostavat koostumukseltaan ja lajistoltaan nimenomaan soille ominaisen muurahaisyhteisön (Vepsäläinen ym. 2000, Dlussky 2001, Ellison ym. 2002). Useimmat Suomen soilla tavattavat muurahaislajit elävät lähes koko maassa. Muurahaisyhteiskuntien selviämiselle elintärkeitä ovat tarpeeksi kuivat ja muuten sopivat pesäpaikat sekä riittävä saaliseläinten ja mesikastetta tuottavien kirvojen saatavuus (Markó ym. 2004).

Soiden, ja yleisestikin kosteikkojen, muurahaisyhteisöjä luonnehtivat Markó ym. (2004) mukaan

1) varsinaisiin suoympäristöihin sopeutuneet muurahaislajit
2) suoympäristölle ominaiset lajien lukusuhteet

3) resurssien niukkuudesta johtuvat erityisen voimakkaat lajiensisäiset ja -väliset kilpailusuhteet
4) erityiset leviämis- ja pesänperustamiskeinot
5) yhteiskuntien sopeutuminen pitkäkestoiseen elämiseen suolla (esim. monikuningattarisuus ja monipesäisyys).

Suomessa lähes yksinomaan soilla eläviä muurahaisia ovat

- suomustahainen
- mustapäämuurahainen, joka rakentaa kekoja neulasista ym. karikkeesta (kuvat 2 ja 3)
- rämeloviniska, joka usein kattaa pesänsä maanpäällisen, kasviaineksesta koostuvan kekomaisen osan katkaisemillaan heinänpätkillä
- periloisviholainen ja koturiviholainen, jotka ovat löytyneet Suomessa vain soilta polvisarviviholaisten pesistä
- polvisarviviholainen, joka on Suomessa selvästi soille painottunut laji (Saaristo 1995, Vepsäläinen ym. 2000)
- Karvaloviniska rakentaa kekoja (kuva 4) ja näyttää VMI-aineiston perusteella suosivan soita (Punttila & Kilpeläinen 2009a), mutta laji on yleinen myös muun muassa monenlaisilla niityillä ja metsien avoimissa kehitysvaiheissa.
- Suomenloviniskaesiintymiä on raportoitu myös soilta (Punttila & Kilpeläinen 2009a, Väänänen 2009, Punttila ym. 2016a). Laji rakentaa kekoja ja sitä tavataan etenkin avoimilla niityillä (Seifert 2000, Schultz & Seifert 2007, Seifert & Schultz 2021). Lajin status on kuitenkin toistaiseksi epäselvä, ja soilta tavatut yhteiskunnat saattavat olla myös suomenloviniskasta vaikeasti erotettavaa karvaloviniskan niin sanottua *rubens*-muotoa (ks. Hakala ym. 2018, Seifert 2019). Tästä syystä Sorvari (2021) käsitteli nämä yhdessä karvaloviniskanäytteiden kanssa, ja seuraavassa myös me käsittelemme nämä lajit tai muodot yhtenä lajina.



Kuva 2. Mustapäämuurahaisen keon pintaa työläisineen. Raaseporin Harparskogträsk, 2011. Kuva: Kari Vepsäläinen.



Kuva 3. Kaksi mustapäämuurahaistyöläistä suopursun varrella kuvan 2 keon kupeessa, 2011. Kuva: Kari Vepsäläinen.

Krogeruksen (1960) pääasiassa lyöntihaavilla keräämässä aineistossa varsinaisista suomuurahaislajeistamme

- Mustapäämuurahainen oli sekä yleinen että runsas havumetsävyöhykkeen suopursu-kanervarämeillä ja vaivaiskoivurämeillä, mutta lajia ei tavattu lainkaan nevoilla, letoilla eikä korvissa. Se puuttui niin ikään kaikilta koivuvyöhykkeen ja alpiinisen vyöhykkeen soilta, joilla tosin otantakin oli pienempi.
- Suomustahainen oli yleinen ja usein myös runsas suopursu-kanervarämeillä, mutta sitä oli usein myös vaivaiskoivurämeillä ja nevoilla sekä yhdellä alueella myös letolla.
- Rämeloviniska oli aineistossa harvinainen: sitä tavattiin vain havumetsävyöhykkeen kahdella alueella suopursu-kanervarämeellä sekä yhdellä vaivaiskoivurämeellä.



Kuva 4. Kuvassa karvaloviniskan monipesäinen kolonia luonnontilaisella lettosuolla Sodankylässä. Kekojen sammaloituneet tyvet kertovat niiden pitkäikäisyydestä. Kuva: Mari Kekäläinen.

- Polvisarviviholainen pesi havumetsävyöhykkeessä yleisenä ja runsaana rämeillä, mutta oli runsas ja melko yleinen myös aineiston nevoilla ja korvissa sekä suolajeista ainoana oli osunut otantaan myös koivuvyöhykkeen rämeellä. Aineiston korvet lienevät olleet ainakin osittain suhteellisen avoimia, koska polvisarviviholaisen lisäksi niissä tavattiin usein runsaana myös muita avointen elinympäristöjen muurahaislajeja.
- Karvaloviniska oli melko yleinen ja runsas havumetsävyöhykkeen letoilla ja rämeillä, mutta löytyi myös korvista kahdella aineiston seitsemästä alueesta.

Lisäksi Krogeruksen (1960) aineistossa kaikenlaisilla havumetsävyöhykkeen soilla, paitsi nevoilla, tavattuja lajeja olivat niin ikään aineistossa suhteellisen yleiset ja runsaat karvaliekomuurahainen ja ryppyviholainen. Muista lajeista havumetsävyöhykkeen rämeillä ja letoilla tavattiin suhteellisen yleisinä ja runsaina verimuurahainen, kantomuurahainen sekä mauriainen (nykytiedon valossa metsämauriainen, *Lasius platythorax*, tuolloin vielä kuvaamaton, myöhemmin pihamauriaisesta, *L. niger*, erotettu laji). Samoin siloviholainen oli yleisehkö rämeiden ja lettojen lisäksi myös nevoilla. Mustahaislajit eli mustamuurahaisryhmän lajit etelän- ja pohjanmustahainen (*Formica fusca* ja *F. lemani*) olivat yleisehköjä havumetsävyöhykkeen monenlaisilla soilla (vähiten nevoilla), mutta lapinmustahainen oli osunut vain kahteen otokseen (havumetsävyöhykkeen vaivaiskoivurämeeltä ja koivuvyöhykkeen letolta). Vepsäläisen ja Pisarskin pesien etsintään perustuvassa julkaisemattomassa aineistossa lapinmustahainen tuntuu kuitenkin olevan pohjoisimman Suomen soiden runsain muurahainen (59 % kaikista pesistä). Seuraavaksi runsaimpia olivat ryppyviholainen (17 %) ja karvaliekomuurahainen (14 %) (K. Vepsäläinen & B. Pisarski, julkaisematon aineisto, joka käsittää 10 suota, 6 lajia ja 162 pesää Kilpisjärven ja Kevon alueilta).

Teimme Krogeruksen (1960) havumetsävyöhykkeen soilta keräämästä aineistosta karkean ordinaatioanalyysin (julkaisematon). Tutkittujen soiden muurahaisyhteisöjen rakenteessa näyttää olevan melko selkeä gradientti avoimilta (letot ja nevat) soilta rämeiden kautta korpiin, ja lisäksi avointen soiden yhteisörakenne eroaa suhteellisen selvästi lettojen ja nevojen välillä. Ordinaation tulkinnan tekee epävarmaksi se, että yksi ”näytepiste” voi koostua yhdestä tai useammasta suosta. Aineistossa on lisäksi lajeja, joita ei voi sijoittaa nykytaksoneihin ilman alkuperäisnäytteiden tutkimista. Vaikka aineiston eri suotyyppien lajimäärien vertailu on vain suuntaa antava, lajimäärät olivat suurimmat rämeillä, joilla oli keskimäärin noin 10 lajia, kun nevoilla tavattiin keskimäärin kaksi ja letoilla ja korvissa noin neljä lajia. Myös Oinosen (1956) aineistossa rämeet ovat lajirunsas elinympäristö verrattuna kangasmetsiin ja kallioalueisiin.

VMI-aineiston (Punttila & Kilpeläinen 2009a) otannassa ovat mukana puustoiset suot, ei avosoita. Mustapäämuurahaisen ja rämeloviniskan havainnot rajoittuivat soille ja lähes aina rämeille. Soille keskittynyt karvaloviniska pesi soilla lähes aina rämeellä (Punttila & Kilpeläinen 2009b). Lisäksi VMI:n muurahaisotannan ulkopuolella kerättiin ylimääräisiä näytteitä viideltä koealalta. Näistä kolmelta nevarämeellä sijainneelta koelalalta todettiin rämeloviniskan pesä (Punttila & Kilpeläinen 2009b).

Kusiaislajit eli kekomuurahaisryhmän lajit (*Formica rufa* -ryhmän lajit pohjankusiainen *Formica aquilonia*, karvakusiainen, punakusiainen *F. rufa*, kaljukusiainen *F. polyctena* ja ketokusiainen *F. pratensis*) painottuivat esiintymisessään kivennäismaille, mutta karvakusiainen poikkesi muista. Sen pesiä löytyi soilta jopa hieman useammin kuin kivennäismailta (Punttila & Kilpeläinen 2009a). Myös Sorvarin (2022) aineistossa karvakusiainen löytyi muita kusiaisryhmän lajeja useammin suoelinympäristöistä, mutta kusiaislajien aineiston 2 089

keosta kaikkiaankin vain 21 kekoa (joista 11 karvakusiaista) eli 1 % sijaitsi soilla.

Mustapäämuurahaispesiä aineistossa oli 10 ja rämeloviniskapesiä kaksi (Sorvari 2021).

Havaintojemme mukaan avoimilla luonnontilaisilla soilla muurahaisasutus on usein hyvin harvaa. Syitä siihen, miksi ihmissilmin sopivilta näyttävät pesäpaikat jäävät usein asumattomiksi, ei tiedetä. On mahdollista, että laajempia ”muurahaistyhjiöitä” voi syntyä luontaisten häiriöiden seurauksena. Pitkäaikaiset tulvat voivat hukuttaa kolonioita, ja ankarat, vähälumiset talvet voivat vaikeuttaa talvehtimista tai poikkeuksellisen kuivat vuodet voivat vaikeuttaa suomuurahaisten selviämistä soilla (Punttila ym. 2016a). Tällaisten ääritapahtumien yleisyys saattaa lopulta määrätä suon pesätiheyden (Punttila ym. 2016a). Tällaisissa olosuhteissa monipesäisiin kolonioihin johtava monikuningattarisuus lisäisi suomuurahaiskolonioiden säilymistä pitkällä aikavälillä, sillä laajan pesäverkoston tuhoutumisriski voi olla pienempi kuin yksittäisen pesän (Mabelis & Chardon 2005).

Ojituksen vaikutus muurahaislajistoon

Havumetsävyöhykkeellä on tehty muutamia tutkimuksia ojituksen vaikutuksista muurahaislajistoon (Krogerus 1960, Collingwood 1963, 1999, Vepsäläinen ym. 2000, Punttila & Kilpeläinen 2009a, Väänänen 2009, Punttila ym. 2016a, 2016b).

Luonnontilaisten ja ojitettujen soiden muurahaislajistot sekä lajien lukusuhteet eroavat toisistaan selvästi (Krogerus 1960, Collingwood 1963, 1999, Vepsäläinen ym. 2000, Punttila & Kilpeläinen 2009a, Väänänen 2009, Punttila ym. 2016a, 2016b). Muurahaislajisto ja muurahaisten yhteisörakenne muuttuvat vähitellen, kun suo metsittyy ojituksen seurauksena. Lopulta suomuurahaiset häviävät ojitetuilta soilta. Etenkin mustapäämuurahainen, suomustahainen ja polvisarviviholainen kärsivät selvästi soiden ojituksen vaikutuksista (Vepsäläinen ym. 2000, Väänänen 2009, Punttila ym. 2016a, 2016b).

Myös VMI-aineiston alustavassa, vain kekoja rakentavia lajeja koskeneessa tarkastelussa mustapäämuurahaista ja rämeloviniskaa oli sitä vähemmän mitä enemmän ojituksesta oli kulunut aikaa (Punttila & Kilpeläinen 2009a, ks. myös Collingwood 1999).

Polvisarviviholaista tavataan monenlaisissa ympäristöissä, mutta varsinkin Manner-Suomessa ja laajalla taiga-alueella se elää pääasiassa soilla, missä sen pesätiheys voi olla suuri. Laaja-alainen luonnontilaisten soiden ympäristöolojen huononeminen saattaa johtaa maailmanlaajuisesti harvinaisen, polvisarviviholaisella loisivan periloisviholaisen laajamittaiseen häviämiseen (Vepsäläinen ym. 2000).

Kuivempien avointen elinympäristöjen lajit tai elinympäristövaatimuksiltaan väljemmät muurahaislajit hyötyvät alkuvaiheissa soiden ojituksesta, mutta ne häviävät puuston varjostuksen lisääntyessä, ja lopulta alueella menestyy enää muutama laji. Esimerkiksi Suomen yleisin viholaislaji, varjoa sietävä, soillakin hyvin menestyvä metsälaji ryppyviholainen (Saaristo 1995) korvaa tai syrjäyttää soilla runsaan polvisarviviholaisen (Vepsäläinen ym. 2000, Punttila ym. 2016a), vaikkakin polvisarviviholainen vaikuttaa sietävän ojitusta muita suolajeja paremmin (Collingwood 1999, Punttila ym. 2016a). Erityisesti metsämauriainen (Collingwood 1999, Dlussky 2001) mutta mahdollisesti myös etelän- ja pohjanmustahainen vaikuttavat syrjäyttävän suomustahaisen. Vastaavasti kekoja rakentavista lajeista Suomen yleisin kusiaislaji, kivennäismaiden sulkeutuneissa metsissä erittäin yleinen ja runsas pohjankusiainen korvaa soiden kekoja rakentavat territoriaaliset lajit ojitetun suon metsittyessä (Vepsäläinen ym. 2000, Punttila & Kilpeläinen 2009a).

Avoimet suot ja vielä puuttomat tai vähäpuustoiset ojitetut avosuot eivät välttämättä sovi varsinaisille kusiaisille lainkaan (Vepsäläinen ym. 2000, Punttila ym. 2016a). Syiksi Vepsäläinen ym. (2000) ovat ehdottaneet:

- Kusiaisten ravintotaloudelle elintärkeät puissa elävät kirvat ovat liian harvassa.

- Ravintopulaa korostanee se, että viileään ilmastoon sopeutuneiden kusiaistyöläisten ravinnonhakuaktiviteetti saattaa paahteisina päivinä heikentyä avoimilla soilla ajoittain liian korkeitten lämpötilojen takia.
- Syvällä pesiensä maanalaisissa osissa talvehtivat kusiaiset eivät välttämättä pysty talvehtimaan märillä avosoilla.

Puustoisilla metsä- ja kitumaan soilla tilanne on toinen: karvakusiainen pesii niillä jopa hieman yleisempänä kuin kivennäismailla, ja vaikka kaikkein yleisin kusiaislajimme pohjankusiainen onkin painottunut kivennäismaille, se on silti myös puustoisten soiden yleisin kekoja rakentava muurahaislaji (Punttila & Kilpeläinen 2009a). Todennäköisesti ojituksen jälkeisen sukkession myötä myös kivennäismaiden sulkeutuneiden metsien kusiaislajit leviävät muuttuviin ympäristöihin (Punttila & Kilpeläinen 2009a), missä nämä aggressiiviset, territoriaaliset lajit vaikuttavat suuresti muuhun lajistoon.

Ennallistaminen muurahaisten kannalta

Ennallistamisen vaikutuksia havumetsävyöhykkeen soiden muurahaislajistoon ei ole juurikaan tutkittu, mutta muurahaislajien ekologian, kilpailukyvyn ja leviämisstrategioiden pohjalta voidaan hahmotella ennallistamisessa sovellettavia yleisiä periaatteita, jotka liittyvät etenkin pohjaveden pinnan nostoon (vettämiseen), puuston hakkuuseen ja hakkuutähteiden poistoon ennallistettavilta soilta.

Vedenpinnan nosto

Ennallistamisen myötä nouseva vesi estää kivennäismailla dominoivien, territoriaalisten kusiaislajien talvehtimisen ja siten esiintymisen ennallistuvissa suoelinympäristöissä. Kun kusiaisten aiheuttama kilpailupaine vähenee, se saattaa mahdollistaa tyypillisten suomuurahaisyhteisöjen kehittymisen ennallistetulle suolle. Esimerkiksi soiden muurahaisyhteisöjen vahvimmat kilpailijat, monipesäisiä kolonioita muodostavat territoriaaliset suolajit, kuten karvaloviniska ja mustapäämuurahainen, saattaisivat kolonisoida ennallistetun suon (Punttila & Kilpeläinen 2009a, Punttila ym. 2016a). Suon vedenpinnan nosto voi myös heikentää olosuhteita etelänmustahaisen kannalta, mikä puolestaan vähentäisi sen kilpailupainetta suomustahaisen kannalta, mutta liiallinen märkyys voi haitata myös suomustahaista (Sonnenburg 2009).

Puuston hakkuu alun perin avoimilta tai vähäpuustoisilta soilta

Kun ennallistettavalta, alun perin avoimelta suolta hakataan puustoa, suolle jäävät kannot, rungot, latvukset ja oksat tarjoavat muurahaisille runsaasti pesäpaikkoja elinympäristössä, josta ne luontaisesti puuttuisivat. Useimmat kivennäismaan metsien muurahaislajit pystyvät perustamaan pesänsä kuolleeseen puuainekseen, tai jopa vaativat sitä pesänperustamisvaiheessa, ja usein suuri osa näiden lajien pesistä sijaitseekin kuolleessa puuaineksessa (esim. Oinonen & Wuorenrinne 1976, Franch & Espadaler 1988, Punttila & Haila 1996, Włodarczyk ym. 2009, Persson ym. 2013). Tästä syystä hakkuutähde saattaa edesauttaa kivennäismaiden avointen metsäympäristöjen lajiston asettumista ennallistettavalle alueelle. Tämä puolestaan voi lisätä suota kolonisoivien suomuurahaislajien kuningattarien joutumista metsälajien saaliiksi tai lisätä muurahaisten välistä pesäpaikkakilpailua ja näin estää tai hidastaa varsinaisen suolajiston kolonisaatiota. Myös avointen metsien lajisto saattaa syrjäyttää alueella vielä mahdollisesti pesivää suomuurahaislajistoa.

Metsälajisto pystyy asuttamaan myös keskelle suota jääneet hakkuutähteet, koska eräiden lajien lentämällä leviävät kuningattaret tavoittavat ne helposti. Aggressiivisten ja territoriaalisten *Formica*-suvun metsälajien asettumista suolle helpottaa se, että pesän perustamisen tilapäisessä loisintavaiheessa emäntälajiksi sopivat sekä suospesialistit että

ojituksen seurauksena muuttuneen suon varhemmin asuttaneet kivennäismaiden yleislajit (Collingwood 1979, Seifert 2007).

Metsälajien mahdollisen vaikutuksen voimakkuudesta ennallistuvilla soilla ei ole tietoa, mutta mitä ripeämmin suo palautuu kohti luonnontilaa, sitä vähäisempiä ja paikallisempia nämä vaikutukset lienevät.

Vastaavasti puustoisille rämeille ojituksen jälkeen kasvaneen puuston harvennus tai poisto on suotavaa, koska suomuurahaislajit vaativat suhteellisen avointa elinympäristöä. Kuivatulle ja puustoltaan sulkeutuneelle suolle mahdollisesti asettuneet, sulkeutuneissa metsissä menestyvät lajit, kuten pohjankusiainen, pystyvät kilpailullaan estämään tehokkaasti suolajiston paluun alueelle.

Toisaalta, kuten avointen soiden kohdalla, hakkuusta jäävät kannot ja hakkuutähteet tarjoavat runsaasti pesäpaikkoja avointen metsien muurahaislajistolle – ja kuten avoimemmilla soilla, pesän perustamisvaiheessa tilapäisesti loisiville territoriaalisille metsälajeille on hakatulla suolla tarjolla perinteistä suolajistoa runsaampi emäntälajien kirjo. Ojien tukkiminen tosin nopeuttanee suolle jäävän hakatun puuston hautautumista suosammalten alle. Mikäli soiden lähellä olevissa metsissä ei samaan aikaan ole avoimia hakkuualoja eikä avoimessa kehitysvaiheessa olevia taimikoita, avointen metsien muurahaislajiston laajamittainen kolonisaatio (vrt. Collingwood 1999) tuskin on yhtä suuri riski kuin tuoreiden hakkuualojen ja avointen taimikoiden keskellä olevilla soilla.

Mäntyjen kaulaaminen hakkuun sijaan vähentää huomattavasti hakkuutähteiden tuomia ongelmia suomuurahaislajistolle, ja samalla kuollut puusto tarjoaa resursseja lahopuun varassa elävälle saproksyylilajistolle.

Korvet

Puustoisista soista korpien ennallistamiseen liittyy muurahaislajiston osalta vähiten ongelmia: suomuurahaiset eivät tiettävästi viihdy sulkeutuneissa korvissa. Niissä pesii yleensä korkeintaan neljä sulkeutuneissa metsissä menestyvää muurahaislajia: ryppyviholainen, karvaliekomuurahainen, pohjankusiainen ja metsähevosmuurahainen (PP:n ja KV:n julkaisemattomia havaintoja).

Suomuurahaiset ennallistettujen soiden asuttajina

Sekä suomuurahaisten leviämiskyvystä että niiden kilpailukyvystä metsämuurahaisia vastaan tiedetään hyvin vähän (ks. kuitenkin Collingwood 1999, Vepsäläinen ym. 2000). Eräiden tutkimusten mukaan suomustahaisten leviäminen eri soiden välillä ja jopa soiden sisällä voi olla heikkoa (Mabelis & Chardon 2005, Rees 2006, Rees ym. 2010, Mabelis & Korczyńska 2012), mikä voi selittää, miksi laji löytyi Punttilan ym. (2016b) aineistossa miltei pelkästään luonnontilaisilta soilta (kuva 5).

Puolassa tutkitulla suoalueella suomustahainen oli mitä ilmeisimmin pystynyt lähdepopulaation läheisyyden ansiosta kolonisoimaan vanhan turpeennostoalueen, jolla turpeennosto oli lopetettu 1960-luvun alussa. Kyseinen alue oli sisällytetty luonnonsuojelualueeseen, jolloin se oli jäänyt ennallistumaan itsekseen (Ruta ym. 2024).

Suomustahaisen kolonisaatio ennallistetuille soille riippuu siten pitkälti lähdepopulaatioiden läheisyydestä. Suomustahaisen kolonisaatiolla on laajempaa merkitystä ennallistamisen onnistumiselle suomuurahaisyhteisön palautumisen kannalta, koska tämän tai muiden mustahaislajien koloniat ovat edellytys rämeloviniskan ja mustapäämuurahaisen onnistuneelle kolonisaatiolle – nämä perustavat koloniansa loisimalla mustahaisen pesässä.

Vaikka suolle jääneet hakkuutähteet peittyvät lopulta rahkasammaleeseen ja habitaatti muuttunee suomuurahaisille suotuisaksi metsälajien samalla hävitessä, ei ole takeita, että suomuurahaiset palaisivat ennallistetulle suolle. Paluun todennäköisyys pienenee nopeasti, kun etäisyys lajiston elinvoimaisiin lähdepopulaatioihin kasvaa.

Paikallistekijöiden merkitys suolajiston palautumisessa voi olla suuri: palautumista voi



Kuva 5. Suomustahaisen elinympäristöä Kirkkonummen Stormossenilla. Kuva: Pekka Punttila.

edistää, jos ennallistetaan soita, joilla on säilynyt akrotelma (aerobinen pintakerros) ja sen alapuolinen katotelma (anaerobinen turvekerros) ja jos soiden kytkeytyvyys on säilynyt ainakin kohtuullisen hyvänä – joko saman suoalueen ojittamattomien refugioiden tai läheisten ojittamattomien soiden lajiston ansiosta (Punttila ym. 2016a). Lajien paluumahdollisuudet riippuvat myös monista lajikohtaisista erityispiirteistä, joiden suhteen periloisviholainen lienee heikoimmassa asemassa – sen olemassaolon ehto maassamme on polvisarviviholaisen, emäntälajin, tiheä ja runsaslukuinen suopopulaatio (Vepsäläinen ym. 2000).

Ennallistettujen soiden muurahaisseurannat

Ennallistettujen soiden muurahaisia on tutkittu Metsähallituksen perhosseurantaverkostossa, jossa on ennallistettujen soiden lisäksi luonnontilaiset vertailualueet ja ojitetut, ennallistamattomat kontrollialueet. Muurahaiset inventoitiin kuoppapyynnein. Suot oli ennallistettu 2–4 vuotta aiemmin. Ennallistetut suot muistuttivat lajikoostumukseltaan hieman enemmän luonnontilaisia soita kuin ojitetut, ennallistamattomat suot. Aineiston luonnontilaisilla soilla yleisimmät ja runsaimmat lajit olivat suomustahainen ja polvisarviviholainen (Väänänen 2009, Punttila ym. 2016a, 2016b). Koska koeasetelmassa mukana olevat ennallistetut ja ennallistamattomat ojitetut suot ovat saattaneet erota toisistaan jo aiemmin, ennallistamisen vaikutuksista saadaan tuloksia vain, mikäli myöhemmissä seurantatutkimuksissa jatketaan myös muurahaisinventointeja (ks. myös Uusitalo ym. 2006, Autio 2008, Loukola 2008, Noreika ym. 2015, 2016).

Tätä tietolaatikkoa varten tekemistämme laajoista kirjallisuushauista ei löytynyt juuri lainkaan muurahaisia ja soiden ennallistamista käsitteleviä tutkimuksia edellä esittelemiemme tutkimusten lisäksi. Poikkeuksena mainittakoon Hollannissa tehty sinisiipistutkimus: Hollannissa elää enää yhdellä kolmen hehtaarin kokoisella suoniityllä (engl. fen meadow) uhanalainen *Phengaris* (*Maculinea*) *teleius* -sinisiipislaji. Sen elinympäristön ennallistamishankkeessa oli välttämätöntä saada perhoslajin vaatima muurahaislaji asettu-

maan alueelle, jotta myös perhonen pystyisi asuttamaan ennallistetun alueen. Tämä onnistui alkuperäishabitaatin pinnan siirtoistutuksilla, joille perhoselle välttämätön polvisarviviholainen asettui, ja samalla onnistuttiin estämään kilpailevien pihamauriaisten laajamittainen kolonisaatio alueelle (Wynhoff ym. 2017). Tutkijat pitivät todennäköisenä, että ennallistetun kohteen asuttaneet polvisarviviholaiset tulivat alueen ulkopuolisilta lähdealueilta, mutta eivät pystyneet täysin sulkemaan pois mahdollisuutta, että laji olisi tullut siirretyn pintamaan mukana (Wynhoff ym. 2017).

Heikosti leviävien uhanalaistuneiden suomuurahaisten siirtoistutukset voisivat kuitenkin hyvin tulla kyseeseen eristyneillä ja lajistoltaan köyhtyneillä ennallistettavilla soilla (vrt. Rees 2006).

Suosituksia ennallistettujen soiden muurahaisseurannoille

Muurahaisyhteiskunnat ovat monivuotisia, ja ne elävät huomattavasti pitempään kuin solitaaristen eli yksin elävien hyönteislajien yksilöt. Joidenkin lajien kuningattaret voivat elää selvästi yli 10-vuotiaiksi (Hölldobler & Wilson 1990), ja esimerkiksi karvaloviniskakuningattarien on arvioitu elävän Suomessa keskimäärin 20-vuotiaiksi (Pamilo 1991). Koska muurahaiset elävät pysyvissä ja pitkäaikaisissa pesissä, jopa yksittäisten yhteiskuntien kehitystä voidaan seurata usean vuoden ajan. Vasta vanhemmat ja kehittyneemmät yhteiskunnat ovat niin runsasväkisiä, että niiden työläiset alkavat näkyä selvästi kuoppapyyntitutkimusten aineistoissa, joten soiden ennallistamisen vaikutusten näkeminen muurahaisyhteisön rakenteessa tullee kestämään useita vuosia.

Soiden ennallistamisten vaikutusten selvityksissä on kiinnitettävä erityistä huomiota suolajien esiintymiin, joten muurahaisista avainasemassa ovat mustapäämuurahainen, suomustahainen, rämeloviniska, polvisarviviholainen sekä periloisviholainen. Näiden lajien suhteellinen runsaus näyttää luonnehtivan luonnontilaisia soita (Vepsäläinen ym. 2000, Punttila & Kilpeläinen 2009a, Väänänen 2009, Punttila ym. 2016a, 2016b). Nämä lajit häviävät soilta herkästi ojituksen seurauksena ja usein puuttuvat voimakkaan ihmisvaikutuksen tai muiden elinympäristömuutosten vuoksi soilta etelämpänä Euroopassa, missä ne ovat voimakkaasti taantuneita tai uhanalaistuneita (esim. Reimann & Kiel 2005, Stankiewicz ym. 2005, Šteffek & Wiezik 2008, Wiezik ym. 2008, Sonnenburg 2009, Mabelis & Korczyńska 2012, Bujan ym. 2015, Klarica & Glaser 2015, Brigić ym. 2017).

Sudenkorennot ja soiden ennallistaminen

Jaakko J. Ilvonen

Sudenkorennot (Odonata) ovat monimuotoinen hyönteisten lahko. Aikuiset lentelevät usein vesistöjen läheisyydessä saalistamassa ja toukat elävät vesistöissä, pinnan alla, jopa kolme vuotta ennen aikuistumistaan. Sudenkorentojen lisääntymiselle oleellista onkin munimispaikan laatu, eli millainen vesialue on kyseessä ja miten hyvin se vastaa kunkin lajin vaatimuksia.

Suomessa on tavattu syksyyn 2024 mennessä 64 sudenkorentolajia (Suomen sudenkorentoseura 2024). Soilla tavataan mm. keihäs- (*Coenagrion hastulatum*) ja taigatytönkorentoa (*C. johanssoni*), aapa- (*Somatochlora alpestris*), hoikka- (*S. arctica*) ja täpläkiiltokorentoa (*S. flavomaculata*), sini- (*Aeshna juncea*), suo- (*A. subarctica*) ja pohjanukonkorentoa (*A. caerulea*), ruskoukonkorentoa (*A. grandis*) sekä siro- (*Leucorrhinia albifrons*) (kuva 1) ja pikkulampikorentoa (*L. dubia*). Parhaimmillaan suomalaiselta suolammelta voi löytää yli 20 sudenkorentolajia (Karjalainen 2010).

Soiden tehokas ojittaminen on vähentänyt suoelinympäristöjä ja heikentänyt niiden laatua. Tämä elinympäristön heikkeneminen on vaikuttanut myös soilla lisääntyviin sudenkorentolajeihin, jotka kuuluvat nopeimmin vähentyviin hyönteisryhmiin Euroopassa (Sahlén ym. 2010). Korkeamäen ja Suhosen tutkimuksessa (2002) havaittiin ojittamattomien soiden pinta-alan vähentyneen Keski-Suomessa 80 prosentista 20 prosenttiin, jolloin alueen kaikki tunnetut taigatytönkorennon ja pohjanukonkorennon populaatiot hävisivät. Soiden ojittamisen on havaittu vähentävän sudenkorentojen lajirikkautta ja yksilömääriä, mikä johtuu todennäköisesti sopivien lisääntymispaikkojen vähenemisestä (Elo ym. 2015).



Kuva 1. Sirolampikorento ennallistamista odottavalla Jouhenlamminsuolla Kiteellä heinäkuussa 2022. Kuva: Jaakko J. Ilvonen.

Ojitettujen soiden ennallistaminen vaikuttaa positiivisesti sudenkorentoihin

Ojitettujen soiden ennallistamisella, eli ojien tukkimisella ja vedenpinnan palauttamisella ojittamista edeltävälle tasolle, on selkeä positiivinen vaikutus suoympäristössä eläville sudenkorentolajeille (Fox 1986, Hannigan ym. 2011, Elo ym. 2015, Janssen ym. 2018, Remm & Sushko 2018, Krieger ym. 2019, Strobl ym. 2020, Assandri & Bazzi 2022, Deacon ym. 2023). Sama ilmiö on havaittu muillakin suoympäristöstä riippuvaisilla hyönteisryhmillä (Hannigan ym. 2011, Taillefer & Wheeler 2012, Noreika ym. 2015, Noreika ym. 2016, Punttila ym. 2016, Beadle ym. 2023), joista monia sudenkorennot käyttävät ravintonaan.

Millainen ennallistettu suo palvelee soilla eläviä sudenkorentolajeja?

Merkittävin ennallistamisen positiivinen vaikutus sudenkorennoille on avointen vesialueiden ja vedenpinnan tason palauttaminen ojitusta edeltävään tilaan (Fox 1986, Janssen ym. 2018, Krieger ym. 2019, Deacon ym. 2023). Suo-ojien tukkimisella syntyy parhaimmillaan avoimia ja syviä vesialueita, joissa sudenkorennon toukat voivat elää ja kasvaa aikuisiksi.

Toinen suolajeihin vaikuttava oleellinen tekijä on rahkasammalten ja muun kasvillisuuden määrä. Rahkasammal on tunnistettu merkittäväksi positiiviseksi tekijäksi useille suolajeille (Taillefer & Wheeler 2012, Noreika ym. 2015), ja sudenkorennoilla rahkasammalten peittävyyden kasvu vaikutti positiivisesti niin yksilö- kuin lajimäärään (Krieger ym. 2019). Erityisen tärkeää rahkasammal on hoikkakiiltokorennolle, joka lisääntyy matalissakin suolammissa, kunhan niissä on paljon rahkasammalta (Strobl ym. 2020).

Myös puuston palauttaminen ojitusta edeltävään tilanteeseen ja sitä myöten varjostuksen väheneminen vaikutti positiivisesti useisiin hyönteisryhmiin (Noreika ym. 2015, Noreika ym. 2016, Punttila ym. 2016a). Koska runsaspuustoisuus ja varjoisuus vaikuttavat negatiivisesti sudenkorentojen yksilömääriin (Remsburg ym. 2008), on todennäköistä, että puuston harventaminen tai poisto vaikuttaa positiivisesti myös soilla tavattaviin sudenkorentolajeihin.

Suolampien lisäämisellä lisävaikutusta lajiston palautumiseen?

Sudenkorennot hyödyntävät suolampia. Jos kosteikkojen palauttamisen tai rakentamisen yhteydessä syntyy tai tehdään lampia, syvät lammet ovat sudenkorentojen kannalta parempia kuin matalat (Remm & Sushko 2018, Strobl ym. 2020). Laajat lammet ylläpitävät suurempia yksilömääriä (Deacon ym. 2023), mutta toisaalta useat pienet lammet ovat houkuttelevampia kuin yksi iso lampi (Assandri & Bazzi 2022). Myös yksittäisen suolammen rakentamiseen kannattaa panostaa, koska ominaisuuksiltaan monipuolinen lampi tarjoaa vaihtelevan ja pitkäikäisen elinympäristön monille eri lajeille (Strobl ym. 2020). Suospesialisteja löytyi vain alueilta, joissa veden syvyys oli riittävä (yli 30 cm) (Remm & Sushko 2018). Tärkeää on siis luoda monipuolinen suolampien verkosto vaihtelevilla lampien syvyyksillä ottaen kuitenkin huomioon, ettei jo olemassa olevia luontoarvoja tuhota lampia kaivettaessa (kuva 2).

Suolampien kytkeytyvyys mahdollistaa lajien leviämisen

Sudenkorennot hyötyvät soiden ennallistamisesta, mutta ne pääsevät levittäytymään uusille alueille vain, jos ympärillä on sopivia lähdepopulaatioita (Hanski 1999, Elo ym. 2015). Lajien leviäminen uusille paikoille riippuu siis ennallistetun suon laadusta ja ominaisuuksista, mutta myös soiden ja niillä olevien lampien välisistä etäisyyksistä sekä eri sudenkorentolajien leviämiskyvystä (Deacon ym. 2023). Ensimmäisenä alueelle saapuvat todennäköisesti lajit, jotka ovat hyviä lentäjiä (aitosudenkorennot) tai joilla on lisääntymiskykyinen populaatio ennallistetun suon lähellä (kuva 3).

Suolajien palautuminen vaatii aikaa

Sudenkorentojen ilmaantuminen ennallistetulle suolle saattaa viedä aikaa. Suon kehityksessä olennaista on kasvillisuuden muutos sekä saaliseläinmäärien palautuminen riittävälle tasolle ennallistamisen aiheuttaman häiriön jälkeen. Heti ennallistamisen jälkeen alueella voivat runsastua esimerkiksi kaksisiipiset, surviaissääsket, koskikorennot ja perhoset, joiden yksilö- ja lajimäärät voivat kasvaa nopeastikin (Taillefer & Wheeler 2012, Noreika ym. 2016, Beadle ym. 2023), mutta sudenkorentoja alueella ei todennäköisesti näy ainakaan suurissa määrin ensimmäisen kahden vuoden aikana. Sudenkorentojen yksilö- ja lajimäärät lähtivät kahden tutkimuksen perusteella selvään kasvuun kolmantena vuotena ennallistamisesta (Elo ym. 2015, Janssen ym. 2018). Luontainen taso saavutettiin parhaimmillaan kahdeksassa vuodessa (Krieger ym. 2019, Hannigan ym. 2011). Voi myös käydä niin, että alun nopean kehityksen jälkeen sudenkorentojen lajirikkaus kääntyy laskuun, jos suolammet alkavat madaltua ja täyttyä (Strobl ym. 2020).

Vaikuttaa siltä, että suospesifit sudenkorentolajit ovat herkempiä ympäristön muutoksille kuin muut lajit, joten niiden saapuminen ennallistetuille alueille vie enemmän aikaa yleisempiin ja elinympäristöltään vähemmän vaativiin sudenkorentolajeihin verrattuna (Krieger ym. 2019).



Kuva 2. Pikkulampikorento ennallistetulla Porsmusansuon lettokohteella Luvialla kesäkuussa 2024. Kuva: Jaakko J. Ilvonen.



Kuva 3. Ruskohukankorento on yleinen soillakin tavattava isohko sudenkorentolaji, kesäkuu 2023. Kuva: Jaakko J. Ilvonen.

Soiden ennallistamisen vaikutus suoperhosiin

Merja Elo

Suoperhoset taantuvat soiden ojituksen seurauksena (Pöyry 2001, Uusitalo ym. 2006, Noreika ym. 2016). Tämä voi johtua toukkien ravintokasvien vähenemisestä (Uusitalo ym. 2006), avoimien alueiden vähenemisestä puuston kasvaessa tai suon pienilmaston muuttumisesta perhosten nuoruusvaiheille sopimattomaksi (Pöyry 2001, Pöyry & Loukola 2013). Vuoden 2019 uhanalaisuusarvioinnin mukaan ojitus ja turpeenotto olivatkin uhanalaistumisen syynä 56 silmälläpidettävälle tai uhanalaiselle perhoslajille (Nupponen ym. 2019).

Ennallistamisen vaikutuksista suoperhosiin on verraten vähän tutkimusta. Varhaisimmat seurannat on tehty 1990-luvulla Seitsemisen kansallispuistossa kahdella kohteella, joilta molemmilta löydettiin ennallistamisen jälkeen suolajeja, kuten muurainhopeatäplä (*Boloria freija*, NT), rahkahopeatäplä (*B. frigga*, NT), rämehopeatäplä (*B. eunomia*) ja rämekylmänperhonen (*Oeneis jutta*, NT) (Turunen 1998). Ennallistamisen vaikutusten selvittämiseksi perustettiin vuonna 2003 soiden perhosten seurantaverkosto, jonka yhdeksällä suokohteella on kullakin luonnontilainen, ojitettu ja ennallistettu alue (Uusitalo ym. 2009, kuva 1). Verkostoa täydennettiin vuonna 2010 vielä kymmenellä kohteella (Noreika ym. 2016).

Jo muutama vuosi ennallistamisen jälkeen suopäiväperhosten yksilömäärän havaittiin nousseen, ja ennallistamisesta hyötyivät erityisesti suohopeatäplä (*Boloria aquilonaris*) ja suokeltaperhonen (*Colias palaeno*) (Noreika ym. 2016). Lisäksi ennallistettujen alueiden yöperhosten yhteisörakenteet olivat lähempänä luonnontilaisten kuin ojitettujen suoalueiden yhteisörakenteita (Loukola 2008).

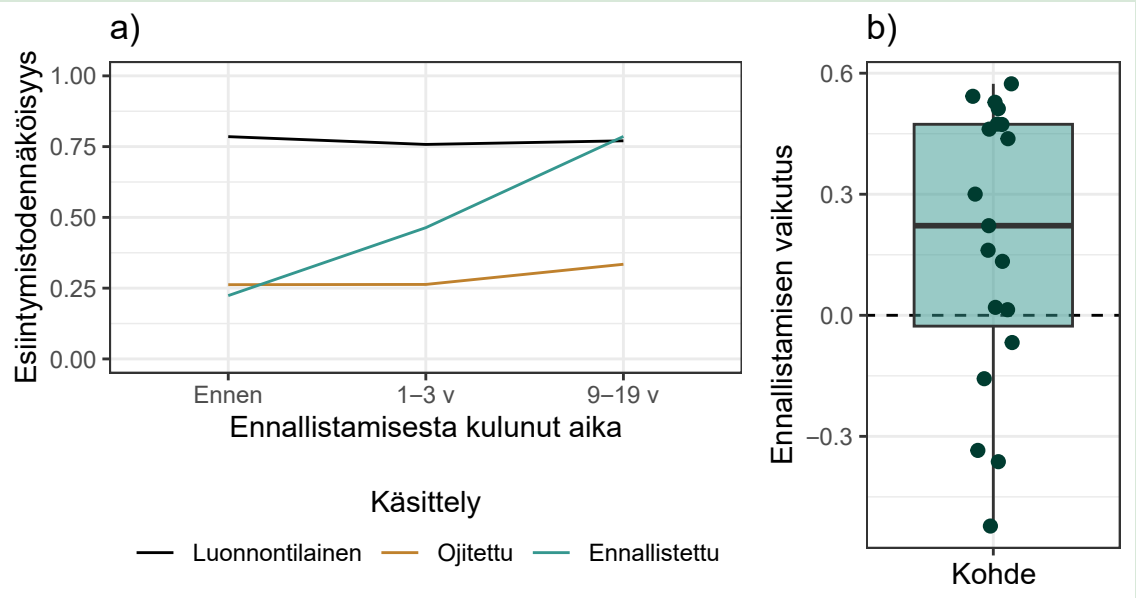
Kun ennallistamisesta oli kulunut 9–19 vuotta (vuonna 2022), havaittiin kolmen suopäiväperhosen hyötyneen ennallistamisesta selvästi: rahkahopeatäplän, saraikkoniittyperhosen (*Coenonympha tullia*) ja rämekylmänperhosen (kuva 2a). Neljä lajia oli hyötynyt jonkin verran: suohopeatäplä, rämehopeatäplä, muurainhopeatäplä ja suonokiperhonen (*Erebia embla*, NT) (Elo ym. 2025b). Tämä siitäkin huolimatta, että laskentavuonna 2022 perhosia havaittiin erityisesti eteläisessä Suomessa huomattavan vähän, hopeatäpliä jopa ennätyksellisen niukasti (Saarinen 2023). Edellä mainittujen suopäiväperhosten lisäksi ennallistamisesta hyötyivät sitruunaperhonen (*Gonepteryx rhamni*) ja suruvaippa (*Nympha-*



Kuva 1. Päiväperhosseurantaa Kukilankeitaan ennallistetulla alueella Merikarvialla 11 vuotta ennallistamisen jälkeen, kesällä 2022. Tällöin alueella havaittiin yhteensä 11 päiväperhoslajia, joiden joukossa esimerkiksi soille erikoistuneet suohopeatäplä sekä silmälläpidettävät muurainhopeatäplä ja rämekylmänperhonen. Jokaisella soiden perhosseurannan 19 kohteella oli yhteensä kuusi 250 metrin pituista linjaa, jolta perhoset laskettiin 6–15 kertaa kesän aikana. Kuva: Anssi Vähätalo.

lis antiopa) (Elo ym. 2025b). Kaiken kaikkiaan suoperhosyhteisöt muuttuivat keskimäärin kohti luonnontilaisia yhteisöjä, vaikka ennallistamisen vaikutuksessa oli runsaasti vaihtelua (kuva 2b).

Ennallistamisen myönteinen vaikutus suoperhosiin johtunee ojien tukkimisen aiheuttamasta hydrologisesta muutoksesta, joka heijastuu suon kosteuteen ja kasvillisuuteen. Suoperhoset hyötynevät myös ennallistamiseen liittyvästä maltillisesta puuston poistosta tai harvennuksesta, kuten on huomattu ojitetuilla soilla sijaitsevilla voimalinjoilla (Hiltula ym. 2005). Lisäksi seurantaverkoston ennallistettavilla alueilla oli jo ennen ennallistamista enemmän suoperhosia kuin ojitetuilla alueilla, ja ne sijaitsivat luonnontilaisten alueiden läheisyydessä (Noreika ym. 2016). Tällöin on todennäköisempää, että perhoset löytävät ennallistetuille alueille. Esimerkiksi Saksassa ennallistetuilta soilta ei löydetty ainuttakaan suoperhosta 19 vuotta ennallistamisen jälkeen toukkien ravintokasvien palautumisesta huolimatta (Strobl ym. 2020). Syynä on todennäköisesti lähimpien suoperhospopulaatioiden sijainti useiden kilometrien päässä (Strobl ym. 2020). Tämä lienee todennäköinen tilanne monella mahdollisesti ennallistettavalla suolla myös Suomessa, sillä jäljellä olevat perhosille soveltuvat suot sijaitsevat yleensä vähintään kilometrien etäisyydellä toisistaan (Pöyry 2001). Suoperhosten kannalta suurin hyöty ennallistamisesta saavutettaneen, mikäli ennallistaminen kohdennetaan alueille, joiden läheisyydessä sijaitsee elinvoimaisia suoperhospopulaatioita (Pöyry & Loukola 2013).



Kuva 2. a) Rämekylmänperhosen (*Oeneis jutta*, NT) esiintymistodennäköisyys (mediaani) ennen ennallistamista sekä 1–3 vuotta ja 9–19 vuotta ennallistamisen jälkeen verrattuna luonnontilaiseen ja ojitettuun alueeseen. b) Ennallistamisen vaikutus päiväperhosyhteisöön 9–19 vuoden kuluessa ennallistetuilla alueilla. Ennallistamisen vaikutuksen positiivinen arvo kuvaa muutosta kohti luonnontilaisen verrokkialueen perhosyhteisöä ja erilaistumista ojitetun verrokkialueen perhosyhteisöistä. Negatiivinen arvo puolestaan kuvaa muutosta kohti ojitetun alueen perhosyhteisöä ja erilaistumista luonnontilaisen alueen perhosyhteisöstä. Arvo lähellä nollaa kuvaa tilannetta, jossa perhosyhteisö ei ole muuttunut suhteessa luonnontilaisen tai ojitetun alueen yhteisöön. Kukin piste kuvastaa yhtä ennallistettua aluetta, viiva mediaania ja laatikko 25 %:n ja 75 %:n kvantiileja. (Elo ym. 2025b mukaan.)

Soiden vaaksiaiset

Jukka Salmela

Vaaksiaisia (Diptera, Tipuloidea) (kuva 1) tunnetaan Suomesta 352 lajia (Lajietietokeskus 2024). Tietämys lajiston levinneisyydestä ja ekologiasta on kasvanut voimakkaasti 2000-luvulla maantieteellisesti laajan ja eri elinympäristöjä kattavan pyyntiponnistuksen seurauksena (ks. esim. Salmela 2012, 2013). Lajimäärä on suurimmillaan maan eteläisissä osissa ja vähenee asteittain pohjoiseen päin mentäessä. Monen eteläisen lajin, jonka päälevinneisyys on Keski-Euroopassa, esiintyminen Suomessa ulottuu enintään keskiboreaaliselle vyöhykkeelle tai pohjoisboreaalisen vyöhykkeen eteläosiin. Vastaavasti monet itäiset taigalajit eivät esiinny maan eteläisissä tai lounaisissa osissa; näiden levinneisyys kattaa tyypillisesti keski- ja pohjoisboreaalisen vyöhykkeen. Varsinaisia arktisia vaaksiaisia Suomessa on niukasti; tunturilajimme ovat joko boreoalpiinisia tai pohjoisen taigan ja tundran asukkaita.



Kuva 1. Taigaryönikkä (*Phylidorea umbrarum*) hyönteishaavissa. Kittilä, heinäkuu 2009. Kuva: Jukka Salmela.

Suomessa tavattavien lajien elinkierto on yleensä yksi- tai kaksivuotinen. Lajien lentoaika on usein painottunut tietylle, korkeintaan muutaman viikon ajanjaksolle (kevät, alkukesä, loppukesä yms.). Lähes kaikkien lajien toukat talvehtivat, aikuiset yksilöt ovat lyhytikäisiä. Vaaksiaisten toukat ovat tyypillisesti kuolleen orgaanisen aineksen pilkkojia tai petoja. Aikuiset yksilöt saattavat nauttia sokeripitoisia nesteitä mutta eivät syö mitään.

Suot ovat merkittävä vaaksiaisten elinympäristö. 84 lajin ensisijainen elinympäristö on jokin suohabitaatti (neva, korpi, letto, lähteikkö; rantaluhtien lajeja ei mukana). Koska useimpien vaaksiaislajien toukat elävät vedessä tai muuten hyvin märissä olosuhteissa, ovat laji- ja yksilömäärät suurimmillaan rimpisillä soilla. Suolajeista 37 % esiintyy käytännössä koko maassa, 32 % painottuu pohjoiseen ja 27 % on levinneisyydeltään eteläisiä. Jos huomioidaan vain avoimien suotyyppien lajit (nevat ja letot, 41 lajia) koko maan lajeja on 46 %, pohjoisia lajeja yhtä paljon ja eteläisiä vain 7 %. Lajimäärältään suurimmat avosoiden vaaksiaisyhteisöt tunnetaan pohjoisboreaaliselta vyöhykkeeltä. Esimerkiksi Kittilästä Vasanvuoman koivuletolta tavattiin 37 vaaksiaislajia, lähteiseltä Kielisenpalon letolta 40 lajia sekä Kaldoaivin erämaan palsasuolta 33 lajia (Salmela 2008). Melko isossa otannassa Kauhanevalta (Kauhajoki ja Karvia) tavattiin vain 29 vaaksiaislajia (Salmela & Ilmonen 2005) ja Tammelan Torronsuolta 22 lajia (J. Salmela, julkaisematon). Toisaalta Ruoveden Ruottaniityn lähteiköltä ja lähdesuolta (2 Malaise-pyydystä, kuva 2) on määritetty jopa 64 lajia; kohteella onkin eräs Suomen monimuotoisimmista ja lajistollisesti arvokkaimmista vaaksiaisyhteisöistä (Salmela ym. 2007).

Koko maassa tavattavia ja runsaita avosoiden lajeja ovat mm. kirjohattara (*Dicranomyia terraenovae*), isorahkakirsikäs (*Idioptera linnei*), suoryönikkä (*Phylidorea squalens*), neva-

sahakainen (*Prionocera pubescens*) ja nevavälkekirsikäs (*Tipula melanoceros*). Ravinteisten nevojen melko tavallisia asukkaita ovat mm. nevaparvikirsikäs (*Erioptera nielseni*), pulskaryönikkä (*Phylidorea abdominalis*) ja luhtavälkekirsikäs (*Tipula luteipennis*). Esiintymisessään letoille ja huurresammallähteille keskittyvät mm. pohjoiset lettohattara (*Dicranomyia aperta*), kaitahattara (*D. longipennis*), sutihattara (*D. moniliformis*) ja kalkkisarakka (*Orimarga juvenilis*). Pelkästään ombro-oligotrofisilla soilla esiintyviä lajeja ei liene yhtään, mutta ainakin nevavälkekirsikäs ja rimpisahakainen (*Prionocera chosenicola*) suosivat karuja nevoja.

Etelä- ja keskiboreaalisilta vyöhykkeiltä on mahdollisesti hävinnyt yksi suolaji, pohjanärjäkkä (*Angarotipula tumidicornis*). Lajilla on kuitenkin elinvoimainen kanta pohjoisilla aapasoilla. Laajamittaiset suoluonnon muutokset (ojitus, pellonraivaus, tekoaltaat, turpeennosto) ovat hävittäneet useita paikallisia populaatioita. Suolajien populaatioiden selviämistä eteläisen ja keskisen Suomen pirstoutuneessa elinympäristöverkostossa on vaikea arvioida, koska yhteisöjä ei seurata systemaattisesti eikä lajeista käytännössä ole vanhoja havaintoaineistoja. Uhanalaiset ja silmälläpidettävät avosoiden vaaksiaiset ovat pääasiassa pohjoisia lettolajeja. Useat Suomessa tavalliset ja laajalle levinneet vaaksiaiset ovat kuitenkin kansainvälisesti harvinaisia, koska nämä lajit ovat erittäin harvinaisia tai uhanalaisia Keski-Euroopassa ja Brittein saarilla.

Karujen soiden ennallistaminen näyttäisi olevan hyödyksi vaaksiaisille, mutta pelkkä luontaisen vedenkorkeuden palauttaminen ei yksistään riitä soilla esiintyville lajeille. On erittäin todennäköistä, että jos sopiva toukkaelinympäristö, käytännössä rahkasammalet, puuttuu ennallistetuilta soilta, se estää luontaisen kaltaisen vaaksiaisyhteisön palautumisen (Autio 2008). Ennallistettujen rehevien soiden vaaksiaisyhteisöjä ei ole toistaiseksi tutkittu.



Kuva 2. Malaise-pyydys palsasuolla. Utsjoki, Kaldoaivin erämaa, heinäkuu 2007. Kuva: Jukka Salmela.

Lepakot ja soiden ennallistaminen

Ville Vasko ja Anna Blomberg

Kaikki Suomen lepakkolajit ovat hyönteissyöjiä. Ne ovat myös luonnonsuojelulailla rauhoitettuja. Lepakot suosivat saalistuspaikkoinaan ympäristöjä, joissa hyönteisfauna on runsas ja monimuotoinen. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi pienvedet lähiympäristöineen. Toisaalta monet lepakkolajimme, etenkin *Myotis*-suvun siipat, ovat valolle arkoja ja saalistavat valoisina kesäöinä mieluiten puuston suojissa.

Erityisesti viiksisiipan (*Myotis mystacinus*) ja isoviiksisiipan (*Myotis brandtii*) tiedetään suosivan kosteapohjaisia, varttuneita metsiä. Myös pohjanlepakko (*Eptesicus nilssonii*) viihtyy keskikesällä enimmäkseen puustoisilla alueilla, missä se saalistaa pienillä aukioilla. Suotyypeistämme lepakoille parhaiten soveltuvina nousevatkin esiin puustoiset suot ja ennen kaikkea rehevät, varjoisat korvet (kuva 1). Karuilla ja puuttomilla soilla lepakoita esiintyy niukemmin.

Turun yliopisto seurasi Hydrologia-LIFE-hankkeessa lepakoiden aktiivisuutta eteläsuomalaisilla ennallistettavilla suokohteilla neljän kesän ajan (2018–2022) (Vasko ym. 2024). Seurantaa tehtiin pysyvillä passiividetektoreilla kaksi vuotta ennen ennallistamistoimia sekä samoilla pisteillä kaksi vuotta ennallistamisen jälkeen.

Lepakoita ei uusille ruoka-apajille tarvinnut odotella kauan: heti ennallistamistoimien jälkeisenä keväänä havaittiin lepakkoaktiivisuudessa merkittävä nousu. Monella kohteella lepakoita havaittiin kohtalaisesti jo lähtötilanteessa, mutta ennallistamisen jälkeen havaintomäärät moninkertaistuivat.

Paikkojen väliset erot sekä lajistossa että lepakoiden aktiivisuuden muutoksessa olivat suuria. Kohteilla, joissa detektorin edustalla oli avoimempaa – joko valmiiksi tai puuston poiston seurauksena – pohjanlepakoiden havaintomäärät nousivat ennallistamisen jälkeen selvästi. Sen sijaan puustoisemmilla paikoilla siippojen määrät nousivat enemmän.

Monilla kohteilla vedenpinta nousi heti ennallistamista seuraavana keväänä silminnähden, ja alue pysyi märkänä ja lampareisena läpi kesän (kuva 2). Tärkein ja pysyvin vaikutus lepakoihin onkin todennäköisesti juuri vedenpinnan nousulla. Vaikka tutkimuksessamme ei seurattukaan saalishyönteisten määrän muutoksia, on todennäköistä, että hyönteisiä kuoriutuu uusista lampareista monin verroin aiempaa enemmän. Lisäksi vedenpinnan nousun seurauksena kuolevat puut to-



Kuva 1. Lepakot saalistavat hyönteisiä korpien latvusaukoissa. Passiividetektori tallensi lepakoiden ääniä Kirkkonummen Finnträskissä toukokuussa 2019, ennen korven ennallistamista. Kuva: Ville Vasko.

dennäköisesti houkuttelevat alueelle omanlaistaan hyönteislajistoa, jota lepakot voivat myös käyttää ravintonaan.

Lepakot hyödyntävät mielellään maaston linjamaisia elementtejä, kuten metsänreunoja, polkuja ja ojia. Kohteet, joilla puustoa poistetaan ojalinjoilta, voivat muuttua lepakoille paremmiksi myös tästä syystä. Varsinkin siipat lentävät saalistaessaan tyypillisesti edestakaisin ojanvarsia pitkin. Niiden saalistustila lisääntyy, jos aiemmin täysin umpeenkasvaneet ojanvarret raivataan. Tämä vaikutus saattaa olla väliaikainen, mikäli puusto kasvaa kohteille takaisin.



Kuva 2. Ennallistamisen myötä latvusaukot laajenevat. Vesilammikot puolestaan tarjoavat uusia elinympäristöjä hyönteisille, jotka elävät toukkavaiheensa vedessä. Lepakoiden ääniä tallennettiin Finnträskin ennallistetussa korvessa elokuussa 2022. Kuva: Ville Vasko.

Ennallistaminen voi auttaa lepakoita myös päiväpiilopaikkojen lisääntymisen kautta. Monet lepakkolajimme käyttävät päiväpiiloinaan esimerkiksi kuolleissa puissa olevia halkeamia ja irtoavan kaarnan alusia. Tällaisia paikkoja syntyy melko nopeasti varsinkin ennallistettuihin korpiin, kun osa kuusista kuolee pystyyn.

Lepakoille voi olla haittaa ennallistamisesta ainoastaan silloin, kun puustoa poistetaan alueelta niin paljon, että valoisuus lisääntyy merkittävästi. Tällöinkin alue voi soveltua lepakoiden ruokailupaikaksi alku- ja loppukesällä öiden ollessa pimeitä, ja lisääntynyt hyönteisbiomassa todennäköisesti kompensoi negatiivisen vaikutuksen.

Lepakoiden laji- ja yksilömäärä on Suomessa runsaimmillaan etelässä ja laskee pohjoista kohti. Tämä johtuu ennen kaikkea kesäöiden valoisuudesta, joka rajoittaa lepakoiden käytettävissä olevaa saalistusaikaa keskikesällä. Siksi lepakot ovat ennallistamisessa huomioon otettava lajiryhmä ennen kaikkea Etelä-Suomessa. Toisaalta Pohjois-Suomen harvoille lepakoille juuri varjoisimmat korpinotkelmat saattavat olla keskikesällä hyvin tärkeitä ruokailupaikkoja, mikä tekee niistä suojelunarvoisia.

Vaikka lepakoiden odotettiin hyötyvän ennallistamisesta, yllätti vaikutuksen suuruus ja nopeus tutkijat monin paikoin. Parhailla kohteilla havaintomäärät nousivat jo hankkeen aikana niin korkeiksi, ettei tallennusten välillä ollut yön aikana paljoakaan tyhjää tilaa. Tällaisilla kohteilla havaintomäärät eivät voi enää juuri kasvaa, mutta kiinnostavaa olisi seurata, nousevatko havaintomäärät muilla kohteilla, kun ennallistamisesta kuluu aikaa.

Lettojen ja muiden soiden kotiloista

Katriina Könönen

Soilla elää noin parikymmentä Suomen 96 maanilviäislajista ja osa vesinilviäisistä, joitakin kotiloita (Suomessa 36 lajia) ja muutamia simpukoita (Suomessa 44 lajia). Joskus soiden kasvillisuudessa näkee myös metsäetanoita.

Kalkkiympäristöissä, kuten letoilla, elää hyvin vaateliaita ja kosteissa oloissa viihtyviä kotilolajeja. Kotilot suosivat kalkkipitoisia elinympäristöjä, sillä ne tarvitsevat kalkkia kuoriinsa ja lisääntymiseen. Kalkkivaikutuksen lisäksi suon pH voi olla korkea kotiloille tärkeiden magnesiumin ja natriumin korkean pitoisuuden vuoksi.

Pohjavesivaikutteisilla lettoisilla soilla, lähteiköissä ja puronvarsilla veden mukanaan kuljettamat, jatkuvasti täydentyvät ravinteet voivat korvata kivennäisaineiden korkeiden pitoisuuksien vaatimusta (Koivunen ym. 2014, von Proschwitz 2014).

Lettojen sammallajistoltaan monipuoliset, saroja ja muuta kasvillisuutta kasvavat, mosaiikkimaiset mikrohabitaatit tarjoavat vaateliaille siemenkotiloille suotuisan elinympäristön, josta löytyy mahdollisuus suojautua kuivuuskausina tai kiivetä ylös vedenkorkeuden noustessa (Naturvårdsverket 2006). Etenkin eteläisen Suomen letot ovat hyvin pitkälle hävinneet pelloiksi raivaamisen vuoksi ja niiden tila on heikentynyt ojitusten seurauksena. Soiden kuivuminen, rehevöityminen, umpeenkasvu, heinittyminen, ruovikoituminen, puustoittuminen ja rahkoittuminen heikentävät lettolajien elinympäristöä, mikä johtaa vaateliaiden sammal- ja kotilolajien vähenemiseen ja lajiston yksipuolistumiseen. Elinolosuhteiden parantamiseksi soita tulee ennallistaa, jotta veden pidättyminen suolla lisääntyy, kosteus säilyy läpi vuoden ja kalkkipitoinen vesi pääsee kulkeutumaan ympäröivältä valuma-alueelta suolle.

Letoilla tavataan harvakseltaan kahta vain noin kahden millimetrin pituista, luontodirektiivin II-liitteen lajia: vaarantunutta kalkkisiemenkotiloa (*Vertigo genesii*), joka on myös erityisesti suojeltava laji, sekä silmälläpidettävää lettosiemenkotiloa (*V. geyeri*) (kuva 1).

Kumpikin laji elää avoimissa kalkkivaikutteisissa ympäristöissä, kuten lettosoilla, lähteiköillä ja puronvarsilla sekä kosteissa lehdoissa (Koivunen ym. 2014, Valovirta 2003), lettosiemenkotilo muualla myös kosteilla rantaniityillä. Kalkkisiemenkotilo on kalkinsuosija, jonka elinympäristön pH:n tulee olla vähintään 6,5, kun taas lettosiemenkotiloa löytyy mesotrofisemmiltakin soilta, pH-alueelta 5,75–7,5 (von Proschwitz 2014). Lettosiemenkotilo elää letoilla ja lähteiköillä pohjavedenpinnan ja saratuppaiden tyvien välisellä kapealla vyöhykkeellä ruskosammalilla, erityisesti huurressammalilla (*Cratoneuron* ja *Palustriella* spp.) ja se hyödyntää myös sarojen (*Carex* spp.) ja ruosteheinien (*Schoenus* spp.) tyvellä olevaa lehtikariketta (Cameron 2003, von Proschwitz 2003, 2014). Lajin mainitaan viihtyvän lähteikköjen ja lettojen saratuppaiden, muun muassa hernesaran (*Carex viridula*) tai lähdesaran (*C. paniculata*), tyvellä ja elävän samoissa ympäristöissä rassisammalen (*Paludella squarrosa*), kultasammalen (*Tomentypnum nitens*) ja suoneidonvaipan (*Epipactis palustris*) kanssa (Pokryszko ym. 2016). Kalkkisiemenkotilon suurimmat tiheydet Suomessa on havaittu Kuusamon lettojen ruskosammalilta ja kalkkivaikutteisten lähdepurojen reunussammalilta. Yleensäkin letto- ja kalkkisiemenkotilot viihtyvät soilla niin sanotuilla välipinnoilla.

Lettosiemenkotiloista on uudempiakin havaintoja Ahvenanmaalta ja sen pääasialliselta elinalueelta Lapin letoilta (kuva 2) sekä Kuusamosta, vanhempia myös Hämeestä ja muutamista paikoista Lounais-Suomessa. Esiintymiä tunnetaan reilu 30. Kalkkisiemenkotilon tuoreita havaintoja on Utsjoelta ja Kuusamosta (Koivunen ym. 2014). Lajin eteläiset havainnot ovat jo vanhoja, eikä lajia ole



Kuva 1. Kalkkisiemenkotilo *Vertigo genesii*, lettosiemenkotilo *V. geyeri* ja kapeasiemenkotilo *V. angustior*. Kuvat: Pekka Malinen, Luomus CC-BY-4.0.

löytynyt enää vanhoilta paikoilta tai uusiltakaan etsintäyrityksistä huolimatta, joten eteläisten esiintymien arvellaan hävinneen. Kalkkisiemenkotilo on lettosiemenkotilon tapaan hyvin herkkä elinympäristönsä kuivumiselle ja vaatii pysyvästi kosteaa elinympäristöä. Kummankin lajin populaatioiden esiintyminen elinympäristössään on yleensä hyvin laikuittaista ja sidoksissa optimaaliseen mikrohabitaattiin (Cameron 2003, von Proschwitz 2003, 2014).

Kolmas luontodirektiivin III-liitteen laji, kapeasiemenkotilo (*V. angustior*) (kuva 1), esiintyy meillä levinneisyysalueensa pohjoisrajalla Ahvenanmaalla ja lounaissaaristossa. Näiden lisäksi yksi erillisesiintymä on kalkkilouhoksen läheisyydessä Sipoossa. Muualla, muun muassa Ruotsissa, lajia tavataan rantojen läheisten, kalkkivaikutteisten lehtojen ja kosteiden rantaniittyjen lisäksi myös letoilta (von Proschwitz 2014), mutta Suomessa lettohavaintoja ei ole tehty. Letoilla ja lettovaikutteisilla soilla tavataan myös muutamia yleisempiä siemenkotilolajeja, kuten rehevillä soilla ja rannoilla eläviä seitsensiemenkotiloita (*Vertigo antivertigo*), joka on Suomessa arvioitu elinvoimaiseksi pääasiassa hyvin vanhojen havaintojen perusteella. Laji esiintyy harvinaisena Etelä- ja Keski-Suomessa, Kuopion korkeudelle asti. Soilla tavataan myös kosteissa elinympäristöissä, etenkin letoilla, mutta myös mesotrofisilla soilla elävää lilljeborginsiemenkotiloa (*V. lilljeborgi*) ja soiden lisäksi erilaisissa metsäisissä elinympäristöissä elävää, yleistä uurresiemenkotiloa (*V. substriata*). Joskus myös yleinen hampaatonsiemenkotilo (*Columella edentula*) saattaa olla hyvin runsas soiden reunuskasvillisuudessa. Osa siemenkotilolajeista, etenkin niiden nuoret yksilöt, on hyvin hankala erottaa toisistaan, joten määritykseen tarvitaan asiantuntemusta (Koivunen ym. 2014).

Kalkkitorvilokotilo (*Quickella arenaria*, CR) esiintyy naapurimaissa parhailla letoilla (von Proschwitz ym. 2023), mutta Suomessa laji tunnetaan vain Kuusamon Oulangan Korvasvaaran kalkkivaikutteisen lähdepuron sammalilta. Laji on kalkinvaatija, pH:n tulee olla vähintään 7,5–8,5. Yhtä harvinainen lettolaji Suomessa on myös pulleasilokotilo (*Cochlicopa nitens*, CR), jota on Suomessa tavattu vain ahvenanmaalaisella letolla Jomalan Västansundassa. Laji vaatii myös vesitaloudeltaan luonnontilaisia lettoja tai kalkkivaikutteisia rantakosteikkoja (Naturvårdsverket 2006). Lapinsiemenkotiloita (*Columella columella*, NT) tavataan pohjoisen letoilla ja kosteilla puronvarsilla. Lajista on vanhoja ha-

vaintoja Käsivarresta, Sallasta ja Kuusamon Lammasvuomasta (Koivunen ym. 2014). Kaksihammaskotilo (*Perforatella bidentata*, NT) esiintyy harvinaisena Etelä-Suomessa Tampereen korkeudelle asti. Esiintyminen painottuu Uudellemaalle ja Varsinais-Suomeen, saaristoon ja Ahvenanmaalle. Laji tavataan myös lettojen ja lähteikköjen sammalilla pääasiallisten elinympäristöjen, rehevien kosteiden lehtojen, puronvarsien ja rantalepikoiden lisäksi. Letoilla ja rehevillä soilla tavataan myös kääpiösarvikotiloita (*Carychium minimum*) ja isosarvikotiloita (*Carychium tridentatum*), joiden pääasiallinen elinympäristö on rehevät lehdot (Koivunen ym. 2014).

Vesikotilolajeista pikkulimakotilo (*Galba truncatula*) saattaa olla hyvinkin runsas etenkin lettoisten soiden rimmissä. Samoin jotkut muutkin limakotilolajit (*Radix* spp. ja *Stagnicola* spp.) tai osa kiekkokotiloihin, Planorbidae-heimoon kuuluvista lajeista, kuten tanakkakiekkokotilo (*Planorbis planorbis*), samoin kuin *Gyraulus*- ja *Anisus*-sukujen lajit ja osa hernesimpukoista (*Pisidium* spp.) viihtyvät suolammikoissa ja rimmissä etenkin vesistöjen läheisyydessä sijaitsevilla soilla. Muiden kuin lettoisten soiden kotilolajisto on usein monenlaisissa maaelinympäristöissä viihtyvää peruslajistoa, kuten kartiokotiloita (*Euconulus fulvus*) ja kosteissa oloissa viihtyviä tummakartiokotiloita (*Euconulus alderi*), ruskeakiiltokotiloita (*Nesovitrea hammonis*), silokotiloita (*Cochlicopa lubrica*) ja kääpiökotiloita (*Punctum pygmaeum*). Etenkin ympäristöään kuivempien ja karumpien mättäiden kotilolajisto on hyvin pitkälle metsissäkin tavattavaa peruslajistoa.

Suomessa soiden kotiloita, kuten muitakaan nilviäisiä, ei ole kartoitettu, eikä niitä seurata systemaattisesti. Ajoittain Metsähallitus tai ELY-keskukset ovat kuitenkin teettäneet kotilokartoituksia, etenkin pohjoisen letoilla ja vähäisessä määrin etelämmässäkin. Nilviäistyöryhmän jäsenet ja muutama muu Suomessa kartoittavat tai havainnoivat kotiloita myös harrastuksenaan. Pääpaino on ollut kuitenkin lajistoltaan rikkaampien lehtojen ja lehtovaikutteisten metsien lajistokartoituksissa.

Osa kartoituksista on liittynyt ennallistettavien soiden tai lehtojen lajistokartoituksiin. Myös lajiston palautumista tulisi seurata. Kotilolajiston palautumisen onnistuminen riippuu siitä, onko suon vesitalous saatu palautettua luonnolliseksi, onko suolla jäljellä elinvoimaisia populaatioita tai onko suo kytkeytynyt lähialueen vastaaviin elinympäristöihin, joista lajit voivat levittäytyä ennallistetulle alueelle uudelleen olosuhteiden parannuttua. Kotiloiden leviämiskyky on hyvin rajallinen, joten etäällä muista sijaitseville ennallistetuille letoille saattaa olla tarpeen siirtoistuttaa lajistoa elinvoimaisista populaatioista.



Kuva 2. Lettosiemenkotilon asuttamaa rinnelettoa Kilpisjärvellä heinäkuussa 2023. Kuva: Katriina Könönen.

6 Ennallistamisen suunnittelu

Sakari Rehell, Maarit Similä, Pekka Vesterinen, Johanna Ruusunen, Nelma Aunio, Anna Isotalo, Jari Ilmonen ja Suvi Haapalehto

Suon ennallistamisen suunnittelu alkaa valuma-alueen ja ennallistettavan suon nykytilan selvittämisellä (6.2). Ennallistamisen suunnittelijan käytettävissä on sähköisiä aineistoja erilaisissa palveluissa (ks. muistilista 1), mutta myös maastossa tehtävä suunnittelu ja toteutusmenetelmien kannalta olennaiset tarkastukset ovat välttämättömiä.

Tavoitteet (6.1) asetetaan nykytilan pohjalta, ja toteutuskeinot valitaan nykytilan ja tavoitteiden mukaan (6.3, luku 7). Toisinaan ennallistamistoimenpiteet on tarpeen jakaa useammalle vuodelle.

Toimenpiteiden vaikutuksia tarkastellaan hoitoseurantakäynneillä (luku 9). Lajiesiintymiä voi olla tarpeen seurata tarkemmin (6.2.3). Seuranta auttaa myös ennallistamismenetelmien (luku 7) kehittämisessä.

Suunnitteluprosessissa (kuva 15) huomioidaan yleisten soiden ennallistamista koskevien asioiden lisäksi erilaisia seikkoja luonnonsuojelualueilla (tietolaatikko 25) ja yksityismaiden soilla (tietolaatikko 26).

6.1 Ennallistamisen tavoitteet

Ennallistamistoimenpiteiden ekologisten ja biologisten tavoitteiden määritteleminen on keskeinen osa ennallistamissuunnittelua (luku 2). Ihannetapauksessa voidaan ennallistaa kokonaisia valuma-alueita, huomioida monimuotoisuuden suojelu ja ilmastonäkökohdat sekä parantaa vesistöjen tilaa. Usein kuitenkin on mahdollisuus tavoitella vain osaa tästä.

Ennallistamista suunniteltaessa päätetään suon ja valuma-alueen nykytilan (6.2) pohjalta, mihin tavoitteeseen pyritään ja miten siihen voidaan päästä. Tavoitteita tarkennetaan nykytilan selvityksen ja ennallistamisen suunnittelun edetessä. Usein tarvitaan myös kustannus-hyöty-analyysi: millaiset ovat minimitoimenpiteet, joilla tavoitteet voidaan saavuttaa?

Yleistavoitteiden, esimerkiksi suon vesitalouden, kasvillisuuden, puustorakenteen ja maiseman palauttamisen, lisäksi voidaan määritellä yksityiskohtaisempia suokohtaisia tavoitteita. Voidaan tavoitella esimerkiksi tiettyä vedenkorkeutta tai tiettyjen lajien elinolojen parantamista.

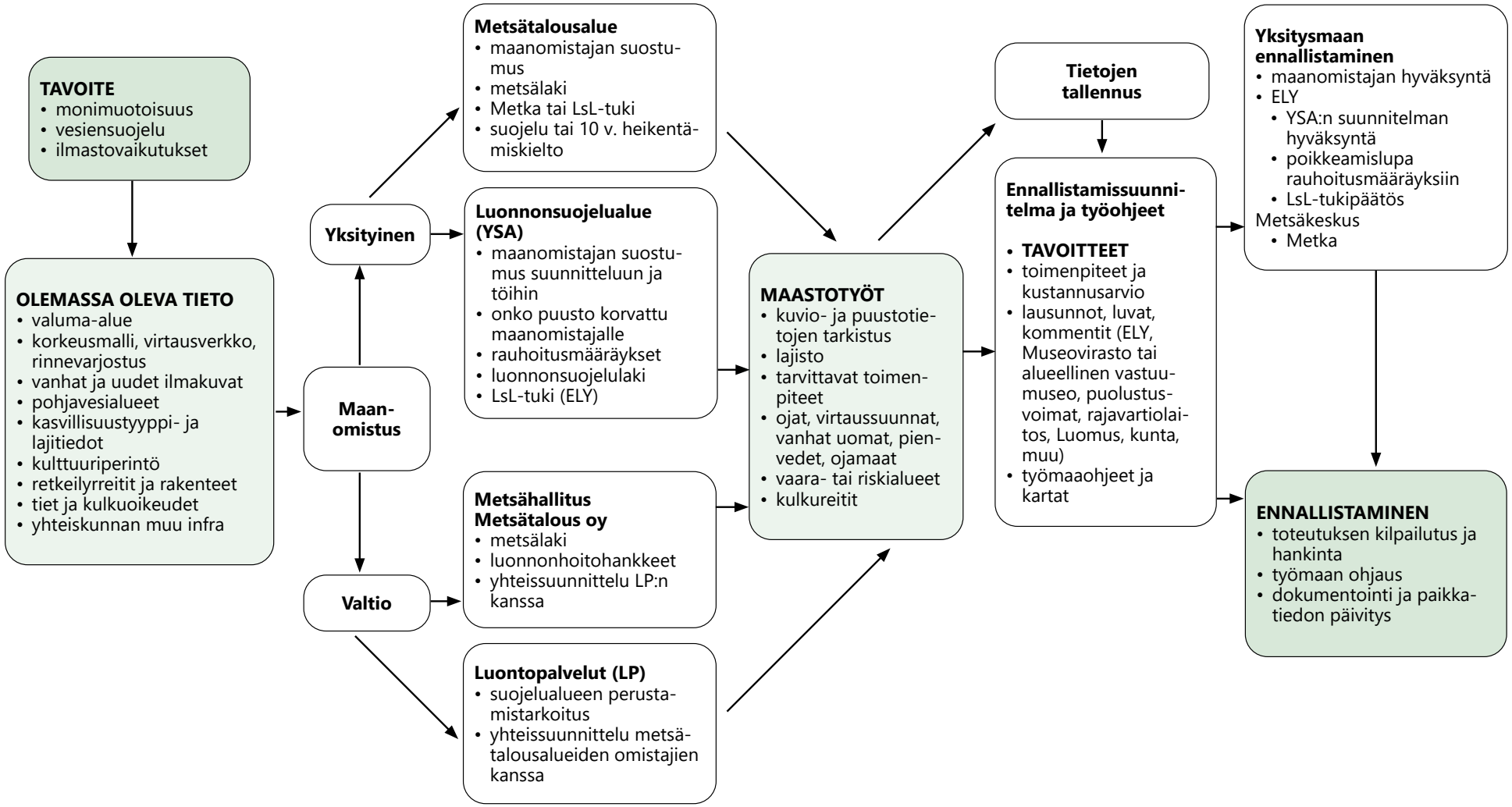
Mitä konkreettisemmin tavoitteet määritellään, sitä helpompaa on myöhemmin arvioida, miten ne on saavutettu.

Kun tavoitteissa painotetaan luonnon monimuotoisuuden parantamista:

- Vesitalous eli vedenkorkeus, veden liikkeet ja veden laatu palautetaan mahdollisimman lähelle luontaista.
- Uhanalaisimpia ovat luontaisesti pienialaiset ja tehokkaimmin hävitetyt suoluontotyypit, kuten letot, lähdesuot, tihkupinnat ja korvet. Ne ovat usein myös vaikeimpia ennallistettavia.
- Uhanalaisten lajien elinympäristöjen lisäksi on olennaista ennallistaa tyypillisten suolajien elinympäristöjä.

Kun tavoitteissa painotetaan vesistöjen tilan parantamista ja vesiensuojelua:

- Suunnitellaan kokonaisten valuma-alueiden ennallistamista ja toteutetaan ennallistaminen tarvittaessa vaiheittain.
- Valuma-alueen soiden ennallistaminen kasvattaa vesien viipymää. Suokasvillisuus pidättää liukoisia ravinteita ja kiintoainesta.
- Hyödynnetään kohdat, joissa ojitusalueen vedet voidaan ohjata ojituksen kuivattamalle ojittamattomalle suolle. Silloin estetään kuormituksen päätyminen ojavesien mukana suoraan vesistöihin (tietolaatikko 9).



Kuva 15. Suon ennallistamisen suunnitteluprosessin sisältö pääpiirteittäin sekä työjärjestys. Suojelualueiden ennallistamista käsittelee myös tietolaatikko 25 ja metsätalousalueiden ennallistamista tietolaatikko 26.

- Vesien palauttaminen luontaisiin puro-uomiin lisää uomien monimuotoisuutta ja vesien viipymää sekä nostaa vedenpinnan tason lähemmäksi luontaista.

Kun tavoitteissa painotetaan ilmastonäkökohtia:

- Turve hajoaa hitaimmin, kun soilla on tai niille palautetaan luontainen vedenpinnan taso. Silloin turpeen hiilivarasto säilyy.
- Suopuusto sitoo kasvaessaan hiiltä.
- Jos suokasvillisuus on pitkälti hävinnyt (turpeen muodostuminen on lakannut) ja kuivatus ulottuu syvälle, ilmastonäkökohdat ovat erityisen merkittäviä. Turve hajoaa erityisen voimakkaasti ravinteisilla soilla.

MUISTILISTA 1.

Ennallistamisen suunnittelijan muistilista

Yksityisen metsätalouskäytössä olevan suon ennallistamista käsittelee myös tietolaatikko 26 ja suojelualueiden ennallistamista tietolaatikko 25.

Ennallistamismahdollisuudet

- maanomistajan kanta ennallistamiseen
- tekniset olosuhteet (mm. pääsy kohteelle).

Suunnittelualueen nykytila

- valuma-alue: suon luontainen hydrologia ja nykytila (tietolaatikko 22)
- kohteen sijainti osana suokokonaisuutta
- peruskartat (myös vanhat)
- vanhat ja uudet ilmakuvat
- rinnevarjoste ja muut korkeusmallit (tietolaatikko 23)
- virtausmallit
- lajistotiedot
- suokasvillisuustyypit
- pienvedet tai vesistöt ennallistamisalueella sekä ennallistamisalueelta alavirtaan
- maa- ja kallioperä (esim. mustaliuskeet tai happamat sulfaattimaat, tietolaatikko 29)
- muut luontoselvitykset
- pohjavesialueet
- kulttuuriperintö (kartta.museoverkko.fi)
- kaavoitustilanne ja kaavamääräykset
- perinnemaisemat ja muut maisema-arvot.

Muut selvitettävät

- teiden käyttöoikeudet
- ilmajohdot, kaapelit, vesijohdot, kaivot, viemärit ja muu infra
- ojitusyhteisöt
- vesilain mukaiset luvat
- retkeilyrakenteet (mm. retkikartta.fi)
- yhteistyömahdollisuudet valuma-alueen maanomistajien ja toimijoiden kanssa.

6.2 Ennallistettavan alueen nykytila

Ennallistamisen tavoitteet ja toimenpiteet suunnitellaan taustatietojen (ks. muistilista 1) ja maastokäyntien (ks. muistilista 2) pohjalta. Valuma-alueen laajuus ja ominaisuudet sekä valuma-alueen nykyinen maankäyttö ovat keskeinen lähtökohta ennallistamisen suunnittelulle.

6.2.1 Vesitalous

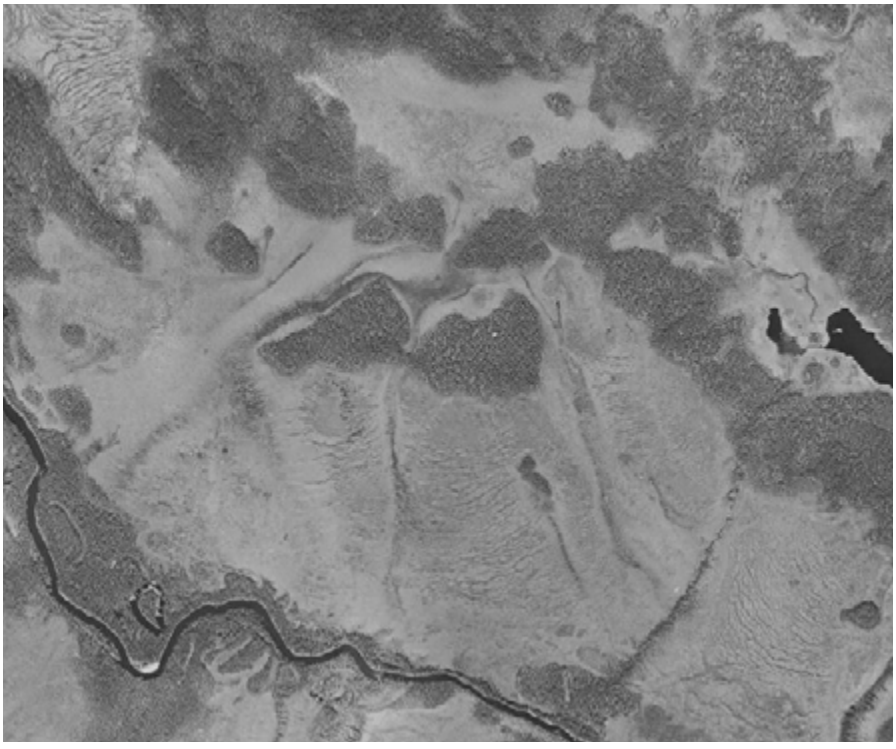
Suon luontaisen hydrologian selvittäminen

Valuma-alue määrittelee suon vesitalouden. Valuma-alue rajaamalla (tietolaatikko 22) selvitetään, kuinka laajalta alueelta ennallistettavan suon vedet ovat peräisin. Peruskartoilta, ilmakuvilta ja rinnevarjosteelta (vinovalovarjosteelta) selviävät myös kohdat, joissa ihminen on muuttanut veden luontaisia reittejä. Suon vesitalouden ennallistamisen kannalta olennaiset kohdat tarkastetaan aina maastossa.

Valuma-alueen vesien alkuperäiset virtaussuunnat näkyvät parhaiten peruskartan korkeuskäyristä (tietolaatikko 22) ja ennen ojitusta otetuista ilmakuvista (kuva 16).

Suon pintatopografia kuvaa veden virtaussuuntaa: jänteet ja kermit kehittyvät kohtisuoraan vallitsevaa virtaussuuntaa vastaan. Veden virtauksen haarautumiskohta erottuu suolla tyypillisesti ympäristöä märempänä, esimerkiksi avovesirimpenä. Myös lähteiköt ja tihkupinnat sekä purojen ja piilopurojen paikat on usein mahdollista erottaa vanhoilta ilmakuvilta (ks. kuva 16).

Ilmakuvalta näkyvästä pientopografiasta voi päätellä myös suon hydrologista luonnetta (luku 3). Rahkaisuudesta sekä rimpi-jänne- tai kermi-kulju-topografiasta voi päätellä suon käyttäytyvän pääasiassa diplotelmisen mallin mukaan (ks. tietolaatikko 8). Märillä juoteilla, joista selkeä pintatopografia puuttuu, on todennäköisesti läpivirtaussuon piirteitä (ks. tietolaatikko 8). Kausivaihteleville soille taas on tyypillistä kivennäismaiden mukaan määräytyvä, usein hyvin teräväpiirteinen märkien ja kuivien pienmuotojen vaihte-



Kuva 16. Ilomantsin Hanhisuo vuonna 1944. © Maanmittauslaitos 2025.

MUISTILISTA 2.

Ennallistamissuunnittelun maastotöiden muistilista

Jos tietoa ei ole, se kerätään. Olemassa oleva tieto päivitetään tarvittaessa.

- kasvillisuustyypit: nykytila ja alkuperäinen suotyyppi
- ojien vesimäärät ja virtaus, myös alueen ulkopuolelta tulevat ja läpi johtavat ojat (vettymisvaikutusten välttäminen)
- alkuperäiset vesiuomat
- ennallistettavan alueen ulkopuolisten ojien kuivattava vaikutus
- ojamaiden määrä ja sijainti
- puuston rakenne ja määrä
- ojalinjojen hakkuu- tai raivaustarve
- mahdolliset pohjaveden purkautumisalueet, alkuperäiset lähdepaikat
- lajistoselvitykset
- tarvittavien toimenpiteiden suunnittelu
  - ojien tukkiminen
  - ojalinjojen raivaus
  - puuston poisto
  - rakennepatojen paikat
  - veden ohjaus tai palautus
  - erityisten alueiden ja lajiesiintymien huomioiminen
  - vesiensuojelu
- koneiden kulkureitit.

lu. Kohdat, joissa suon pintavettä suotautuu pohjavesiin, erottuvat tyypillisesti kausivaihtelevina alueina, esimerkiksi ohutturpeisina kausivaihtelevina soina tai arokosteikoina.

Muuttuneen eli nykyisen hydrologian arvioiminen

Uusilta ilmakuvilta nähdään avoimen tai vähäpuustoisen suon pinnan nykyiset kosteusolosuhteet, virtaavat juotit sekä kynnykset ja altaat. Vanhaa ja uutta ilmakuvaa vertaamalla saa yleensä havainnollisen kuvan suon hydrologian ja kasvillisuuden muutoksista (ks. luvut 10.13, 10.14 ja 10.16). Ilmakuva- ja karttatarkastelun perusteella selvitetään maastossa tarkastettavat kohdat.

Maastossa ojien virtaussuunnat tarkastetaan mieluiten runsaan veden aikaan, esimerkiksi keväällä tai runsaiden sateiden jälkeen. Aina tämä ei ole mahdollista, mutta kuivankin ojan pohjan laadusta voi arvioida ojan merkitystä märempinä aikoina. Luhta- tai pullosaraa kasvavissa ja lietepohjaisissa ojissa virtaa todennäköisesti reippaammin vettä kuin sammalpohjaisessa ojassa.

Pohjavesien purkautuminen tai heikko lähdevaikutus puolestaan näkyvät parhaiten kuivaan aikaan purkautuvana vetenä. Lähellä purkautumiskohtaa vesi on kesälläkin huomattavan kylmää (tietolaatikko 30: kuvat 1 ja 2), kun taas talvella pohjaveden purkautumispaikat voivat olla sulia ja roudattomia. Ojituksen kuivattamat lähteet erottuvat maastossa tyypillisesti painanteina.

Jos ojissa virtaa kuivaan aikaan vettä, sen alkulähde kannattaa aina selvittää, sil-

lä usein pohjaveden purkautuminen jatkuu ojiin. Ojien pohjilla voi kasvaa lähteisyydestä kertovaa, tyypillisesti meso- tai meso-eutrofista kasvupaikkaa vaativaa kasvilajistoa. Lähteisyydestä kertovia sammallajeja ovat mm. hetesirppisammal, lehväsammalet ja lähdesammalet (Eurola ym. 1995).

6.2.2 Luontotyyppi-, kasvillisuus- ja puustotiedot

Luontotyyppi-, kasvillisuus- ja puustotiedot selvitetään niiltä osin kuin tiedot vaikuttavat alueen ennallistamisen suunnitteluun.

Ojitetun suon alkuperäinen kasvillisuustyyppi vaikuttaa ennallistamisen tavoitteisiin, joten se selvitetään mahdollisimman perusteellisesti. Esimerkiksi letoilla ja lähdesoilla on tarpeen ohjata tietynlaiset vedet tiettyihin paikkoihin tai alun perin avoimilta soilta voi olla tarpeen poistaa puustoa ennallistamisen yhteydessä. Ennallistamisen tavoitteisiin ja toteutukseen vaikuttaa myös ennallistettavan alueen asema suoyhdistymässä (aapasuo, keidassuo, piensuo).

Jos ennallistettavalla alueella esiintyy luonnonsuojelulailla (9/2023, 64 §) suojeltuja luontotyyppejä, niiden tila ei saa heikentyä ennallistamisen yhteydessä.

6.2.3 Lajistotieto

Tiedossa olevat lajihavainnot tarkastetaan tietojärjestelmistä, esimerkiksi Lajitietokeskuksen laji.fi-viranomaisportaalista ja muista saatavilla olevista tietolähteistä. Jos suunnittelijalla ei ole viranomaisportaalin käyttöoikeuksia, laji.fi:n avoimella puolella pystyy tekemään aineistopyynnön suunnittelualueen salassa pidettävistä lajitiedoista.

Jos lajistotietoa ei ole käytettävissä, mutta vaikuttaa todennäköiseltä, että alueella on uhanalaista tai muuten erityishuomiota vaativaa lajistoa, tehdään tai teetetään tarvittavat lajistokartoitukset. Niitä tehdään yleensä erityiskohteilta, esimerkiksi lähteiköiltä, tihkupinnoilta, letoilta ja rehevistä korvista. Jos lajitieto on vanhaa, saattaa olla tarpeen päivittää tietoja.

Lajeihin tai niiden elinympäristöihin kohdistuvien toimenpiteiden osalta huomioidaan luonnonsuojelulain (9/2023) määräykset (tietolaatikko 24). Luonnonsuojelulailla suojeltujen lajien elinympäristöjen ennallistamiseen on pyydettävä ELY-keskuksen (jatkossa Lupa- ja valvontaviraston) lausunto. Luonnonsuojeluviranomainen ottaa lausunnossaan kantaa siihen, edellyttääkö ennallistaminen luonnonsuojelulain mukaista lupaa.

Lajien ekologia on tärkeä tuntea

Ennallistamisen suunnittelijan on tärkeä tuntea lajien ekologiset vaatimukset. Riski, että erityishuomiota vaativa laji taantuu tai häviää vedenpinnan nousun seurauksena, on suurin harvinaisilla ja kosteusvaatimuksiltaan tarkkarajaisilla lajeilla. Tällaisia lajeja ovat esimerkiksi välipintojen lajit, jotka ovat siirtyneet kuivahtaneille rimpipinnoille, mm. silmälläpidettävä velttosara (*Carex laxa*). Myös ojituksen seurauksena lähteistä tai tihkupinnoilta ojien pohjille siirtyneet lähdelajit voi-

Luonnonsuojelulain 64 §:n mukaiset suojellut luontotyypit

Luonnonsuojelulailla (9/2023) on suojeltu 13 luontotyyppiä ja lisäksi on määritelty kaksi tiukasti suojeltua luontotyyppiä. Näiden luonnontilaisia tai luonnontilaiseen verrattavia esiintymiä ei saa hävittää eikä heikentää (tietolaatikko 24).

Kielto tulee voimaan, kun ELY-keskus on tehnyt päätöksen luontotyypin esiintymän rajoista ja antanut sen tiedoksi alueen omistajille ja haltijoille.

Luonnonsuojelualueilla suojeltujen luontotyyppien heikentäminen on kielletty riippumatta siitä, onko esiintymät rajattu.

Suojelluista luontotyypeistä soisia voivat olla esimerkiksi tervaleppämetsät ja sisämaan tulvametsät.

vat joissakin tapauksissa olla herkkiä vedenpinnan nousulle (luvut 8.8, 10.3, 10.7 ja 10.8).

Vedenpinnan nousu voi lisätä myös päältä ravinteiden määrää, jolloin lähde- ja lettolajit tai niukkaravinteisten soiden lajit voivat hävitä yleisemmille lajeille kilpailussa kasvutilasta. Parhaiten vedenpinnan nousua sietävät luhtaisuutta suosivat lajit.

Arvioidaan ennallistamisen vaikutukset lajeihin

Ennallistamissuunnitelmaan arvioidaan toimenpiteiden vaikutukset luonnonsuojelulailla (9/2023) suojeltuihin (tietolaatikko 24), uhanalaisiin ja silmälläpidettäviin lajeihin sekä muihin erityisesti huomioitaviin lajeihin, joihin toimenpiteillä voi olla myönteisiä tai haitallisia vaikutuksia.

Lajilähtöinen ennallistamissuunnittelu on huomattavasti pienipiirteisempää kuin ojitetun keskivertosuon ennallistamisen suunnittelu. Uhanalaisen tai muuten erityisesti huomioitavan lajin elinympäristön ennallistajan tulee tuntea hyvin soiden ennallistamisen yleiset menetelmät ja ekologiset lainalaisuudet, jotta hän pystyy soveltamaan menetelmiä lajin elinympäristön kaltaisella erityiskohteella.

Menetelmät harkitaan tarkasti ja toimenpiteet suunnitellaan erityisen huolellisesti. Toimenpiteistä pyydetään tarvittaessa kommentit lajiasiantuntijoilta ja ELY:stä (tietolaatikko 24). Erityishuomiota edellyttävän lajin elinmahdollisuudet eivät saa heikentyä ennallistamisen aiheuttaman häiriön vuoksi kestämättömän pitkäksi aikaa ennen kuin elinympäristön laatu alkaa parantua (ks. luku 10.3).

Tarvittaessa selvitetään lajiasiantuntijan kanssa, onko ennallistaminen lainkaan mahdollista, jos toimenpiteet vaikuttavat negatiivisesti uhanalaisen lajin esiintymään tai kasvupaikkaan. Joissain tapauksissa ennallistamisen vaiheistaminen tai lajin siirtäminen ennallistettavan suon sisällä saattaa pienentää esiintymän häviämisriskiä (tietolaatikko 27). Ennen toimenpidettä on varmistettava, onko kyseessä laji, jonka siirtämiseen vaaditaan poikkeuslupa ELY:stä (tietolaatikko 24).

Monimutkaisin tilanne lienee silloin, jos samalla alueella esiintyy useampaa uhanalaista tai muuten erityishuomiota vaativaa lajia, joiden ympäristövaatimukset ovat osittain ristikkäiset (ks. myös tietolaatikko 27). Jos yhtä lajia hyödyttävä toimenpide on haitallinen toiselle lajille, on punnittava ennallistamisen ja ennallistamatta jättämisen kokonaisedut ja -haitat:

- Miten uhanalaisia lajit ovat ja millaiset ovat niiden elinympäristövaatimukset.
- Millainen mahdollisuus lajeilla on säilyä ilman toimenpiteitä.
- Mitä lajien esiintymille todennäköisesti tapahtuu toimenpiteen seurauksena.
- Kestävätkö uhanalaisten lajien esiintymät ennallistamisen aiheuttaman häiriön.
- Voidaanko haitallisia vaikutuksia lieventää joidenkin tai kaikkien lajien kohdalla esimerkiksi ennallistamisen vaiheistamisella tai lajien siirrolla (tietolaatikko 27).

Esiintymälle tehdään seurantasuunnitelma

Erityisesti huomioitavien lajien esiintymille ennallistamisalueella tehdään seurantasuunnitelma. Lajiesiintymän tila kartoitetaan ennen toimenpiteitä. Muistiin merkitään

- arvio populaatiokoosta
- lajien ja yksilöiden tarkka sijainti tai laajojen esiintymien rajat
- elinympäristön tämänhetkinen laatu
- havaintojen keruumenetelmä.

Jos lajiseurannan halutaan osoittavan nimenomaan ennallistamisen vaikutukset, ennallistettavien kohteiden rinnalle tarvitaan vastaavanlaiset ojitetut ja luonnontilaiset kontrollit, joissa lajeja esiintyy mutta joissa ei tehdä toimenpiteitä.

Linnut

Suomen pesimälintulajeista valtaosa on luonnonsuojelulailla rauhoitettuja. Yksilöiden tappamisen lisäksi kiellettyä on pesien vahingoittaminen ja lintujen tahallinen häiritseminen. Myös rauhoittamattomat lintulajit ovat rauhoitettuja pesimäaikaan.

Ennallistamisalueella ja sen läheisyydessä olevat mahdolliset suurten petolintujen ja toistuvasti samaa pesää käyttävien lintulajien pesät selvitetään suunnitteluvaiheessa, koska ennallistamistoimenpiteet tulee ajoittaa jo kevättalvella alkavan pesimäkauden ulkopuolelle ja pitää huoli pesän suojavyöhykkeestä. Pesätietoja löytyy mm. Lajitietokeskuksen viranomaisportaalista (viranomaiset.laji.fi) sekä paikallistasolta lintutieteellisistä yhdistyksistä (Tiira-järjestelmä) ja harrastajilta. Laji.fi:n avoimen puolen käyttäjät voivat saada pesätietoja käyttöönsä tekemällä salassa pidettäviä aineistoja koskevan aineistopyynnön.

Jokihelmisimpukka ja muut veden laadun heikentymiselle herkät lajit

Niistä ennallistamisen vaikutusalueella olevista vesistöistä, joissa jokihelmisimpukan (*Margaritifera margaritifera*), lohikalojen tai muuten veden laadun muutoksille herkkien lajien esiintyminen on mahdollista, tulee lajien tarkat esiintymistiedot tarkastaa lajin suojelusta vastaavilta viranomaisilta ja huomioida ne ennallistamisen suunnittelussa ja toteutuksessa. Myös lyhytaikainen, koko vesistölle vähämerkityksinen kuormitus voi olla näille lajeille haitallista.

Veden laadun heikentymiselle herkät lajit on selvitettävä myös silloin, jos ennallistamisen yhteydessä, esimerkiksi ennallistamisalueelle kulkemiseksi, joudutaan ylittämään virtavesi koneella.

Vieraslajit

Jos suunnittelualueella esiintyy (haitallisia) vieraslajeja, niihin kohdistuvien toimenpiteiden tavoitteet ja tarvittavat toimenpiteet kuvataan suunnitemaan.

Petolintujen pesäpuut

Maakotkan (*Aquila chrysaetos*), merikotkan (*Haliaeetus albicilla*), kiljukotkan (*Aquila clanga*), pikkukiljukotkan (*A. pomarina*) tai sääksen (*Pandion haliaetus*) pesäpuu, jossa oleva pesä on toistuvasti käytössä ja selvästi nähtävissä, on rauhoitettu luonnonsuojelulailla.

Rauhoitetun pesäpuun suojavyöhykkeellä (noin 50 metrin etäisyydellä) tulee välttää muita kuin pesintää edistäviä välttämättömiä toimenpiteitä.

Esimerkiksi sääksen pesä ennallistamisalueen lähistöllä vaikuttaa ennallistamistöiden toteutukseen. Alle 500 metrin etäisyydellä asutusta pesästä ei työskennellä sääksen pesimäkaudella eli huhtikuun alun ja syyskuun puolivälin välisenä aikana, jotta töillä ei häiritä linnun pesintää.

6.2.4 Kulttuuriympäristöjen huomioiminen

Kulttuuriympäristö on ihmisen ja luonnon vuorovaikutuksesta syntynyt ja muotoutunut ympäristö. Se muodostuu arkeologisista jäännöksistä, rakennuksista, kulttuurimaisemasta ja perinneluontotyypeistä. Osa arkeologisista jäännöksistä on muinaismuistolailla (295/1963) suojeltuja muinaisjäännöksiä. Muinaismuistolain uudistaminen on parhaillaan käynnissä.

Soiden ennallistamisen suunnittelualueen tiedossa olevat arkeologiset kohteet, suojellut rakennukset ja valtakunnallisesti merkittävät alueet ja kulttuuriympäristöt tarkastetaan Museoviraston ylläpitämästä Kulttuuriympäristön palveluikkunasta. Likimainkaan kaikkia soiden kulttuuriympäristökohteita ei ole kuitenkaan vielä inventoitu, eivätkä ne siksi löydy Kulttuuriympäristön palveluikkunasta. Ennallistamisen suunnittelun maastotöiden yhteydessä onkin muistettava myös itse havainnoida mahdollisia kohteita.

Soiden turvekerrosten kosteissa ja hapettomissa olosuhteissa orgaaniset ainekset säilyvät pitkään. Soilta on siis mahdollista paikantaa jopa tuhansia vuosia vanhoja orgaanisen aineksen löytöjä, kuten muinaissuksia tai kalastusrakennelmia. Lisäksi soihin liittyy runsaasti aineetonta kulttuuriperintöä.

Soiden kulttuuriympäristöä on esitelty tarkemmin aiemmassa ojitettujen soiden ennallistamisoppaassa (Rautiainen & Jansson 2013, ks. myös Tikkanen & Kankkunen 2020). Kosteikkoarkeologista tutkimusta on tehnyt Koivisto (2017), ja tietoa on koottu myös Suomen Ramsar-kosteikkojen kulttuuriperinnöstä (Tuovinen 2018).

Myös soita ympäröivillä kangasmailla ja soiden keskellä olevissa kivennäismaasaarekkeissa voi olla monenlaisia kulttuuriympäristökohteita (Jansson 2011). Ne on huomioitava koneiden kulkureittejä suunniteltaessa.

Vinovalo- tai rinnevarjoste eli maanpinnan korkeusmalli saattaa paljastaa ennestään tuntemattomia arkeologisia jäännöksiä, esimerkiksi tervahautoja, hiilimiiluja, patoja, kenttälinnoitteita tai turpeennostoalueita. Myös historiallisilta ilmakuvilta erottuvat turpeennostoalueet, rakennukset ja pellot. Vanhojen peruskarttojen avullakin voi päästä alueen kulttuuriympäristön jäljille.

Kulttuuriympäristötiedon lähteitä

- maastohavainnot
- kartta.museoverkko.fi
- rinnevarjoste (paikkatietoikkuna.fi)
- historialliset ilmakuvat (paikkatietoikkuna.fi)
- vanhat peruskartat (vanhatkartat.fi).

Toimiminen kulttuuriympäristökohteen lähellä

Jos suunnittelualueella tai koneiden kulkureitillä on tunnettu arkeologinen jäännös tai muu kulttuuriympäristökohde, ennallistamisen suunnitteluun osallistetaan kulttuuriympäristön asiantuntija heti suunnittelun alkuvaiheessa.

Kulttuuriympäristön asiantuntijaan ollaan yhteydessä myös silloin, jos ennallistamisalueelta tai koneiden kulkureitiltä havaitaan suunnittelun maastotöiden yhteydessä ihmisen tekemä vanha rakenne tai muita vanhan maankäytön merkkejä.

Kulttuuriympäristö ennallistettavalla alueella ei ole automaattisesti esteenä ennallistamiselle (kuva 17). Työketjusta tulee kuitenkin tunnistaa kohteen säilymiselle kriittiset vaiheet, kuten turpeen kaivaminen ja työkoneiden siirto ja ajoreitit (Rautiainen & Jansson 2013).

Mikäli ennallistettavalla suolla tai sen reunoilla on kiinteitä muinaisjäännöksiä, pyydetään ennallistamissuunnitelmasta lausunto alueelliselta vastuumuseolta. Suunniteltujen ennallistamistoimenpiteiden tekeminen saattaa edellyttää maastotarkastusta, jossa kohteen rajausta tarkennetaan.

Tiedon tunnetuista kohteista, niiden tarkasta paikasta ja huomioimisesta töiden aikana tulee siirtyä ennallistamisen suunnittelijalta käytännön työn tekijöille. Erityisesti kaivinkoneen kuljettajalla tulisi olla käsitys, millaisia kulttuuriympäristöjä soilta voi löytyä ja miten niiden kohdalla toimitaan. (Rautiainen & Jansson 2013).

Jos turpeesta paljastuu esimerkiksi selvästi ihmisen työstämää puuta tai muita kulttuuriperintöön viittaavia jäännöksiä, tulee kaivaminen keskeyttää välittömästi ja ottaa yhteyttä kulttuuriympäristön asiantuntijaan, esimerkiksi alueelliseen vastuumuseoon (museovirasto.fi).



Kuva 17. Kotitarveturpeen kuivatusta varten pystytetyt teroitetut kepit on helppo havaita maastossa, vaikka turpeennostosta ei muita jälkiä enää olisikaan näkyvissä. Ilomantsi, 2024. Kuva: Maarit Similä.

6.2.5 Muut selvitykset

Pohjavesialueet ja pohjavedet

Ennallistamisalueen sijainti suhteessa pohjavesialueisiin tarkastetaan esimerkiksi paikkatietoikkuna.fi-palvelusta tai muusta paikkatiedosta.

Pohjavesien muodostumisalueiden soiden ennallistamisen suunnittelua ja toteutusta käsitellään tarkemmin tämän oppaan luvussa 8.6.

Ennallistamisesta ei saa aiheutua pohjaveden pilaantumista tai sen vaaraa (YSL 527/2014, 17 §).

Vedenottamoiden lähellä toimittaessa selvitetään mahdolliset lisärajoitukset, jotka voivat vaikuttaa ennallistamisen toteutukseen. Tarvittaessa tiedotetaan vedenottajaa ennallistamistoimenpiteistä ja noudatetaan vedenottajan tai kunnan viranomaisen vaatimuksia huomioitavista seikoista.

Happamat maat

Happamien sulfaattimaiden esiintymisen mahdollisuus on otettava huomioon erityisesti Pohjanlahden rannikkoalueen soiden ennallistamista suunniteltaessa sekä mustaliuskealueilla (tietolaatikko 29).

Retkeilyreitit ja -rakenteet

Retkeilyreitit säilytetään kulkukelpoisina myös vedenpinnan noustessa (kuva 18). Metsähallituksen ylläpitämät reitit sekä osa kaupunkien ja kuntien ylläpitämistä reiteistä näkyy retkikartta.fi- tai luontoon-palvelussa.

Paikallisten vakituisesti käyttämät polut eivät välttämättä näy edes peruskartalla. Nämä on myös syytä huomioida ennallistamisen suunnittelussa ja toteutusvaiheessa.



Kuva 18. Ilomantsin Koitajoen suojelualueella pitkosreitti johtaa ennallistetun Juurikkasuon läpi. Kuva: Maarit Similä.

Teiden käyttöoikeudet ja koneiden kulkureitit

Alueelle kulkemista varten selvitetään teiden käyttöoikeudet sekä hankitaan tarvittaessa tienkäyttölupa.

Jos suunnittelualueella oleva metsäautotie tai osa siitä olisi tarpeen poistaa suon vesitalouden ennallistamiseksi, selvitetään ensin tien omistussuhteet, mahdolliset rasitteet ja käyttöoikeudet. Niiden perusteella selviää, onko tien katkaiseminen tai poistaminen ylipäätään mahdollista.

Koneiden kulkureitit tieltä ennallistettavalle suolle suunnitellaan mahdollisuuksien mukaan olemassa olevien ajourien tai aukkopaikkojen kautta siten, että koneiden kulkemisesta aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa. Kulkureitistä ja mahdollisista korvauksista sovitaan maanomistajan kanssa.

Yhteiskunnan infrastruktuuri

Ilmajohtojen paikat selvitetään ja merkitään työmaakartoille, jotta koneiden kuljettajat osaavat varoa niitä.

Etenkin eteläisessä Suomessa maa- ja suoperässä saattaa olla vesijohtoja, energia- ja tietoliikenneverkkoja sekä kunnallis- ja yhdyskuntatekniikkaa, joka on huomioitava ennallistamisen toteutusvaiheessa.

Sähkö- ja datakaapelit kaivetaan nykyisin pääosin teiden varsille. Johtotietopankin (johtotietopankki.fi) kautta voi selvittää alueen maahan kaivetut johdot ja kaapelit. Kaivulupa.fi-palvelusta niille voi tilata myös näytön.

Vesijohdot on yleensä merkitty maastoon esimerkiksi alumiiniputkin. Vesijohdon tarkemmat paikat selviävät kunnalta tai vesilaitokselta.

Ympäristövaikutusten arviointi (YVA)

Erityisen laajojen ennallistamishankkeiden suunnitteluvaiheessa voi syntyä tarve keskustella YVA-tarpeesta ELY-keskuksen kanssa. Suuret ennallistamishankkeet voisivat rinnastua ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain (252/2017) hankeluettelon 2f-hankkeisiin (yli 200 hehtaarin laajuisen, yhtenäiseksi katsottavan alueen metsä-, suo- tai kosteikkoluonnon pysyväisluonteinen muuttaminen toteuttamalla uudisojituksia tai kuivattamalla ojittamattomia suo- ja kosteikkoalueita, poistamalla puusto pysyvästi tai uudistamalla alue Suomen luontaiseen lajistoon kuulumattomilla puulajeilla), jolloin voi syntyä tarve selvittää YVA-yksittäistapauspäätöksen tarve.

Vaikka ennallistamishankkeiden vaikutukset eivät lähtökohtaisesti ole rinnastettavissa YVA-lain hankeluettelon 2f-kohdassa mainittujen hankkeiden vaikutuksiin eivätkä ne siten yleensä vaadi YVA-menettelyä, YVA-menettelyä voidaan kuitenkin soveltaa YVA-lain 3 §:n 2 momentin nojalla yksittäistapauksessa myös muihin kuin hankeluettelossa mainittuihin hankkeisiin.

Kaavamääräykset

Kaavamääräykset ja mahdollinen maisematyöluvan tarve tarkastetaan toimenpiteiden suunnittelua aloitettaessa. Asema- ja yleiskaavat löytyvät suunnittelukohteen sijaintikunnasta, maakuntakaavat kyseisen maakuntaliiton sivuilta.

6.2.6 Vesilain mukaiset luvat ja muun vesiä koskevan lainsäädännön huomioiminen

Soiden ennallistamisen haitalliset vesistövaikutukset ovat yleensä tilapäisiä. Ennallistamisella voi kuitenkin olla sellaisia vesistövaikutuksia, joista annetun lainsäädännön vaatimukset on huomioitava ennallistamista suunniteltaessa ja soita ennallistettaessa. Nämä vaikutukset on suunnittelijan osattava tunnistaa ja tarvittaessa suunnitteluapua on haettava esimerkiksi ELY-keskuksen asiantuntijoilta.

Pienvesiä ja niiden lähiympäristöjä turvaavat monet lait. Niistä tärkeimpiä ovat vesilaki, metsälaki, ympäristönsuojelulaki ja luonnonsuojelulaki (Tolonen ym. 2019). Pienvesiä koskevaa lainsäädäntöä on avattu kattavasti Pienvesioppaan luvussa 3 (Tolonen ym. 2019).

Lisäksi huomioidaan vesienhoidon toimenpideohjelmat (ELY-keskus 2021).

Ennallistamisen vesistövaikutusten vähentämistä mm. ennallistamistoimia porrastamalla ja vesiensuojelutoimenpiteiden avulla suunnitellaan tarvittaessa yhteistyössä ELY-keskusten asiantuntijoiden kanssa. Vaikutusten mittakaavan varmistaminen saattaa edellyttää vesistökuormituksen seurantaa ennen hanketta ja riittävän pitkään ennallistamisen jälkeen.

Soiden ennallistamisen yhteydessä yleisimpiä tilanteita, joissa on tarpeen pyytää ELY-keskukselta arviota vesilain mukaisen luvan tarpeesta, ovat suolla olevan vesistön keskivedenkorkeuden nosto (kuva 19) sekä ojituksilla tai perkauksella muutetun noron tai puron ennallistaminen, jos uomaan on alkanut palautua luontaisen puron piirteitä.

Vesilain määritelmät ovat tulkinnanvaraisia, joten muutetun noron tai purouoman kohdalla on harkittava, onko uoma luonnontilaistunut siinä määrin, että se voitaisiin tulkita luonnontilaiseksi ja siksi muuttamiskiellon alaiseksi uomaksi. Uoma voitaneen tulkita luonnontilaisen kaltaiseksi, jos se on alkanut luontaisesti mutkitella umpeenkasvun tai eroosion seurauksena ja siinä on muita edustavia rakennepiirteitä ja lajistoa.

Valvontaviranomainen ratkaisee luvantarpeen tapauskohtaisesti. Lakien noudattamisen varmistamiseksi kaikista pienvesiin vaikuttavista ennallistamishankkeista pyydetään ELY-keskuksen kommentti tai lausunto, ellei organisaatioiden välillä ole toisin sovittu.

Vesilain huomioiminen

Vesilaki koskee vesitaloushankkeita, jotka voivat vaikuttaa pinta- tai pohjaveteen, vesiympäristöön, vesitalouteen tai vesialueen käyttöön.

Soiden ennallistamisessa huomioitavia vesilain kohtia ovat lähinnä

1) luonnontilaisten (järvi, lampi, joki, puro) tai keinotekoisten (tekojärvi, kanava) vesistöjen (1 luku 3 §) asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta tai virtaamaa, rantaa tai vesiympäristöä muuttava toiminta (3 luku 2 §)
2) mahdollinen luonnontilaisen enintään kymmenen hehtaarin suuruisen fladan, kluuvijärven tai lähteen taikka muualla kuin Lapin läänissä sijaitsevan noron tai enintään yhden hehtaarin suuruisen lammen tai järven luonnontilan vaarantaminen (2 luku 11 §)
3) aina luvanvaraisina vesitaloushankkeina sellaiset, joiden seurauksena on maa-alueen muuttaminen pysyvästi vesialueeksi vesistön vedenkorkeutta nostamalla (3 luku 3 § kohta 5), kuten lampien vedenpinnan nosto tai altaiden patoaminen vesistöön, esim. puroon sen luonnontilasta riippumatta.

Lammen vedenpinnan nostaminen

Lampien keskivedenkorkeuden pysyvä nostaminen on yleinen seuraus tai tavoite soita ennallistettaessa. Lammen pinnan nosto aikaisemmalle, luonnontilaiselle tasolle on vesistön aikaisemman tilan palauttamista, mutta koska kyseessä on kuitenkin vakiintuneen maa-alueen muuttaminen pysyvästi vesialueeksi, on kyseessä vesilain mukaan luvanvarainen hanke.

Vesilain lupaviranomainen on aluehallintovirasto ja valvontaviranomainen alueellinen ELY-keskus. ELY-keskus (jatkossa Lupa- ja valvontavirasto) arvioi vesilain mukaisen luvan tarpeen.

Vesilain mukaisen luvan lisäksi nostamiseen tarvitaan suostumus alueen omistajilta. Vedenpinnan nostoluvan edellytyksenä on, että vähintään kolme neljännestä veden alle jäävän maa-alueen omistajista on antanut kirjallisen suostumuksensa vedenpinnan nostamiseen tai että luvanhakija hallitsee enempää kuin puolta veden alle jäävistä maa-alueista.

Alueen omistajien suostumusta ei kuitenkaan tarvita, jos keskivedenkorkeuden muuttamista vaatii yleinen etu, esimerkiksi luonnonsuojelu (vesilaki 6 luku 5 §).

Jos maa-alue on Metsähallituksen Luontopalvelujen hallinnassa ja toiminta luonnonsuojelun edun vaatimaa, nostoon ei tarvita mahdollisten muiden vesialueen omistajien suostumusta.



Kuva 19. Lieksalaisella suojelualueella lampien keskivedenkorkeus nousi, kun peratut purot lampien välillä padottiin suon ennallistamisen yhteydessä. Kuva: Maarit Similä.

Ojitusyhteisöt

Ennallistettava suo voi olla alueella, jonka kuivattamiseksi on perustettu ojitusyhteisö. Ojitusyhteisöillä on vesilain mukaan ojaston kunnossapitovelvollisuus, jota ei saa ennallistamistoimenpiteillä haitata. Yhteisön päätösvaltaa käyttää yhteisön kokous (Leppiniemi 2014).

Ojitusyhteisön ojien kunnossapitovelvollisuus tai koko ojitusyhteisö on mahdollista purkaa ojitustoimituksella, jos yhteisölle ei ole enää tarvetta. Ojitustoimituksen tekee ELY-keskus (jatkossa Lupa- ja valvontavirasto).

Ojitusyhteisöt voi tarkistaa ELY-keskusten Ojitusyhteisöt-karttapalvelusta tai, koska kaikkia ojitusyhteisöjä ei ole vielä digitoitu karttapalveluun, suoraan alueellisesta ELY-keskuksesta.

Osa ojitusyhteisöistä on ”uinuvia”. Niiden kohdalla voi olla mahdollista, että maanomistaja ei tiedä maidensa olevan osa ojitusyhteisöä.

Ojitusyhteisön alueella olevan suon ennallistamista suunniteltaessa tulee olla yhteydessä ojitusyhteisöön ja tarvittaessa ELY-keskukseen, joka voi arvioida tarpeen vesilain (587/2011) 31 §:n mukaiselle ojitustoimitukselle.

Vesienhoitosuunnitelmien huomioiminen

Vesipolitiikan puitedirektiivillä (VPD) (2000/60/EY) ja sen toteuttamiseksi säädetyllä kansallisella lailla vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004, merenhoidon osalta muutettu lailla 908/2020) sekä direktiivin toimeenpanoa ohjaavalla valtakunnallisella vesienhoitosuunnitelmalla ja kahdeksalla alueellisella vesienhoitosuunnitelmalla pyritään vesien hyvän ekologisen tilan saavuttamiseen ja ylläpitämiseen.

Kuuden vuoden suunnittelukauden käsittävissä vesienhoitosuunnitelmissa (Suomen ympäristökeskus 2025) kuvataan kahdeksan vesienhoitoalueen alueellisia tavoitteita vesistöjen tilan ylläpitämiseksi ja parantamiseksi. Tarkemmin tavoitteet kuvataan ELY-keskuskohtaisissa vesienhoidon toimenpideohjelmissa.

Vesienhoidon tavoitteet tulevat ennallistamisen yhteydessä huomioitaviksi lähinnä siinä tapauksessa, että ennallistamisen vaikutusalueella sijaitsee vesistö, joka on tyypitelty vesimuodostuma ja muodostuman ekologinen tila on arvioitu.

Erinomaisiksi tai hyviksi arvioitujen vesien tilaa ei saa vesipuitedirektiivin mukaan heikentää, mikä on huomioitava erityisesti mittavan ennallistamishankkeen suunnittelussa ja toteutuksessa.

Vesilaki (587/2011) ja ympäristönsuojelulaki (527/2014) sisältävät vesipolitiikan puitedirektiiviä yksityiskohtaisempia säädöksiä, jotka on huomioitava soita ennallistettaessa.

Lisäksi on huomioitava vesien omistus, sillä vesistö saattaa kuulua osakaskunnalle, jossa voi olla jopa satoja osakkaita.

Osakaskunnat

Vesialueilla on Suomessa kolmenlaisia omistajia: yleiset vesialueet kuuluvat valtiolle, yhteisiä vesialueita hallinnoivat osakaskunnat ja lisäksi on yksityisiä vesialueita.

Suomessa osakaskuntia on yli 20 000 (Kalatalouden keskusliitto 2025). Järjestäytyneellä osakaskunnalla on vahvistetut säännöt ja sääntöjen mukaiset kokoukset. Järjestäytymätön osakaskunta kokoontuu tarpeen mukaan.

Osakaskunta päättää ja voi tehdä sitoumuksia yhteistä aluetta koskevissa asioissa. Osakaskunnan asioista päättää viime kädessä osakaskunnan kokous.

Ympäristönsuojelulain huomioiminen

Ympäristönsuojelulaki suojaa ympäristöä, esimerkiksi pohjavesiä, sitä pilaavalta toiminnalta ja vesitalousasioissa lähinnä vesistöjen vedenlaatua.

Vesistön määritelmä on vesilain (587/2011) mukainen.

Lain tavoitteena on, että haitalliset vaikutukset ehkäistään ennakolta varovaisuus- ja huolellisuusperiaatteita, parasta käyttökelpoista tekniikkaa ja käytäntöjä soveltaen ja että hankkeen toteuttaja vastaa ympäristöhaittojen ennaltaehkäisystä, rajoittamisesta ja mahdollisesta poistamisesta. Ennallistamishankkeissa vesistön pilaamisriskiä tulee arvioida erityisesti ennallistamisen kiintoaine- ja ravinnekuormituksen osalta.

Ennallistamisalueelta hankkeen toteutusvaiheessa virtaavaa vettä voidaan pitää lain määritelmän mukaisena jätevetenä (ympäristönsuojelulaki 1 luku 3 §), josta voi aiheutua ympäristön pilaantumista. Ympäristönsuojelulain 27 §:n mukaan toimintaan (myös ennallistamiseen) tarvitaan ympäristölupa, jos toiminnasta saattaa aiheutua vesistön pilaantumista eikä kyse ole vesilain mukaisesta hankkeesta (esimerkiksi vedenkorkeuden pysyvästä muuttamisesta).

Ympäristönsuojelulain lupaviranomainen on aluehallintovirasto ja valvontaviranomainen alueellinen ELY-keskus. Vesistöä pienemmän uoman pilaantumisvaaran edellyttämän luvan myöntää kunnan ympäristöviranomainen. Lupa tarvitaan, jos ennallistamisalueelta johdetut (jätevedeksi tulkittavat) vedet saattavat aiheuttaa ojan, lähteen tai vesilain suojaaman noron pilaantumista.

Käytännössä ympäristön pilaaminen voidaan ehkäistä ennallistamisen huolellisella suunnittelulla ja vesiensuojelutoimin, mutta erityisesti isojen ennallistamistyömaiden yhteydessä on syytä varmistaa, etteivät pilaamiskriteerit täyty.

6.3 Ennallistamistoimenpiteiden suunnittelu

Ennallistamistoimenpiteet tulee suunnitella valuma-aluelähtöisesti (tietolaatikko 22), vaikka ennallistamista tarvittaisiin vain pienellä osalla tai vaikka voitaisiin toistaiseksi toimia vain pienellä osalla valuma-aluetta.

Jos toimenpiteet aloitetaan valuma-alueen jostain kolkasta, mutta valuma-alueen ennallistamiselle voidaan määritellä myös pitemmän aikavälin tavoite, ensimmäiset toimenpiteet eivät saa hankaloittaa mahdollisia myöhempiä toimenpiteitä.

Ennallistettavan suoalueen lähtötilanteen, nykytilan ja maankäytön perusteella määritellään, missä ennallistamista tarvitaan, mitkä toimenpiteet ovat mahdollisia ja mitkä osat joudutaan jättämään ennallistamatta.

Ennallistamiselle voidaan miettiä erilaisia toimenpidevaihtoehtoja, joista lopuksi valitaan toteuttamiskelpoisimmat.

Yleisimpiä suon ennallistamiseen liittyviä toimenpiteitä ovat

- ojalinjojen raivaus (luku 7.2)
- puuston poisto tai haihduttavan puuston vähentäminen kaulaamalla (luku 7.3)
- ojien tukkiminen ja patoaminen sekä vesien ohjaaminen (luku 7.4).

Toimenpidealueiden lisäksi selvitetään alueet, joihin ennallistamisen välittömät vaikutukset ulottuvat, vaikka niillä ei tehtäisikään toimenpiteitä.

Jos suunnitelma on tarkoitus toteuttaa vaiheittain, toimenpiteille esitetään toteutus- tai tärkeysjärjestys.

6.3.1 Vesitalouden palauttaminen

Suon vesitalouden ennallistaminen edellyttää, että suolle pystytään ohjaamaan sinne kuuluvat vedet suon valuma-alueelta (tietolaatikko 22).

Ennallistamista suunniteltaessa selvitetään, mikä vedenpinnan taso suon eri osille on mahdollista palauttaa. Jos palautetaan

avosuota, vedenpinta pitää saada korkealle. Jos palautetaan puustoista suota – tai suo jää ennallistamisen jälkeenkin talouskäyttöön – vedenpinnan tulee jäädä sopivalle syvyydelle.

Luontaisen kaltainen vesitalous palautetaan nostamalla suovedenpinnan tasoa, hidastamalla veden virtausta ja ohjaamalla vedet virtaamaan ennallistamisen tavoitteiden kannalta oikeaan suuntaan.

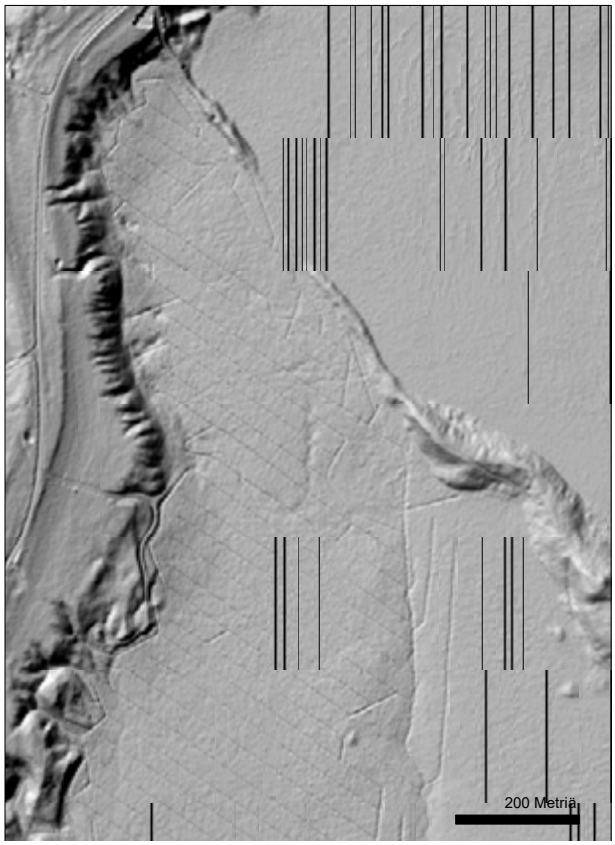
Käytännön ennallistamistyötä suunniteltaessa selvitetään

- ojien syvyys, leveys ja toiminta
- täyttömateriaalin saatavuus
- suon alkuperäiset vesiuomat (kuva 20)
- tarvittavien patojen koko ja pintavallien pituus
- suon kantavuus konetyön kannalta (vaihtoehtona talvityö)
- raskaan kaluston kulkureitit alueella ja teillä
- voidaanko henkilötyöllä saada riittäviä vaikutuksia, jos konetyö ei onnistu.

Vesi ei saa ennallistamisen seurauksena nousta naapurikiinteistöllä, ellei siitä ole sovittu kiinteistön omistajan kanssa. Mahdollisen vettymishaitan laajuuden ja suuruuden määrittely vaatii usein tarkkoja korkeustietoja (tietolaatikko 23).

Naapurikiinteistön puolelle ulottuvasta vedennoususta voidaan neuvotella kiinteistön omistajan kanssa. Ennallistamisessa voidaan edetä vain, jos ennallistamiseen saadaan kaikkien haittaa kärsivien naapurikiinteistöjen omistajien kirjallinen suostumus, jossa määritellään mm. suunnitellut toimenpiteet sekä toimenpiteistä seuraavien haittojen laajuus ja suuruus.

Jos ennallistaminen ei ole mahdollista siksi, että se aiheuttaisi vettymishaittaa naapurikiinteistöllä, selvitetään, millaista hyötyä saadaan olemassa olevan rajauksen mukaisesta ennallistamisesta. Erityisen tarkoin puolinaisen ennallistamisen hyödyt ja haitat on mietittävä uhanalaisten tai harvinaisten luontotyyppien ja lajien kohdalla.



Kuva 20. Rinnevarjosteesta voi olla hyötyä esimerkiksi ojien syvyyden arvioinnissa, suon alkuperäisten notkelmien ja vesiuomien paikantamisessa sekä oikaistuun puroon tarvittavien patojen paikkojen hahmottelemisessa. © Maanmittauslaitos 2025.

Korkeustieto suunnittelun apuna

Soiden ennallistamisen keskeinen lähtökohta on tieto maan- ja vedenpinnan korkeustasoista. Niiden avulla mitoitetaan toimenpiteet tavoitteiden mukaisiksi ja arvioidaan toimenpiteiden vaikutukset. Suon ennallistamisen suunnittelijan tehtäviin kuuluu arvioida, milloin riittää karkea, esimerkiksi peruskartoilta näkyvä korkeustieto ja milloin tarvitaan tarkempaa tietoa.

Tarkkaa korkeustietoa tarvitaan, kun selvitetään toimenpiteiden oikeaa mitoitusta, ennallistamisen mahdollisia haitallisia vaikutuksia ennallistettavan alueen ulkopuolelle tai haittojen välttämistä (tietolaatikko 23). Tarkalla korkeustiedolla saadaan vastauksia esimerkiksi näihin kysymyksiin:

- Missä kohtaa pato tai ojan tukkimisen aloitus ei nosta vettä naapurikiinteistöllä?
- Kuinka pitkät pintavallit tarvitaan painuneen ojan poikki, jotta vesi ohjautuu haluttuun suuntaan?
- Onko alueella alkuperäisiä uomia, kuten kuivuneita luonnonpuroja, joihin vesi voidaan ohjata?
- Onko alueella uomia tai notkelmia, joihin vesi ei saa päästä virtaamaan ennallistamisen jälkeen?
- Kuinka laajoja ja syviä lammikoita patojen taakse muodostuu?

Laserkeilauksella kerättyä korkeustietoa on saatavilla Maanmittauslaitoksen sivuilta maksuttomana (korkeusmalli 2 m, asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/tiedostopalvelu) ja maksullisena (tietolaatikko 23).

Tarkinkaan korkeustieto ei poista kuitenkaan ennallistamisen suunnittelun maastotöiden tarvetta.

Maastotyökaluja korkeuserojen mittaamiseen ovat esimerkiksi vaaituslaite, tasolaser ja tarkat satelliittipaikannuslaitteet avustepalveluineen (GNSS) (Maanmittauslaitos 2025).

Vesitalouden ennallistamisen menetelmät

Parhaaksi ja tehokkaimmaksi suon ennallistamismenetelmäksi on osoittautunut ojien täyttäminen ja patoaminen kaivinkonetyönä (ks. muistilista 3, kuva 21, luku 7.4).

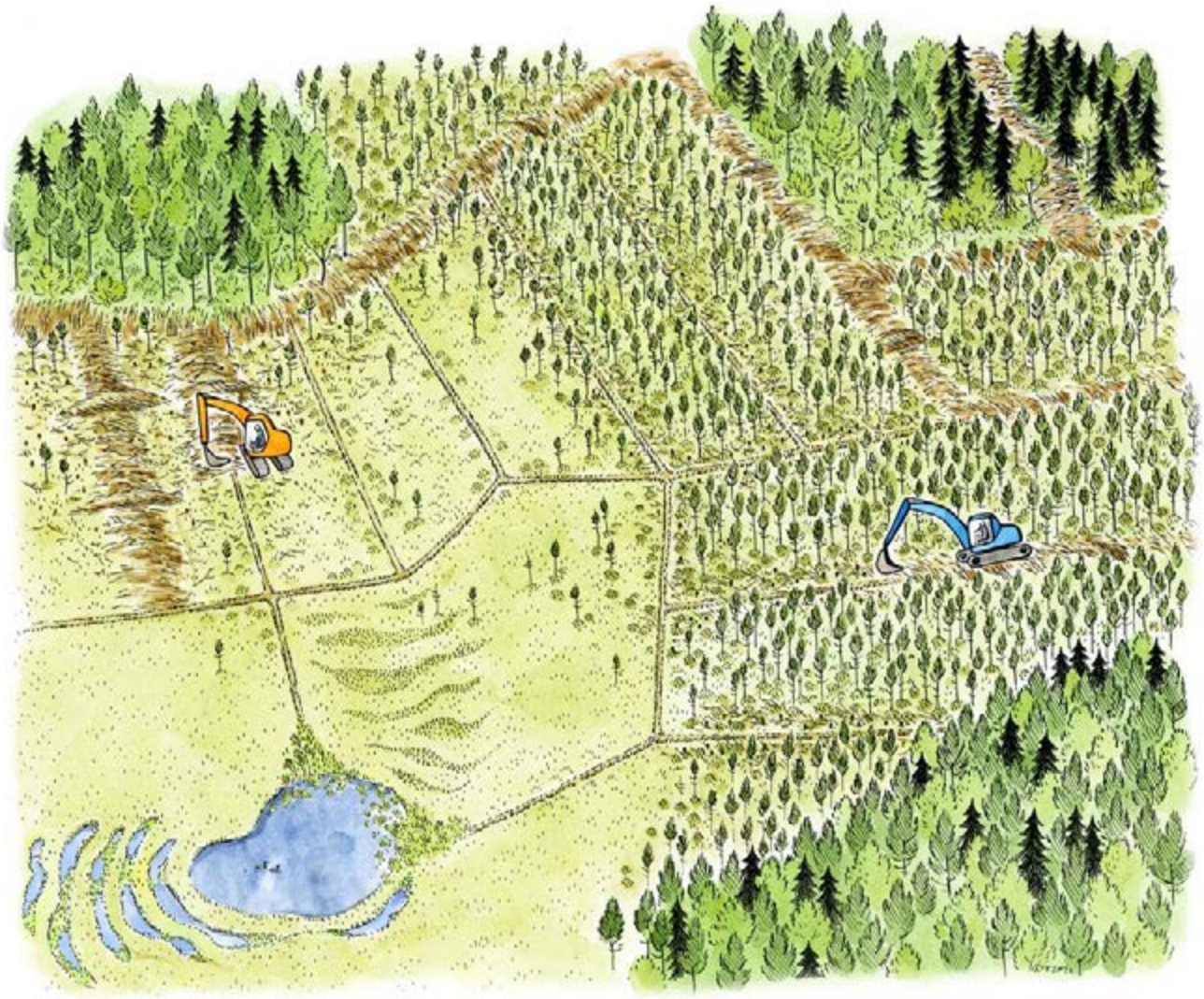
Sulan maan aikaan työ on vaivattominta ja nopeinta, mutta märimmät kohteet saattavat kantaa koneen vasta maan ollessa roudassa tai kun lumikerros suolla on sopivan paksu.

Lajistollisesti arvokkaimmat tai kaivinkoneelle muuten soveltumattomat kohteet ennallistetaan käsityönä (luku 7.4.2).

MUISTILISTA 3.

Muistilista kaivinkonetyön suunnitteluun

- teiden käyttöoikeudet, sopimus yksityisen tien käytöstä
- siltojen painorajoitukset
- koneen kulkureitit tieltä tukittaville ojille
  - kulkulupa naapurikiinteistöltä
  - olemassa olevat ajourat
  - ylitettäviin ojiin puuniput (poistetaan lopuksi)
- kulkureittien raivaustarve
- ojalinjojen raivaustarve
- ojalinjojen hakkuutarve (korjuukalusto ojan toisella puolella, ura noin 4 m)
- märkien kohtien kantavuus (turpeen syvyys selviää rassilla)
- heikosti kantavat kohdat tarvittaessa talvityöksi
- työmaaohje:
  - missä ennallistetaan
  - mitä tehdään
  - milloin toimenpiteet voi tehdä
  - kohteen erityispiirteet: mm. ojalinjapuuston koko (jos raivataan giljotiinilla), ojien koko, kivisyys
  - kulkureitit tieltä tukittaville ojille
  - sähkö- ja puhelinlinjat
  - vaaran paikat.



Kuva 21. Kustannusvaikuttavin ennallistamiskeino on yleensä ojien täyttäminen ja patoaminen kaivinkonetyönä. Kuva: Tupu Vuorinen.

Ojien tukkimisen yhteydessä vettä ohjataan mahdollisimman lähelle alkuperäisiä virtaussuuntia ja -olosuhteita.

Suunnitteluvaiheessa on tärkeä tunnistaa laajojen alueiden vedenkorkeutta säätelevien kynnysten (esimerkiksi kivennäismaakynnysten tai jännemuodostumien) sijainnit, jotka ennallistamalla vedenpinta saadaan sopivalle tasolle. Kynnysten ennallistamismahdollisuudet tarkastetaan maastossa.

Korkeusmalleista tai maastossa mittaamalla varmistetaan kohta, josta ojan tukkiminen voidaan aloittaa ilman vaaraa suunnittelualueen ulkopuolisen alueen vettymisestä.

Suo pyritään yleensä ennallistamaan yhdellä kaivinkoneen käynnillä. Isojen alueiden ennallistaminen voidaan kuitenkin jakaa esimerkiksi vesiensuojelusyistä useamman vuoden ajalle (luku 6.4). Myös esimerkiksi lettoja, lähteitä ja tihkupintoja ennallistettaessa veden laadun äkillisten muutosten välttäminen onnistuu usein parhaiten porrastamalla toimenpiteet pitemmälle ajalle.

Erityyppisten soiden ennallistamisen suunnittelun ja toteutuksen erityispiirteistä on luvussa 8, pelkistettyjä ennallistamismenetelmän valinnan vaihtoehtoja on koottu taulukkoon 1 ja luvussa 10 on käytännön esimerkkejä erityyppisten soiden ennallistamisesta. Liitteessä 3 on vaiheittaisia ideoita ennallistamisen erilaisiin toteutuspulmiin ja mahdollisuuksiin.

Taulukko 1. Ennallistamismenetelmän valinnan vaihtoehtoja tiivistetysti. Sopivan menetelmän ratkaisevat suon ennallistamiselle asetettu tavoite sekä ennallistettavan suon ominaispiirteet.

Lähtötilanne	Ennallistamiskeino	Muuta huomioitavaa
Vain vähän viettävä suo	Ojat tukitaan. Veden ohjaamiseksi tehdään säännöllisin välein patoja pintavalleineen.	Hyödynnetään veden ohjaukseen luontaiset notkot ja uomat koko täyttömatkalla. Padot tehdään jänteiden tai kermien kohdalle. Patojen väliksi enintään 50 metriä.
Märkä rimpineva	Järeät turvevallit sopiviin kohtiin.	Avorimmet ovat lajistolle arvokkaita ja vähenevät jatkuvasti. Niiden ennallistaminen edellyttää yleensä poikkeuksellisen isoja patoja vain vähän viettävälläkin suolla.
Hienojakoinen maa tai runsasvetinen oja	Oja tukitaan ja padotaan. Padot vahvistetaan puulla ja hienojakoinen patoaines myös kankaalla.	Varmistetaan vedelle kulkureitti haluttuun suuntaan siten, että patojen rikkoutumisen vaaraa ei ole.
Suuret ja syöpyneet ojat, pula oja- tai täyttömaista	Padotaan oja. Padot vahvistetaan tarvittaessa suodatinkankaalla, puulla (tai jopa murskeella).	Patojen yläpuolelta vesi ohjataan haluttuun suuntaan, etteivät vesimäärä ja veden paine riko patoa.
Navero-ojat	Tehdään naveroidun alueen poikki patolinjoja. Navero kaivetaan auki tehtävän padon kohdalta ja padotaan sitten tiiviisti.	Varmistetaan, että alue kantaa koneen tai tehdään padot käsityönä. Varmistetaan, että kaikki naverot tulevat tukittua. Naveroita voi olla jopa muutaman metrin välein.
Lähteet, lähdenorot ja muut erikoiskohteet	Padotaan tarvittaessa käsityönä.	Lajisto on usein ”erityistä”, mikä on huomioitava sekä suunnittelussa että toteutuksessa.

Padot ja pintavallit

Mitä suurempi vesimäärä ennallistettavan suon kautta virtaa, sitä tärkeämpää on mitoittaa padot ja pintavallit oikein. Patojen ja pintavallien kokoa suunniteltaessa on huomioitava ilmastonmuutoksen lisäämä sadanta ja tulvakausien lisääntyminen.

Suunnitteluvaiheessa selvitetään, miten vesimassat ohjataan purkautumaan ojien tukkimisen ja patoamisen yhteydessä haluttuun suuntaan niin, että kaivinkonetyön jäljiltä aluksi hyvin eroosioherkät padot ja pintavallit kestävät, kun vedenpinnan taso nousee.

- Joissain tapauksissa, esimerkiksi hienojakoisella maalla tai viettävissä, runsasvetisissä suonotkoissa, voi olla tarpeen vahvistaa ja tukea patoja puurakenteilla, kahvisäkeillä, suodatinkankaalla (luku 7.4.1) tai jopa soralla.
- Läpivirtaussoiden kaltaisilla nevoilla ja letoilla sekä muilla märkäpintaisilla soilla, joilta jänteet tai kermit puuttuvat (ks. luku 10.12), vaaditaan poikkeuksellisen isoja patoja virtauksen levittämiseksi pois ojauomasta. Suon turpeen pinnan painuminen on tärkeää selvittää korkeusmallista tai mitata vaaitsemalla patojen riittävän korkeuden ja pituuden arvioimiseksi (ks. tietolaatikko 23 sekä luvut 10.12 ja 10.18). Esimerkiksi jänteisen rimpinevan palauttamisessa on tärkeintä saada jänteiden kohdille riittävän korkeat ja kestävät turvepadot.
- Jos täytettävän ojan penkalla on ojamaita hyvin niukasti tai ei lainkaan, esimerkiksi jos ojat on tehty jyrsimällä, vesitalous voidaan suunnitella palautettavaksi patoamalla ojat. Tavallisesti padot voidaan tehdä saralta otettavasta turpeesta.
- Jos täytettävä oja on suon matalimmalla kohdalla, vedelle ei aina ole mahdollista tehdä ”varaventtiiliä”, joten patojen korjauksiinkin on tarpeen varautua.
- Patoaminen voi tulla kyseeseen myös silloin, kun ojat ovat suuria tai syöpyneitä eikä niiden täyttäminen kokonaan ole sen takia järkevää tai edes mahdollista (kuva 22). Tarvittaessa ojamaihin kaivetaan aukkoja myös patojen väleihin, jotta nouseva vesi pääsee leviämään saroille.



Kuva 22. Kun oja on syvä ja ojamaita on niukasti, pelkästään patoaminen on tarkoituksenmukainen toimenpidevaihtoehto. Kuva: Maarit Similä.

- Käsityöpatojen kohdalla on erityisen tärkeä varmistaa, että vesi ohjautuu pois padon takaa. Pelkkä käsin tehty pato ilman veden sivuun ohjaamisen mahdollisuutta alkaa yleensä vuotaa, erityisesti hiekkaisessa, kivisessä tai juurakkoisessa maassa. Tarvittaessa käytetään kangasta (vanha lakana, suodatinkangas, kahvisäkki) estämään hienojakoisen maa-aineksen huuhtoutuminen veden mukana.

6.3.2 Ennallistettavan suon pienvedet

Ennallistettavilla soilla on usein erilaisia pienvesiä, kuten lähteitä, puroja ja lampia. Ennallistamista suunniteltaessa selvitetään, millä tavalla pienvedet ovat muuttuneet ojituksen seurauksena ja mitä niiden ennallistaminen edellyttää (tietolaatikko 30, luvut 7.4.4, 8.8, 10.3, 10.7, 10.8, 10.9, 10.11 ja 10.13, Eskelinen & Juutinen 2023).

Purojen palauttamisen suunnittelu

Soiden puroja on usein perattu ja oiottu. Vähintään osia purouomista on jäänyt kuiville tai puron vesi on käännetty kokonaan ojaan.

Purojen ennallistamista suunniteltaessa selvitetään aivan aluksi, onko purossa veden laadun muutoksille herkkää lajistoa, kuten lohikaloja tai raakkua. Jos on, toimenpiteet suunnitellaan näiden lajien hyvinvoinnin ehdoilla.

Kuiville jääneet uomat etsitään vinovalovarjosteelta (rinnevarjosteelta) ja maastossa, jotta niihin voidaan palauttaa veden virtaus ennallistamisen yhteydessä (ks. luku 10.11).

Jos oiottu tai perattu puro on muuttunut luonnontilaisen kaltaiseksi, se voidaan tulkita vesilain mukaiseksi puroksi, jonka muuttaminen on kielletty ilman aluehallintoviraston myöntämää lupaa (luku 6.2.6, Ahola & Havumäki 2008, Tolonen ym. 2019). Uittoa varten peratuilla puroilla voi olla myös kulttuurihistoriallista merkitystä.

Kevyimmillään puron ennallistamiseksi saattaa riittää purosta nostettujen kivien palauttaminen virtaan tai virtaukseen vaikuttavien puiden laittaminen uomaan.

Voimakkaasti muuttuneiden ja perattujen purojen ennallistaminen on vaativampaa. Ongelmia saattaa aiheuttaa esimerkiksi penkkojen kivisyys tai iso määrä kasvavaa puustoa korpipuron perkuumailla. Iso korkeusero peratun (mahdollisesti syöpyneen) ja alkuperäisen uomanpohjan välillä saattaa edellyttää järeiden patojen suunnittelua.

Jos veto-oja on kaivettu puron paikalle eikä puro ole enää pätkittäinkään palautettavissa vanhaan uomaan, toimenpiteet suunnitellaan tapauskohtaisesti. Sopivan suuntaista ojaa voidaan alkaa ennallistaa puromaiseksi (liite 1). Joissain tapauksissa voi olla tarkoituksenmukaisinta kaivaa matala, mutkitteleva uoma tekopuroksi.

Jos puron palauttamiseen liittyy myös puroon laskevien suoalueiden ojien tukkimista ja on oletettavaa, että kunnostuksen yhteydessä vapautuu runsaasti kiintoainesta, vesiensuojelu toteutetaan tapauskohtaisesti:

- vähennetään puroon joutuvaa kiintoainesta huolehtimalla siitä, että ennallistetulla alueella vesi ohjautuu täytetyistä ojista saroille
- tehdään puroon laskevien ojien suulle vesiensuojelupadot (kuva 30) 1–2 vuotta ennen ojien täyttämistä
- tukitaan ensin suo-ojat ja ennallistetaan puro tai palautetaan se vanhaan uomaan vasta kun yläjuoksun tilanne on tasaantunut.

Suopurot ovat usein turvepohjaisia. Vesiensuojelullisesti käytännöllisin vaihtoehto voi olla palauttaa turvepohjainen puro alkuperäiseen uomaan ympäröivien soiden ennallistamisen yhteydessä. Silloin ennallistamisen myötä liikkeelle lähtenyt kiintoaines jää alkuperäisen puron kasvittuneisiin mutkiin sen sijaan, että töiden aikainen kiintoaines kulkeutuisi oikaistua puroa pitkin alapuolisiin vesistöihin.

Toimenpidevaihtoehtoja voi olla useita, ja lopulliset toimenpiteet pystytään usein ratkaisemaan vasta toteutusvaiheessa. Suunnitelmasta pyydetään tarvittaessa kommentit tai lausunto ELY-keskukselta (jatkossa Lupa- ja valvontavirastolta). Samalla ELY voi arvioida, onko vesilain mukainen lupa tarpeen.

Lammen vedenpinnan noston suunnittelu

Jos ennallistettavalla suolla on lampia, joiden vedenpintaa on ojituksen tai laskupuron perkaamisen avulla laskettu, suon ennallistaminen saattaa edellyttää lammen vedenpinnan korkeuden nostamista takaisin alkuperäiselle tasolleen. Samalla voidaan ennallistaa lammen laskupuro. Lammen vedenpinnan korkeuden muuttamiseen tarvitaan useimmiten ympäristöviranomaisen lupa ja suostumus vesialueen omistajilta (luku 6.2.6, Tolonen ym. 2019).

6.3.3 Vesienpalautus

Soille, jotka kuivuvat ympäröivien ojitusten seurauksena, voidaan parhaassa tapauksessa palauttaa vesiä yhteistyössä naapurimaanomistajien kanssa suunniteltavilla vesitalousjärjestelyillä. Vesienpalautukseen on valmistunut opas vuonna 2024 (Granqvist 2024, tietolaatikko 31).

Menetelmällä voidaan parantaa suhteellisen laajojen vesitaloudellisten kokonaisuuksien – suoyhdistymien – tilaa, vaikka osalla valuma-alueesta jatketaan metsätaloutta.

Vesienpalautuksesta hyötyvät erityisesti suoyhdistymien vedenvastaanottajaosat: rimpiset avosuot. Rimpisiä vastaanottaja-alueita on aapasoiden keskusosissa, mutta niitä voi liittyä myös keidassuoyhdistymiin ja joskus jopa rantaluhtiin.

Vesienpalautus on myös vesiensuojelua

Ympäröivien ojitusten kuivattamien alueiden monimuotoisuuden parantamisen lisäksi vedenpalautuksella on iso merkitys vesiensuojelumenetelmänä.

Kun suoraan ojia pitkin vesistöihin virtaavat vedet palautetaan kulkemaan soiden rimpisten osien läpi, vedestä sitoutuu suohon kiintoainesta ja ravinteita (tietolaatikko 9). Etenkin monilla Pohjanmaan alueilla vedenpalautus on paras mahdollisuus poistaa hajakuormitusta ja parantaa ekologiselta tilaltaan heikentyneiden vesistöjen tilaa.

Vesienpalautuksen suunnittelu

Vesienpalautuksen suunnittelu aloitetaan suoyhdistymän valuma-alueen rajaamisella ja alkuperäisten vedenvirtauskuvioiden paikallistamisella. Sitten selvitetään, miten vesi liikkuu nykytilanteessa. Näiden pohjalta määritellään tavoite, johon vedenpalautuksella pyritään.

- Jos suon pinta viettää reunaojalta vastaanottaja-alueelle päin, voidaan kaivaa riittävän pitkiä syöttöojia (kuva 23) tai jättää sopivan suuntaisia ojia alkupäästään auki johtamaan reunaojan vedet suolle siten, että vettymishaitat jouto- tai kitumaan ulkopuolella jäävät merkityksettömiksi.
- Vettä tulee ohjata suolle mahdollisimman monesta kohdasta.
- Suojelualueen ulkopuolisen ojitusalueen pintavesiä ei kuitenkaan tule johtaa alueille, joihin purkautuu pohjavettä (lähteet, tihkupinnat) tai alueille, joissa on lettoisuutta. Humuspitoinen ja hapan vesi yksipuolistaa lettojen tai pohjavesivaikutteisten soiden kasvillisuutta.
- Tarvittavat vesitalousjärjestelyt suunnitellaan huolellisesti ja tarvittaessa yhdessä naapurimaanomistajien kanssa, jotta metsätalouteen jatkossakin käytettävillä alueilla säilyy riittävä kuivavara.



Kuva 23. Suojelualueelle on johdettu luontaisen valuma-alueen vesiä ympäröivältä metsätalousmaalta. Kuva: Maarit Similä 2024.

Onnistuneeseen vesienpalautukseen ei yleensä riitä pelkästään uuden syöttöojan tai uusien syöttöojien kaivaminen tai operointi pelkästään sen alueen reunaojalla, johon vesi halutaan palauttaa.

Suunnitteluvaiheessa tuleekin selvittää, miten kaukaa (esimerkiksi kivennäismaan niskaojasta) vesien ohjaus on aloitettava, jotta kohdesuolle saadaan palautettua vedet riittävän laajalta alueelta.

Koska vedenpalautuksissa muutetaan vesien kulkusuuntaa, laajoilla valuma-alueilla toimittaessa tulee suunnitteluvaiheessa tarkastaa veden vastaanottajasuon alapuolella olevien teiden rumpujen koko. Tarvittaessa rumpuja vaihdetaan isompiin tai ainakin varaudutaan vaihtoon.

Onnistunut vesien palautus edellyttää myös huolellista seurantaa. Seurantahavaintojen perusteella voi olla tarpeen täydentää toimenpiteitä.

6.3.4 Ojalinjojen raivaus

Jos ojien varsille kasvanut tiheä puusto sitoo juurillaan ojamaat ja hankaloittaa liikaa kaivinkoneen työskentelyä, ojalinjat on tarpeen raivata.

- Harvassa kasvavat kookkaammat puut kaivinkone pystyy yleensä kiertämään tai kaatamaan tieltään ja kaapimaan ojamaat juurien alta käyttöönsä (kuva 24).
- Pienikokoinen puusto (keskipituus alle 2,5 m tai läpimitta alle 5 cm) ei yleensä haittaa kaivinkoneen työtä (kuva 25A, B).
- Tiheä, yli 5-metrinen puusto (kuva 26) hidastaa kaivinkoneen työskentelyä ja lisää koneen rikkoutumisriskiä.

Raivatun ojan täyttöjälki on siistimpää kuin raivaamattoman ojan täyttö. Tällä on merkitystä ainakin retkeilyreittien läheisyydessä ja muilla retkeilijöiden suosimilla alueilla, mahdollisesti myös yksityisten omistajien mailla.

Ojalinjan raivaus suunnitellaan puuston koon ja tiheyden mukaan:

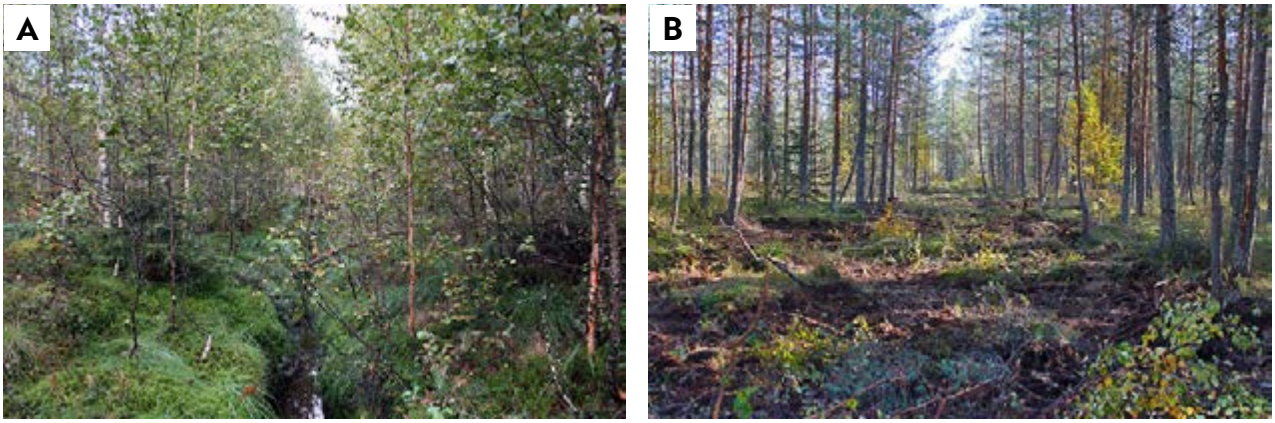
- ojalinjalla on myös ainespuuta ja puut voidaan kuljettaa tienvarteen → koneellinen korjuu
- ojanvarsipuusto on energiapuun kokoluokkaa, mutta sitä ei haluta jättää suolle ja puut voidaan kuljettaa tienvarteen → kokopuukorjuu
- raivattavat puut voidaan jättää suolle ja puut halutaan syrjään täytettävältä ojalta → giljotiiniraivaus (kuva 27)
- raivattavat puut voidaan jättää suolle → metsurityö moottori- tai raivaussahalla.



Kuva 24. Kun ojanreunuspuusto on harvaa, raivausta ei tarvita. Jos täytettävässä ojassa on lisäksi vesi pinnassa ja ojan vierellä on pehmeitä kohtia, kaivinkoneen kuljettaja pystyy kaatamaan raivaamatta jätettyjä puita koneen telojen alle kantavuutta parantamaan. Kuva: Pekka Vesterinen.

Mahdollisesti upottavilla kohdilla voidaan jättää raivaamatta ojanvarsien puustoa, jota kaivinkone voi kantavuuden parantamiseksi kaataa telojen alle työn edetessä (kuva 24).

Märän suon ojan vierelle voidaan kaataa ojanvarsipuustoa koneellisesti telatieksi kaivinkonetta varten (kuva 28). Yhtenäisen ja riittävän kantavan kerroksen tekemiseksi telapuita voidaan joutua kuljettamaan metsätraktorilla kauempaakin.



Kuva 25. Vaikka pientä puustoa olisi tiheästikin (A), se ei yleensä haittaa konetäyttöä. Sama oja ennallistamisen jälkeen, kun ojalinjaa ei raivattu (B). Kuvat: Suvi Haapalehto.



Kuva 26. Käsivarren paksuinen, ojamaat sitova puusto on usein tarpeen raivata. Kuva: Pekka Vesterinen.



Kuva 27. Energiakouralla ojanvarsipuustoa raivaava kaivinkone ei pysty liikkumaan tällä kohteella ojan päällä, joten kone joutuu raivaamaan itselleen kulku-uran yhdelle puolelle ojaa. Kuva: Pekka Vesterinen.



Kuva 28. Pehmeällä suolla täytettävän ojan viereen telatieksi järjestetyt puut parantavat kantavuutta huomattavasti. Kuva: Sakari Rehell.

6.3.5 Puuston poisto

Puuston poistotarve arvioidaan ekologisista lähtökohdista, kuitenkin hakkuun käytännön toteutusmahdollisuudet huomioiden. Puustoa kannattaa poistaa, jos ojitus on lisännyt merkittävästi luontaisesti avoimen tai harvapuustoisen suon puustoa ja ennallistamisen tavoitteena on avosuo (kuva 29).

Vanhat ilmakuvat sekä puuston rakenne, ikä (kairataan tarvittaessa) ja kasvu kertovat puuston rakenteen muutoksista. Soilta on usein hakattu puustoa jo ennen ojitusta, joten suo voi näyttää vanhoissakin ilmakuvissa avoimemmalta kuin se luontaisesti olisi.

Puustoa poistamalla

- vähennetään haihdutusta
- palautetaan valo-olosuhteet
- nopeutetaan maiseman palautumista luonnontilaisen kaltaiseksi.

Voimakkaasti kuivuneilla ja puustottuneilla, alun perin avoimilla soilla voi olla kuitenkin tarkoituksenmukaista asettaa ennallistamisen tavoitteeksi puustoinen suo, jos arvioidaan, että suon vesitaloutta ei saada ennallistamallakaan palautettua riittävän määräksi (liite 1, luku 8.10, tietolaatikko 32).

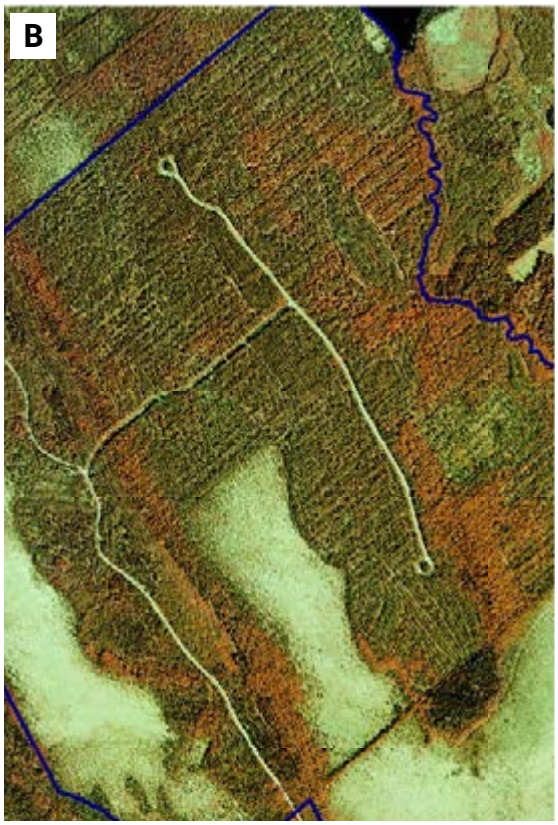
Korjuun suunnittelu

Korjuukustannusten ja puunmyyntitulojen arviointi edellyttää, että kohteen puustotiedot ovat ajan tasalla ja että tiedetään, miten puusto hakataan.

Tavoitepuusto määritetään niin, että hakkuun jälkeen suokasvillisuuden on mahdollista kehittyä ennallistamiselle asetettujen tavoitteiden mukaiseksi.

Hakkuutoimenpiteitä voidaan joutua mukauttamaan olosuhteiden, esimerkiksi lumi-







Kuva 29. Pieksämäen Ringinsuolta poistettiin ennallistettaessa yli 10 000 m^3 ojituksen jälkeen kasvanutta mäntyä noin 55 hehtaarin alalta. Vanha ilmakuva (A) on vuodelta 1938, ennen ennallistamista otettu ilmakuva (B) vuodelta 2006 ja ennallistamisen jälkeinen ilmakuva (C) vuodelta 2022. © Puolustusvoimien tiedustelukeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013 ja 2025.

ja routatilanteen tai käytettävissä olevan kaluston mukaan.

Hakkuita ei suositella tehtäväksi lintujen pesimäaikana. Jos alueella pesii petolintuja, hakkuut lopetetaan helmikuun alkuun mennessä.

Märkien kohtien kantavuutta voidaan parantaa ja korjuukoneiden aiheuttamia haitallisia uria vähentää telojen alle kaadettavilla tai telatieksi ladottavilla puilla (kuva 28). Tarvittaessa puustoa korjattaessa jätetään hakkaamatta puita, joilla voidaan parantaa suon kantavuutta kaivinkonetyövaiheessa.

Puuston poiston esteet ja vaihtoehdot

Kaikille alun perin avoimille soille ei ole tarkoituksenmukaista viedä korjuukalustoa, jos korjattavan puuston määrä on niin pieni, ettei sen jättämisellä suolle ole merkittäviä negatiivisia ekologisia vaikutuksia, tai jos kohteelle on vaikea kulkea koneella (esimerkiksi laajan luonnontilaisen avosuon taakse tai luonnontilaisen puron ylitse) eli puiden pois kuljettaminen aiheuttaa vahinkoa toisaalla. Usein puustoa kuolee joka tapauksessa veden noustessa.

Tapauskohtaisesti voidaan harkita elinvoimaisimman puuston kaulaamista henkilötyönä tai kaatamista kaivinkoneella ojien tukkimisen yhteydessä.

Koivun poisto

Etenkin rehevillä tai lannoitetuilla ojitetuilla avosoilla valtapuuna on usein hieskoivu. Kun koivut hakataan, koivuvesakko saattaa kasvaa voimakkaasti ojien tukkimisen jälkeenkin, jos suo ei palaudu heti hyvin märäksi. Koivu lisääntyy tehokkaasti myös tuulen mukana kulkevista siemenistä.

Kesällä koivu haihduttaa voimakkaasti, joten ennallistettavalla suolla kasvava koivikko tai vesakko saattaa kasvaessaan hidastaa vesitalouden palautumista. Suunnitteluvaiheessa ratkaistaan, jätetäänkö ojituksen jälkeen kasvaneet koivut hakkaamatta ja kuolemaan hiljalleen veden noustessa vai hakataanko ne tai käsitelläänkö niitä jollain muulla tavalla.

Jos koivut kaulataan huolellisesti, vesominen näyttää olevan vähäisempää kuin hakkuun jälkeen. Tarvittaessa kaulatut puut voidaan hakata, kun ne ovat kuolleet.

Jo syntyneen vesakon kasvua voi yrittää hillitä lyhyen ajan sisällä toistettavilla raivauksilla, esimerkiksi raivaamalla koivut 2–3 vuoden ajan kaksi kertaa kesässä: ensimmäisen kerran, kun puut ovat ehtineet täyteen lehteen ja toisen kerran heinä-elokuussa. Menetelmä sopii kustannustensa vuoksi lähinnä pienialaisille kohteille tai erikoistilanteisiin.

Purppuranahakan levittäminen kantoihin raivauksen yhteydessä saattaa hillitä vesomista.

Lettorämeillä ja rehevillä puustoisilla suotyypeillä varjostavan puuston jättäminen saattaa hillitä koivun taimettumista.

Purppuranahakka vesomisen hillitsijänä

Hydrologia-LIFE-hankkeessa tutkittiin ojalinjoilla kasvavien tai kasvaneiden koivujen vesomisen hillitsemistä purppuranahakan (*Chondrostereum purpureum*) avulla (Oldén ym. 2023). Purppuranahakka on puulla kasvava ja puuta lahottava sieni. LIFE-hankkeessa tehdyssä kokeilussa purppuranahakan rihmastoa ruiskutettiin raivauksen yhteydessä kaadettujen koivujen kantoihin. Nahakan vaikutusta vesomiseen verrattiin käsittelemättömien puiden ja katkaistujen (ruiskuttamattomien) puiden vesomiseen.

Purppuranahakkakäsittely kaksinkertaisti vesomatta jäävien kantojen lukumäärän koealoilla, ja ylipäätään vesoja oli vähiten purppuranahakkaliuoksella käsitellyillä aloilla (Oldén ym. 2023). Käsittelyn vaikutus näytti kuitenkin olevan lyhytaikainen, joten uusintakäsittelyn arvellaan olevan tarpeen. LIFE-hankkeessa seurantajakso oli neljä vuotta.

Vaikutuksia kannattaisi seurata pitempään ja kehittää tätä vesomisentorjuntamenetelmää.

Korpien puusto

Korvissa halutaan yleensä välttää puuston laaja kuoleminen vedenpinnan noston seurauksena, joten ojien tukkiminen ja veden ohjaus suunnitellaan siten, että puusto pysyy elossa myös ennallistamisen jälkeen.

Luontaisesti runsaspuustoisista kuusi- ja lehtipuuvaltaisista korvista puustoa ei pääsääntöisesti ole tarpeen poistaa lainkaan. Puuston kasvu yleensä taantuu vedenpinnan nousun seurauksena, ja puuston määrä ja rakenne alkavat palautua korville tyypillisemmiksi.

Sen sijaan avohakkuun kautta männiköiksi uudistetuissa korvissa on suositeltavaa harventaa mäntyjä paikoin voimakkaammin, paikoin lievemmin puustorakenteen monipuolistamiseksi. Kuuset ja lehtipuut säästetään.

Tuhohyönteiset

Kuolleet männyt saattavat aiheuttaa ytimennävertäjäpopulaation runsastumisen 100 metrin säteellä käsitellyistä puista (tietolaatikko 28).

Kuusien kuoleminen saattaa puolestaan aiheuttaa kirjanpainajapopulaation runsastumisen. Varjoinen korpikuusikko ei ole kirjanpainajalle optimaalisinta elinympäristöä, sillä laji menesty parhaiten valoisalla ja lämpimällä paikalla kuolleissa tai heikentyneissä kuusissa. Kesien lämmetessä kirjanpainajariski kuitenkin huomioidaan tarvittaessa soiden ennallistamistoimenpiteitä suunniteltaessa (tietolaatikko 28).

Hakkuutähde ja energiapuu

Hakkuutähteiden ja pieniläpimittaisen puuston korjuun tarve määräytyy ensisijaisesti suon ennallistamisen ekologisten tavoitteiden perusteella. Jos alueella on runsaasti virkistyskäyttöä, saattaa olla tarpeen korjata hakkuutähteitä ja pieniläpimittaista puustoa myös maisemasyistä.

Mikäli ennallistettavalta suolta korjataan runsaasti (yli 100 m^3/ha) ainespuuta, kannattaa yleensä korjata energiapuuksi myös latvat, koska suolle jää hakkuutähteen mukana ylimääräisiä ravinteita. Erityisesti letoilla pääravinteiden (typpi, fosfori) osalta niukkoihin olosuhteisiin sopeutunut lajisto saattaa hävitä kilpailussa tavanomaisemmalle lajistolle, kun hakkuutähteestä vapautuu runsaasti typpeä ja fosforia. Hakkuutähteellä saattaa olla vaikutusta myös soiden muurahaislajistoon (tietolaatikko 16).

Energiapuusta ja hakkuutähteestä saatavat tulot kattavat korjuukustannukset vasta verrattain suurilla energiapuumäärillä ja hehtaarikohtaisilla kertymillä. Lajistoltaan ”tavanomaisilla” rämeillä ja nevoilla ainespuuta pienempi puusto ja hakkuutähde eivät yleensä haittaa niin paljon, että niitä kannattaisi suunnitella korjattavaksi pois suolta hinnalla millä hyvänsä.

Talvitie

Puunkorjuun kustannukset kasvavat tavanomaista suuremmiksi, kun puutavaran metsäkuljetusmatka ylittää 300 metriä. Korjuukustannusten pienentämiseksi suolle voidaan suunnitella talvitie puutavaran autokuljetusta varten. Mitä enemmän puustoa korjataan pois ja mitä pidempi on metsäkuljetusmatka, sitä kannattavampaa on tehdä tukkiauton kantava talvitie.

6.4 Vesistövaikutusten huomioiminen

Ennallistamisella voi olla yleensä lyhytaikaisia haitallisia vaikutuksia alapuoliseen vesistöön (luku 3.8). Yleispätevää vesistövaikutusten torjuntamenetelmää ei ole, vaan ongelmat on ratkaistava tapauskohtaisesti. Tietoa hyvistä uusista menetelmistä kannattaa levittää laajalle.

Jos ennallistettavan suon pinta-ala on alle 15 % lähimmän vastaanottavan vesistön valuma-alueesta, ennallistaminen ei yleensä aiheuta kohtuutonta haittaa veden laadulle ja vesieliöstölle koko vesistön mittakaavassa. Vastaanottavan vesistön koolla on kuitenkin

merkitystä: pienissä vesistöissä pienikin lisäkuormitus voi olla liikaa.

Ennallistamista suunniteltaessa arvioidaan vesistövaikutusten voimakkuus ja vastaanottavan vesistön laatu. Jotta ennallistamisella aiheutetaan mahdollisimman vähän haitallisia vesistövaikutuksia, suunnitellaan tarvittavat vesiensuojelutoimenpiteet, esimerkiksi

- veden ohjaaminen ojalinjoilta saroille
- vaiheittainen ennallistaminen
- vesistöihin suoraan laskevien ojien veden ohjaaminen vesistöön pintavalutuksen kautta
- suodatuspadot (kuva 30) vesistöihin laskevien ojien suulle 1–2 vuotta ennen ennallistamisen aloitusta.

Veden ohjaus saroille

Tärkein kiintoaineen, humuksen ja ravinteiden huuhtoutumista vähentävä keino on ohjata vesi haluttuun suuntaan valuma-alueen yläosista alkaen. Kun vesi leviää suolle, kasvillisuus sitoo ravinteita ja pidättää myös humusta ja kiintoainesta, jolloin ne eivät pääse kuormittamaan alapuolisia vesistöjä. Samalla ennallistamistulos paranee, kun suo vettyy tehokkaan vesien ohjaamisen ansiosta tasaisesti.

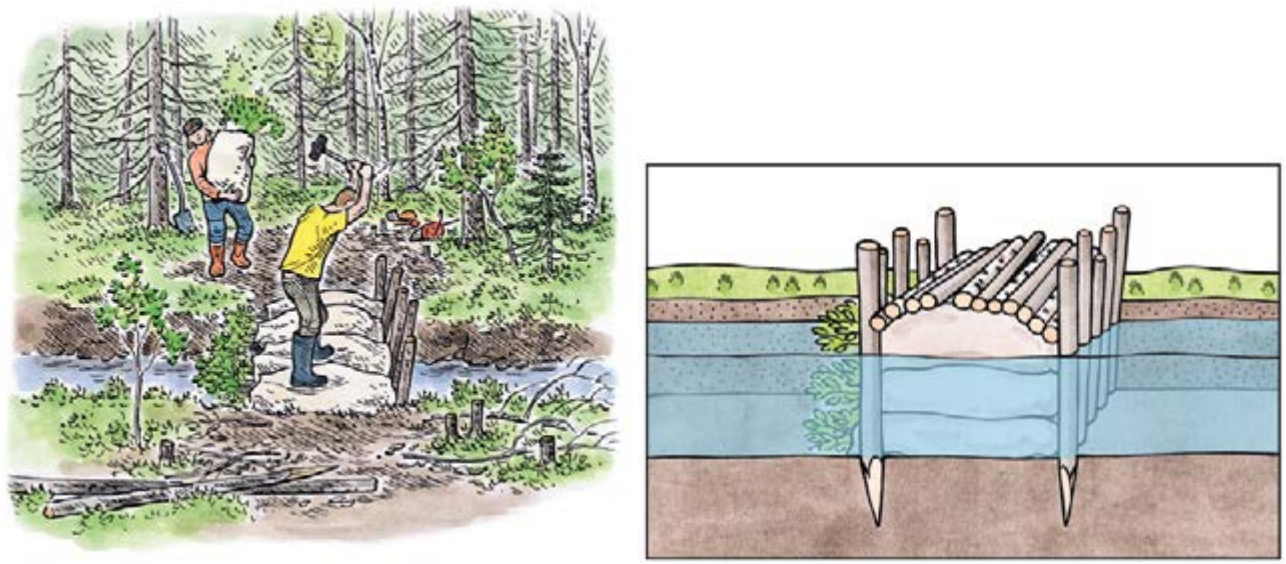
Vesistöihin laskevat ojat

Jos ennallistamisalueelta huuhtoutuu kaivinkonetyön aikana merkittävä määrä vettä suoraan vesistöön, tulee alapuolisia vesistöjä kiintoaines- ja ravinnehuuhtoumilta suojaavat rakenteet suunnitella ja tehdä rantaan jo ennen ojien tukkimisen aloittamista.

Suodatuspadot (kuva 30) vähentävät valumavesistä ravinteita ja kiintoainesta.

Metsätalousalueiden vesiensuojeluun kehiteltyjä veteen upotettuja puunippuja voi soveltaa myös ennallistamiskohteiden vesiensuojeluun (Metsäkeskus 2021).

Suoraan vesistöihin laskevia ojia täytettäessä jätetään vähintään tulvavyöhykkeellä olevat oja-alueet koskemattomiksi. Alimmaksi tulvavyöhykkeen yläpuolelle ojiin tehdään riittävän iso, tarvittaessa suodatinkankaalla tai puilla vahvistettu pato pintavalleineen ohjaamaan ennallistamisalueelta tuleva vesi pintavaluntaan ennen vesistöön joutumista.



Kuva 30. Suoraan vesistöön laskevaan ojaan voidaan rakentaa vedestä ravinteita suodattava pato 1–2 vuotta ennen varsinaisia ennallistamistoimenpiteitä. Juuttisäkkeihin sullotaan lehdellisiä risuja ja säkit pinotaan ojaan. Pato tuetaan paikoilleen puilla. Kuvat: Tupu Vuorinen.

Ennallistamistöiden jaksottaminen

Jos ennallistamisalueen alapuolisessa vesistönosassa on esimerkiksi lohikalojen, jokiravun tai muiden uhanalaisten lajien elin- ja lisääntymisalueita, myös lyhytaikainen, koko vesistölle vähämerkityksinen kuormitus voi olla haitallista. Tällöin vesiensuojeluun on kiinnitettävä erityistä huomiota. Valuma-alueen soiden ennallistaminen on tarvittaessa jaettava riittävän pieniin osa-alueisiin riittävän pitkälle ajalle, jolloin vuosittainen kiintoaine- ja ravinnekuormitus pysyy siedettävänä.

6.5 Ennallistamisen kustannukset

Soiden ennallistamisen kustannukset muodostuvat

- ennallistamisen suunnittelusta
- työmaan valmistelusta
- käytännön toimenpiteistä
- työnohjauksesta.

Kustannuksiin vaikuttavia asioita ovat

- ennallistettavan alueen laajuus (pienten kohteiden suunnittelu ja toteutus on suhteessa kalliimpaa kuin laajojen kohteiden)
- millaista suota ennallistetaan
- puunkorjuu
  - puumäärät ja laatu
  - kuljetusmatkat
- ojalinjaraivaus
  - henkilötyönä vai energiapuukouralla
- ojien täyttö
  - konetyö (vai henkilötyö)
  - ojien määrä ja laatu (mm. syvyys, leveys, kivisyys, täyttömateriaalin saatavuus)
  - patojen tarve ja luonne.

6.6 Ennallistamisen seuranta

Kaikilla ennallistetuilla soilla on hyvä varmistaa toimenpiteiden tekninen onnistuminen hoitoseurantakäynnillä ennallistamisen jälkeisenä kesänä (luku 9). Seurantaa vaativia kohtia määritellään suunnitteluvaiheessa sekä työmaan toteutuksen edetessä.

Muutoksille herkkien ja ravinteisten kasvillisuustyyppien (letot, lähteiköt) tilannetta seurataan muita suotyyppejä tiiviimmin. Jos huomataan ”vääränlaisten vesien” kulkeutuvan letoille tai lähteiköille, korjaustoimenpiteet suunnitellaan ja toteutetaan nopeasti.

Uhanalaisten tai muuten erityishuomiota vaativien lajien esiintymä kartoitetaan ennen ennallistamista ja esiintymille suunnitellaan ennallistamisen jälkeinen seuranta.

6.7 Tiedottaminen

- Sovitaan töiden toteutusajankohta maanomistajan kanssa.
- Pystytetään ennallistamisen informaatiotauluja alueille, joissa on retkeilykäyttöä.
- Merkittävistä kohteista voidaan laatia tiedote paikallisiin tai alueellisiin viestimiin tai kutsua toimittaja maastokäynnille.

6.8 Työmaan valmistelu ja ohjeistus

Työmaan valmistelu aloitetaan hyvissä ajoin ennen varsinaista toteutusta. Jos ennallistamissuunnitelman tekijä ja työmaan ohjaaja ovat eri henkilöt, työmaaohje laaditaan yhteistyössä.

Työmaaohjeeseen sisällytetään

- työmaan vastuuhenkilön tai työn ohjaajan yhteystiedot
- kartat alueen sijainnista ja tehtävistä toimenpiteistä
- työohjeet
- vaaralliset kohdat (esim. sähkölinjat, pehmeiköt) kartalla
- muut huomiota vaativat kohdat (kulttuuriympäristöt, toteutuksen kannalta tärkeät lajihavainnot, pohjavesialueet) kartalla tai työohjeessa
- tiedot hätätapauksen varalta.

Muita ennakkovalmisteluja:

- kilpailutetaan ennallistamistyöt
- sovitaan yksityisten teiden käytöstä ja kulkuoikeuksista
- nauhoitetaan kiinteistöraja, ennallistamisalueen erityiskohteet ja tarvittaessa ajourat
- tehdään tarvittaessa metsänkäyttöilmoitus.

Suon valuma-alueen määrittely

Maarit Similä, Sakari Rehell ja Anna Isotalo

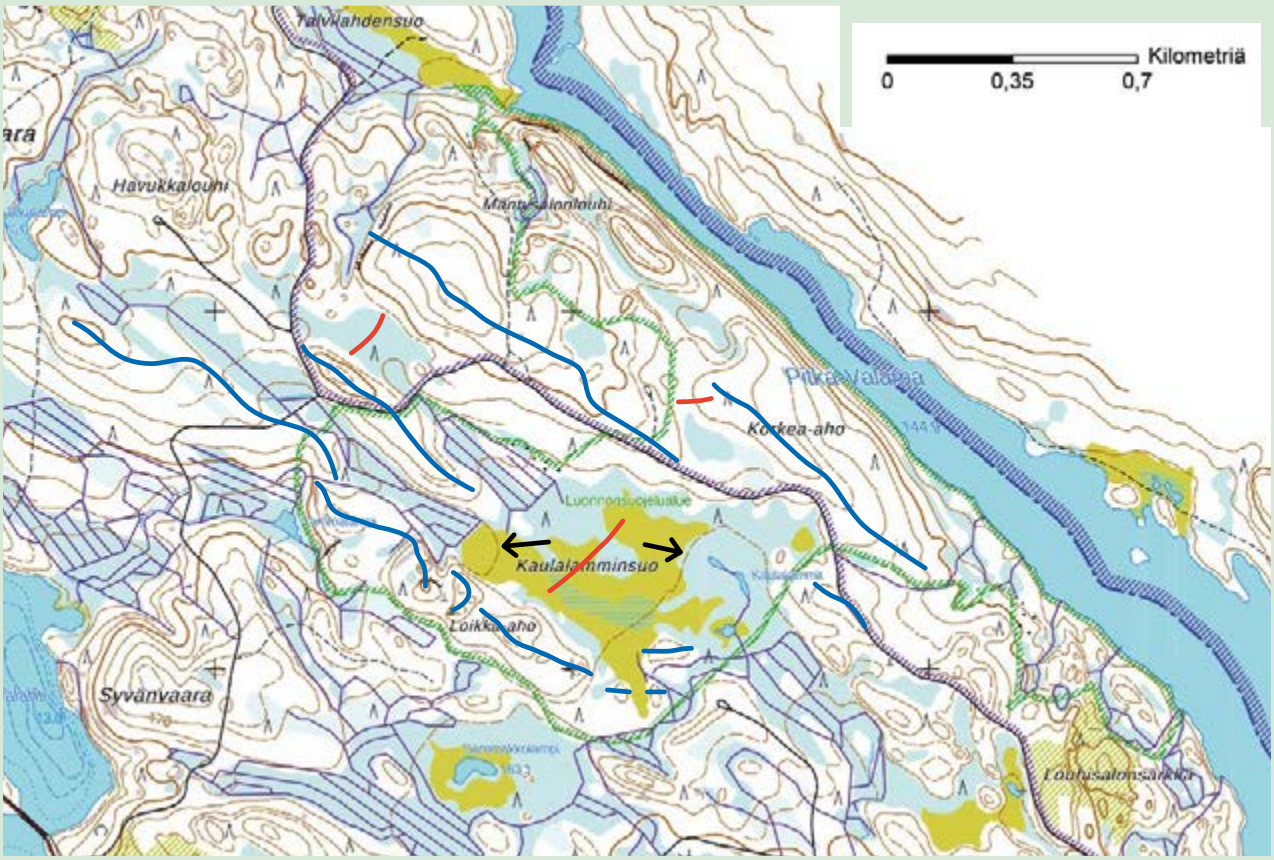
Valuma-aluetarkastelulla selvitetään suon vesien alkuperä ja miten tilanne on muuttunut luontaisesta. Ojitus voi vaikuttaa valuma-alueen rajoihin, jos luontaisia kynnyksiä on puhkaistu ojilla. Tiet puolestaan saattavat padota vesiä paikallisesti valuma-alueen sisällä.

Valuma-alue määritellään kullekin kohteelle sopivalla tarkkuudella. Karun suon ennallistamisen suunnittelua varten riittää usein valuma-alueen määrittely peruskartoilla näkyvien korkeuskäyrien avulla. Peruskartalla pääkäyrien korkeusero on 5 metriä, ja apukäyrät on piirretty pääkäyrien väliin 2,5 metrin korkeuserolla.

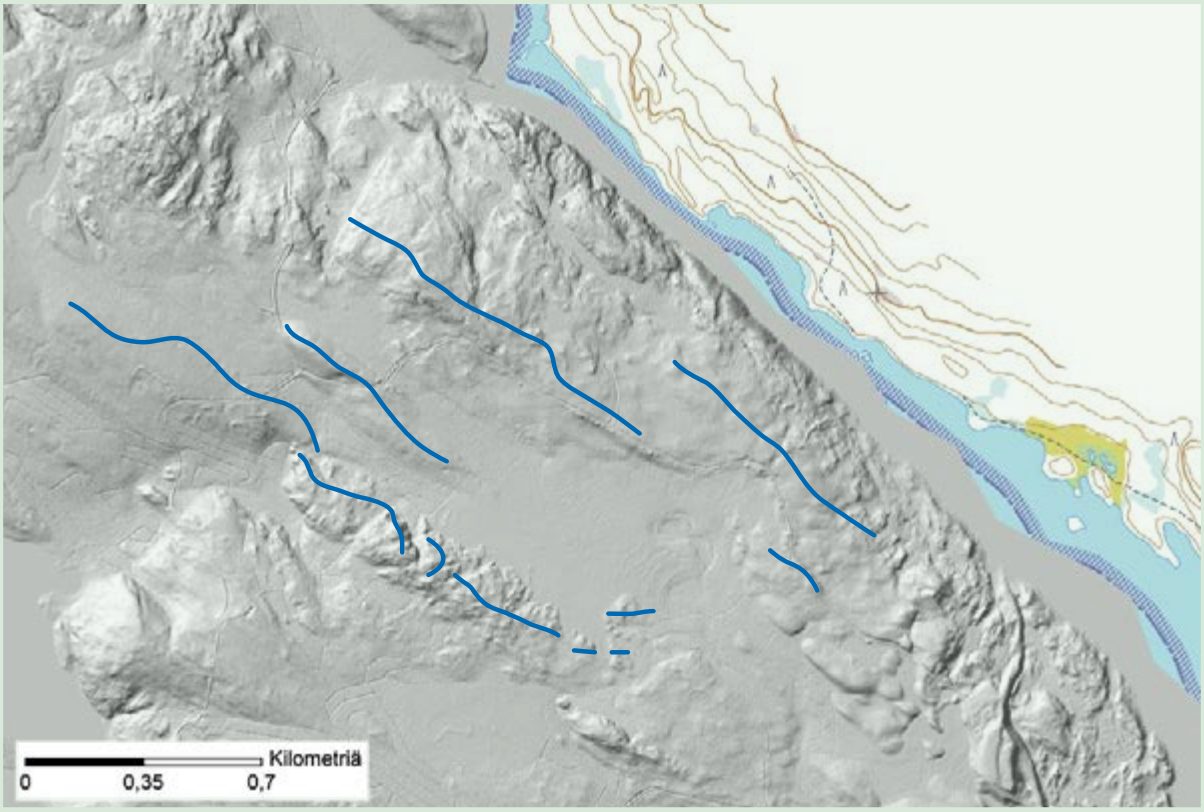
Toisilla kohteilla taas saatetaan tarvita yksityiskohtien selvittämiseen esimerkiksi tarkkaa korkeustietoa (tietolaatikko 23) ja maaperän rakenteen selvittelyä.

Valuma-alueen määrittely peruskartalta ja ilmakuvalta

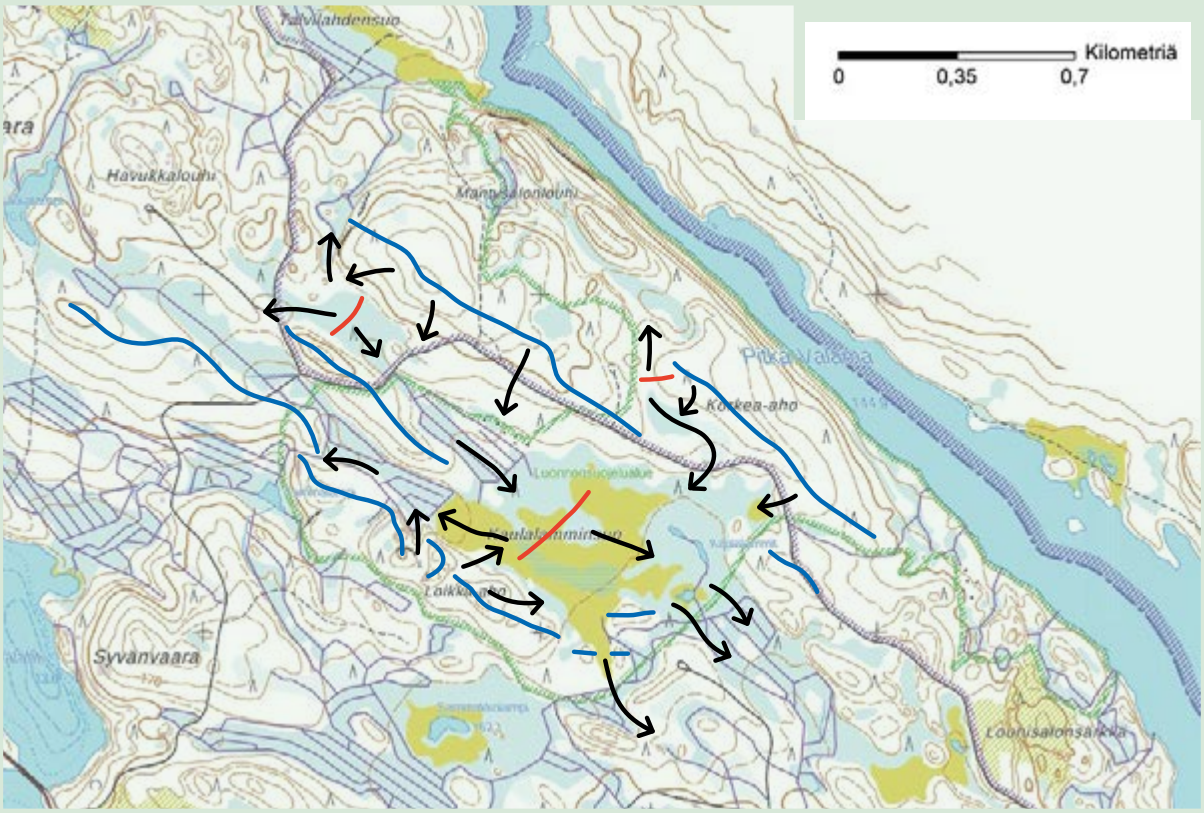
Suon valuma-aluetta rajaavat korkeimmat maastonkohdat, vedenjakajat (siniset viivat ks. kuvat 1–3). Tasaisella alueella vedenjakajakohta (punaiset viivat) löytyy jostain kahden samalla korkeudella olevan korkeuskäyrän (mustat pikkunuolet) välistä. Sen tarkka sijainti ei kuitenkaan selviä pelkästään peruskartan korkeuskäyrien avulla.



Kuva 1. Kaulalamminsuota ympäröivät harjanteet rajaavat suon valuma-aluetta. Suo on ennallistettu vuonna 2021, joten Maanmittauslaitos on jo poistanut peruskartalta tukitut ojat. Suolla olleet ojat on tuotu kuvaan maastotietokannan vesiviivoina. Suojelualueen raja näkyy vihreänä väkäsviivana ja rajavyöhykkeen takaraja violettina väkäsviivana. © Metsähallitus 2025, © Maanmittauslaitos 2025.



Kuva 2. Korkeimpien maastonkohtien vedenjakajat Kaulalamminsuon ympäristössä paikkatietoikkunan rinnevarjosteella (kartta.paikkatietoikkuna.fi). Rinnevarjosteelta saa osviittaa myös ojien syvyydestä tai kunnosta. © Metsähallitus 2025, © Maanmittauslaitos 2025.



Kuva 3. Vesien virtaussuunnnat hahmottuvat korkeuskäyrien avulla. © Metsähallitus 2025, © Maanmittauslaitos 2025.

Avoimella ja märällä suolla ilmakuva voi auttaa vedenjakajakohdan sijainnin tarkentamisessa. Suon jänteet ja kermit kehittyvät kohtisuoraan vallitsevaa virtaussuuntaa vastaan (kuva 4).

Lisää työkaluja valuma-alueen määrittelyyn

Maksuttomia palveluita

Paikkatietoikkunasta (kartta.paikkatietoikkuna.fi) löytyy muun muassa historiallisia ilmakuvia ja erilaisia tasoiksi avattavia eri toimijoiden tuottamia aineistoja sekä profiilityökalu.

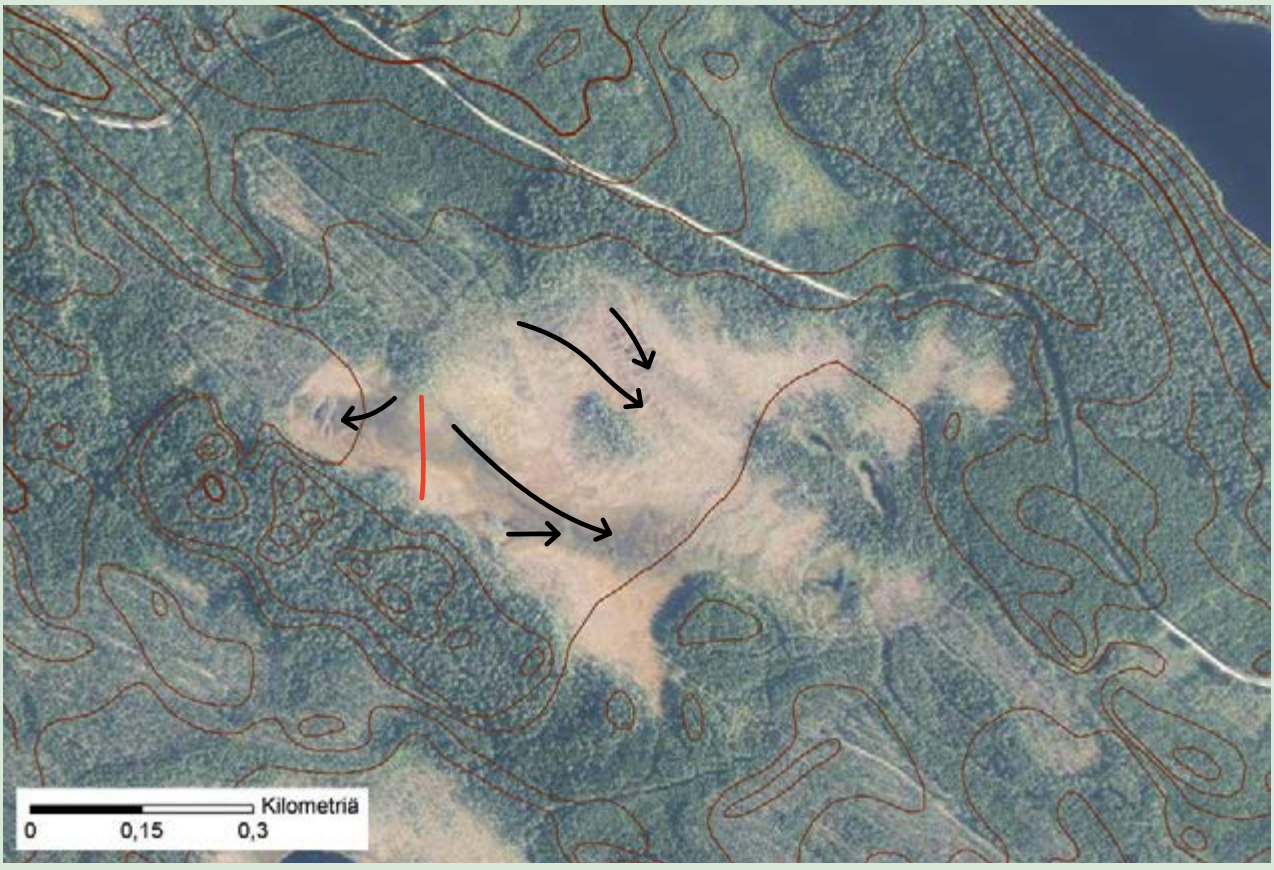
Metsäkeskuksen sivuilla on karttapalvelu valuma-alueen määritykseen (metsakeskus.fi) (kuva 5) vuoden 2025 loppuun saakka. Palvelun karttatasoista saa näkyviin muun muassa virtausverkon ja kolmannen jakovaiheen valuma-alueet.

Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelusta (asiointi.maanmittauslaitos.fi) voi ladata esimerkiksi laserkeilatun 2 m -korkeusmallin haluamaltaan alueelta. Mallia voi työstää paikkatietotyökaluilla (esimerkiksi QGIS tai ArcMap) haluamallaan tavalla, esimerkiksi tiheämmäksi korkeuskäyrätiedostoksi tai värilliseksi korkeusmalliksi (kuva 6). Tarkempi korkeusmalli on tarjolla maksullisena (tietolaatikko 23).

Korkeustietojen tarkentamiseen on olemassa myös maastolaitteita, kuten tasolaserit ja tarkat satelliittipaikantimet (GNSS).

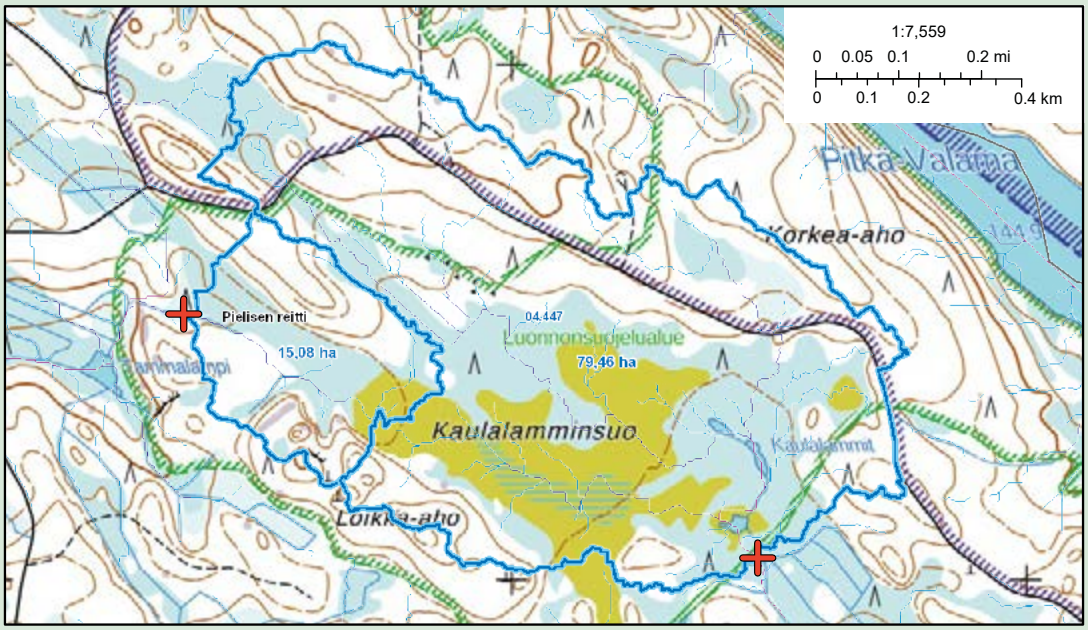
Maksulliset palvelut

Maksullisista ennallistamisen suunnittelua palvelevista alustoista mainittakoon Scalgo Live (scalgo.com). Palvelu hyödyntää erilaisia korkean resoluution paikkatietoaineistoja. Palvelussa on monia ennallistamisen suunnittelua palvelevia ja helpottavia toimintoja (kuva 7).

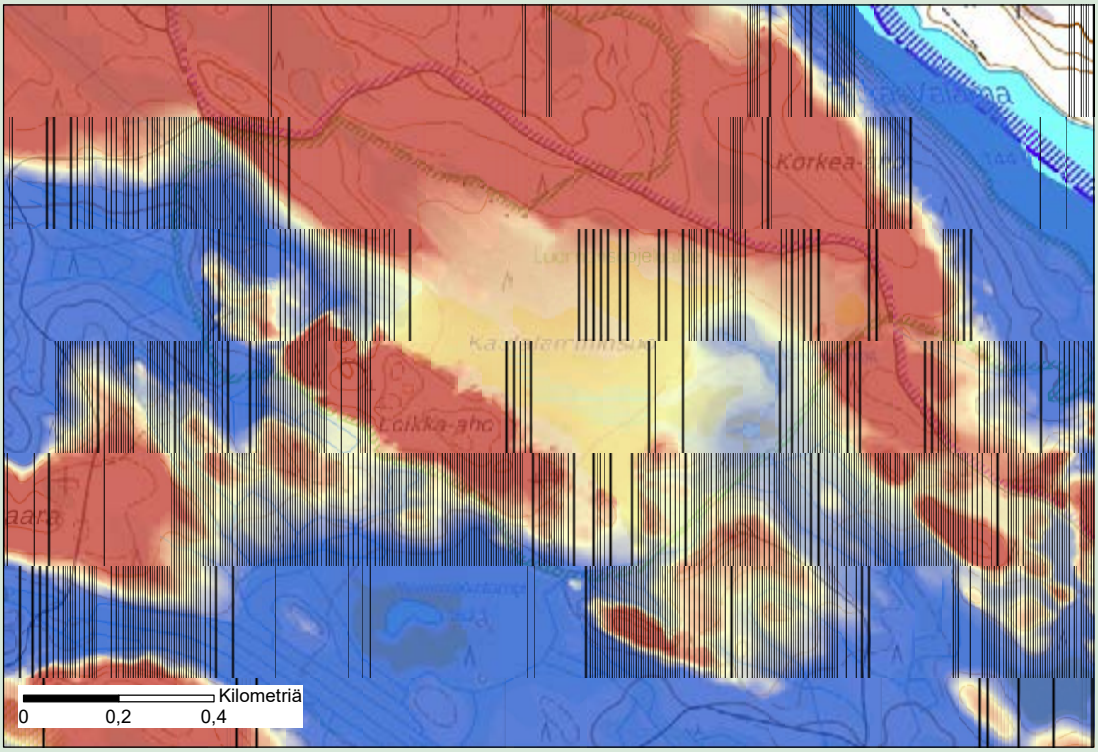


Kuva 4. Ilmakuvalta selviää, että Kaulalamminsuolla tasaisemman keskiosan vedenjakajakohta on lähellä läntistä apukäyrää. Tässä korkeuskäyrätasossa myös apukäyrät esitetään yhtenäisellä viivalla. © Metsähallitus 2025, © Maanmittauslaitos 2025.

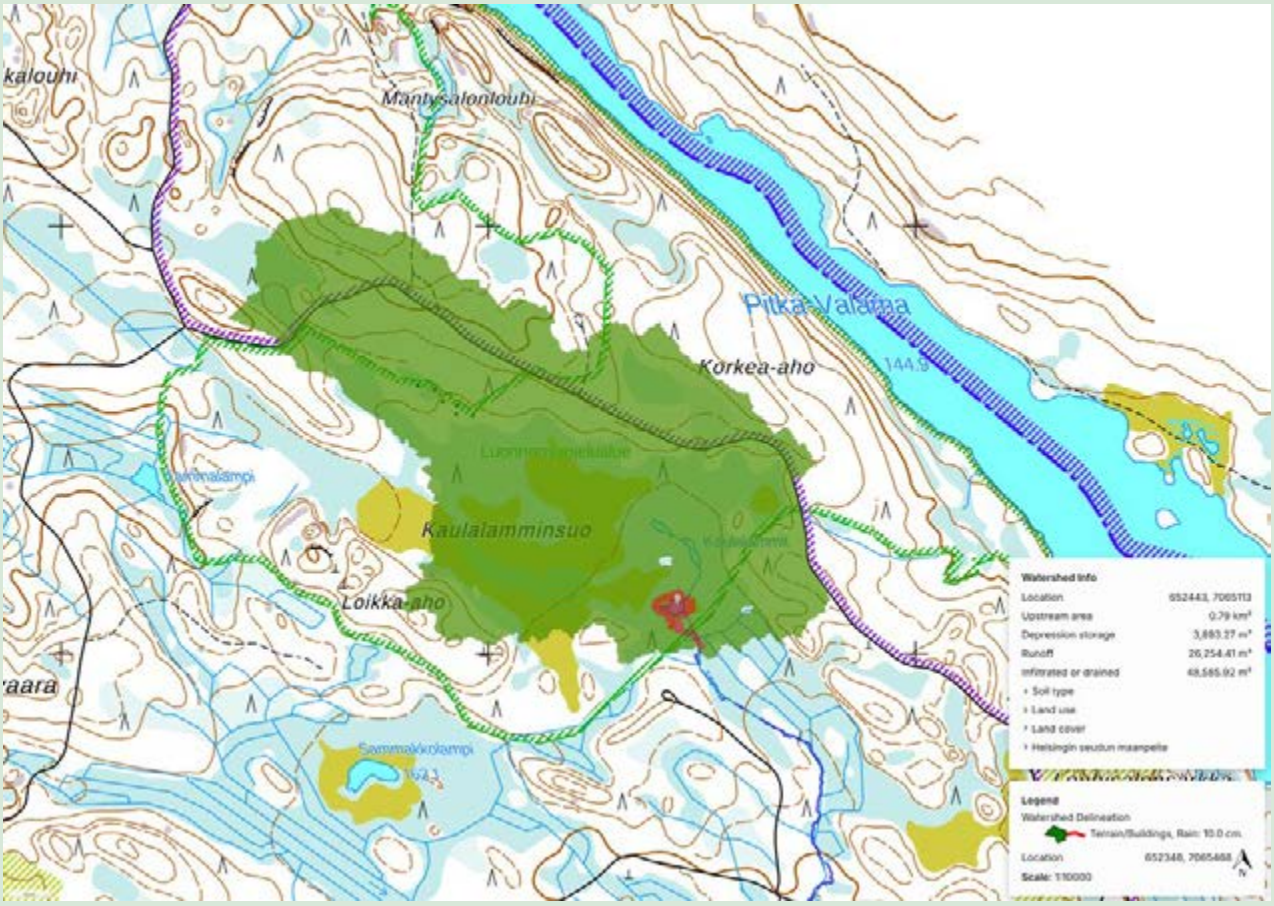
Purkupisteen yläpuolelle laskettu valuma-alue



Kuva 5. Kaulalamminsuon valuma-alueet ja virtausverkot Metsäkeskuksen karttapalvelun piirtämänä. ©Metsäkeskus 2025, © Maanmittauslaitos 2025.



Kuva 6. Maanmittauslaitoksen avoimesta tiedostopalvelusta GeoTIFF-tiedostomuodossa ladattua 2m korkeusmallia voi visualisoida esimerkiksi ympäristöhallinnon paikkatietojärjestelmässä (Uljas, SAKTI). Tässä kuvassa alueet, jotka ovat korkeammalla kuin 171 metriä merenpinnasta, näkyvät punaisina. Vastaavasti matalammalla kuin 164 m merenpinnasta olevat alueet näkyvät sinisinä. Väritystä korkeuden muuttuessa voi muuttaa haluamallaan tavalla ja tarkkuudella.



Kuva 7. Scalgo Liven avulla piirretty valuma-alue Kaulalamminsuon etelään laskeville vesille. © Maanmittauslaitos 2025.

Korkeustiedon luotettavuus

Tarjolla olevan korkeustiedon tarkkuus ja luotettavuus vaihtelevat. Ennallistamista suunniteltaessa tarkkuudella ja luotettavuudella on merkitystä erityisesti silloin, kun selvitetään kohtaa, josta ojan tukkiminen voidaan aloittaa ilman, että vesi nousee alueilla, joilla se ei saa muun maankäytön vuoksi nousta.

Korkeusmallien perusoletuksena on, että vesi virtaa laserkeilauksen pohjalta muodostetulla pinnalla. Valtaosassa soita tuo perusoletus antaa riittävän likiarvon ennallistamisen suunnittelun tarpeisiin. Suon pinta on kuitenkin huokoinen ja läpäisevä. Esimerkiksi jänteet läpäisevät hyvin vettä, vaikka virtaustyökalu olettaa ne läpäisemättömiksi ja laittaa veden kiertämään ne.

Joskus tiivis kasvillisuus voi vaikuttaa laserkeilauksella saadun pinnan tasoon. Esimerkiksi luhtainen saraikko voi keilausaineistossa näyttää olevan todellista maan- tai vedenpintaa korkeammalla.

Ojien kohdalla laserkeilausaineiston tarkkuus ei useinkaan riitä, sillä ojien kasvillisuus heijastaa lasersäteet takaisin ennen kuin ne ehtivät vesipintaan tai varsinkaan ojan pohjalle. Jos ennallistamisen suunnittelija tarvitsee tietoa ojan vedenpinnasta, se pitää yleensä mitata maastossa.

Laserkeilausaineiston perusteella ei ole aina mahdollista erottaa piilopuroja. Ne ovat joillain seuduilla yleisiä ja niillä on toisinaan merkittäviä vaikutuksia vesien reitteihin suota ennallistettaessa. Piilopurojen kohdalla korostuu maastohavainnoinnin tärkeys.

Ojitusalueilla korkeustiedon pohjalta laadittu virtausmalli näyttää periaatteessa nykytilan, mutta joissain tapauksissa ojituksilla on muutettu paljonkin vedenjakajan paikkaa lähtötilanteeseen verrattuna.

Myös tierummut jäävät laserkeilatussa korkeusmallissa piiloon, joten ne on tarkastettava maastossa. Scalgo Liveen on lisätty osa tierummuista.

Korkeustiedon lisäksi veden vertikaalisuuntainen liike on tärkeää huomioida pohjaveden suotautumis- ja purkautumisalueilla. Pohjavedenjakajat saattavat olla osin eri paikoissa kuin maan pinnalle näkyvät pintavedenjakajat (luku 3).

Pohjavedenjakajat sijoittuvat tyypillisesti kalliopinnan kohoumien kohdalle. Kalliokynnyksien paikantamisessa voi hyödyntää esimerkiksi GTK:n maankamara-aineiston maanpeitepaksuusaineistoa. Aineistosta on muutenkin apua pohjaveden virtauksen arvioimiseen.

Paksujen, ainakin osin läpäisevien maanpeitteiden alueilla pohjaveden purkautumisalueet voivat sijoittua huomattavan kauaksikin muodostumisalueistaan. Lähteisyydestä kertovien lajien maastohavainnointi on tärkeää ennallistamisen suunnittelun yhteydessä.

Laserkeilausaineistot ja korkeusmallit ennallistamisen suunnittelussa

Jani Antila

Laserkeilaus ja korkeusmallit

Laserkeilaus tarkoittaa lentokoneesta tehtävää maaston kartoitusta. Vuodesta 2020 lähtien Maanmittauslaitos on tehnyt laserkeilausta aiempaa tarkemmin. Tällöin puhutaan tiheäpulssisesta laserkeilauksesta, jossa on 5 laserpistettä neliömetrillä (laserkeilaus 5 p). Aiemmin keilaustiheys oli 0,5 laserpistettä neliömetrillä.

Etenkin puustoisilla alueilla tiheämmällä aineistolla saadaan maanpinnasta huomattavasti enemmän tietoa, sillä aiempaa useampi lasersäde päätyy maanpinnalle eikä pysähdy kasvillisuuteen. Sama pätee ojiin ja luontaisiin uomiin, jotka nekin erottuvat selvästi paremmin.

Ennallistamisen kannalta laserkeilauksen tekniset yksityiskohdat eivät ole olennaisia, mutta on hyvä ymmärtää, mitä rajoitteita ne aiheuttavat esimerkiksi usein käytettävään avoimesti saatavilla olevaan 2 metrin korkeusmalliin.

Olennaista on tietää, onko suunnittelussa käytettävä korkeusmalli luotu tiheä- vai harvapulssisen aineiston pohjalta, sillä tarkkuuserot ovat huomattavat, vaikka käytettävän korkeusmallin solukoko olisikin vain 2 metriä. Laserkeilauksen ajankohdalla voi niin ikään olla suuri merkitys, jos alueelle on kaivettu uusia ojia tai tehty muita muokkaustoimia. Myös kasvukauden vaiheella ja alueella keilaushetkellä olleella vesimäärällä voi olla vaikutuksia aineiston luotettavuuteen.

Laserkeilausaineisto 5 p on ostettavissa Maanmittauslaitokselta pistepilvitiedostona. Aineistosta voidaan tehdä tarkkoja pienen solukoon korkeusmalleja, jotka paljastavat esimerkiksi mahdollisia oikovirtausreittejä, vanhoja ajouria tai pienipiirteisiä jännepintoja. Lisäksi laserkeilauksen pistepilvestä voidaan irrottaa esimerkiksi huomattavan tarkka latvusmalli, jota voidaan hyödyntää puuston käsittelyn ja ajourien suunnittelussa.

Laserkeilauksen ja korkeusmalliaineistojen ajantasaiset tiedot löytyvät Maanmittauslaitoksen verkkosivuilta. Oppaan kirjoitushetkellä suurimmasta osasta Suomea on jo saatavilla tiheäpulssinen keilausaineisto, mutta avointa 2 metrin korkeusmallia on ajantasaistettu vasta joillain alueilla.

Virtausmallit

Ennallistamisen suunnittelussa korkeusmallien avulla voidaan laskea erilaisia pintavesien virtausmalleja. Korkeusmallin solukoko vaikuttaa virtausmallin toimintaan (kuva 1). Mitä pienempi solukoko on, sitä paremmin esimerkiksi ojaverkoston vaikutus näkyy mallissa. Vastaavasti ojien vaikutusta voidaan myös häivyttää käyttämällä karkean solukoon korkeusmallia, jolloin malli arvioi luontaisia virtausreittejä ilman ojien vaikutusta.

Tarkkoihin korkeusmalleihin (esimerkiksi 0,2–2 metrin solukoko) perustuvat virtausmallit kuvaavat virtausten nykytilaa. Niihin liittyy joitakin rajoitteita, joihin törmää verrattain usein. Tämmöisiä ovat esimerkiksi tierummut, laserkeilauksessa piiloon jääneet ojien pohjat tai avosuolla jänne- ja rimpipinnan vaihtelut, joissa virtausmalli saattaa antaa hyvinkin virheellistä arviota.

Näin ollen ilman maastokäyntiä tarkan solukoon virtausmalleihin ei voi yksinään koskaan luottaa. Mallien avulla voi kuitenkin päätellä, mitä maastossa on syytä käydä varmistamassa. Kun virtaukset on varmistettu maastossa, voi korkeusmallin tarvittaessa muokata maastohavaintojen mukaiseksi ja tehdä siitä uuden todenmukaisemman virtausmallin.



Kuva 1. Solukoko vaikuttaa merkittävästi korkeusmallin ja virtausmallien käyttöön. Tarkat virtausmallit pyrkivät hakeutumaan pienipiirteisimpiinkin painanteisiin. Suurempi solukoko häivyttää niiden vaikutukset. Veden virtaussuunta on kuvassa idästä länteen. Huomaa, että selitteen väriskaala on jatkuva, vaikka se on selitteessä selvyyden vuoksi luokittain. Sisältää Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineisto 5 p -aineistoa. Ladattu 5.8.2024, käyttöehdot (maanmittauslaitos.fi). Vinovalovarjoste © Maanmittauslaitos 2025.

Karkean solukoon (esimerkiksi 10, 16 tai 32 metrin) virtausmallit puolestaan kuvaavat usein melko hyvin luontaisia virtausreittejä. Mitä suurempi korkeusmallin solukoko on, sitä paremmin ojien ja muiden pienipiirteisten pinnanmuotojen vaikutukset häviävät näkyvistä. Ojien ja muiden rakenteiden tai maanmuokkausten vaikutukset sisältyvät kuitenkin aina virtausmalliin, sillä se lasketaan loppukädessä samasta laserkeilausaineistosta kuin tarkemmatkin virtausmallit. Toisin sanoen täydellisesti luontaista tilaa kuvaavia malleja ei pystytä luomaan.

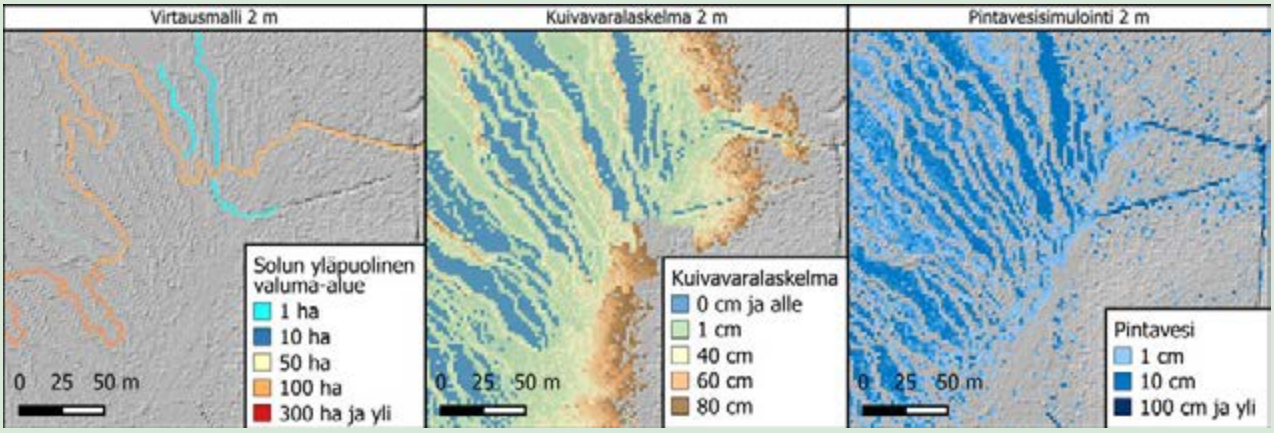
Vaikutusten arviointi korkeusmallin avulla

Kun tarvittavat ennallistamistoimet on suunniteltu, voidaan niiden vaikutuksia pintavesiin arvioida paikkatietomalleilla ja -simuloinneilla (kuva 2). Vaikutusten mallintamista varten korkeusmalliin on muokattava suunnitellut toimenpiteet. Mallintamiseen ja simulointiin on olemassa niin avoimia ilmaisia kuin maksullisia paikkatieto-ohjelmia.

Soiden ennallistamisessa mahdollisten vettymishaittojen arvioiminen on tärkeä osa suunnittelutyötä, jotta esimerkiksi naapurikiinteistölle ei aiheuteta yllättäviä haittavaikutuksia. Tällöin on arvioitava, millainen kuivavara milläkin alueella toteutuu ennallistamistoimien myötä. Kuivavaraa on helppo arvioida korkeusmallin maanpinnan korkeustietojen avulla joko nojaamalla suunnittelijan asiantuntemukseen tai tekemällä paikkatietopohjainen laskelma korkeusmallin ja toimien jälkeistä tilannetta kuvaavan virtausmallin avulla. Yksinkertaisimmillaan laskelma on korkeusmallin ja patopaikan maanpinnankorkeuden välinen erotus, mutta jatkuvan ojien täytön tilanteessa tarvitaan myös jatkuvaa tai ainakin useammasta kohdasta tehtyä kuivavaralaskelmaa.

Kuivavaralaskelma ei kuitenkaan kuvaa todellista pintavesien tilannetta, sillä se ei huomioi lainkaan vesimääriä ja tulvimisvaikutusta. Jotta ne voidaan huomioida, täytyy tehdä vaativia paikkatietolaskelmia ja -simulointeja. Simuloinneilla voidaan tehdä mahdollisimman tarkka arvio siitä, mitä ennallistamisalueen pintavesille tulee tapahtumaan toimien myötä. Simuloinnin etuna on myös se, että mahdolliset puutteet suunnitelmassa käyvät ilmi ja ne voidaan korjata ennen kuin hanke etenee toteutukseen.

Monia muitakin käyttösovellutuksia ja mahdollisuuksia on hyödyntää paikkatietopohjaisia aineistoja ja työkaluja ennallistamisen suunnittelussa ja toteutuksessa. Paikkatiedon kanssa on hyvä muistaa, että mikään malli ei kuvaa täydellisesti sitä, mitä luonnossa oikeasti tapahtuu. Toisin sanoen malleilla ei voi korvata asiantuntijan tekemää maastotyötä, mutta ne voivat auttaa maastotyön kohdentamisessa ja suunnitelman vaikutusten arvioinnissa.



Kuva 2. Erilaisilla laskelmilla voi arvioida eri asioita. Virtausmalli (myös virtausverkko) kuvaa yksinkertaisen virtausreitin. Kuivavaralaskelma arvioi virtausmallin perusteella etenkin ennallistamisalueen ulkopuolisia vaikutuksia. Pintavesisimulointi kuvaa todenmukaisimmin veden liikkeitä huomioimalla alueen vesimäärät. Veden virtaussuunta on kuvassa idästä länteen. Huomaa, että selitteiden väriskaalat ovat jatkuvia, vaikka ne ovat selvyyden vuoksi luokittain. Sisältää Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineisto 5 p -aineistoa vuodelta 2022. Ladattu 5.8.2024, käyttöehdot (maanmittauslaitos.fi).

Luonnonsuojelulain huomioiminen ennallistamiskohteilla

Riikka Juutinen ja Merja Lipponen

Soita ennallistamalla voidaan parantaa paitsi luontotyyppien tilaa myös uhanalaisten lajien elinolosuhteita. Ennallistamisessa on aina huomioitava luonnonsuojelulain asettamat reunaehdot. Reunaehtojen huomioiminen edellyttää, että alueen luonnosta on riittävät tiedot (luku 6.2.3).

Rauhoitettua kasvia (LSL 69 §, LSA 1066/2023 liitteet 3, 4 ja 5), sen osaa tai siemeniä ei saa poimia, kerätä, leikata irti, ottaa juurineen eikä hävittää (LSL 74 §).

Luontodirektiivin liitteen IV (b) kasvilajit ovat tiukasti suojeltuja (LSL 78 §, LSA 1066/2023 liite 7) ja rauhoitettuja. Mikäli ennallistamisen yhteydessä on riski rauhoitettujen lajien tai luontodirektiivin liitteen IV (b) lajien yksilöiden tuhoutumiseen tai niitä suunnitellaan siirrettäväksi, toimiin tarvitaan ELY-keskuksen (jatkossa Lupa- ja valvontaviraston) myöntämä poikkeuslupa (LSL 83 §).

Tiukasti suojeltujen kasvilajien rauhoituksesta poikkeamisen edellytykset ovat ”tavallisia” rauhoitettuja lajeja tiukemmat. Poikkeamista ei voida myöntää, mikäli sille on muu tyydyttävä ratkaisu. Rauhoitettujen ja tiukasti suojeltujen kasvilajien heikentämistä on ensisijaisesti pyrittävä välttämään. Lajiesiintymien tilanteen parantaminen kannattaa ottaa yhdeksi ennallistamisen tavoitteeksi.

Rauhoitettujen eläinten (LSL 69 §, LSA 1066/2023 liitteet 1 ja 2) tahallinen tappaminen tai pyydystäminen, pesien, munien ja yksilöiden siirtäminen tai yksilöiden tahallinen häiritseminen, erityisesti lisääntymisaikana, tärkeillä muuton aikaisilla levähdysalueilla tai muutoin elämänkierron kannalta tärkeillä paikoilla on kielletty (LSL 70 §).

Linnun pesän vahingoittaminen on kiellettyä lisääntymiskauden ulkopuolella vain, jos kyse on eläimen tekemästä pesästä, jota se käyttää toistuvasti. Rauhoitettuja eläimiä koskevien säädösten takia soiden ennallistamistyöt on pääasiassa syytä toteuttaa lintujen pesimäkauden ulkopuolella.

Luontodirektiivin liitteen IV (a) eläinlajit ovat tiukasti suojeltuja (78 §, LSA 1066/2023 liite 7). Näiden lajien lisääntymis- tai levähdyspaikkoja ei saa hävittää eikä heikentää. Esimerkiksi viitasammakon (kuva 1) lisääntymis- ja levähdyspaikkoja voi olla rimpisoilla ja ojissa. ELY-keskus ohjeistaa tarvittaessa tarkemmin kohdekohtaisesti, miten lajit huomioidaan ennallistamisen yhteydessä. Poikkeamista lisääntymis- ja levähdysalueen hävittämis- ja heikentämiskiellosta koskevat samat edellytykset kuin tiukasti suojeltuja kasvilajeja.

Natura-alueilla toimet eivät saa merkittävästi heikentää alueen suojelun perusteena olevien **luontodirektiivin liitteen II lajien, liitteen I luontotyyppien tai lintudirektiivin mukaisten lajien** tilaa alueella. Jos epäillään, että toimenpiteet saattavat vaikuttaa haitallisesti lajien tai luontotyyppien tilaan, on tarpeen ottaa yhteyttä ELY-keskukseen sen selvittämiseksi, onko tarpeen käynnistää LSL 35



Kuva 1. Viitasammakon erottaa ruskosammakosta esimerkiksi äänen, kuonon muodon ja takajalkojen metatarsaalikyhmyn koon perusteella. Kuva: Niina & Joonas Gustafsson, Sammakkolampi.fi, Creative Commons Nimeä Ei-kaupallinen 4.0.

§:n mukainen Natura-arviointi- ja lausuntomenettely. Ennallistamissuunnitelma voidaan hyväksyä, jos viranomaismenettelyssä varmistuu, että toimenpiteet eivät merkittävästi heikennä kyseisten lajien ja luontotyyppien tilannetta Natura-alueella.

Suojelualueella tehtävät ennallistamistoimet saattavat edellyttää poikkeamista alueen rauhoitusmääräyksistä (yksityiset luonnonsuojelualueet) tai rauhoitussäännöksistä (valtion luonnonsuojelualueet). Lisätietoa poikkeamisesta antavat ELY-keskukset ja Metsähallituksen Luontopalvelut.

Ennallistamistoimenpiteet eivät saa heikentää **erityisesti suojeltavien lajien** (LSL 77 §, LSA 1066/2023 liite 6 *-merkinnällä merkityt eliölajit) säilymiselle tärkeitä esiintymispaikkoja tai luontodirektiivin liitteen II lajien suotuisan suojelutason saavuttamisen tai säilyttämisen kannalta merkittäviä esiintymispaikkoja (78 §). ELY-keskus tekee esiintymispaikasta rajauspäätöksen ja kielto tulee voimaan, kun päätös on annettu tiedoksi alueen omistajille ja haltijoille. Poikkeaminen säännöksistä on sallittu vain ELY-keskuksen luvalla.

Vaikka erityisesti suojeltavan lajin esiintymästä ei olisi tehty rajauspäätöstä, on jo ennallistamissuunnitelmaa laadittaessa syytä olla yhteydessä ELY-keskukseen.

Suojelualueilla erityisesti suojeltavien lajien tilannetta ei saa heikentää, vaikka esiintymää ei olisi rajattu. Lakisääteisillä suojelualueilla ei yleensä tehdä luonnonsuojelulain mukaisia erityisesti suojeltavien lajien rajauksia, vaan alueen suojelustatus edellyttää, että lajin säilyminen varmistetaan suojelualueen hoitoa tai ennallistamista suunniteltaessa.

Luonnonsuojelulailla suojeltuja terveleppämetsiä (LSL 64 §, LSA 1066/2023 4 §) voi joskus olla suunnittelualueella tai sen vaikutusalueella tai alueelle voi myöhemmin ennallistamisen seurauksena kehittyä lain tarkoittama terveleppämetsä. Mikäli suunnittelualueella on huomattavissa määrin tervaleppää, on suunnitelmaa laadittaessa hyvä olla yhteydessä ELY-keskukseen.

Muille uhanalaisille lajeille ei lainsäädännössä ole määritelty huomioonottamisvelvoitteita. Toimijoiden ja maanomistajien tekemät vapaaehtoiset sitoumukset ja ympäristöohjeet sisältävät kuitenkin tavoitteita ja ohjeita niiden huomioon ottamiselle erilaisia toimia toteutettaessa. Poikkeustapauksissa tällaisen lajin esiintymälle aiheutuvia haittoja voidaan hyväksyä myös suojelualueilla, kunhan toimilla saavutettava luonnonsuojellullinen hyöty on perusteltavissa suhteessa haittoihin ja haitat on minimoitu.

Jos ennallistamisalueella on lainsäädännöllä suojeltuja luontoarvoja

4) Ota yhteyttä ELY-keskukseen (jatkossa Lupa- ja valvontavirastoon) lisäohjeiden saamiseksi.
5) Sisällytä luontoarvojen huomioon ottaminen tai edistäminen ennallistamissuunnitelmaan ja arvioi suunnitelman toteuttamisen vaikutukset.
   - Ota suunnitelman laatimiseen ja vaikutusten arviointiin mukaan lajiasiantuntijat (ympäristöhallinnon lajiasiantuntijat, lajityöryhmien jäsenet, eri lajiryhmiin erikoistuneet konsultit).
   - Ota huomioon mm.
     - vaihtoehtoiset toteutustavat
     - valtakunnalliset ja alueelliset suojelutarpeet
     - esiintymispaikan nykytila, esiintymän merkitys sekä esiintymän tulevaisuudennäkymät pitkällä aikavälillä ilman ennallistamistoimia ja niiden kanssa
     - ennallistettavan paikan muut arvot ja mahdolliset ristikkäiset tarpeet
     - ennallistamistoimien onnistumisen todennäköisyys.

Luonnonsuojelualueiden soiden ennallistamisessa huomioitavaa

Ennallistamisen tavoitteet suojelualueilla

Suojelualueilla soiden ennallistamisen tavoitteena on yleensä vedenpinnan tason, veden virtauksen ja muiden luontaisten prosessien palauttaminen niin hyvin ja niin lähelle luontaisen kaltaista tilannetta kuin mahdollista. Tällöin suokasvillisuuden, muun suoeliöstön ja suon luontaisten prosessien on mahdollista palautua ojituksen muuttamilla alueilla.

Ennallistamisen suunnittelusta suojelualueilla

Luonnonsuojelualueen soiden ennallistamisen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioidaan suojelualueiden suojeluperusteet, perustamissäädökset sekä yksityisten luonnonsuojelualueiden perustamispäätökset rauhoitusmääräyksineen.

Suojelualueiden soiden ennallistamista suunniteltaessa ja ennallistamisen tavoitteita asetettaessa joudutaan usein tekemään kompromisseja suojelutavoitteiden ja ympäröivien alueiden talouskäytön tavoitteiden välillä (tietolaatikko 6). Laajat suoyhdistymien reunaosien ojitukset ovat monin paikoin muuttaneet veden virtauksia soilla niin, että vesimäärät pienenevät myös ojittamattomilla suon osilla, toisinaan kaukanakin ojista. Reunojen ojitus voi kääntää esimerkiksi suon keskiosan minerotrofisen nevan kehityksen pysyvästi karun suon suuntaan, ja reunaojien kunnostaminen metsätalouden tarpeiden mukaan tehostaa vaikutusta.

Vesien palauttamiseksi valuma-alueelta suojellulle suolle on hyvä etsiä vesien ohjaukseen yhteistyökumppaneita aluetta ympäröivistä maanomistajista.

Ennallistaminen Natura 2000 -alueilla

Natura 2000 -alueilla arvioidaan ennallistamisen tai luonnonhoidon vaikutukset

- alueen suojelun perusteena oleviin luontotyyppeihin ja niiden edustavuuteen
- alueen suojelun perusteena oleviin lajeihin
- luontodirektiivin liitteiden II, IV ja V lajeihin sekä lintudirektiivin liitteen I lajeihin.

Ennallistaminen ei saa heikentää niitä luontoarvoja, joiden perusteella alue on sisällytetty Natura-verkostoon.

Ennallistamissuunnitelmat toimitetaan ELY-keskukseen (jatkossa Lupa- ja valvontavirastoon) kommentoitavaksi tai lausunnolle.

Toimenpidesuunnitelmissa tulee olla Natura-arvioinnin tarveharkinta eli selvitetään, edellyttävätkö toimenpiteet varsinaista luonnonsuojelulain (9/2023) 35 §:n mukaista Natura-vaikutusten arviointia. Arviointi tarvitaan, jos toimenpiteet voivat heikentää merkittävästi Natura-alueen suojelun perusteena olevia luontoarvoja.

Ennallistamisen seurauksena Natura-alueilta ilmoitettujen luontotyyppien pinta-alat voivat muuttua, jos esimerkiksi ojituksen seurauksena puustoiseksi muuttunutta suota palautetaan avosuoksi. Ennallistamissuunnitelmaan arvioidaan luontotyyppien pinta-alojen ja edustavuuksien muutokset ja niiden merkittävyys koko Natura-alueen mittakaavassa.

Luonnonsuojelulain valvojana ELY-keskus valvoo toimenpiteiden vaikutuksia.

Natura-alueiden ennallistettujen suokuvioiden Natura-luontotyyppien edustavuus päivitetään ennallistamisen jälkeen ympäristöhallinnon käytössä olevaan suojelualueiden paikkatietojärjestelmään.

Yksityiset luonnonsuojelualueet (YSA)

Yksityisten luonnonsuojelualueiden ennallistamissuunnitelmat hyväksyy ELY-keskus.

Kymmeniä vuosia sitten perustettujen suojelualueiden rauhoitusmääräyksissä tai perustamisasetuksessa saatetaan edellyttää luonnonsuojeluvalvojan toimenpidelupaa. Silloin lausunto ja suunnitelman hyväksyntä pyydetään ympäristöministeriöstä. Suunnitelmasta ollaan siinäkin tapauksessa ensin yhteydessä ELY-keskukseen.

Ennallistamisen suunnittelu yksityisellä luonnonsuojelualueella

Yksityisen suojelualueen ennallistaminen vaatii aina sekä maanomistajan että ELY-keskuksen (jatkossa Lupa- ja valvontaviraston) hyväksynnän.

Ennallistamisprosessi yksityisellä luonnonsuojelualueella:

- Selvitetään maanomistajan kanta suojelualueen ennallistamiseen.
- Laaditaan suunnitelma.
- Pyydetään suunnitelmasta ELY-keskuksen alustavat kommentit ja päivitetään suunnitelmaa niiden perusteella.
- Esitellään suunnitellut toimenpiteet maanomistajalle ja hankitaan suunnitelmalle maanomistajan hyväksyntä.
- Lähetetään suunnitelma hyväksyttäväksi ELY-keskukseen.
- Tehdään maanomistajan kanssa sopimus ennallistamisen toteutuksesta.
- Toimitetaan ELY-keskukselle maanomistajan hakemus luonnonsuojelulain tuesta tai maanomistajan kirjallinen suostumus tuen myöntämiseen ja tarvittavat tiedot tukipäätöstä varten.

Maanomistajien postiosoitteet löytyvät valtaosin Kiinteistötietojärjestelmästä (KTJ). Jos omistaja- ja osoitetietoja ei löydy KTJ:sta, niitä voi yrittää hankkia Maanmittauslaitoksen maksullisen asiakaspalvelun kautta. Puhelinnumeroita voi löytyä numeropalvelusta tai nettihaulla.

Jakamattoman kuolinpesän tai perikunnan kaikki osakkaat tulee selvittää väestörekisteristä tai Maanmittauslaitokselta. Järjestäytyneiden tai järjestäytymättömien yhteisomistusalueiden (osakaskuntien) osakkaat selviävät KTJ:n kiinteistörekisteriotteelta.

Luonnonsuojelulain tuki yksityisen suojelualueen ennallistamiseen

Yksityinen maanomistaja voi hakea ELY-keskuksesta (jatkossa alueellisesta elinvoimakeskuksesta) tukea yksityisen luonnonsuojelualueen tai muun yksityisen alueen suon ennallistamiseen (LsL 9/2023, 4 luku). Tukea myönnetään ELY-keskuksen kokonaisharkinnan perusteella.

Tuki myönnetään tavarana tai palveluna, ja se sisältää esimerkiksi Metsähallituksen tai ELY-keskuksen asiantuntijan laatiman ennallistamissuunnitelman mukaisten toimenpiteiden toteuttamisen. Valtion (ELY:n tai Metsähallituksen Luontopalvelujen) järjestämästä puustoisten elinympäristöjen ennallistamiseen, kunnostukseen ja hoitoon myönnettävällä tuella toteutettavasta luonnonhoidosta säädetään tuesta annetussa asetuksessa (800/2022).

Tuki ei voi sisältää hakkuita, joista maanomistaja saa enemmän kuin kotitarvehakkuisiin rinnastettavan määrän puutuloa.

Jos ennallistaminen tehdään yhteiskunnan tuella, se edellyttää yksityisillä luonnonsuojelualueilla aina ELY-keskuksen tukipäätöksen. Sitä varten ELY-keskukselle toimitetaan tarvittavat tiedot (hakemus tai sopimus ja suostumus).

Suojelualueen luonnonhoitoa ei lähtökohtaisesti katsota yrityksen taloudellisen toiminnan tukemiseksi, jos siitä ei synny puutuloja. Jos tuki kuitenkin kohdistuu yrityksen taloudelliseen toimintaan, se voi kartuttaa yrityksen de minimis -kertymää.

Puuston poisto yksityiseltä luonnonsuojelualueelta

Jos ennallistamisen yhteydessä on tarpeen poistaa yksityiseltä luonnonsuojelualueelta puustoa, selvitetään, onko puuston arvo korvattu maanomistajalle alueen rauhoituksen yhteydessä. Jos tieto ei selviä rauhoituspäätöksestä, se tarkastetaan ELY-keskuksesta.

Jos puuston arvoa ei ole korvattu, voi maanomistaja järjestää ennallistamisen edellyttämän puuston poiston ELY-keskuksen tai Luontopalvelujen ohjeistuksen mukaisesti. Puutulot kuuluvat maanomistajalle.

Jos puuston arvo on korvattu maanomistajalle, suojelualuetta ei voida ennallistaa kuin siinä tapauksessa, että kohteelta poistetaan puustoa vain ns. kotitarveottoon verrattava määrä.



Kun metsäyhtiön luonnonsuojelualueella tukittiin ojia, alueelle palautui useita lähteitä. Ennen ennallistamista tämän lähteen vesi johtui ojaan ja sammallajisto oli niukkaa (A). Kaksi vuotta ojan tukkimisen jälkeen lähteen vedenpinnan taso oli noussut, sammalkasvustot runsastuneet ja vesi kääntynyt virtaamaan luontaiseen suuntaan (B). Kuvat: Maarit Similä.

Yksityismetsätaloutta varten kuivatetun suon ennallistamisen suunnittelu ja toteutus

Riikka Salomaa

Yksityisen metsätaloutta varten kuivatetun suon ennallistaminen on aina maanomistajalle vapaaehtoista. Usein aloite ennallistamiseen tuleekin maanomistajalta itseltään, mutta aloitteen tekijä voi olla myös viranomainen, metsäalan organisaatio tai muu taho.

Ennallistamisen tavoitteena ovat monimuotoisuuden lisääminen ja pidemmällä aikavälillä vesiensuojelu, tulvasuojelu sekä hiilensidonta. Lisäksi voidaan tavoitella positiivisia virkistyskäyttö- ja maisemavaikutuksia sekä esimerkiksi riistalajien elinympäristöjen parantamista.

Yksityismaan ennallistamisen suunnittelu ja toteutus eivät käytännössä juurikaan eroa suojelualueiden soiden ennallistamisen suunnittelusta ja toteutuksesta. Jos ennallistamiseen haetaan yhteiskunnan tukea, suunnitteluun ja toteutukseen vaikuttavat suunnitteluhetkellä voimassa olevat metsätalouden määräaikaisen kannustejärjestelmälain (71/2023) ja luonnonsuojelulain (9/2023) mukaiset tukiehdot.

Ennallistamisen suunnittelu

Yksityismaan suon ennallistamista suunniteltaessa selvitetään mahdollinen aiempien ojitusten tai muiden tuettujen metsänhoitotoimenpiteiden hoito- ja kunnossapitovelvollisuus. Jos myös valtaojia tukitaan tai padotaan, selvitetään ojitusyhteisön voimassaolo ja lupa toimenpiteen toteuttamiseksi. Kaikista ennallistamissuunnitelmista pyydetään lausunto alueella toimivalta vesilain viranomaiselta.

Suunnittelualueelta selvitetään uhanalaisten lajien esiintyminen sekä metsälain (1093/1996) mukaisesti säilytettävät erityisen tärkeät elinympäristöt. Uhanalaisten lajien tiedossa olevat esiintymäpaikat saa paikalliselta luonnonsuojelulakia valvovalta viranomaiselta. Tiedot kartoitetuista metsälain erityisen tärkeistä elinympäristöistä saa Metsäkeskuksesta. On huolehdittava, että lajien esiintymät ja säilytettävät elinympäristöt eivät vahingoitu toimenpiteitä toteuttaessa. Ne merkitään suunnitelmaan huolellisesti.

Ennallistamista suunniteltaessa huomioidaan koko suoaltaan vesitalous. Jos maanomistaja on kiinnostunut ennallistamaan omalla metsäkiinteistöllään sijaitsevan suoalueen, joka sijaitsee suoaltaan keskellä, on sen ennallistaminen käytännössä mahdotonta ilman naapurikiinteistöille aiheutuvia vettymishaittoja. Jos vettymishaittoja aiheutuu, niistä on vastuussa vettymishaitan aiheuttaja. Tämän vuoksi on tärkeää, että naapurikiinteistöjen omistajat saadaan mukaan hankkeeseen ja koko suoallas ennallistetaan maanomistajien yhteisenä hankkeena.

Metsätalousalueilla toimenpiteiden kustannustehokkuutta voidaan luontevasti lisätä sovittamalla ennallistamistoimia yhteen lähialueilla tehtävien metsätaloustoimien kanssa. Ennallistettavalta suolta voidaan esimerkiksi korjata puustoa saman maanomistajan muun puunkorjuun yhteydessä. Myös ennallistamisen tai vesienpalautuksen kaivinkonetöitä voi olla mahdollista yhdistää esimerkiksi uudistusalueiden maanmuokkaukseen.

Metsänkäyttöilmoitus, puiden poisto ja uudistamisvelvoite

Alun perin harvapuustoisen tai puuttoman suon ennallistamistoimenpiteisiin voi liittyä puiden poistoa, josta on aina tehtävä metsänkäyttöilmoitus Metsäkeskukseen.

Puiden poisto katsotaan metsälaissa uudistushakkuuksi, jonka päättymisestä seuraa metsän uudistamisvelvoite. Uudistushakkuu katsotaan päättyneeksi, kun käsittelyalueelle

on syntynyt puunkorjuun seurauksena yli 0,3 hehtaarin avoin alue.

Uudistamisvelvoitetta ei kuitenkaan ole puuntuotannollisesti vähätuottoisella ojitetulla turvemaalla, jossa runkopuun vuotuinen kasvu on alle kuutiometrin hehtaaria kohden. Tällöin käsittelyalueelle on jätettävä luonnon monimuotoisuutta edistävää puustoa, vaikka suo ennallistettaisiinkin tai jätettäisiin ennallistumaan.

Uudistamisvelvoitetta ei myöskään ole alueella, jolla Suomen metsäkeskuksen tai viranomaisen hyväksymän suunnitelman perusteella ennallistetaan alun perin avoin tai harvapuustoinen suo. Ennallistamissuunnitelma toimitetaan metsänkäyttöilmoituksen yhteydessä Metsäkeskukseen.

Ennallistaminen ja laki metsätuhojen torjunnasta

Luonnonsuojelualueiden ulkopuolisilla metsämailla on voimassa laki metsätuhojen torjunnasta (1087/2013). Jos ennallistamisen yhteydessä vahingoittuneiden mäntyjen tilavuus ylittää 20 m^3 hehtaarilla tai vahingoittuneiden kuusten tilavuus ylittää 10 m^3 hehtaarilla, ylittävä osa tulee poistaa laissa määriteltyihin ajankohtiin mennessä.



Kuva 1. Tämän lettorämeelle ja -nevalle kaivetun valtaojan tukkii lähitulevaisuudessa Metsäkeskuksen hankehaun kautta valittu urakoitsija. Ennallistettavalla alueella on uhanalaisten kasvien esiintymiä. Ojan tukkimisen yhteydessä palautetaan myös yläpuolisen lammen vedenpinnan taso luontaisemmaksi sekä käännetään vesi alkuperäisiin purouoman mutkiin. Kuva: Mika Tuovila.

Putkilokasvien ja sammalten siirrot voivat olla tarpeen soiden ennallistamisen yhteydessä

Kaisu Aapala, Riikka Juutinen, Pauliina Kulmala ja Terhi Korvenpää

Siirtoistutukset ovat lajisuojelun keino, jossa kasveja siirretään paikasta toiseen siemeninä tai kokonaisina kasveina. Siirtoistutusten tavoitteena tulisi olla omillaan toimeentuleva, elinvoimainen ja lisääntyvä populaatio. Siirroille tulee olla selkeät luonnonsuojelubiologiset perusteet ja tarve. Lajien siirtoihin ja palautukseen on mielekästä ryhtyä esimerkiksi silloin, kun lajin populaatio on selvästi niukentunut tai populaatio on hävinnyt ja häviämisen syy ymmärretään ja kun alkuperäinen tai sen lähellä oleva kasvupaikka on hoitotoimin saatavissa lajille soveliaaksi ja kasvupaikan olemassaolo on turvattu pitkällä aikavälillä. (Miranto 2017).

Yleensä Suomen metsäojitetuilla soilla on edelleen jäljellä suolajistoa, eikä tavanomaisen suokasvilajiston siirtoistutuksia tarvita ennallistamisen yhteydessä. Uhanalaisten lajien elinolosuhteiden parantaminen on tärkeä tavoite soiden ennallistamisessa, ja siirtoistutuksille voi olla tarve tilanteessa, jossa toimenpidealueella esiintyy uhanalainen tai muu huomionarvoinen laji. Joissain tapauksissa siirtoistutuksilla voidaan pyrkiä nopeuttamaan pienialaisten erityiskohteiden, esimerkiksi lähteikköjen, toipumista ennallistamisen jälkeen (Eskelinen & Juutinen 2023). Siirtoistutus voi olla tarpeen myös, jos halutaan palauttaa ennallistetulle alueelle laji, joka ei omin avuin pysty sinne leviämään (Hansson & Gunnarson 2022). Leviämisrajoitteisuus voi olla yksi syy siihen, miksi ennallistetut suot eivät aina palaudu lajistoltaan luontaisen kaltaisiksi.

Lajisiirron yleiset periaatteet suojelualueilla

Suojelualueiden hoidon ja käytön periaatteiden (Metsähallitus 2025c) mukaan luonnonsuojelualueelle voidaan tarvittaessa palauttaa siirtoistutuksella alueella aiemmin esiintynyt, mutta sieltä hävinnyt suojelun tarpeessa oleva laji. Poikkeuksellisesti alueelle voidaan siirtää myös suojelutarpeessa oleva laji, jonka ei tiedetä siellä esiintyneen, mutta jonka säilymiseen suojelualue tarjoaa ainoan tai vaikeasti korvattavan ympäristön. Näissäkin tapauksissa on ennen siirtoa arvioitava toimenpiteen vaikutus lajiin tai lajistoon siirron lähtöalueella ja kohdealueella, kohdealueen sopivuus lajille sekä siirron tuloksena syntyvän tai vahvistuvan uuden populaation vaatimat hoito- ja seurantatoimet kohdealueella. Nämä siirrot tehdään ensisijaisesti ennallistettuihin elinympäristöihin. Suojelualueilla noudatettavat tarkemmat lajisiirtojen periaatteet on kuvattu suojelualueiden hoidon ja käytön periaatteissa (Metsähallitus 2025c).

Lajien siirron periaatteita ennallistettavilla soilla

Kokemukset suokasvien siirtoistutuksista ovat toistaiseksi vähäisiä, joten lajien siirto on suunniteltava perusteellisesti ja toteutettava huolella. Siirtoihin liittyvät toimet on dokumentoitava ja siirron vaikutuksia on seurattava, jotta tarvittaessa voidaan tehdä lisätoimenpiteitä ja jotta siirtokokemuksia voidaan hyödyntää laajemmin. Lajien siirron periaatteita ja tarpeita voidaan arvioida jatkossa myös ennallistamisseurantojen tulosten pohjalta.

Mahdolliseen lajinsiirtotarpeeseen soiden ennallistaja törmää yleisimmin lähdevaikutteisilla soilla tai letoilla, jos arvokasta ja uhanalaista kasvilajistoa kasvaa ojien pohjilla tai penkoilla (kuva 1) (Eskelinen & Juutinen 2023). Elinympäristön ekologisesti tarkoituksenmukainen ennallistaminen saattaa edellyttää myös näiden ojien tukkimista. Myös ojituksen seurauksena kuivuneille rimpipinnoille on voinut siirtyä uhanalaisia välipintalajeja, joiden säilyminen vaarantuu, kun rimpipin-

nat vettyvät ennallistamisen jälkeen. Näissä tapauksissa lajien ja kasvustojen siirrot sopiviin elinympäristöihin voivat mahdollistaa suojelun tarpeessa olevan lajin populaatioiden säilymisen.

Kasvilajien siirtoon soiden ennallistamisen yhteydessä on useita vaihtoehtoja. Siirtojen yhteydessä on aina varmistuttava, ettei niistä aiheudu haittaa alueen muille suojelutarpeessa oleville lajeille.

- Kasvusto voidaan siirtää sopivalle kasvupaikalle samalla suolla.
- Jos voidaan perustellusti olettaa, että lajille sopivaa elinympäristöä syntyy tai palautuu ennallistamisen yhteydessä, laji voidaan siirtää suoraan tällaiselle paikalle.
- Kasvuston siirtämistä täytetyn ojan päälle tulee harkita huolellisesti tapauskohtaisesti. Myllätty ja paljas turvepinta on esimerkiksi vaateliaille lettojen putkilokasveille yleensä vaikea elinympäristö, vaikka se voi olla joillekin uhanalaisille sammallajeille tärkeä lyhytaikainen kasvupaikka. Paljaalla, pitkälle maatuneella turvepinnalla kosteusolot voivat vaihdella voimakkaasti, vaikka vedenpinnan tason muutos ei olisi kovin suuri. Myllätyllä turvepinnalla kasveilla on käytössään runsaasti pääravinteita (N, P), mikä voi antaa voimakkaille kilpailijoille kasvuedun ja johtaa niiden lettolajien syrjäytymiseen, jotka ovat heikkoja kilpailijoita. Lisäksi alun perin märillä soilla



Kuva 1. Metsähallituksen Luontopalvelujen työntekijät siirtämässä lettorikkoa turvaan kauemmaksi ojasta ennen ennallistamistöitä. Ennallistaminen ja lettorikon siirto tehtiin Tervolassa Keskipalonjängällä, joka sisältyy Karhuaavan–Heinijängän–Kokonrämeen Natura 2000 -alueeseen. Kuva: Markku Pernu.

ojalinjat ovat yleensä painuneet voimakkaasti, joten ennallistamisen jälkeen ne jäävät usein osittain veden peittämiksi, mikä voi haitata siirrettävien lajien menestymistä.
- Perattuja lähdepuroja ennallistettaessa on siirretty tavanomaisen lähdesammallajiston kasvustoja turvaan toimenpiteiden ajaksi. Lopuksi ne on istutettu takaisin purouomaan kivien tai puunkappaleiden suojaan. Toimenpiteen vaikutuksia on seurattu silmämääräisesti, ja siirrot ovat yleensä onnistuneet hyvin. Näyttää siltä, että sammalet lähtevät hyvin kasvuun myös versonkappaleista, mikäli olosuhteet ovat sopivat. (Kaartinen & Rehell 2013.)
- Siirto voidaan toteuttaa vaiheittain siirtämällä ensin osa kasvustosta ja varmistaa siten siirron onnistuminen jo ennen ennallistamista.
- Siirtoistutus voi putkilokasveilla olla varsinaisten kasviyksilöiden siirtämisen ohella myös siemenien siirtämistä eli kylvämistä sopivalle kasvupaikalle. Kasvien kylväminen voisi olla kokeilun arvoinen ja luonnonsuojelubiologisesti kustannustehokas keino, sillä sitä voisi kasvuston vaarantumatta toteuttaa jopa useampana vuonna ennen varsinaista ennallistamista. Tällöin lajia saataisiin levitettyä mahdollisimman moneen sopivaan paikkaan, mikäli itse kasviyksilöiden siirto epäonnistuisi.

Elinympäristön ennallistaminen saattaa tietyissä tapauksissa olla perusteltua, vaikka jotkut suojelutarpeessa olevat lajit siitä kärsisivät. Esimerkiksi silloin, jos samalla kohteella on toista, vielä uhanalaisempaa lajia, joka taantuisi tai jopa häviäisi, ellei kohdetta ennallistettaisi. Aina siirto ei ole tarpeen, vaikka kyse olisi uhanalaisesta lajista. Esimerkiksi jos laji on kohteella huomattavan runsas, siirrolla ei todennäköisesti saavutettaisi merkittävää lisähyötyä.

Lajien lainsäädännöllinen asema ja siirtoihin tarvittavat luvat

Lajisiirtoja suunniteltaessa on muistettava, että kasvien kaivaminen maasta ja siirto eivät kuulu jokaisenoikeuksiin, vaan minkä tahansa kasvilajin siirtoon millä tahansa alueella tarvitaan aina maanomistajan lupa.

Lajien lainsäädännöllinen asema on määritelty luonnonsuojelulaissa (LSL 9/2023), johon on sisällytetty myös luontodirektiivin määräykset. **Rauhoitettua kasvia** (LSL 69 §), sen osaa tai siemeniä ei saa poimia, kerätä, leikata irti, ottaa juurineen eikä hävittää (LSL 74 §).

Luontodirektiivin liitteen IV (b) kasvilajit ovat tiukasti suojeltuja (LSL 78 §) ja rauhoitettuja. Mikäli ennallistamisen yhteydessä on riski rauhoitettujen lajien tai luontodirektiivin liitteen IV (b) lajien yksilöiden tuhoutumiseen tai niitä suunnitellaan siirrettäväksi, toimiin tarvitaan ELY-keskuksen myöntämä poikkeuslupa (LSL 83 §). Tiukasti suojeltujen kasvilajien rauhoituksesta poikkeamisen edellytykset ovat ”tavallisia” rauhoitettuja lajeja tiukemmat. Poikkeamista ei voida myöntää, mikäli sille on muu tyydyttävä ratkaisu. Rauhoitettujen ja tiukasti suojeltujen kasvilajien heikentämistä on ensisijaisesti pyrittävä välttämään. Lajiesiintymien tilanteen parantaminen kannattaa ottaa yhdeksi ennallistamisen tavoitteeksi.

Natura-alueilla toimet eivät saa merkittävästi heikentää alueen suojelun perusteena olevien **luontodirektiivin liitteen II lajien** tilaa alueella. Jos epäillään, että toimenpiteet saattavat vaikuttaa haitallisesti lajien tilaan, on tarpeen ottaa yhteyttä ELY-keskukseen sen selvittämiseksi, onko tarpeen käynnistää LSL 35 §:n mukainen Natura-arviointi- ja lausuntomenettely. Ennallistamissuunnitelma voidaan hyväksyä, jos viranomaismenettelyssä varmistuu, että toimenpiteet eivät merkittävästi heikennä kyseisten lajien tilannetta Natura-alueella.

Ennallistamistoimenpiteet eivät saa heikentää **erityisesti suojeltavien lajien** (LSL 77

§) säilymiselle tärkeitä esiintymispaikkoja tai luontodirektiivin liitteen II lajien suotuisan suojelutason saavuttamisen tai säilyttämisen kannalta merkittäviä esiintymispaikkoja (78 §). ELY-keskus tekee esiintymispaikasta rajauspäätöksen ja kielto tulee voimaan, kun päätös on annettu tiedoksi alueen omistajille ja haltijoille. Poikkeaminen säännöksistä on sallittu vain ELY-keskuksen luvalla. Vaikka erityisesti suojeltavan lajin esiintymästä ei olisi tehty rajauspäätöstä, on jo ennallistamissuunnitelmaa laadittaessa syytä olla yhteydessä ELY-keskukseen. Suojelualueilla erityisesti suojeltavien lajien tilannetta ei saa heikentää, vaikka esiintymää ei olisi rajattu. Lakisääteisillä suojelualueilla ei yleensä tehdä luonnonsuojelulain mukaisia erityisesti suojeltavien lajien rajauksia, vaan alueen suojelustatus edellyttää, että lajin säilyminen varmistetaan suojelualueen hoitoa tai ennallistamista suunniteltaessa.

Muille uhanalaisille lajeille ei lainsäädännössä ole määritelty huomioonottamisvelvoitteita. Toimijoiden ja maanomistajien tekemät vapaaehtoiset sitoumukset ja ympäristöohjeet sisältävät kuitenkin tavoitteita ja ohjeita niiden huomioon ottamiselle erilaisia toimia toteutettaessa. Poikkeustapauksissa tällaisen lajin esiintymälle aiheutuvia haittoja voidaan hyväksyä myös suojelualueilla, kunhan toimilla saavutettava luonnonsuojelullinen hyöty on perusteltavissa suhteessa haittoihin ja haitat on minimoitu.

Jos ennallistettavaksi suunnitellulla alueella kasvaa lainsäädännössä huomioon otettavaksi määrättyjä (luontodirektiivin liitteiden II tai IV, erityisesti suojeltavia tai rauhoitettuja kasvilajeja), uhanalaisia tai joissain tapauksissa myös muuten erityisiä lajeja (esim. kasvilaji muodostaa suojelukohteen keskeisen suojeluarvon tai laji on seudulla harvinainen), tulee suunnittelussa arvioida ennallistamistoimien vaikutukset näihin sekä siirtoistutusten tarve ja mahdollisuudet. Ennallistamissuunnitelma ja lajivaikutusten arviointi on tällaisissa tapauksissa syytä tehdä yhteistyössä lajiasiantuntijoiden kanssa. Lajitietojen hakuja ja tietopyyntöjä voi tehdä Lajitietokeskuksen kautta.

Suojelutarpeessa olevien kasvilajien elinympäristöjen ennallistamista tai mahdollisia siirtoistutuksia suunniteltaessa on otettava huomioon

- lajeihin liittyvät lainsäädännölliset velvoitteet (luontodirektiivin lajit, erityisesti suojeltavat ja rauhoitetut lajit, suojelualueiden rauhoitussäännökset ja -määräykset)
- lajien merkitys Natura-alueen suojeluperusteena
- lajin valtakunnallinen ja alueellinen suojelutarve
- lajin esiintymispaikan nykytila, esiintymän merkitys lajin suojelulle sekä esiintymän tulevaisuudennäkymät pitkällä aikavälillä ilman hoitotoimia ja hoidettuna
- ennallistettavan paikan muut arvot suhteessa lajiin ja sen esiintymän merkitykseen
- ennallistamisen ja mahdollisen siirron onnistumisen todennäköisyys.

Suojelualueella tehtävä kasvilajin siirto saattaa edellyttää poikkeamista alueen rauhoitusmääräyksistä (yksityiset luonnonsuojelualueet) tai rauhoitussäännöksistä (valtion luonnonsuojelualueet). Lisätietoa poikkeamisesta antavat ELY-keskukset ja Metsähallituksen Luontopalvelut.

Kokemukset suolajien siirroista ovat vielä vähäisiä eivätkä kovin rohkaisevia

Lettorikon kylvökoe

Metsähallitus on jo parinkymmenen vuoden ajan niittänyt kahta lettorikkoa kasvavaa vanhaa suoniittyä Kuusamossa. Oravisuolla ja Kumpuvaarassa sijaitsevien niittoalojen tuntumaan perustettiin 2000-luvun alussa seuranta-alat, joilla seurattiin kahden vuoden ajan maapinnan rikkoutumisen ja turvepinnan paljastumisen vaikutusta lettorikon sie-

mentaimien muodostumiseen (Tikankontin ja lettorikon suojelu Pohjois-Suomessa, Lettorikko-LIFE-hanke, 2000–2005). Osa seurantaruuduista kitkettiin kasvittomiksi (kuva 2), ja käsitellyille ja käsittelemättömille ruuduille kylvettiin samalta esiintymältä edellissyksynä kerättyjä, kylmäkäsiteltyjä siemeniä. Seurantalinjalla oli myös kontrolliruutuja, joilta kuorittiin kasvillisuus pois, mutta joihin ei kylvetty lettorikkoa, sekä ruutuja, joille ei tehty mitään.

Odotusten mukaisesti kylvön jälkeisenä kahtena kesänä häiriöruuduille oli ilmestynyt moninkertaisesti enemmän lettorikon siementaimia kuin ruuduille, joilta kasvillisuutta ei ollut kuorittu pois. Ruuduille, joille ei kylvetty siemeniä, ei ilmestynyt lainkaan lettorikon taimia. Häiriöruuduilla kasvavat taimet olivat huomattavasti vankempia ja vihreämpiä kuin hentoiset ja kalvakat taimet niillä ruuduilla, joiden pintakasvillisuus oli jäljellä. Noin kolme neljännestä itäneistä taimista oli elossa vielä toisena seurantakesänä sekä kasvittomilla että kasvipeitteisillä seurantaruuduilla.

Vielä viime vuosisadan alkupuolella yleinen suoniittyjen niittäminen on aikanaan edesauttanut häiriölaikkujen syntymistä ja edelleen lettorikon siementen itämistä. Myös niitoista kertyneen käytännön kokemuksen perusteella vaikuttaisi siltä, ettei lettorikko kavahda reipasotteistakaan niittämistä. Paitsi että siemenet itävät turvealustalla helpommin, uusiutuvat myös niitossa katkeilleet ruusukkeet nopeasti: kesällä niitettyjen alojen turvepaljastumille on todettu kasvaneen uudet ruusukkeet irronneiden tilalle jo loppusyksystä.



Kuva 2. Kuusamon Kumpuvaarassa kokeiltiin kasvillisuuden poistamisen ja turvepinnan rikkomisen vaikutusta lettorikon siementen itämiseen. Kylvöruutu kylvövuonna 2003. Kuva: Pauliina Kulmala.

Lettorikon siirrot ojitetun suon ennallistamisen yhteydessä

Karhuaavan–Heinijängän–Kokonrämeen Natura 2000 -alueella Tervolassa sijaitsevalla Keskipalonjängällä ennallistettiin kalkkivaikutteista ojitettua lettoa vuonna 2004. Ruostevetisten, pohjavesivaikutteisten ojien seinämillä kasvoi noin 200 metrin matkalla lettorikkoa, ja ennallistamisen yhteydessä lettorikkoa kasvavat paakut siirrettiin täytettävästä ojasta kaivinkone- ja lapiotyönä ojan läheisyyteen paljaalle turpeelle (kuva 1). Kaikkiaan siirrettiin 30 paakkua, joista viisi merkittiin seurantaa varten (kuva 3).

Kymmenen vuotta ennallistamisen jälkeen Keskipalonjängän entiset ojalinjat olivat enimmäkseen heinien ja suonihuopasammalen luonnehtimaa kuivaa mätäspintaa (kuva 4), ja suurin osa seurattavista lettorikkokasvustoista oli hävinnyt (kuva 5). Muutamia lettorikkoversoja kasvoi enää yhdellä seurattavalla paakulla, joka oli istutettu ojalinjalle kohtaan, missä suolla on säilynyt ojan molemmin puolin ulottuva noin aarin laajuinen lettorikkoesiintymä (kuva 6). Lettorikko on elinympäristönsä suhteen varsin vaatelias, ja onnistuneet siirrot vaatisivat todennäköisesti muun muassa istutuskohdan vesitalouden huolellista selvittämistä.



Kuva 3. Ennen ennallistamista ojan seinämältä siirretty lettorikkokasvusto istutettuna ennallistamisen yhteydessä paljastuneelle turvepinnalle. Keskipalonjänkä 2004. Kuva: Markku Pernu.



Kuva 4. Entinen ojalinja Keskipalonjängällä kymmenen vuotta ennallistamisen jälkeen vuonna 2014. Kuva: Pauliina Kulmala.



Kuva 5. Seurannassa ollut, ennallistamisen yhteydessä siirretty lettorikkokasvusto oli hävinnyt kymmenessä vuodessa. Keskipalonjänkä 2014. Kuva: Pauliina Kulmala.



Kuva 6. Vain yhdessä viidestä seuratusta lettorikon siirtoistutetusta kasvustosta oli jäljellä muutamia lettorikkoversoja kymmenen vuotta ennallistamisen jälkeen. Keskipalonjänkä 2014. Kuva: Pauliina Kulmala.

Vaarantuneen lettohernesaran kylvö- ja istutuskokeita

Suomen uhanalaisten kasvien Ex situ -suojeluhankkeessa (ESCAPE) kokeiltiin vuonna 2015 lettohernesaran (*Carex viridula* var. *bergrothii*) lisäämistä suorakylvöllä ja istuttamalla (Miranto 2017). Tulokset ovat jääneet melko vaatimattomiksi.

Vain yhdellä lettohernesaran kylvökohteella, Jeron rantasuolla Lieksassa, noin 600 kylvetystä siemenestä oli vuoden kuluttua itänyt 254 eli 42 %. Jeron rantasuo poikkesi muista lettohernesaran siirtokohteista, sillä se ennallistettiin ennen kasvin palauttamista ja siemenet kylvettiin paljaalle, kasvittomalle turpeelle (Miranto 2017). Toisena vuonna kylvön jälkeen elossa oli 71 fertiiliä ja 150 steriiliä yksilöä (Metsähallitus 2025b). Seitsemän vuotta kylvön jälkeen vuonna 2022 elossa oli enää yksi steriili yksilö.

Jeron rantasuolle istutettu lettohernesara ei ole selvinnyt sen paremmin (Metsähallitus 2025b). Vuonna 2015 istutettiin kylvökokeen yhteydessä myös 94 fertiiliä ja 54 steriiliä lettohernesaraa. Seuraavana vuonna paikalla oli 21 fertiiliä ja 120 steriiliä yksilöä ja kaksi vuotta istutuksen jälkeen vielä 66 fertiiliä ja 61 steriiliä yksilöä. Seitsemän vuotta istutuksesta, vuonna 2022, jäljellä oli enää 3 fertiiliä ja 5 steriiliä yksilöä.

Kokemuksia uhanalaisten lettosammalten siirtoistutuksista Lapissa

Metsähallitutuksen Lapin Luontopalveluissa kokeiltiin 2010-luvulla kahdella lajilähtöisellä ennallistamiskohteella letto- ja lähdelajien siirtoistutuksia.

Tervolan Haapalehto

Tervolassa sijaitsevan Haapalehdon (Metsähallituksen liiketoimintojen hallinnassa) ojitettu suoalue tiedettiin aiempien lajihavaintojen perusteella lajistollisesti arvokkaaksi kohteeksi. Käsitys alueen uhanalaisesta sammallajistosta ja sen esiintymisestä täydentyi alueelle tehdyssä sammalselvityksessä huomattavasti, ja todettiin, että kohteella on ryhdyttävä kiireellisesti ennallistamistoimiin. Kalkki- ja lähdevaikutteisella suoalueella kasvoi runsaasti uhanalaista ja silmälläpidettävää sammallajistoa: ojan pohjan lähdevedessä silmälläpidettävää sirppihuurresammalta (*Palustriella falcata*) ja ojan turveluiskissa silmälläpidettävää lettokehräsammalta (*Moerckia hibernica* s.lat.), äärimmäisen uhanalaista kenosammalta (*Amblyodon dealbatus*) ja erittäin uhanalaista karhunlovisammalta (*Schistochilopsis grandiretis*). Vaateliaimman lajiston esiintyminen pelkästään ojissa kertoi, että lajisto on häviämässä alueelta.

Siirrot ja ennallistaminen

Vuonna 2016 täytettiin lajikeskittymän kohdalla olevat ojat Metsähallituksen Luontopalvelujen ja Metsätalous Oy:n yhteistyönä. Koska ojissa kasvanut arvokas lettosammallajisto olisi ilman siirtoistutuksia mahdollisesti kokonaan tuhoutunut ennallistamisessa, kerättiin kohteelta runsaasti siirtoistutusmateriaalia ojien täyttöä edeltävinä päivinä. Ojien täytön jälkeen kultakin paikalta kerätty materiaali siirtoistutettiin käsin mahdollisimman lähelle entistä kasvupaikkaa ja paikka merkittiin myöhempää seurantaa varten (kuva 7). Myöhäinen ajankohta ja roudassa ollut maa tekivät siirtoistutuksesta vaikean. Lajit pyrittiin istuttamaan käsin paikkoihin, joiden kosteustason arveltiin olevan täyttömaan painumisen jälkeen lajeille sopiva. Lettokehräsammal, kenosammal ja karhunlovisammal ovat paljaan lettoturpeen lajeja, joten odotukset siirtoistutusten onnistumiselle ainakin lyhyellä aikavälillä olivat hyvät. Laajoja sirppihuurresammalkasvustoja siirrettiin kaivinkoneen kauhalla ennallistamisen yhteydessä. Kasvustoja sijoitettiin täytetyn ojan päälle ja suon painanteisiin. Siirtoistutuskohdat merkittiin maastoon seurantaa varten. Kaikki siirrot dokumentoitiin lisäksi lajitietojärjestelmiin.



Kuva 7. Äärimmäisen uhanalaista kenosammalta ja silmälläpidettävää kehräsammalta siirtoistutettiin täytetyn ojan päälle Tervolan Haapalehdossa syyskuussa 2016. Istutuspaikka on merkitty näkyvästi, jotta siirtoistutuksen onnistumista on mahdollista seurata. Kuva: Riikka Juutinen.

Siirtojen seuranta pian ennallistamisen jälkeen

Ennallistamisen jälkeisenä kesänä havaittiin, että lettosammalia oli siirtolaikuissa sekä kuollut että paikoin dramaattisestikin levinnyt. Ilahduttavaa oli, että yksikään siirretty sammalkasvusto ei ollut hävinnyt kokonaan. Siirretyt lettosammallajit ovat nopeita kasvamaan ja leviämään, koska ne ovat sopeutuneet elämään pienialaisten häiriöiden jatkuvasti paljastamissa ja voimakkaampien sammallajien aiheuttaman umpeenkasvun sulkemissa pienissä paljaan lettoturpeen laikuissa.

Sirppihuurresammalen siirto ei onnistunut yhtä hyvin. Siirretty kasvusto oli kuollut laajoilta alueilta eikä hyvinvoivia versoja juurikaan ollut enää kohteella. Kasvustot olivat jääneet silminnähden liian kuiville pinnoille. Myöskään ennallistettavan alueen yläreunassa sijainnut mahdollinen entinen lähde ei ollut ennallistamisessa elpynyt.

Seurantahavaintoja kahdeksan vuoden kuluttua

Kahdeksan vuotta ennallistamisen jälkeen, vuonna 2024, oli löydettävissä enää pieni osa siirtoistutetuista kasvustoista. Paikoin kohdat olivat umpeenkasvaneet, paikoin lajit olivat hävinneet edelleen paljailta turvepinnoilta. Pienet lettosammalet saattavat kasvaa jossakin ennallistetulla suoalueella, mutta ovat sieltä huomattavasti vaikeammin löydettävissä kuin ojassa kasvaessaan. Sirppihuurresammalta kasvoi kohteella hyvin vähän verrattuna ennallistamista edeltäneisiin elinvoimaisiin ojakasvustoihin. Ojassa aiemmin virran-

nut lähdevesi purkautuu nykyään ilmeisesti jonnekin alueen ulkopuolelle.

Ennallistettu alue ei ole vettynyt erityisen hyvin, koska ennallistamisessa tukittiin vain yksi osa-alue laajemmalla ojitetulla suolla. Ennallistamistoimien vuoksi suosta oli lisäksi tullut melko kahtiajakautunut. Alueella on toisaalta kaivurin tekemiä rimpimonttuja ja toisaalta mätäspintaa, mutta välipinta puuttuu. Luonnontilaisilla kasvupaikoilla kohteella oleva lettolajisto kasvaa yleensä välipinnalla. Lisäksi näyttää siltä, että ennallistamisessa menetettiin alueen lähteisyys. Ennallistamista olisi tarpeen jatkaa ja täydentää, sekä selvittää tätä varten myös lajistoa laajemmalta alueelta.

Sodankäylän Virnikkavaara

Sodankylän Virnikkavaaran (Metsähallituksen liiketoimintojen hallinnassa) koivuleton läpi kaivetun ojan luiskissa ja vanhoilla ojamailla kasvoi paikoin runsaasti erittäin uhanalaista isonuijasammalta (*Meesia longiseta*), lettokehräsammalta, karhunlovisammalta ja ojia ympäröivällä suolla runsaana ja jopa vallitsevana silmälläpidettävää kiiltosirppisammalta (*Hamatocaulis vernicosus*) sekä siellä täällä isonuijasammalta.

Ennallistaminen ja sammalien siirto

Leton ennallistamistarve oli huomattu jo 2000-luvun alussa, mutta erinäisten hankalien käänteiden jälkeen ennallistamaan päästiin vasta vuonna 2016. Ennallistamista edeltävänä päivänä sammalkasvustoja kerättiin talteen, kuten Haapalehdossakin, ja istutettiin ne täytetyn ojan päälle käsin heti ennallistamisen jälkeen. Virnikkavaaran kohteella kaikkia ojakasvustoja ei kerätty talteen, koska lajeja kasvoi yhä jonkin verran myös suon puolella. Lisäksi ojakasvustot olivat voimakkaasti taantuneet ennallistamislupaa edeltäneiden 15 vuoden aikana.

Seurantahavaintoja kahdeksan vuoden kuluttua

Kahdeksan vuotta ennallistamisen jälkeen, vuonna 2024, siirtoistutuksia ei enää pystytty paikantamaan. Koivuletto oli vettynyt hyvin ja yleiset, laajoina kasvustoina kasvavat lettolajit olivat levinneet ympäröivältä suolta ja vallanneet ojalinjan. Uhanalaisimmat häiriöpintojen lettosammalet eivät pärjää kilpailussa laajoja kasvustoja muodostavien sirppisammalten kanssa. Ennallistaminen oli onnistunut hyvin niillä kohdilla, joissa suon kuivuminen ei ollut ojituksesta huolimatta edennyt kovin pitkälle ja joissa ojat oli täytetty kokonaan.

Johtopäätöksiä sammallajien siirroista

Sammallajien siirron onnistuminen näyttäytyy erilaisena lyhyellä ja pitkällä aikavälillä ja riippuu lajin ekologisista vaatimuksista ja elinkiertostrategiasta. Paljaan lettoturpeen sammalille olennaista olisi, että ennallistamalla onnistuttaisiin palauttamaan turvetta paljastava luonnonprosessi. Toisilla paikoilla se liittyy lähteisyyteen tai routimiseen, toisilla ehkäpä eläinten kulkemiseen. Lähdesammalet sietävät monia lettosammalia huonommin muutoksia vedenlaadussa ja määrässä, joten niiden siirrot on suunniteltava eri tavalla kuin lettolajien.

Soiden ennallistamiseen liittyvät hyönteistuhoriskit

Atte Komonen, Tero Toivanen ja Pekka Punttila

Soiden ennallistamiskohteilla kuolee puita, kun ojia tukitaan kaivinkoneilla sekä sitä seuraavan pohjavedenpinnan nousemisen takia. Lahopuuta muodostuu myös, jos puita kaulataan tai kaadetaan haihduttavan puuston vähentämiseksi. Kaikki toimenpiteet, jotka tuottavat kuollutta puuainesta, voivat periaatteessa lisätä ns. tuhohyönteisten yksilömääriä. Soiden ennallistamiseen liittyvät hyönteistuhot ovat kuitenkin mahdollisia lähinnä järeäpuustoisissa korvissa tai rämeillä, joilla puusto on järeytynyt ojituksen myötä. Lisääntyneet yksilömäärät eivät kuitenkaan automaattisesti tarkoita, että hyönteiset aiheuttaisivat haittoja ennallistamis- tai suojelualueiden ympäristössä. Haittariskiin vaikuttavat mm. kuolleiden puiden määrä ja laatu, ympäröivien alueiden puusto sekä sääolosuhteet.

Tässä kirjoituksessa tarkastelemme soiden ennallistamistoimien mahdollisia vaikutuksia hyönteistuhoriskiin korvissa ja rämeillä. Koska tutkimustuloksia turvemailta ei oikeastaan ole, tarkastelemme tuhoriskiä periaatteelliselta kannalta tukeutuen tuloksiin mm. kivennäismaiden metsistä. Laajemmin metsien ennallistamiseen ja luonnonhäiriöihin liittyvään hyönteistuhoriskiin voi perehtyä Metsien ennallistamisoppaassa (Komonen ym. 2011). Tuloksia tulkittaessa on muistettava, että turvemaiden metsät poikkeavat monella tavalla kivennäismaiden metsistä. Esimerkiksi luontaisten häiriöiden kirjo on turvemailla osittain erilainen kuin metsissä: metsäpalot ovat harvinaisempia, (pohja)vedenpinnan vaihtelun merkitys on suurempi ja myrskyt kaatavat puita lähinnä korvissa.

Korvet

Korvissa metsätuhoja voi aiheuttaa lähinnä kuusella elävä kovakuoriaislaji kirjanpainaja (*Ips typographus*). Kirjanpainajat lisääntyvät kuolleissa, läpimitaltaan yli 15-senttimetrisissä puissa, ja ne voivat runsastuttuaan tappaa myös eläviä puita. Kirjanpainaja on termofiilinen laji, eli se suosii avoimia, valoisia ja siten myös lämpimiä alueita. Siksi kirjanpainaja harvemmin aiheuttaa merkittävää haittaa sulkeutuneissa metsissä (Annila 1969, Martikainen ym. 1999, Weslien & Schroeder 1999). Myös korpien pienilmasto on kirjanpainajalle epäedullinen.

Liesjärven Soukonkorvessa ennallistettiin vuonna 1995 puustoinen ojitettu korpi, minkä jälkeen sinne syntyi vähittäin huomattavia määriä (paikoittain satoja kuutioita) lahoavaa kuusipuuta (kuva 1). Kovakuoriaislajistoa seurattiin alueella vuosina 1995–2010 (Tukia 2010). Kaarnakuoriaisten yksilömäärät nousivat kahtena ensimmäisenä vuotena ennallistamisesta mutta palautuivat nopeasti alkuperäiselle tasolle (Aapala & Tukia 2006). Kaikkiaan kaarnakuoriaisten yksilömäärät ovat olleet hyvin vaatimattomia. Ennallistetun korven reunoilta kivennäismaan puolelta löytyi muutamia kuusia, joissa oli merkkejä kaarnakuoriaisista, mutta jotka olivat saattaneet kuolla myös vedenpinnan nousun seurauksena. Merkkejä kirjanpainajatuhosta ja sen leviämisestä ei havaittu.

Tutkimalla tuhohyönteisten esiintymistä myrskyjen ja muiden häiriöiden jälkeen voidaan arvioida hyönteistuhoriskiä tilanteissa, joissa kuollutta puuta saattaa olla huomattavasti enemmän kuin mitä korpiin ennallistamisen yhteydessä tuotetaan tai syntyy. Yksittäisten pienialaisten myrskynkaatoalueiden puissa lisääntyneiden kaarnakuoriaisten ei ole yleensä havaittu aiheuttaneen tuhoja ympäröivissä metsissä (Annila & Petäistö



Kuva 1. Soukonkorpea seitsemän vuotta ennallistamisen jälkeen. Liesjärvi 2002. Kuva: Harri Tukia.

1978, Eriksson ym. 2006, Eriksson ym. 2007). Varjoisuuden ja kuolleen puuston tilavuuden osalta nämä vastannevat jossain määrin ennallistettuja korpia. Etelä-Ruotsissa kirjanpainaja sen sijaan tappoi satoja puita yli 10 hehtaarin myrskytuhoalueilla, kun myrskyn kaatamia puita oli 16–55 kappaletta hehtaarilla (Schroeder 2001).

Ennallistamiseen liittyviä tuhohyönteistutkimuksia on tehty jonkin verran kivennäismaiden metsissä. Eteläsuomalaisessa tutkimuksessa tapettiin kuusia 20 puun ryhmiin (Eriksson ym. 2008). Osassa ryhmistä puut oli sahattu poikki (ei juuriyhteyttä) ja toisissa työnnetty kumoon (juuriyhteys). Nämä toimenpiteet eivät aiheuttaneet merkittävää kuolleisuutta ympäröivissä kuusissa. Joensuu ym. (2008) tutkivat reheviä, kuusivaltaisia, yli 80-vuotiaita entisiä talousmetsiä suojelualueella Kuopiossa. Rehevät kuusivaltaiset metsät vastannevat monilta ekologisilta olosuhteiltaan (esim. pienilmasto) melko hyvin korpia. Kolmelle koealalle luotiin neljä aukkoa kaatamalla kaikki puut joko räjäyttämällä tai puskemalla ne nurin traktorilla syksyn ja talven aikana. Kahdelle verrokkikoealalle ei tuotettu lahopuuta. Ennallistamistoimien jälkeisenä vuonna kirjanpainaja oli erittäin vähälukuinen ennallistamiskohteilla, ja lajin aiheuttaman tuhoriskin katsottiin olevan merkityksetön. Alueella ei myöskään havaittu kirjanpainajan tappamia pystypuita. Tuotetun tuoreen kuusimaapuun määrä koealoilla oli 19–35 m^3/ha, mikä on huomattavasti enemmän kuin korpien ennallistamisessa syntyvät lahopuumäärät. Korpien ennallistamisen yhteydessä ei yleensä tarkoituksella tuoteta kuollutta puuta, vaan sitä syntyy pieniä määriä toimenpiteiden aikana. Vedennousun seurauksena saattaa myös kuolla yksittäisiä puita.

Evolla majava tulvitti puron varressa 4,5 hehtaarin kuusivaltaisen metsän, mutta ympäristössä ei havaittu merkittäviä hyönteisten aiheuttamia metsätuhoja (Saarenmaa 1978). Tulva-alueen aarnimetsäosissa esiintyi lähinnä sekundaarisia lahopuukovakuoriaisia, aukon reunassa jonkin verran kirjanpainajaa. Majavan tulvittamaa metsää ei voi kuitenkaan suoraan verrata ennallistettuun puustoiseen suohon, sillä ennallistetulla suolla ei ole yli kasvukauden jatkuvaa tulvaa, joka tappaa kaikki puut.

Ennallistamisalueen rajauksen huolellisella suunnittelulla kirjanpainajariskiä voidaan entisestään pienentää. Erityisesti on vältettävä tilanteita, joissa ennallistamisalue rajautuu etelänpuolelta avoimeen alueeseen.

On kuitenkin muistettava, että kun olosuhteet ovat poikkeukselliset, kirjanpainaja pystyy tappamaan puita myös sulkeutuneen metsän sisällä. Iitin Saviojalla kaulattiin pystyyn ja kaadettiin sahaamalla kuusia useisiin erillisiin ryhmiin yhteensä noin 156 m^3 taponlehtiesiintymän hoitamiseksi. Saviojan kuusikko on vanhaa ja tasaikäistä ja kasvaa kuivumiselle altistavalla savimaalla. Kirjanpainajan havaittiin runsastuneen hoitotoimien jälkeen ja tappaneen kookkaita kuusia metsän sisällä, kaulattujen pystypuiden ja maapuurytöjen välittömässä läheisyydessä (Komonen & Alajoki 2011). Olosuhteet olivat kesällä 2010 poikkeuksellisen helteiset, mikä oli todennäköisesti heikentänyt puiden vastustuskykyä ja toisaalta mahdollistanut sen, että kirjanpainaja pystyi tuottamaan paikoin myös toisen sukupolven.

Ilmaston lämmetessä ja kuivuusjaksojen yleistyessä olosuhteet kuitenkin muuttuvat kirjanpainajalle suotuisammiksi, ja kirjanpainaja voi kyetä tappamaan puustoa aiempaa pohjoisempana ja etelässä myös varjoisemmissa olosuhteissa metsiköiden sisäosissa (Lindman ym. 2023, Tikkanen & Lehtonen 2023).

Rämeet

Etenkin hyväkasvuisilta rämeiltä saatetaan kaataa ennallistamisen yhteydessä ojituksen jälkeen kasvanutta puustoa. Jos puut korjataan pois, hyönteistuhoriskiä ei synny. Mutta jos kaadettuja järeitä puita ei syystä tai toisesta pystytä kuljettamaan pois tai jos puustoa kuolee lisäksi runsaasti veden pinnan nousun seurauksena, hyönteistuhoriski voi kasvaa. Männiköissä (rämeillä) metsätuhoja voivat aiheuttaa lähinnä ytimennävertäjät (*Tomicus*-suku, kuva 2). Lisäännyttyään kaadetuissa puissa aikuiset lentävät ruokailemaan ympäröivien mäntyjen latvuksiin. Latvakasvainten syönti voi aiheuttaa kasvutappioita, mutta toisin kuin kirjanpainaja, nävertäjät eivät yleensä pysty tappamaan elinkykyisiä puita. Ytimennävertäjien esiintymistä tuulenkaadoissa on Pohjoismaissa tutkittu melko paljon, etenkin muutaman hehtaarin kokoisissa aukoissa, joissa on ollut alle 60 runkoa hehtaarilla (Annila & Petäistö 1978,



Kuva 2. Pystynävertäjä (*Tomicus piniperda*) on saanut suomenkielisen nimensä pystysuorista emokäytävistä puun nilakerroksessa. Vaakanävertäjän (*T. minor*) emokäytävät ovat vaakasuoria. Kuva: Esko Hyvärinen.

Långström 1984, Öhrn ym. 2018). Tutkimusten mukaan kasvainsyönti ei lisääntynyt merkittävästi tuulenkaatoaukkojen ympäristössä.

Patvinsuon kansallispuistossa ja Ruunaan luonnonsuojelualueella on tutkittu ytimennävertäjien kasvainsyöntiä eri etäisyyksillä pienaukoista laskemalla maahan pudonneiden vuosikasvainten määriä 1–2 vuotta pienaukotuksen jälkeen (Komonen & Kouki 2008). Ruunaalla lahopuuta oli pienaukotuksen jälkeen kuvioilla 16–52 m^3/ha ja yksittäisissä aukoissa 3–11 m^3/ha. Patvinsuolla lahopuumäärät olivat vastaavan suuruisia. Ytimennävertäjien syömien kasvainten määrä lisääntyi selvästi aukkojen välittömässä läheisyydessä, mutta jo 40–50 metrin etäisyydellä kasvainsyönti oli lähellä alueelle tyypillistä taustatasoa; vain yhdellä kuviolla syönti oli merkittävää vielä 80–90 metrin etäisyydellä. Havaittu kasvainsyönti ei aiheuta puille merkittäviä kasvutappioita.

Vastaavan suuruisia pudonneiden kasvainten tiheyksiä on havaittu myös normaalien harvennushakkuiden jälkeen. Edellä mainitut tulokset kivennäismailta viittaavat siihen, että myöskään ennallistetuilla rämeillä tai niiden läheisyydessä ei ole odotettavissa merkittävää ytimennävertäjien kasvainsyöntiä. Ainakin keidasrämeillä laajemmat mäntyjen kuolematkin ovat kuitenkin mahdollisia perättäisten erittäin kuivien vuosien yhdistyessä lämpimään toukokuuhun, jolloin pystynävertäjien massaesiintymiset voivat edesauttaa mäntyjen kuolemaa (Maslov 2000).

Yhteenveto

Ennallistaminen on yleensä kertaluonteinen toimenpide. Poikkisahatut puut ovat ytimennävertäjille ja kirjanpainajille sopivia pääsääntöisesti vain yhden vuoden, kaulatut, nurin työnnetyt tai tulvan vaivaamat puut useamman vuoden. Mahdolliset haittavaikutukset jäävät joka tapauksessa lyhytaikaisiksi.

Soiden ennallistamiseen liittyvä hyönteistuhoriski on rämeillä olematon, korvissa mahdollinen. Vaikka ytimennävertäjät yleistyisivätkin rämeillä ennallistamisen seurauksena, ne eivät ole taloudellisesti merkittävä uhka puuntuotannolle. Eläviin puihin iskeytyvä kirjanpainaja sen sijaan voi aiheuttaa tuhoja korpien ympäristössä senkin jälkeen, kun ennallistamisalueen kuolleet puut ovat muuttuneet niille sopimattomiksi.

Sekä metsissä että soilla tuhohyönteisriskiä voidaan vähentää hyvällä suunnittelulla. Ajoittamalla lahopuun tuottaminen loppukesään, välttämällä järeimpien runkojen kaatamista ja kaulaamista, välttämällä lahopuiden tuottamista lämpimille reunapaikoille ja ottamalla huomioon muut suojelualueen ympäristössä esiintyneet aiemmat tuhot riskiä voidaan pienentää entisestään. Edellä mainitut toimenpiteet voivat kuitenkin olla ristiriidassa lajistonsuojelullisten tavoitteiden kanssa.

Koska soiden ennallistamisen aiheuttama hyönteistuhoriski on erittäin pieni, lajisuojelullisia hyötyjä voi olla perusteltua painottaa ennallistamisen suunnittelussa ja toteutuksessa.

Happamien maiden huomioiminen ennallistamisen suunnittelussa

Sakari Rehell

Sulfidimineraalit ja mustaliuske

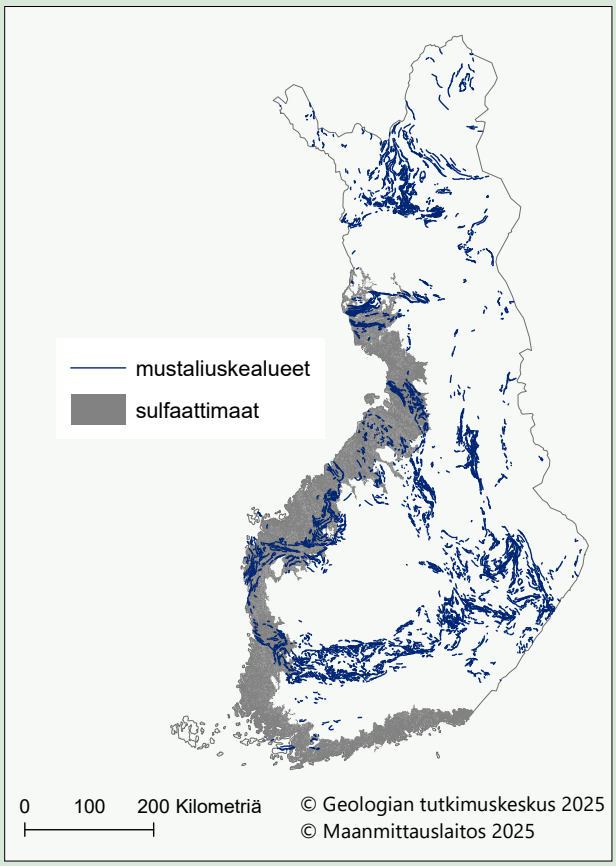
Hapettomassa tilassa olevaa sulfidipitoista kerrosta voi pitää potentiaalisena happamoittavana maaperämuodostumana. Kun kerros altistuu hapelle esimerkiksi maankäytön seurauksena, se muuttuu todelliseksi happamoittavaksi muodostumaksi.

Sulfidimineraalien esiintyminen maaperässä on siksi otettava huomioon kaikessa maankäytön suunnittelussa, myös ennallistamisessa. Ongelmia voivat aiheuttaa sulfidien hapettumisessa syntyvä happamuus (rikkihappo) sekä raskasmineraalit. Happamoitumisriskejä voi liittyä myös kallioperän mustaliuskeesiintymiin.

Sulfideja saostuu hapettomissa oloissa metalliyhdisteiden (joista rauta on ylivoimaisesti runsain) ja rikkiyhdisteiden reagoidessa orgaanisten aineiden läsnä ollessa. Niitä voi kertyä sedimentteihin esimerkiksi sellaisissa meren tai järvien sedimentaatioaltaissa, joissa vesi on hapetonta. Suomessa sulfidipitoisia sedimenttejä on laaja-alaisimmin kerrostunut erityisesti lämpimien ilmastovaiheiden aikana (viimeiset noin 8 000 vuotta) joihinkin Itämeren altaisiin, mistä ne ovat maankohoamisen myötä nousseet merenpinnan yläpuolelle (Nieminen ym. 2016, Autiola ym. 2022).

Sulfidipitoisia sedimenttikerroksia (kuva 1) esiintyy eniten Pohjanlahden rannikolla, alueella, jonka yläraja on pohjoisessa noin 100 metriä ja etelässä noin 30–40 metriä nykyisen merenpinnan yläpuolella (ns. Litorinameren peittämä alue). Tästä alueesta noin 10 % on sellaista, jossa happamien sulfaattimaiden esiintyminen on GTK:n tutkimusten perusteella todennäköistä (Nieminen ym. 2020a). Nämä kerrokset ovat tyypillisesti hienojakoisia, yleisesti raekooltaan silttiä. Luonnon oloissa sulfidisiltit ovat tiiviinä ja heikosti vettä läpäisevinä kerroksina soistuneet ja jääneet turvekerrosten alle. Soistumista ei ole tapahtunut aivan meren rannan läheisillä vyöhykkeillä, missä turvetta ei ole vielä ehtinyt kerrostua, eikä esimerkiksi jokien lähiympäristöissä, joissa vesien poisvirtaus on ollut riittävä. Näin pääosa sulfidisilteistä ei ole aiheuttanut happamoitumista tai muita siihen liittyviä ongelmia.

Mustaliuskeet ovat aikoinaan olleet vastaavanlaisia hapettomissa oloissa kerrostuneita, yleensä liejuisia, sedimenttejä kuin edellä mainitut tuoreemmat sedimenttikerroksetkin. Niitä esiintyy etenkin liuskealueilla eri puolilla Suomea, usein tunnettujen malmiesiinty-



Kuva 1. Happamien sulfaattimaiden ja mustaliuskealueiden esiintyminen Suomessa.

mien lähellä. Liuskealueilla kerrostuminen on tapahtunut noin 2 miljardia vuotta sitten (ns. proterotsooinen kausi). Myöhemmissä vuorijononpoimutuksissa sedimenttikerrokset ovat muuttuneet mustaliuskeiksi, joissa on yli prosentin verran sekä rikkiä että hiiltä (Loukola-Ruskeeniemi ym. 2023).

Runsaimpia mustaliuske-esiintymiä on Suomen keskiosan niin sanotulla pääsulfidivyöhykkeellä, muun muassa Hammaslahden–Outokummun–Luikonlahden välimailla sekä Pyhäsalmen–Vihannin tienoilla (kuva 1). Pohjoisempana esiintymiä on Kainuun vaara-alueella Talvivaaralta Kajaanin pohjoispuolelle, Pohjos-Pohjanmaalla Haukiputaan ja Ylikiimingin välillä, Peräpohjolassa esimerkiksi Ylitornion ja Rovaniemen välillä sekä Kittilän–Sodankylän alueilla. Etelä-Suomessa mustaliuskeita tavataan esimerkiksi liuskejaksolla Tampereen eteläpuolelta Etelä-Savoon sekä eteläisen Pohjanmaan liuskejaksoilla.

Kallioperän esiintymistä mustaliusketta on irronnut moreeniin ja harjuaineksiin. Moreenissa aines (etenkin hienoaines) on kulkeutunut yleensä vain varsin lyhyen matkan. Harjuissa ja reunamuodostumissa mustaliuske on voinut lisätä rikkipitoisuutta yli kymmenen kilometrin päässä kalliossa olevasta esiintymästä (Loukola-Ruskeeniemi ym. 2023).

Mustaliuskealueilla pohjavedet ovat tyypillisesti kerääntyneet soistuviin altaisiin, jolloin esimerkiksi ruoste ja haitalliset metallit ovat jääneet pohjavesivaikutteisille soille, eivätkä ole päässeet kuormittamaan vesistöjä. Turpeen onkin todettu sitovan tehokkaasti esimerkiksi monia raskasmetalleja ja rikkiä, ja mustaliuskealueiden turpeissa niitä voi olla tavanomaista suurempia määriä, etenkin aivan pohjaturpeissa (Virtanen & Lerssi 2006). Monissa tapauksissa mustaliuskepitoisten liuskeiden lähiympäristössä on kalkkipitoisia tai ultraemäksisiä liuskeita (Loukola-Ruskeeniemi ym. 2023), jotka voivat paikallisesti neutraloida valumavesiä niin, että suot voivat olla reheviä ja lettomaisia.

Metallien ja sulfaattien vapautuminen

Metallien ja sulfaattien vapautumisessa sulfidipitoisista kerroksista on monta vaihetta, joihin sisältyy kemiallisia ja mikrobiologisia prosesseja. Kun olosuhteet muuttuvat aerobisiksi, alkaa sulfidien (yleensä rautasulfidien) hapettuminen. Reaktiossa vapautuu protoneita (H^+) sekä sulfaatti-ioneja (SO_4^{2-}), ja rauta muuttuu kolmenarvoiseksi muodostaen vaikealiukoisia ferrihydroksideja (ruostetta). Riittävän happamissa oloissa hapettunut ferrirautakin voi tulla liukoiseksi aiheuttaen lisää hapettumista ja sen seurauksena happamoitumista maassa (Boman ym. 2008). On tavallista, että sulfidimineraaleja sisältävällä valuma-alueella on huomattavia ruostekerrostumia, ja happamilla valuma-alueilla mobilisoituvasta raudasta suuri osa voi olla peräisin tällaisten sekundaaristen rautasaostumien liukenemisesta ja uudelleen saostumisesta.

Hapettuneista sulfidipitoisista sedimenteistä huuhtoutuu sateiden mukana valumavesiin rikkihappoa ja maaperän metalleja (mukana myrkyllisiä metallikationeja). Pahin tilanne on, kun kuivien kesien jälkeen tulee voimakkaita sateita. Vesistöhaitat eli kalakuolemat, kalojen poikastuoton heikkeneminen ja pohjaeläinten häviäminen, ovat yleensä happamuuden ja metallien yhteisvaikutusta (Sutela ym. 2012, Härkönen ym. 2020). Happamuus ja raskasmetallit ovat heikentäneet jokien tilaa etenkin Pohjanmaalla (Keskisarja ym. 2018), usein yhdessä ojitetuilta turvemailta tulevan humuskuormituksen kanssa (Tertsunen ym. 2012).

Sulfidimaiden tunnistaminen ja mustaliuskealueet

Sulfidipitoiset kerrokset tunnistaa yleensä hapettomien kerrosten mustasta väristä, joka hapelle altistuessaan alkaa nopeasti vaaleta. Aina rikkipitoinen maakerros ei kuitenkaan ole tuoreenakaan poikkeavan värinen. Hapettuneissa kerroksissa voidaan havaita esimerkiksi ruosteen värisiä tai kellanruskeita läikkiä tai vaaleaa alunasaostumaa. Happamien sulfaattimaiden kartat ovat avoimessa karttapalvelussa (gtkdata.gtk.fi). Esiintymiä voi kuitenkin olla muuallakin, joten maastohavainnot ovat tärkeitä.

Mustaliuskelohkareet pystyy maastossa usein tunnistamaan voimakkaasta ruosteisuudesta. Ainoa varma keino happamoitumiselle alttiiden paikkojen tunnistamiseksi on kuitenkin näytteen otto ja analysointi (yleisesti käytetyssä menetelmässä seurataan hapettumisen aiheuttamaa pH:n muutosta). Tietoja mustaliuskeiden sijainnista ja ominaisuuksista on GTK:n kallioperän mustaliuskeaineistossa (hakku.gtk.fi).

Toiminta happamoittavien muodostumien lähellä sekä mahdollisuudet vähentää haittoja

Maankäytössä on pyrittävä välttämään toimenpiteitä, jotka altistavat sulfidipitoisen maa-aineksen rapautumiselle ja hapettumiselle. Hapettomissa olosuhteissa, tyypillisesti pohjavedenpinnan alla, rikki on sulfidimuodossa, eikä siitä aiheudu happamoitumishaittaa. Tilanne muuttuu, jos maata muokataan tai pohjaveden pinta laskee.

Ennallistaminen happamilla maila

Happamien sulfaattimaiden ja mustaliuskeiden aiheuttamien ympäristöongelmien vähentämisessä keskeistä on estää vedenpinnan tason aleneminen liian alas (Postila ym. 2023). Näillä alueilla voidaan monenlainen vedenpinnan nostaminen tulkita ennallistamiseksi.

Tehokkaimmin vedenpintaa saa nostettua tukkimalla ojat, jolloin hapeton tila palautuu ja sulfidien lisähapettuminen estyy. Jos hapettumista on jo tapahtunut ja haitallisia aineita on muuttunut liukenevaan muotoon, vedenpinnan nousu tai maan kaivaminen voivat saada nämä liikkeelle ja virtaamaan vesistöihin. Happamilla mailla ojien tukkimisessa onkin vältettävä kaikkea turvekerroksen alapuolelle ulottuvaa kaivamista. Ohutturpeisilla kohteilla kivennäismaata sisältävät ojamaat pyritään laittamaan pohjimmaisiksi ja peittämään ne turpeella.

Tukittujen ojien alueella virtaavia vesiä ei tule päästää suoraan alapuolisiin vesistöihin, vaan ne pitäisi saada leviämään suolle. Jos alapuolella ei ole ojittamattomia suoalueita, joille vettä voisi ohjata, on suositeltavaa jaksottaa työt siten, että ensin muodostetaan alimpiin osiin ennallistetun suon tai kosteikkolampien kokonaisuus vesistöjen suojaksi. Laskeutusaltaiden tai kosteikkolammikoiden tekemisessä on kuitenkin varottava koskemasta pohjamaahan ja kaivettava vain turvekerrosta.

Ojitusalueiden happamuusongelmat

Laajimmat potentiaaliset happamoittavat muodostumat ovat ojitetuilla metsämailla. Jos ojien kuivatusvaikutus ulottuu sulfidipitoisiin kerroksiin, se voi aiheuttaa happamoitumista alapuolisissa vesistöissä. Ojien kunnostamisen vaikutus voi olla jopa suurempi kuin ensimmäisen ojituksen, koska kunnostettaessa on turpeen painumisen ja häviämisen vuoksi suurempi riski, että kaivu ulottuu pohjamaahan asti.

On arvioitu, että Pohjanlahden tuntumassa happamien sulfaattimaiden riskialueilla on ojien kunnostuksen tarpeessa noin 50 000 hehtaaria kosteita kangasmaita ja yli 200 000 hehtaaria ojitettuja soita (Nieminen ym. 2020a, VMI 11 tulosten mukaan). Suurin riski on ohutturpeisilla ojitusalueilla, joita on varsin suuri osa etenkin rannikon lähellä sijaitsevista kohteista. Uusien ohjeiden (Nieminen ym. 2016, Nieminen ym. 2020b) mukaan ki-

vennäismaita hapettavia, maata rikkovia toimenpiteitä, kuten ojien kunnostusta ja maanmuokkausta sekä toisaalta myös syvien lietealtaiden kaivamista tulisi välttää paikoilla, joilla todennäköisyys happamoittavien kerrosten esiintymiselle on suuri.

Yleisesti voidaan todeta, että potentiaalisesti happamoittavilla mailla on hyvin paljon kohteita, joilla happamoitumiseen liittyvät riskit ovat niin suuret mahdollisesti saavutettaviin hyötyihin verrattuna, että kunnostusojituksista luopuminen on järkevää. Tällöin metsänkasvatus voi jatkua jatkuvapeitteisenä, mikäli puuston haihdutus ylläpitää riittävän kuivavaran.

Heikkokasvuisilla ja heikosti kuivatetuilla soilla ennallistaminen olisi suositeltavin vaihtoehto. Onkin todennäköistä, että tulevaisuudessa lisääntyvistä soiden ennallistamisista varsin huomattava osa kohdistuu tällaisille kohteille, joissa happamoitumiselle herkkä pohjamaa estää metsätalouskäyttöä. Tällöin voidaan välttää vesistöhaittoja ja samalla parantaa suoympäristöjen monimuotoisuutta. Näissä kohteissa on paljon merenrannan läheisiä, ohutturpeisia ja luontaisesti reheviä soita, joita muuten on ennallistamiskohteissa vähän.

Turvepellot, joissa on happamuusriski

Etenkin rannikon sulfidisilttien alueesta iso osa on raivattu pelloiksi. Peltoviljelyssä olevien happamien sulfaattimaiden pinta-alan on arvioitu olevan noin 130 000–360 000 hehtaaria (Yli-Halla ym. 1999). Kalkitsemalla on saatu tällaisten peltojen muokkauskerroksen pH sopivaksi, mutta happamoittavia vesiä voi tulla huomattavasti syvemmällä hapettuvista kerroksista.

Koska peltoviljelyssä kuivatusvaikutus ulottuu syvemmälle, on vaikutus pohjamaan hapettumiseen huomattavasti suurempi kuin metsäojituksessa. Siksi myös viljelystä poistuneet, sulfidisilttipohjalla olevat turvepellot voivat kuormittaa vesistöjä merkittävästi. Tällaisten turvepeltojen jatkokäytössä olisi pyrittävä edistämään niiden palauttamista suoksi tai muuten kosteammaksi ympäristöksi (tietolaatikko 32). Myös käytöstä poistuneilla turvetuotantokentillä on runsaasti paikkoja, joissa sulfidipitoiset maat ovat paljastuneet turpeen alta, ja mikäli jälkikäyttönä on peltoviljely tai metsittäminen, on vaara, että ongelmat pahenevat.

Lähteikköjen ennallistamisopas on valmistunut osana Helmi-ohjelmaa

Riikka Juutinen

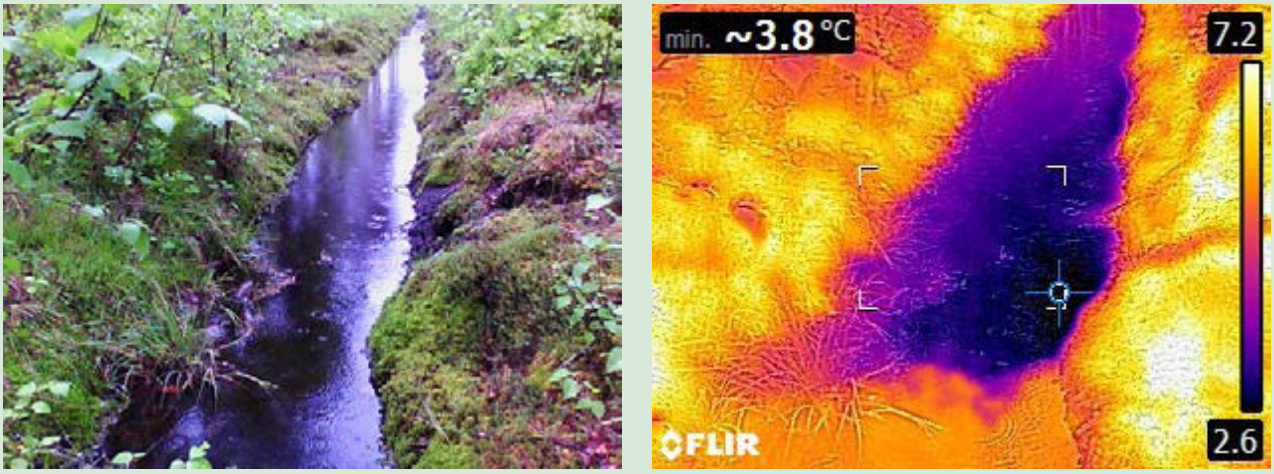
Alkuvuodesta 2024 ilmestynyt Lähteikköjen ennallistamisopas (Eskelinen & Juutinen 2023) on tietolähde lähteikköjen, lähteisten soiden ja lähdepurojen ennallistajille – ja miksei ihan kaikille lähteistä kiinnostuneille. Oppaassa on runsaasti ekologista, hydrologista, kulttuurihistoriallista ja juridista taustatietoa lähteiköistä. Siinä annetaan ohjeita lähteikköjen kartoitukseen, muun muassa muuttuneisuuden syiden arviointiin, ennallistamissuunnitelman tekemiseen ja ennallistumisen seurantaan sekä esitellään ennallistamismenetelmiä. Opas sisältää runsaasti havainnollisia kaavioita, muistilistoja, piirroskuvia ja esimerkkitapauksia.

Lähteikköjen ennallistamisopas ohjaa ennallistajia kohti ekologisesti vaikuttavaa suunnittelua. Sen punainen lanka on tavoitteenasettelu, jonka perusteella valitaan käytettävät menetelmät. Tavoitteiden toteutumista seurataan tavoitteiden mukaan valituilla mittareilla. Opas perustuu paitsi lähteiköihin ja niiden ennallistamiseen liittyvään kotimaiseen tutkimukseen myös lähteikköjen, soiden ja purojen ennallistajien käytännön kokemukseen.

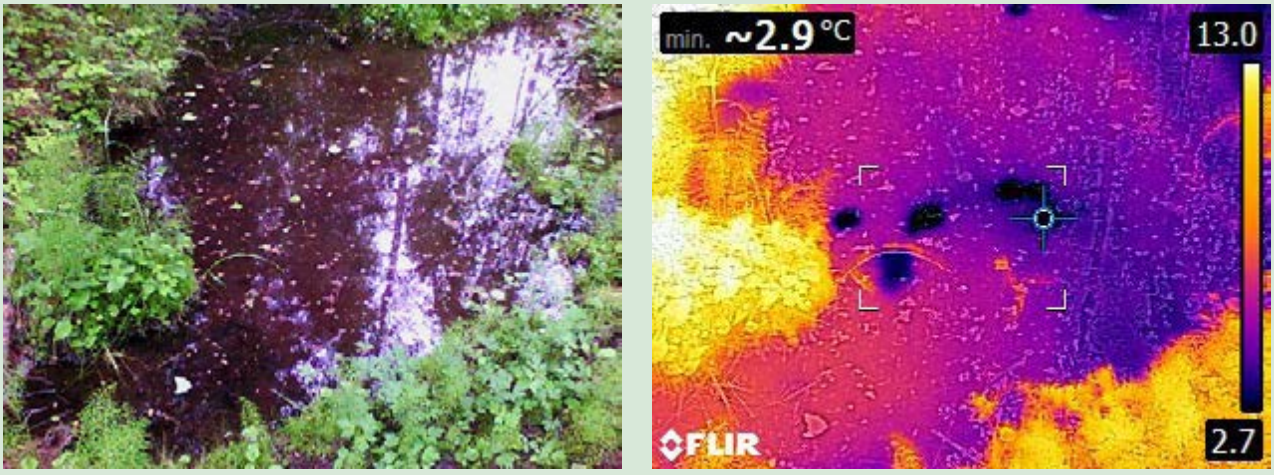
Pohjavesivaikutuksen huomioiminen soiden ennallistamisessa

1) **Selvitä pohjavesivaikutteisuus ja sen laajuus.** Muun muassa maastonmuotojen, aiempien laji- ja luontotyyppitietojen, ilmakuvan ja maastoselvitysten avulla selviää, onko ennallistettavalla kohteella ollut tai onko siellä edelleen avolähteitä, tihkupintoja, lähdesoita, lähdepuroja tai laajempia lähteikköjä. Ojitetuilla kohteilla selvitetään, onko ojissa pohjavettä ja pistemäisiä pohjaveden purkauspisteitä. Lämpökamera on tässä hyvä apuväline (kuvat 1 ja 2).
2) **Älä tuhoa pohjavesivaikutusta.** Pohjavesi purkautuu sieltä, mistä se helpoiten pääsee. On suositeltavaa pyrkiä säilyttämään ja vahvistamaan ennallistettavien soiden lähteisyyttä. Vesilailla suojeltujen lähteiden tuhoaminen on kiellettyä ilman poikkeuslupaa. Ojien täyttö saattaa aiheuttaa yllättäviä lopputuloksia pitkienkin matkojen päässä: lähteisyys voi hävitä toisaalta ja vahvistua toisaalla. Suunnittelussa tulee varmistaa, että alueelle jää ojien täytön jälkeenkin pohjavesipurkaumia.
3) **Älä kavenna rakenteellista tai lajistollista monimuotoisuutta.** Monimuotoisimpia ovat lähteiköt, joissa on niin avointa vesipintaa ja tihkupintaa kuin virtaavaa lähdevettäkin. Ojitetuilla soilla tulisi ennallistamisen yhteydessä tavoitella kuivilleen jääneiden ja uusien lähdepurojen ja tihkupintojen syntymistä, jotta ennallistaminen ei yksipuolista lähteikön rakennetta. Toisaalta reikä suossa -tyyppinen lähdekin on hyvä tavoite, jos lähde on aiemmin sellainen ollut. Harvinaiset ja uhanalaiset lajit on tarpeen mukaan selvitettävä ja otettava huomioon ennallistamissuunnitelman laadinnassa. Osa lähdelajeista sietää huonosti kaikenlaisia häiriöitä ja osa sopii hyvin siirtoistutettaviksi. Konsultoi lajiasiantuntijaa matalalla kynnyksellä.
4) **Määritä pohjavesivaikutuksen ennallistamiselle niin konkreettinen tavoite, että sitä voi seurata.** Vesi vanhaan uomaan, pohjaveden pinta puoli metriä korkeammalle, avolähdettä ympäröivät tihkupinnat kukoistamaan (purosuikerosammalen peittävyyden kolminkertaistaminen 10 m^2 alalla) tai harsosammallesiintymän pinta-ala kaksinkertaiseksi! Lähteikön ennallistamisen tavoitteeksi ei riitä lähteikön ennallistaminen.

5) **Dokumentoi tehdyt toimet.** Miksi, mitä, miten ja milloin? Dokumentoi myös tavoitteet. Dokumentointi yhteiskäyttöiseen tietojärjestelmään mahdollistaa ennallistumisen seurannan ja tehtyjen toimenpiteiden tilastoinnin.
6) **Dokumentoi seurantatulokset.** Tietoa lähteikköjen ennallistamisen ekologisesta vaikuttavuudesta on olemattoman vähän. Dokumentointi yhteiskäyttöiseen tietojärjestelmään mahdollistaa sen, että tilanne voi vielä joskus olla toisin.
7) **Jaa kokemuksesi!**



Kuva 1. Lämpökameralla kuvaaminen paljastaa muuta ympäristöä kylmemmän pohjaveden purkautumiskohdan ojassa. Kuvat: Iina Eskelinen.



Kuva 2. Purkautuvan pohjaveden lämpötila tarjoaa toimivan keinon lähteiden tunnistamiseksi silloinkin, kun silmämääräisesti havaittava purkautuminen ja lähderiippuvainen kasvillisuus puuttuvat. Kuvat: Iina Eskelinen.

Vesienpalautus – menetelmä soiden vesitalouden elvyttämiseen

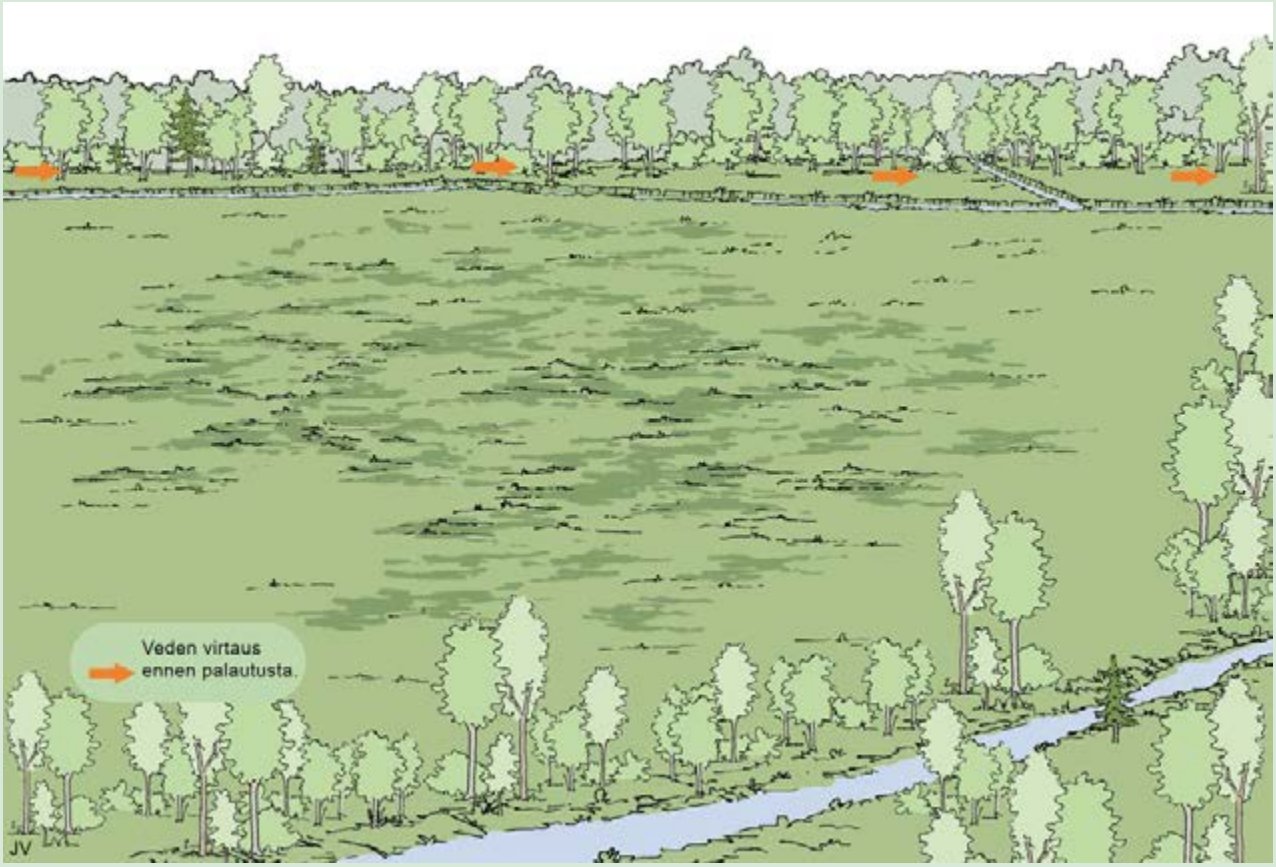
Anna-Liisa Granqvist

Soiden ojitus voi kuivattaa myös ojitetun alueen ulkopuolta (kuva 1). Pelkästään suojelusoilta on tunnistettu paikkatietoaineistojen perusteella useita satoja ympäristön ojitusten vuoksi kuivuneita alueita (Rehell ym. 2014), joita voi olla useampi samalla suojelusuolla. Tällaisilla kuivuneilla, mutta ojittamattomilla, suokohteilla vesienpalautus voi auttaa palauttamaan suon luontaisen hydrologian. Vesienpalautus on soiden ennallistamisen keino, jossa vettä johdetaan erillisen johdeojan avulla suolle sen alkuperäiseltä tai oletetulta valuma-alueelta (kuva 2).

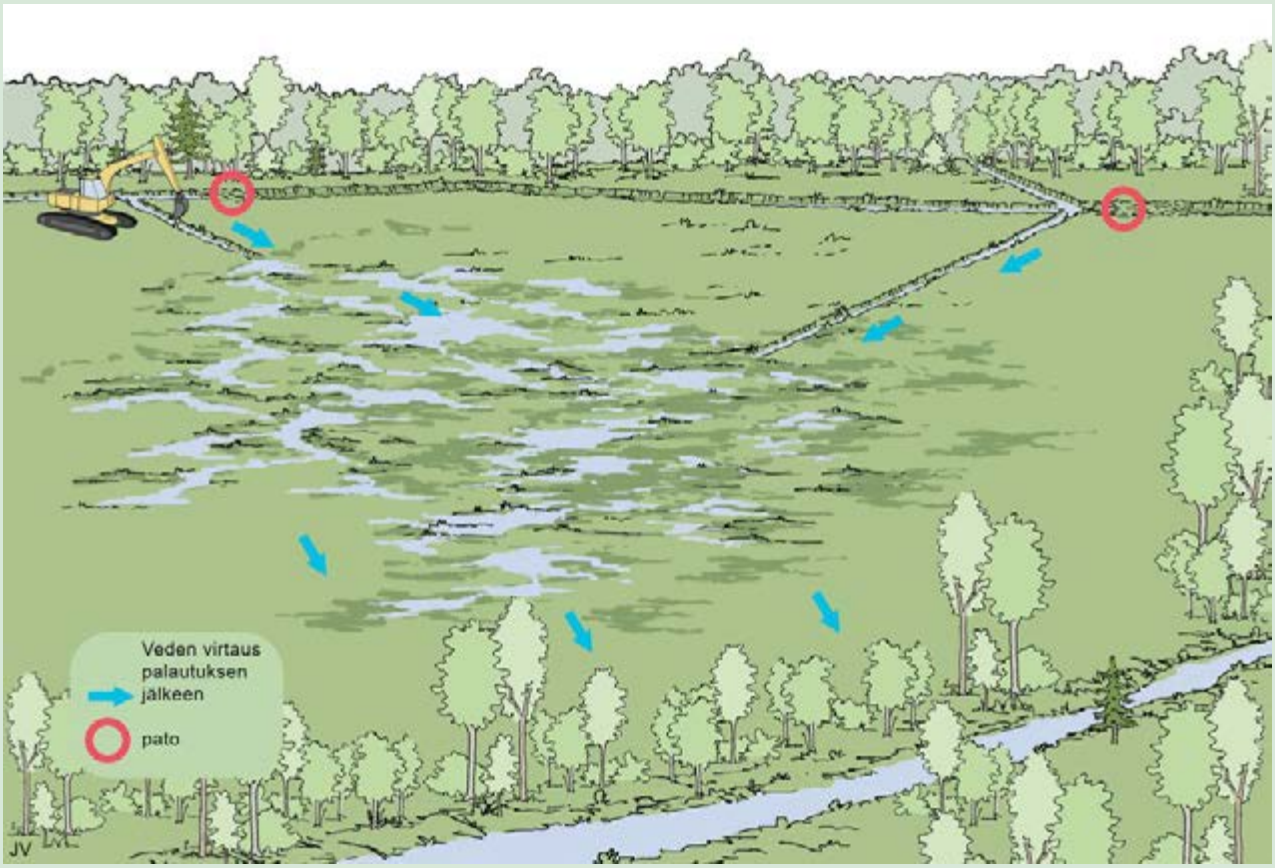
Suojelualueilla vesienpalautukseen soveltuviksi on arvioitu tällä hetkellä vajaat 500 kuivunutta kohdetta. Ajantasainen lukumäärä sekä toteutetut kohteet ovat saatavilla Metsäkeskuksen Suometsänhoidon paikkatietoaineistosta (metsakeskus.maps.arcgis.com).

Johdeojan kaivamisen lisäksi vesienpalautuksessa hyödynnetään myös perinteisiä soiden ennallistamisen keinoja, kuten patoamista ja ojien täyttämistä. Sen vuoksi rajanveto vesienpalautuksen ja perinteisen ennallistamisen välillä voi olla häilyvä.

Veden johtuminen ojia pitkin suon ohi on erityisen haitallista aapasoiden ekologialle, koska niiden vesitalous on ympäröiviltä alueilta valuvien vesien varassa. Aapasuot soveltuvat hyvin vesienpalautuskohteiksi suon keskiosaa kohti viettävän pinnanmuotonsa ansiosta. Kun suo on riittävän kalteva, vesi



Kuva 1. Vesi virtaa ojia pitkin suon ohi ja suon ojittamattoman osan rimmet ovat kuivuneet. Suon kautta suodattumaton vesi lisää alapuolisen vesistön ravinne- ja kiintoaineskuormitusta. Kuva: Juha Varhi / Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus.



Kuva 2. Ojat on padottu, ja ojitetun suometsän suunnasta on kaivettu kaksi johdeojaa ojittamattomalle mutta kuivuneelle avosuolle. Rimmissä on vettä, ja suo on kokonaisuudessaan aiempaa märempi. Vesi suodattuu suon läpi liikkuessaan, mikä vähentää alapuolisten vesistöjen ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Kuva: Juha Varhi / Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus.

saadaan johdeojan avulla virtaamaan halutulle alueelle. Toimenpide edellyttää huolellista suunnittelua ja maastomittauksia, jotta vältytään tilanteilta, joissa vesi ei päädy suolle edes kaivettua johdeojaa pitkin (esim. jos johdeoja jätetään liian lyhyeksi) tai joissa johdeoja kuivattaa suota entisestään. Onnistunut vesienpalautus ei myöskään heikennä ympäröivän talousmetsän puuntuotantoa.

Alun perin vesienpalautus kehitettiin keinoksi ohjata vettä kunnostusojituksen yhteydessä pois metsästä ja hyödyttämään läheistä soveltuvaa suojelusuota. Samalla ravinteita ja kiintoainesta päätyy vähemmän alapuolisiin vesistöihin, kun vesi suodattuu suon läpi (tietolaatikko 9). Vesienpalautus ei saa kuitenkaan heikentää ojittamattoman suon tilaa, eikä suota tule käyttää vesiensuojelurakenteena, vaan tarvittavista vesiensuojelutoimista tulee huolehtia myös vesienpalautuksen yhteydessä.

Vesienpalautuksia edistetään myös Helmi-ohjelmassa, jossa tavoitteeksi on asetettu palauttaa vesiä 400 suojelusuolle vuoteen 2030 mennessä (Keskinen ym. 2021). Tavoitteen edistämiseksi on laadittu Vesienpalautus suojelusoille -opas (Granqvist 2024), johon on kerätty tämänhetkinen asiantuntemus ja kokemuksen kautta kertynyt tieto aiheen parissa työskennelleiltä asiantuntijoilta. Oppaassa on vesienpalautuksen taustoitusta sekä ohjeita suunnitteluun ja toteutukseen, myös esimerkkikohteiden avulla. Esimerkkikohteena on muun muassa Hiillikkosuon vesienpalautus (kuva 3).



Kuva 3. Johdeojia Hiillikkosuolla. Kuva: Jani Antila.

7 Ennallistaminen

Maarit Similä, Sakari Rehell, Pekka Vesterinen ja Suvi Haapalehto

7.1 Ennallistamistöiden kilpailuttaminen

Soita ennallistavilla organisaatioilla ja muilla toimijoilla on omat käytäntönsä ennallistamistöiden kilpailuttamiseen. Valtion, kuntien ja kuntayhtymien sekä valtion liikelaitosten on noudatettava hankinnoissaan lakia julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista (1397/2016) (Valtiokonttori 2021).

Koneyrittäjä tarvitsee urakkatarjouksen tekemiseen luotettavan tiedon työmäärästä ja työn nopeuteen vaikuttavista seikoista, esimerkiksi

- raivattavien ojalinjojen metrimäärän lisäksi ojan penkoilla kasvavan puuston määrä ja laatu
- ojien täyttämisen ja patoamisen vaatimukset: miten täytetään, kuinka tiheästi patoja ja pintavalleja tehdään, onko ojalinjat raivattu, onko raivattu puusto ojalinjojen päällä, ovatko ojat ja penkat kiviset ja niin edelleen.

Urakoitsija tarvitsee tarjousta tehdäkseen työmaan sijainnin. Hänen on myös tärkeä tietää ennakkoon, jos työmaan toteutusaikataulu voi viivästyä, esimerkiksi jos ojien tukkimista edeltävää puunkorjuuta ei päästä tekemään heikkojen korjuuolosuhteiden vuoksi.

Oppaan liitteessä 4 on Metsähallituksen Luontopalvelujen soiden ennallistamisen palvelukuvaus, jossa on määritelty soiden ennallistamistöiden sisältö konetöiden kilpailuttamista varten.

Suon ennallistamisen vaiheita

Monilla kohteilla tehdään vain osa listatuista toimenpiteistä.

- töiden kilpailuttaminen
- työmaan nauhoittaminen
- lopullisten kulkureittien määrittely (koneurakoitsijan kanssa)
- ojalinjojen raivaus
- talvitien teko
- ojalinjojen puuston korjuu
- sarkojen puuston korjuu
- ojien tukkiminen
- tietojen tallentaminen.

Kaivinkone ja sen varustus

Soiden ennallistamiseen soveltuu parhaiten ympäripyörivä telakaivinkone, jossa on metsäalusta ja -varustus (liite 4).

- Normaalioloissa 10–15 tonnin kokoluokan koneet ovat sopivia ojien täyttämiseen ja patoamiseen.
- Telaleveytenä 90 cm on yleensä riittävä. Märillä soilla kone pysyy sitä paremmin pinnalla, mitä kevyempi se on ja mitä leveämmät telat siinä on.
- Kuivilla ja kantavilla soilla voidaan käyttää raskaamman kokoluokan koneita, mutta yleensä sama kone työskentelee kantavuudeltaan erilaisilla suon osilla, joten ”kevyehkö” leveätelainen kone on paras vaihtoehto.
- Erityiskohteilla voidaan tarvita huomattavasti pienempää konetta (luku 10.9).
- Kallistuva ja tasapohjainen kauha on ojan täytössä käyttökelpoisin. Muihin töihin (esimerkiksi kivisten puronvarsien operointiin) saatetaan tarvita muita kauhamalleja.

Jos kohteella on tarpeen raivata ojalinjoja koneellisesti, kaivinkoneurakoitsijalta voi olla tarkoituksenmukaista edellyttää myös energiapuukouran eli giljotiinipään käyttömahdollisuutta.

Energiapuukouralla, jolla katkeaa tyviläpimitaltaan 25-senttinen puu, voidaan raivata monenlaista ojanvarsipuustoa.

Yleensä koneellisen raivauksen tulos on paras silloin, kun raivauksen ja ojien täytön tekee sama urakoitsija. Silloin yritys voi suhteuttaa työmaaohjeistuksen omaan työskentelytapaansa ja tehdä ”mieleisensä” raivauksen kulloisiakin tukkimisolosuhteita varten.

Talviaikaan tehdystä raivauksesta on huonoja kokemuksia. Kun raivaus tehdään lumen päältä, kannot jäävät pitkiksi ja hankaloittavat myöhemmin ojia tukkivan kaivinkoneen työskentelyä.

Jos energiapuu on tarpeen tuoda pois suolta, voidaan urakoitsijalta edellyttää myös kuljetuskaluston käyttöä. Toinen vaihtoehto on ostaa kuljetustyö eri urakoitsijalta.

Kaivinkonetyön ajanmenekki

Kaivinkonetyön ajanmenekkiin vaikuttavat useat tekijät, mm.

- ojitustapa ja täyttömateriaalin saatavuus
- ojien syvyys
- ojan täyttötapa
- ojan penkkojen puusto
- tarvittavien patojen ja pintavallien määrä
- patojen rakenne.

Keskiverto-ojaa kaivinkone täyttää noin 80–100 metriä tunnissa.

Puulla tai suodatinkankaalla vahvistettavaan patoon menee turvemaalla kokeneeltakin kaivinkoneen kuljettajalta yleensä vähintään 0,5 tuntia.

Energiapuukouralla kaivinkone raivaa ojalinjaa noin 80 metriä tunnissa, mutta ajanmenekki vaihtelee paljon raivattavan puuston tiheyden, paksuuden ja pituuden mukaan.

Henkilötyön ajanmenekki

Henkilötyönä tehtävän ojalinjaraivauksen tai muun raivauksen ajanmenekki vaihtelee sen mukaan, minkä verran ojamailla kasvaa puuta ja minkä kokoista raivattava puusto on. Karkea arvio on 20–50 metriä raivattua ojalinjaa tunnissa.

Myös henkilötyönä tehtäviin patoihin menevä aika vaihtelee sen mukaan, millaisia patoja tehdään. Kaksi käsityöpatoa työpäivässä on keskimäärin kohtuullinen tahti.

Puunkorjuu

Hankintakaupassa myyjätaho tekee kustannuksellaan korjuun (hakkaa ja kuljettaa puutavaran metsästä tienvarsivarastoon) ja ostaja hoitaa loput.

Pystykaupassa ostaja tekee kustannuksellaan kaiken. Pystykaupassa hakkuuaika on yleensä kaksi vuotta.

7.2 Ojalinjojen raivaus

Metsurityö

Puut kaadetaan poispäin ojasta, jotta mahdollisimman vähän materiaalia jäisi kaivinkoneen tielle (kuva 31).

Raivauksen jälkeen puuta jää joka tapauksessa ojalinjalle, mikä todennäköisesti hidastaa kaivinkoneen työskentelyä.

Raivauksen työohjeeseen määritellään tarvittava työväline. Jos ojalinjapuusto on tyviläpimitaltaan enimmäkseen yli 7-senttistä, ketjusaha on raivaussahaa parempi työväline.

Jos ojaan päin kallellaan olevia puita joudutaan kaatamaan ojan yli tai ojaan, kaivinkoneen kuljettaja ohjeistetaan huolehtimaan, että täytettävään ojaan ei jää puita yhtäjaksoisesti niin, että ne muodostavat ojan täytön sisälle salaojan.

Pitkiä runkoja pätkitään tarvittaessa lyhyemmiksi siirtelyn helpottamiseksi. Suunnilleen kohtisuoraan ojan yli kaadetut pitkät



Kuva 31. Raivaussahalla kaatuu tyviläpimitaltaan alle 7-senttinen puu. Isommat raivattavat puut kaadetaan ketjusahalla tai kaivinkoneella. Kuva: Tupu Vuorinen.

puut on kuitenkin usein helpoin siirtää kaivinkoneella kokonaisina.

Jos kaivinkoneyritys on tiedossa raivausta aloitettaessa, voidaan kaivinkoneen kuljettajalta kysyä toiveita raivauksen yksityiskohdista.

Konetyö

Raivaus energiapuukouralla

Kun sama urakoitsija sekä raivaa ojanvarsipuuston energiapuukouralla että täyttää ojat, raivaaja voi parhaiten huomioida täytön ja patoamisen edellyttämän raivaustarpeen. Energiakouralla pystyy tekemään myös (karsimattomia) patopuita.

Kaadetut puut siirretään vähintään kolmen metrin etäisyydelle ojasta (kuva 32). Pehmeillä soilla raivattua puustoa voi asetella ajoreitille poikittain telatieksi, parantamaan kantavuutta (kuva 28).

Ojan pohjalle ei saa jäädä puuta eikä raivaustähteitä.

Jos raivattavaa on paljon, ojanvarsipuusto voidaan kuljettaa tien varteen myytäväksi energiapuuna. Kuorma päällä liikkuva kuljetuskalusto edellyttää kuitenkin ajouralta selvästi parempaa kantavuutta kuin kaivinkone.

Jos tiheäpuustoiselta ennallistettavalta suolta raivataan pelkästään ojalinjat eikä poisteta muuta puustoa, raivatut ojalinjat jäävät linjamaisiksi aukoiksi (kuva 33). Ojalinjalle on hyvä jättää esimerkiksi yksittäisiä isoja puita vähentämään linjamaisuutta.

Jos joku oja tukitaan tai puro ennallistetaan patoamalla määrävälein (luku 6.3.1), riittää, että ojalinjalta raivataan patojen kohdat sekä tarpeen mukaan kaivinkoneelle reitti padolta toiselle.



Kuva 32. Energiapuukouralla raivaava kaivinkone pystyy ajamaan kapean ojan päällä. Leveällä ojalla ajourastakin tulee leveämpi, sillä koneen on ajettava toisella puolella ojaa. Kuva: Tupu Vuorinen.



Kuva 33. Hakatut latvusaukot täytettyjen ojien kohdalla erottuvat maisemassa pitkään. Kuva: Maarit Similä.

Ojalinjahakkuut

Ojien varsilla kasvavien puiden hakkuulle voi olla tarve, jos noin kolmen metrin etäisyydellä ojan keskeltä on kaivinkoneen työskentelyä oleellisesti haittaavaa ja rinnankorkeusläpimitaltaan yli 8-senttistä puustoa (ainespuuta).

- Korjuu- ja ajokone vaativat noin 5 metriä leveän ajouran ojan toiselle puolelle.
- Yksittäisiä puita, esimerkiksi haapoja ja koivuja sekä puuryhmiä voi säästää hakkuussa, jos kaivinkone pystyy kiertämään ne ja täyttämään ojan jätetyistä puista huolimatta.
- Jos pois korjattavan puuston seassa on runsaasti pientä puuta, joka haittaa kaatokoneen työskentelyä tai aiheuttaa letkujen rikkoutumisriskin, pienpuusto raivataan ennakkoon henkilötyönä.

7.3 Puuston poisto

7.3.1 Ainespuun korjuu

Merkintä

Tarvittaessa hakkuualue nauhoitetaan maastoon. Se helpottaa hakkuualueen laitojen hakkaamista lyhyinä talvipäivinä, kun näkyvyys on huono illan ja aamun hämärissä.

Tarvittaessa nauhoitetaan toisen värisellä nauhalla hakkuualueen sisällä säästettävät puut tai varottavat kohdat.

Puunkorjuu koneellisesti

Yleensä poistettava puusto korjataan ennallistettavalta suolta koneellisesti (kuva 34).

- Korjuu hoidetaan pääsääntöisesti ennen ojien tukkimista, kun suo upottaa vähiten.



Kuva 34. Monitoimikone aloittelemassa alun perin avoimen suon puuston hakkuuta. Moto on kasannut myös hakkuutähteet, koska ne kerättiin tällä kohteella pois suolta. Kuva: Pekka Vesterinen.

- Koneellinen korjuu on yleensä mahdollista vain talvella, kun suon pinta on jäätynyt. Suo-olosuhteisiin soveltuvat kevyemmän kokoluokan koneet, joissa on kantavat telat.
- Koneiden kulkureitit selvitetään tarvittaessa yhdessä koneyrittäjän kanssa.
- Hakkuun aloittamisajankohtaa päätettäessä varmistetaan, että puutavara on ajettavissa suolta varastopaikalle. Puutavaran kuljetus saattaa vaatia ajourien jäädyttämistä ennakkoon.
- Jos suo kantaa hakkuukoneen, mutta ei ajokonetta puutavarakuorman kanssa, ajourien jäätymistä voidaan parantaa ajamalla uudet urat kovien pakkasten aikaan, jotta lumi painuu ja pakkanen pääsee jäädyttämään suon pinnan.
- Hakkuu tai puunajo voidaan joutua keskeyttämään, jos suon pinta alkaa pettää. Painuneet ajourat toimivat pahimmillaan ojien tavoin, jolloin niitä joudutaan tukkimaan kaivinkoneella ojien täytön yhteydessä.

Puunkorjuu henkilötyönä

Pienialaisilla, kertymältään pienillä tai erityistä varovaisuutta vaativilla kohteilla puusto voidaan hakata metsurityönä. Metsurityön kustannukset ovat huomattavasti korkeammat kuin konetyön.

Energiapuun varastointi

Laki metsätuhojen torjunnasta (1087/2013) ei koske pieniläpimittaista (tyviläpimitta alle 10 cm) havupuuta (energiapuuta). Jos kasassa on kuitenkin energiapuun seassa ainespuuta, kasa peitetään energiapuupeitteellä puiden tyvipuolelta maahan saakka hyönteistuhojen ehkäisemiseksi. Toinen vaihtoehto on peittää mäntypuutavarapino lehtipuukerroksella.

Puutavaran kuljettaminen tienvarsivarastoon vaatii metsurityökohteillakin metsätraktorin. Pienet määrät (alle 50 m^3) voi olla kustannuksiltaan kohtuullista kuljettaa myös esimerkiksi nelivetoisella maataloustraktorilla, moottorikelkalla tai telamönkijällä.

7.3.2 Energiapuun korjuu

Energiapuun korjuun tarve ja käyttökelpoisin korjuumenetelmä on syytä harkita tarkkaan (luku 6.3.5), koska kustannuksia syntyy helposti varsinkin koneiden ajanmenekin lisääntyessä.

Pieniläpimittaisten puiden kaadossa ja kasauksessa kustannustehokkainta on käyttää kaivinkoneeseen tai metsäkoneeseen asennettua energiapuukouraa.

Energiapuuta kuivatetaan yleensä varastopaikalla ennen haketusta. Kasat voidaan suojata energiapuupeitteellä kuivumisen parantamiseksi.

Jos energiapuut haketetaan varastopaikalla, tien tulee olla riittävän leveä ja kantava haketuskoneelle ja kuljetuskalustolle.

Erityistapauksissa ja erityiskohteilla hakkuutähteet ja raivattu pienpuusto voidaan kerätä kasoihin ja polttaa kasat syyskesällä, vaikka menetelmä onkin kallis ja hankala. Jotta suolle ei tule tarpeettomasti ravinteita polton seurauksena eikä tuli jää kytemään turpeeseen, kasat on suositeltavaa polttaa kivennäismaalla.

7.3.3 Talvitie

Talvitie linjataan puunkorjuun kannalta keskeiselle paikalle siten, että puutavaran metsäkuljetusmatkaa saadaan oleellisesti lyhennettyä. Metsätalouspuolella tavoiteajomatkana pidetään enintään 300 metriä. Tapauskohtaisesti harkitaan, onko ennallistamistöissä pitempi lähikuljetusmatka kuitenkin kannattavampi vaihtoehto kuin talvitien teko, jos tien pohjustaminen vaatii kaivinkone- tai pillarityötä.

Tietä aletaan pohjustaa heti ensimmäisten useamman päivän pituisten pakkasten aikaan kaivinkoneella, tampparilla tai moottorikelkalla, jotta pohja alkaa jäätyä.

Talvitietä aurataan tai poljetaan riittävän usein, jotta eristävä lumikerros ei hidasta pohjan jäätymistä.

Puutavaran autokuljetus kannattaa aloittaa heti, kun tie sen kestää, jotta puut ehditään talven aikana ajaa suolta. Kevätauringon paisteessa tie saattaa pehmetä odottamattoman nopeasti.

7.4 Vesitalouden palauttaminen

Yleistäen voidaan todeta, että suon ennallistaminen ei ole koskaan helppoa ja yksinkertaista. Aloittelijan kannattaa aina perehtyä soiden ennallistamiseen maastossa kokeneen asiantuntijan opastuksella ennen oman työmaan ohjaamista.

7.4.1 Ojien täyttäminen, patoaminen ja vesien ohjaaminen

Ojien täytön, patoamisen ja vesien ohjailun menetelmät on sovitettava aina ennallistettavan suon olosuhteisiin.

Yleisimmin vesitalous palautetaan täyttämällä ja patoamalla ojat kaivinkoneella suon ollessa lumeton ja jäätön (kuva 35). Turve painuu ensimmäisinä vuosina täytön jälkeen. Siksi ojan täytön tulee jäädä riittävästi koholle.

Kokonaan täytettävillä ojillakin **patojen ja pintavallien koko** on tärkein keino, jolla säädetään ennallistettavan suon vedenpinnan korkeutta tavoitteen mukaiseksi (kuvat 36 ja 37).

Veden ohjauksessa olennaisinta on **estää veden kulku täytettyä ojaa pitkin** ja varmistaa pintavalleilla tai viisteillä, että **vesi pääsee liikkumaan luontaiseen valumasuuntaansa** (kuva 38), esimerkiksi kuivatuksen painamilta ojalinjoilta sarkojen korkeammalla oleviin keskiosiin. Viisteellä tarkoitetaan tässä kaivinkoneen kauhalla suon pintaan tehtävää pintaraapaisua, jota pitkin vesi ohjautuu halutuun suuntaan.

Parhaiten suon vesitalous palautuu, kun kaivinkoneen kuljettaja hyödyntää koko ajan ojaa täyttäessään ja padotessaan suolla olevia luontaisia painaumia ja uomia veden ohjaamisessa pois täytetyltä ojalinjalta.

- Ojat täytetään pohjalta pintaan huolellisesti tiivistäen.
- Turvetta täyttöön saadaan ojien jäljellä olevista kaivumassoista. Kaivumassojen turve on kuitenkin usein osin hajonnutta ja löyhärakenteista eikä yleensä yksin riitä ojien tiiviiseen täyttöön. Silloin täyttöturvetta otetaan myös sopivista kohdista saroilta.
- Turvetta ei tule ottaa pitkälti yhtenäiseltä matkalta täytettävien ojien suuntaisesti, ettei kaivukohtiin muodostu uutta uomaa.
- Jos turvetta ei riitä ojan täyttöön koko matkalta, kannattaa mieluummin jättää täyttökatkoja kuin täyttää oja koko matkaltaan epätäydellisesti. On tärkeää huolehtia, että patoihin on käytettävissä riittävästi maa-ainesta.
- Retkeilyreittien lähellä täytetyn ojan ”maisemointi” pintakasvillisuudella parantaa suon maisema-arvoja.
- Puustoisella suolla täytettyä ojaa voi maisemoida kaatamalla kaivinkoneella puita täytön päälle. Samalla syntyy monen lajin tarvitsemaa lahopuuta.

Kaivinkoneen kuljettaja voi valita työskentelytapansa tilanteen mukaan. Esimerkiksi soilla, joiden turve on tiivistä ja kantavaa, koneen on mahdollista täyttää ojaa edestään ja tiivistää täyttö ajamalla toisella telalla täytetyn ojan päällä. Suurikokoisia ojia täytettäessä koneen on parasta työskennellä ojan reunalta käsin.



Kuva 35. Kaivinkone täyttämässä ojaa Porrassuolla Nurmeksessa syksyllä 2011 (A). Kaivinkoneen kuljettaja työskenteli täytettävällä ojalla kahteen suuntaan. Mennessään hän täytti ojan tiiviisti (B) ja palatessaan viimeisteli pintavallit ja vedenohjauksen (C). Alun perin avoimelta suolta oli hakattu puusto edellisenä talvena. Kuvat: Philippe Fayt.



Kuva 36. Märällä nevalla ojalinjat jäivät täytön jälkeenkin sarkapintaa matalammalle, joten ojalinjalla on täytön jälkeen runsaasti vettä. Tilanne osattiin ennakoida, joten pintavalleja tehtiin tiheästi ja vesi saatiin niiden avulla leviämään suolle. Kuva: Sari Kaartinen.



Kuva 37. Märällä ja viettävällä suolla pintavallit ovat erityisen tärkeät, koska niiden avulla vesi leviää suolle eikä jatka virtaamista pitkin täytettyä ojalinjaa. Kuva: Ulla Ahola.

Padot

Mitä kaltevampi ja runsasvetisempi suo, sitä tiheämmin tehdään täytön lisäksi patoja pintavalleineen.

- Suolla, jossa on selkeä pintarakenne, kermien ja jänteiden kohdat ovat hyviä patojen ja pintavallien paikkoja. Myös muita luontaisia kohoumia kannattaa hyödyntää patojen sijoittelussa.
- Patoihin ja pintavalleihin turvetta joudutaan yleensä ottamaan sopivista kohdista saroilta. Kun sitä otetaan suon kaltevuuden suunnasta, pintavallin yläpuolelle muodostuu matala uoma, jota pitkin vesi ohjautuu helpommin saralle (kuva 38).
- Patojen kohdalla varmistetaan, että niihin ei jää onkaloita, joissa vesi pääsee liikkumaan täytön jälkeen.
  - Padon kohta avataan ensin kauhalla ojan pohjia ja reunoja myöten.
  - Toinen vaihtoehto on varmistaa kauhalla työntämällä, että padon kohdalle ei jää penkkojen alle onkaloita.
  - Turvetta kasataan ja tiivistetään riittävän isoksi patovalliksi.
  - Puutavaran, kantojen, risujen ja kivien joutumista patoihin vältetään, jotta niiden lomaan ei muodostu vedelle reittiä padon läpi.
  - Patoihin ja pintavalleihin voi laittaa päällimmäiseksi saralta kuorittua



Kuva 38. Tärkeään vedenohjauskohtaan on tehty 60 metriä pitkä pintavalli kohtisuoraan ojan suuntaa vastaan. Sen pituus merkittiin ennakkoon kuitunauhalla, jotta kaivinkoneen kuljettaja tohti tehdä vallista riittävän pitkän. Oja, joka täytettiin ennallistamisen yhteydessä, on ollut suunnilleen kuvaajan kohdalla ja vesi on virrannut kuvan kohdassa oikealta vasemmalle. Kohtaan, josta turve otettiin pintavalliin, muodostui uoma, jota pitkin vesi ohjautuu ojittamattomalle mutta kuivuneelle rimpinevalle. Kuva: Reijo Hokkanen.

rahkasammalikkoa tai muuta pintakasvillisuutta, jolloin kasvillisuus vakiintuu niihin nopeasti. Kasvillisuus sitoo padot ja pintavallit paikoilleen ja pienentää niiden huuhtoutumisriskiä tulvan mukana.

- Jotta sarkojen turvepintaa ei tarpeettomasti rikota ja vältetään esimerkiksi epätoivottava taimettuminen, ojantäyttö- tai patoamisturvetta kannattaa ottaa saroilta laikuittain. Koneen kauhan kärjellä voi ensin työntää pintaturvetta eteenpäin, kaivaa alta täyttöturvetta ja lopuksi vetää pintaturpeen kuopan peitoksi. Samasta paikasta ei ole syytä kaivaa 2–3 kauhallista enempää, jotta suolle ei synny liian isoja, syviä ja jyrkkäreunaisia vesikuoppia, jotka ovat vaaraksi mm. hirvieläimille tai kanalintujen poikasille.

Erikoispadot

Tavanomaista suurempien vesimäärien patoamiseksi ja veden ohjaamiseksi, voimakkaasti kaltevan suon ennallistamiseksi tai maa-ainesten huuhtoutumisen estämiseksi voi olla tarpeen rakentaa täytettävään ojaan puulla tai suodatinkankaalla vahvistettuja patoja (kuvat 39–41). Kuvan 39 padon kaivurin kuljettaja pystyy tekemään omatoimisesti, muissa padoissa saatetaan tarvita käsi- ja konetyön yhdistämistä. Myös erikoispatojen kohdalla on tärkeä ohjata veden purkautumista padon takaa esimerkiksi syöttöuomalla tai viisteellä siten, että vesi ei mene padon yli eikä kierrä padon reunaa vaan ohjautuu saralle tai esimerkiksi ennallistettavaan purouomaan.

Pintavallit

Ojalinjoilla turvepinta on kuivumisen seurauksena usein painunut alemmaksi kuin sarkapinnalla. Painumissyvyys ja painuneen alan leveys ojan molemmin puolin vaihtelevat suon ominaisuuksista ja olosuhteista riippuen.

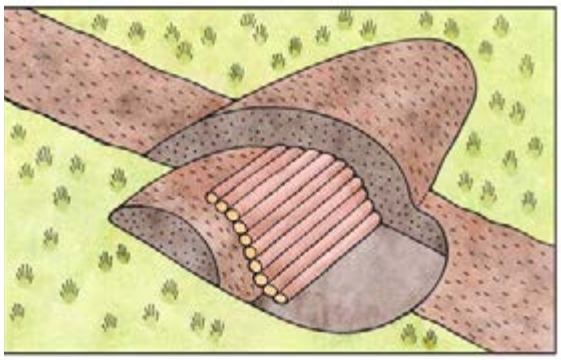
Painumisesta johtuen vesi jatkaa helposti virtaustaan täytetylläkin ojalinjalla. Sen vuoksi on tärkeää tehdä turpeesta pintavalleja estämään virtausta täytetyllä ojalla ja ohjaamaan vettä luontaisiin tai suon ennallistamistavoitteiden mukaisiin suuntiin (kuvat 36–38).

- Pintavallit ovat ojan suunnassa 1–2 metrin mittaisia ja vähintään puoli metriä täytetyn ojan pintaa korkeampia turvevalleja.
- Toimiakseen kunnolla vallien tulee olla tiiviitä ja ulottua riittävän pitkästi saroille – niin pitkälle kuin ojanvierus on painunut tai niin pitkälle kuin vettä on tarpeen ohjata.
- Tavallisesti 5–10 metrin mittainen, saroille selkeästi ulottuva pintavalli on riittävä, mutta toisinaan tarvitaan jopa kymmenien metrien pituiset pintavallit (kuva 38, luku 10.12).
- Pintavallien välimatka riippuu suon kaltevuudesta ja ennallistamisen tavoitteista. Mitä kaltevampi suo, sitä tiheämmin pintavalleja tarvitaan (kuva 37), jos vesi halutaan nostaa lähelle suon pintaa. Vain vähän viettävällä keskivertosuolla pintavalli 20–50 metrin välein riittää.
- Korvessa tavoitteena on yleensä suhteellisen matala vedenpinnan taso, joten pienemmät pintavallit riittävät veden ohjaamiseksi korven luontaisiin notkelmiin.
- Kantojen, risujen ja ojalinjoilta raivatun puutavaran joutumista pintavalleihin vältetään, jotta niistä ei muodostu salaojia vallin läpi.

Niskaojat ja muut erityistapaukset

- Suon vesitalouteen kivennäismailta kuuluvat vedet saadaan palautettua suolle, kun kivennäismaan ja suon vaihettumisvyöhykkeellä oleva niskaoja tukitaan ja padotaan niin, että vesi pääsee ylittämään täytetyn ojan. Niskaoja täytetään tarvittaessa suon suuntaan viettäväksi ja siihen tehdään riittävän tiheästi sopivan kokoisia patoja ja pintavalleja.
- Harjumuodostuman reunalla kivennäismaan ja suon rajalle saattaa purkautua

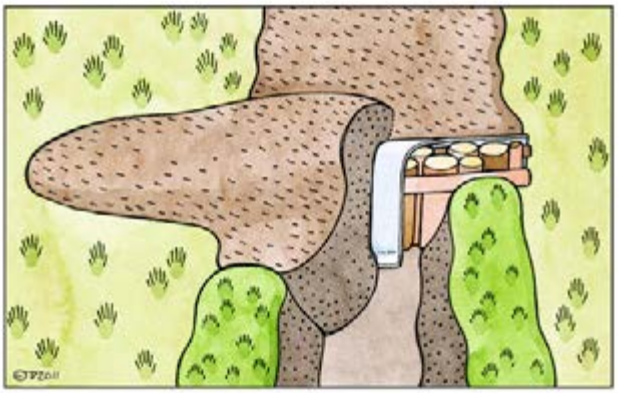




Kuva 39. Tämä patomalli sopii lähes kaikkiin puustoisten soiden ennallistamiskohteisiin. Padolle kaivetaan ensin paikka: siitä tehdään ojaa leveämpi ja syvempi, jotta padosta saadaan tukeva ja pitävä. Kaivettavasta maasta ja ojamaista rakennetaan viisto patovalli, joka ulottuu sarkapintaa ylemmäksi. Vallin päälle laitetaan vaakasuorat tukipuut koko patovallin korkeudelle. Suodatinkangas voidaan laittaa tarvittaessa puiden päälle ennen patorakenteen peittämistä turpeella. Kuvan tapauksessa vesi virtaa kaivinkoneen suunnasta. Kuva: Tupu Vuorinen.

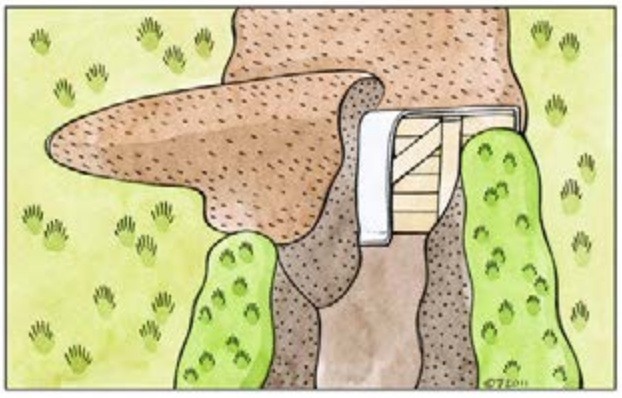






Kuva 40. Pöllipato sopii käytettäväksi suolla, jossa patoon tarvittava puutavara saadaan tehtyä suopuustosta. Pölkkyjen päiden tulee jäädä selvästi ojan reunojen yläpuolelle. Jos turvetta on paljon, pöllit voidaan upottaa pystyssä turpeeseen. Jos taas turvetta on ohuelti, kannattaa pöllit laittaa vaakaan. Lopuksi patorakennelma peitetään suodatinkankaalla ja turpeella. Padosta tulee tukeva, kun pöllit tuetaan toisin päin asetettavilla tukipuilla. Puurakenteiden päälle laitettava suodatinkangas on piirretty kuviin vain osittain, jotta padon rakenteet näkyvät. Kuvat: Tupu Vuorinen.





Kuva 41. Ponttilautapatoja voidaan käyttää isojen tai syöpyneiden ojien patoamisessa. Puurakenteiden päälle laitettava suodatinkangas on piirretty kuviin vain osittain, jotta padon rakenteet näkyvät. Kuvat: Tupu Vuorinen.

runsaasti vettä. Myös keidassuon laiteilla voi olla runsasvetisiä kohtia. Tällaisissa tapauksissa vettä pidättävien ja ohjaavien patojen ja pintavallien mitoittamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

- Jos iso valtaoja on kaivettu voimakkaasti virtaavan juotin pituussuuntaan, eikä muita luontaisia virtausreittejä ole, voidaan joutua jättämään jokin vanha, osin umpeutunut oja ”varaventtiiliksi” tai kaivamaan koskemattomaan turpeeseen matalia uomia, joita myöten vedet pääsevät virtaamaan patojen ohi saroille niin, ettei virtaus riko patoja.
- Erikoistapauksissa patoihin on asennettu jopa rumpuputkia vakiinnuttamaan vedenpinta tietylle korkeudelle. Putkirakenteita voidaan myöhemmin purkaa, kun vallit ovat kasvittuneet ja tiivistyneet niin paljon, ettei riskiä hallitsemattomasta eroosiosta enää ole.
- Jos ajokoneet ovat jättäneet vettä johtavia uria suolle, josta on korjattu puustoa, urien tukkiminen tulee tarvittavilta osin sisällyttää ojien täytön ja patoamisen työkohteeseen.

7.4.2 Ojan patoaminen ilman täyttöä

Ojien täyttäminen takaa parhaiten suon ennallistamisen onnistumisen. Pelkkää patoamista voidaan joutua käyttämään tai on viisainta käyttää esimerkiksi jos

- ojamaita ei ole ja täyttömateriaalia on muutenkin niukasti
- ojat ovat suuria ja syöpyneitä, eikä niiden täyttämiseen riitä materiaalia
- ennallistettavassa korvessa on jäljellä alkuperäisen puron uoman mutkia, mutta niiden välille oikaistun ojan penkoille on kasvanut kookas puusto, jota ei ole tarkoituksenmukaista poistaa
- vain vähän viettävällä suolla on oja, joka on jo täynnä kasvillisuutta, mutta johtaa edelleen vettä.

Padon tekeminen

Padot voidaan tavallisesti tehdä saralta otettavasta turpeesta (kuva 42).

Tarvittaessa käytetään patojen vahvistukseen sopivia tukirakenteita (kuvat 39–41).

- Padon kohdalta kaivetaan ojan pohjalta vajaan kauhan syvyydeltä löysää pohjamateriaalia. Kaivuu ulotetaan hieman ojan sivuja leveämmälle, jolloin varmis-

tetaan, että patoon laitettava ja tiivistettävä maa-aines tulee tiiviisti sekä pohjaa että reunoja vasten.

- Patojen on oltava riittävän kookkaita suhteessa suon ennallistamisen tavoitteisiin. Ojan suunnassa pituuden tulee olla vähintään 1 metri, poikkisuunnassa padon on ulotuttava vähintään 0,5 metriä ojan reunojen yli ja padosta tulee tehdä vähintään 0,5 metriä sarkojen turvepintaa korkeampi.
- Padon turve tiivistetään huolellisesti.
- Padon jatkeeksi tarvitaan yleensä saralle ulottuvat pintavallit veden ohjaamiseksi. Vettä voidaan ohjata myös viisteillä. Viiste on sopivan syvyinen ja pituinen uoma padotulta ojalta saralle. Padon ja pintavallin tulee ohjata vesi pois ojalinjalta (kuva 44), jotta vältetään tilanteet, jossa vesi pelkästään patoutuu padon taakse ja rikkoo padon. Veden ohjaus on erityisen tärkeää viettävillä ja runsasvetisillä soilla.
- Laaja-alaisilla patoamiskohteilla ja soilla, joilla vettä liikkuu paljon ja tavoitteena on nostaa vesi pintaan, riittävän isoja patoja tarvitaan riittävän tiheästi.
- Toisaalta esimerkiksi soiden alaosien kapeikoissa ja korpinotkoissa veden kuuluukin virrata. Silloin patojen avulla hidastetaan veden virtausta sopivissa kohdissa ja ohjataan vesi patojen ja pintavallien avulla laajemmalle alueelle sekä luontaisiin painanteisiin ja onkaloihin.



Kuva 42. Keidassuon ojitetulla laidalla ojamaat olivat maatuneet ison ojan varrelta kokonaan. Ojan vasemmalla puolella on ojittamatonta suota, oikealla ennallistettu ojitusalue. Kaivinkone työskenteli ojitetulla puolella liikkuen ja otti patoihin ja pintavalleihin turpeen ojitetun puolen saroilta. Padot tehtiin noin 30 metrin välein ja niistä tehtiin korkeat, jotta tulvavedet eivät huuhdo niitä mukaansa. Kuva: Pekka Vesterinen.

Navero-ojat

Navero-ojat eli naverot ovat pieniä ojia, joiden vierellä ei yleensä ole ojamaita. Ne ovat usein kasvaneet tai painuneet pinnastaan umpeen, mutta pysyneet pohjalta auki, jolloin ne johtavat edelleen vettä. Umpeenkasvun vuoksi naverot on usein vaikea huomata päällepäin.

Navero-ojien välimatka voi vaihdella kahdesta metristä useisiin kymmeniin metreihin. Soilta löytyy myös yksittäisiä naveroita tai niitä voi olla myös myöhemmin kaivettujen avo-ojien väleissä.

Naveroita ei ole useinkaan tarkoituksenmukaista täyttää koko matkalta, mutta ne saattavat johtaa tehokkaasti vettä viimeistään siinä vaiheessa, kun vesi nousee suolla varsinaisten ojien tukkimisen myötä.

Naveroiden tukkimiseen on kokeiltu useita menetelmiä.

- Kaivinkone voi kaivaa naveron auki pieneltä matkalta ja käyttää avausmateriaalin sekä saralta ottamaansa lisäturvetta tiiviin turvetulpan tai -padon rakentamiseen navero-ojaan.
- Kaivinkone voi ”rutata” suota kauhan etupuolelle naveron kohdalta ja ottaa saralta kauhallisen turvetta ja painaa sen tiiviisti ”ruttaamisen” synnyttämään kuoppaan tukkimaan naveron (kuva 43).
- Märillä soilla, joille kaivinkone ei pääse, navero-ojat voidaan padota käsityönä esimerkiksi vesivanerin avulla (kuva 44).
- Yksi vaihtoehto laajan ja märän naveroojitetun alueen ennallistamiseen on naverojen patoaminen talvella, kun suo kantaa kaivinkoneen paremmin.
- Jos naverot näkyvät huonosti suon pinnalle, patojen paikat on merkattava kaivinkonetta varten etukäteen esimerkiksi kuitunauhalla.

Patoaminen käsityönä

Soita, joille ei pääse koneella, lajiston suojelun kannalta arkoja alueita tai esimerkiksi erityisiä lähde-, puro- tai korpikohteita voidaan joissain tapauksissa ennallistaa käsin tehdyillä padoilla (esim. kuvat 45 ja 46).

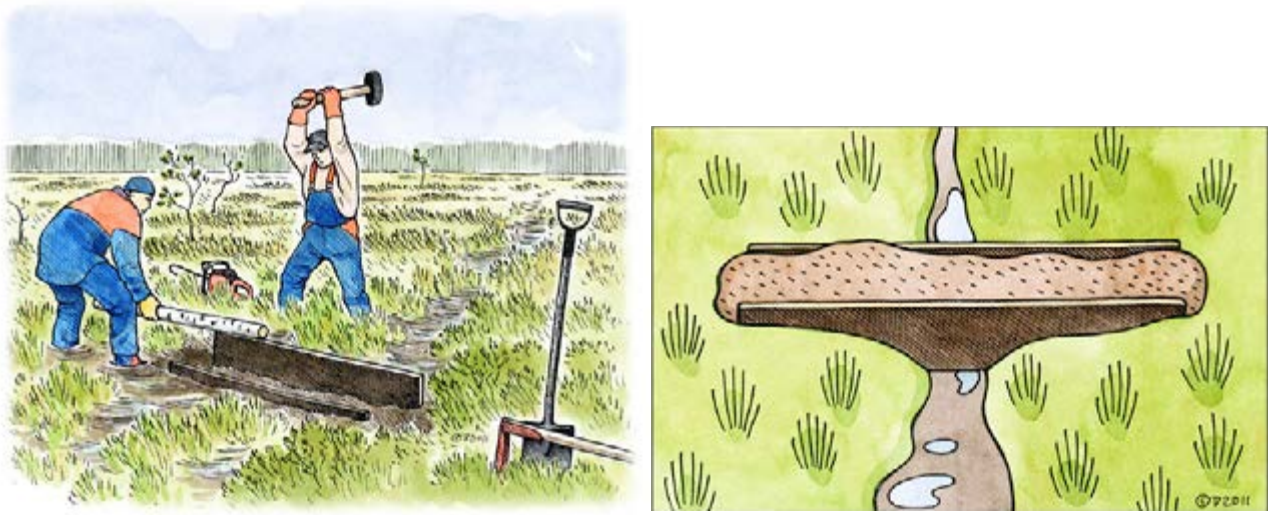
Käsityönä patoamisen onnistumisessa olennaisia asioita ovat patojen paikkojen valinta sekä patojen riittävä korkeus, leveys ja tiiviys (Aalto & Aalto 2018). Parhaiten toimivat ne käsityönä tehdyt padot, jotka eivät pelkästään patoa vettä vaan joilla ohjataan vesi uuteen suuntaan.

- Jos vedellä ei ole purkureittiä käsityönä tehtävän padon yläpuolella, usein huolellisestikin tehdyt padot alkavat jossain vaiheessa vuotaa.
- Yleisimmin patoa vahvistamaan käytetään ojan lähettyvillä kasvavista puista tehtyjä pöllejä. Toisinaan paikalle on tuotu vesivaneria tai sahattua puutavaraa.
- Nuija, vasara ja isot naulat ovat usein tarpeen puiden upottamiseksi ja rakenteen tukevoittamiseksi.
- Padon täyttömateriaali (yleisimmin turve) voidaan laittaa patoseinien väliin semmoisenaan tai sitä voidaan pussittaa käytettyihin kahvisäkkeihin (saattaa olla saatavilla paahtimoista). Yksi vaihtoehto on käyttää suodatinkangasta padon turveytimen kasassa pitämiseen.
- Padon tiivistäminen pohjaa myöten on erityisen tärkeää hiekkaisella, kivisellä ja juurakkoisella pohjalla.
- Turvetta ja juuria voi olla tarpeen leikata. Ketjusaha on tähän kätevä työkalu, mutta ketju tylsyy tässä työssä varmasti.

Käsityöpatojen toimivuutta on hyvä seurata tiiviisti ensimmäisten vuosien ajan ja varautua myös korjaustoimenpiteisiin.



Kuva 43. Muutaman metrin välein kaivetut navero-ojat padottiin painamalla naveroon ensin kauhalla kolo, johon nostettiin ja tiivistettiin kauhallinen saralta otettua turvetta. Koneella liikuttiin naverolta naverolle eli naverot padottiin muutamaa niihin nähden poikittaista ajolinjaa pitkin. Kuva: Maarit Similä.



Kuva 44. Vesivaneripatoa voidaan käyttää mm. navero-ojan tukkimiseen. Vesivanerista sahataan ojan leveyttä ja syvyyttä suuremmat palat. Upotusta varten vanereille voidaan sahata suohon urat pitkälaippaisella moottorisahalla. Vanerit upotetaan turpeeseen esimerkiksi lekalla lyömällä. Lopuksi lapioidaan turvetta vanereiden väli täyteen niin tiiviisti, että kaikki mahdolliset veden mentävät raot saadaan tukittua turpeella. Kuvat: Tupu Vuorinen.



Kuva 45. Kahvisäkkeihin sullotulla turpeella voidaan padota käsityönä esimerkiksi lähteiden ja tihkupintojen ojia. Säkkipadot ovat käyttökelpoisia myös ennallistamisen jälkeisiin korjaustoimenpiteisiin, jos korjattavalle suolle ei pääse enää kaivinkoneella. Säkit kannattaa kiinnittää paikoilleen suohon nuijittavilla rangoilla. Kuvat: Tupu Vuorinen.



Kuva 46. Kahden paikalla rakennetun puuseinämän väliin tallattu turve, säkeissä tai ilman niitä, on myös yleisesti käytetty käsityöpatorakenne. Padot kestävät parhaiten, kun varmistetaan, että vesi pääsee purkautumaan padon takaa ennallistamistavoitteen mukaiseen suuntaan. Kuva: Tupu Vuorinen.

7.4.3 Vesien palauttaminen

Ekologisesti merkittävät, yleensä suurien vesimäärien ohjaukset on tehtävä kaivinkonetyönä. Huolellisestikin suunnitelluissa ja toteutetuissa vesienohjaustöissä kannattaa varautua hienosäätöön ja korjauksiin vähintään käsityönä.

Pelkkä ohjausuoman kaivaminen riittää harvoin veden palauttamiseen. Yleensä vesi pitää pakottaa ohjausuomaan padon tai patojen avulla.

Varminta olisi tehdä uudet ohjausuomat ja vesiä ohjaavat padot kesäkelillä, koska silloin ohjauksen toiminnan näkisi nopeasti. Tämä ei ole kuitenkaan aina mahdollista.

Jos ojittamattomalle suolle tarvitaan pitkä johdeoja, voi olla, ettei suo kanna kaivinkonetta kesäkelissä.

Jos suo ei kanna konetta talvellakaan aivan niin pitkälle kuin suunnitelman mukaan pitäisi, ojaa voi joutua jatkamaan lapiotyönä. Vaihtoehtoisesti voi odottaa parempaa talvikeliä.

Jos pato joudutaan tekemään talvella, koneenkuljettaja ohjeistetaan tekemään se erikoisen vahvaksi, eikä patomateriaaliin saa jäädä risuja tai jääpaloja.

Ohjausuoman penkalla voi olla tarpeen pitkä, yhtenäinen valli, joka estää vettä pelkästään kiertämästä ohjauspatoa ja palaamasta alkuperäiseen ojaan.

7.4.4 Suon pienvesien ennallistaminen

Lähteiköt ja tihkupinnat

Lähteiden ja tihkupintojen ennallistamismenetelmät valitaan erityisen huolella, ettei ennallistamisella heikennetä paikalla olevan lähdelajiston tilaa esimerkiksi liiallisella veden nostolla tai veden laadun muutoksella.

Lähteikköjen tunnistamista, vesitaloutta, lajistoa, inventointia sekä ennallistamista esitellään Eskelisen ja Juutisen (2023) kirjoittamassa ja kokoamassa oppaassa (tietolaatikko 30).

Lähteiden ennallistamista käsitellään myös tämän oppaan luvussa 8. Katso myös luvut 10.3, 10.7 ja 10.8.

Suopurot

Suopurojen ennallistamismenetelmät valitaan tapauskohtaisesti.

- Jos maastosta löytyy ojituksen seurauksena kuiville jääneitä uoman osia, niihin palautetaan vesi tukkimisen yhteydessä riittävän isojen ja sopiviin kohtiin sijoitettujen patojen avulla (kuva 47).
- Tarvittaessa vanhaa uomaa avataan kaivamalla alkupäästä, jotta vesi löytää reitin ja ”mahtuu” uomaan.
- Muutetun uoman kasvillisuuden, penkoilla kasvavan puuston ja muun lajiston pohjalta päätetään, täytetäänkö patojen välit vai jätetäänkö ne avoimiksi. Esimerkiksi puronvarsikorven vedenpinnan saa yleensä paremmin lähelle luontaista korkeutta, jos muutettu uoma täytetään myös patojen väliltä.
- Ideoita ja keinoja purojen ennallistamiseen löytyy esimerkiksi Purokunnostusoppaasta (Ahola & Havumäki 2008).

7.4.5 Yleistä kaivinkonetyöhön liittyvää

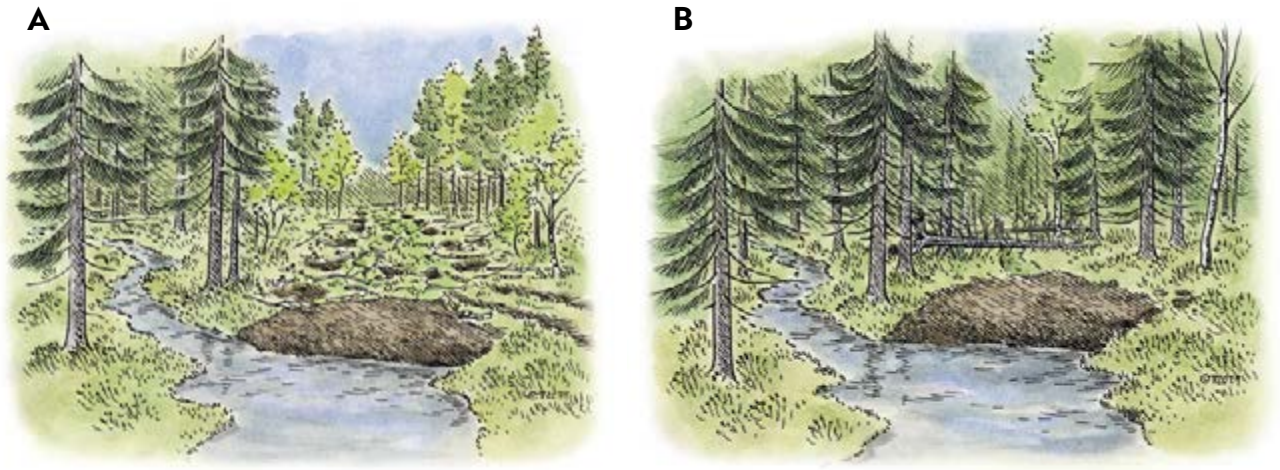
Koneissa tulee olla riittävä öljyvahinkojen ensitorjuntavälineistö ja käsisammutin.

Kaivinkone- tai puunkorjuutyömaalla liikuttaessa käytetään huomiovaatetusta ja kypärää.

Työskentely pohjavesialueella

Pohjavesialueella tulee välttää syvien kuoppien kaivamista, jotta pohjavedelle ei muodostu ylimääräisiä purkautumispaikkoja. Pohjavesialueilla ja niiden läheisyydessä voi esiintyä myös paineellista pohjavettä.

Koneiden poltto- ja voiteluaineiden säilyttämistä pohjavesialueella vältetään, samoin kuin koneiden korjaamista ja huoltamista pohjavesialueen puolella.



Kuva 47. Jos puron alkuperäistä uomaa on jäljellä, vesi voidaan palauttaa siihen sopivasti sijoitetun padon avulla. Jos ojan ympärillä ei ole erityisiä puustoarvoja, myös patojen välit kannattaa täyttää (A). Jos taas ojan ympärillä on runsaasti järeää tai kuollutta puuta, patojen välit jätetään täyttämättä (B). Kuvat: Tupu Vuorinen.

Kaikki pohjavesialueella tapahtuvat öljy- ja polttoainevahingot ilmoitetaan hätäkeskukseen, työmaan vastuuhenkilölle ja tarvittaessa myös kunnan ympäristöasiantuntijalle.

Tavoitteet tiedoksi koneen kuljettajalle

Koneen kuljettajalle kerrotaan ennallistamistoimenpiteiden lisäksi suon ennallistamisen kokonaistavoitteet: miten vedet virtaavat nyt ja miten niiden toivotaan ohjautuvan ennallistamisen jälkeen. Silloin kuljettaja pystyy parhaiten hyödyntämään omaa ammattitaitoaan ja asiantuntemustaan suon vesitalouden palauttamisessa.

Suolla työskentelyn riskit konetyössä

Soiden ennallistamistyömailla on usein riski koneen uppoamiselle. Päävastuu vaaratilanteiden välttämisessä on työnjohdolla.

- Suunnitteluvaiheessa havaitut pehmeiköt merkitään työmaaohjeeseen.
- Käytännössä uppoamisriski tulee ottaa huomioon koko ajan koneen ollessa suolla.
- Märällä suolla pintaturve saattaa kantaa kaivinkoneen, vaikka alla olisi paksustikin vetistä turvetta. Kantavuus häviää yleensä kuitenkin heti, jos koneella kääntyillään suolla niin, että pintaturve murtuu.
- Myös kivennäismaiden laiteilla voi olla pehmeitä paikkoja.
- Toisinaan valittu ajoreitti kestää kulkemisen kerran mutta ei paluuajoa. Tarvittaessa etsitään uusi reitti.
- Kantavuutta voidaan parantaa kaatamalla suolta puita koneen telojen alle.

Suo-olosuhteita tunteva kuljettaja pystyy yleensä arvioimaan uppoamisriskiä työtä tehdessään. Epäilyttävät kohdat tulee tarkastaa esimerkiksi kauhalla kokeilemalla.

Yksittäisten ojanpätkien täyttämättä jääminen märissä kohdissa ei yleensä aiheuta isoja ongelmia suon ennallistumiselle.

Suolla, jossa upottavalla alueella olevalla ojalla on merkittävä vaikutus suon vesitalouteen, on tarpeen miettiä vaihtoehtoisia toimintatapoja. Oja voidaan padota talvella (kuva 48), tai pienemmällä alueella padot voidaan tehdä henkilötyönä (ks. kuva 45 tai 46).



Kuva 48. Kun oja padotaan talvella, aluksi suon pinnalta kuoritaan lumi ja jää, jotta saadaan esiin patoihin käytettävä turve. Kuva: Sakari Rehell.

Työskentelyjärjestys

- Jos ojat johtavat suoraan vesistöön, ojien suulle tehdään ennen tukkimisen aloittamista (jopa vuosi tai kaksi etukäteen) mahdollisuuksien mukaan rakenteita (kuva 30 s. 141) ja ratkaisuja, jotka suojaavat alapuolista vesistöä kiintoaine- ja ravinnehuuhtoumilta (luku 6.4).
- Konetyö on pääsääntöisesti paras aloittaa valuma-alueen yläosasta, koska koneen työskentely on helpointa, kun vesi virtaa pois koneen tieltä (ks. kuitenkin luku 8.6).
- Jos ennallistettavan suon ”yläosiin” tehdään patoja, kestää jonkin aikaa ennen kuin vesi nousee patojen tasalle, mikä helpottaa työskentelyä patojen alapuolella.
- Runsaasti vettä kuljettavat ojat kannattaa käsitellä viimeiseksi.
- Jos toteutuksen aikaan on runsaita sateita, ojien virtaamat voivat muuttua nopeasti.

Töiden ajankohdista

Eläinten – soilla erityisesti lintujen – pesimäaikojen takia suositeltavin aloitusajankohta kaivinkonetöille olisi alkusyksy, elokuusta, tai eteläisimmässä Suomessa heinäkuun puolivälistä eteenpäin. Tuolloin suo on yleensä myös kuivimmillaan ennen syyssateita, joten työskentely on muutenkin helpointa.

Erityistapauksissa, esimerkiksi hyvin märkää suota ennallistettaessa osa ojista voidaan joutua täyttämään tai patoamaan talvella, kun suon pinta on jäätynyt. Talvinen konetyö on yleensä selvästi hitaampaa kuin sulanmaan aikana.

Yleensä talvella kannattaa keskittyä patojen tekemiseen ja jättää välit täyttämättä.

Talvitöissä huolehditaan, että padot tehdään roudan alta otettavasta jäätymättömästä turpeesta, joka tiivistetään huolellisesti. Turpeen kaivamista varten täytyy suon jäätynyttä pintaa ensin särkeä koneen kauhalla. Tähän liittyy huomattavia koneen rikkoutumis- ja työturvallisuusriskejä.

Talvitöiden onnistumiselle olennaista on töiden oikea ajoitus juuri sopivalle kantavuudelle. Etelässä ja rannikkoalueilla aikaikkuna talvitöille voi olla hyvin kapea, eikä sopivia olosuhteita ole välttämättä joka talvi.

Usein käytetty ja suositeltukin tapa, jossa ojat tukitaan talvella heti puunkorjuun jälkeen, vaatii erityisen täydellisen ajoituksen. Jos ojanpenkat ovat jäätyneet hakkuun jäljiltä, se hidastaa tukkimistyötä ja saattaa rikkoa kaivinkonetta ja aiheuttaa vaaratilanteita.

Henkilötyö kaivinkonetyön yhteydessä

- Kaivinkonetyömaalla liikkuvalla ja kaivinkoneen tuntumassa työskentelevällä tulee olla huomiovaatetus ja kypärä.
- Jos patoihin tarvitaan vakauttavia rakenteita (kuvat 39–41), aina kun mahdollista, käytetään patomallia, jonka koneen kuljettaja pystyy rakentamaan itse, ilman avustavia henkilöitä.
- Jos patoja tehdään henkilö- ja konetyön yhdistelmänä, työturvallisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota.
- Koottavat patorakenteet tehdään mahdollisimman pitkälle koneen varoalueen ulkopuolella ja nostetaan valmiina ojaan. Nostosysteemin pitää olla luotettava.
- Kaivinkoneen kauhan alle ei tule mennä eikä sen alla työskennellä missään tilanteessa.

7.5 Metsäautoteiden poistaminen

Soita ylittäviä metsäautoteitä poistettaessa erityistä huomiota kiinnitetään siihen, että suon vesitalous saadaan palautumaan.

- Varmistetaan, että ennallistamisen suunnitteluvaiheessa on tarkastettu tien käyttöoikeudet ja rasitteet, toisin sanoen onko tien tai sen suolla olevan osan poistaminen ylipäätään mahdollista.
- Kapeiden suojuottien ja purojen kohdalta pyritään siirtämään suolle ajetut kivennäismaat pois.
- Metalli- ja muovirummut kuljetetaan mahdollisuuksien mukaan uusiokäyttöön.
- Jos tietä on suolla pitkästi, eikä maamassoja pystytä kustannussyistä siirtämään kivennäismaille, tiehen tehdään riittävän tiheästi madalluksia ja katkoksia, joissa tien pinta on enintään suon pinnan tasalla ja vesi pääsee virtaamaan tiekohdan ylitse tai suotautumaan soran läpi.
- Poistetuista teistä tehdään ”Kansalaisen karttapaikan” kautta ilmoitus Maanmittauslaitokselle, että tiet poistetaan peruskartoilta.
- Poistettujen teiden alkuun on hyvä viedä taulu, jossa on esimerkiksi moottoriajoneuvolla ajo kielletty -merkki ja jossa kerrotaan, miksi tie on poistettu käytöstä.

7.6 Toimenpiteiden dokumentointi

Tieto toteutetuista toimenpiteistä tallennetaan myöhempää tarvetta varten, mieluiten jonkun, tai useammankin, ennallistamiseen osallistuvan tahon paikkatietojärjestelmään.

Ennallistamissuunnitelmassa (luku 6) ja ennallistamisen työmaaohjeessa (luku 6.8) on keskeiset tiedot suon ennallistamisesta, joten ne säilytetään myöhempää tarvetta varten.

Jos ennallistamisen yhteydessä joudutaan poikkeamaan ennallistamissuunnitelmasta tai työmaaohjeesta, tieto siitä tallennetaan. Lisäksi kirjataan ylös sellaisia toteutusvaiheessa ilmeneviä asioita, joilla voi olla vaikutusta suon ennallistumiseen ja jotka pitää tarkastaa hoitoseurantakäynnillä (luku 9).

Jos ennallistamista joudutaan korjaamaan myöhemmin, dokumentoidaan korjaustoimenpiteet ja niiden syyt.

Täytetyt ojat voi ilmoittaa Maanmittauslaitokselle (maasto@maanmittauslaitos.fi), jotta ojamerkinnät voidaan poistaa kartoilta.

Jos ennallistamisalueelle palautuu ennallistamisen jälkeen lähteitä, joita ei ole peruskartalla, myös ne voi ilmoittaa Maanmittauslaitokselle peruskartalle lisättäväksi.

7.7 Korjaustoimenpiteet – luovia ratkaisuja ja malttia

Ennallistamisen vaikutuksia tarkastellaan hoitoseurantakäynneillä (luku 9).

Ennallistumisen epätäydellinen eteneminen ilmenee eri soilla eri tavoilla ja vaihtelevan kokoisina pinta-aloina.

- Toisinaan riittää, että hoitoseurantakäynnillä tekee kuokalla tai lapiolla pieniä korjauksia sopiviin kohtiin, etteivät esimerkiksi pintavallit tai padot pääse murtumaan.
- Järeämpien toimenpiteiden tarve arvioidaan kohdekohtaisesti. Korjaustoimenpiteitä joudutaan organisoimaan toisinaan hyvinkin luovasti.
- Korjaustoimenpiteiden toteutusta saatetaan joutua kärkkymään useampi vuosi, esimerkiksi jos työhön tarvitaan kaivinkone, mutta vesi on noussut niin paljon, että kone pysyy pinnalla vain kuivana kesänä. Keskivertosuon korjaustoimenpiteillä ei yleensä ole niin kiire, ettei muutamaa vuotta voitaisi tarkkailla tilannetta ja odottaa sopivia olosuhteita.
- Ennallistumisen hitaus saattaa johtua myös siitä, että suo on muuttunut ojituksen jälkeen voimakkaasti ja ennallistuminen vie siksi paljon aikaa. Näillä soilla saatetaan joutua täydentämään ennallistamista myös myöhemmin sitä mukaa kuin suon palautuminen etenee.

Virtaus täytetyillä ojilla

Jos täytetyillä ojalinjoilla virtaa vettä, selvitetään, voidaanko tilanne korjata esimerkiksi patoja ja pintavalleja korottamalla. Aapasoilla ja muilla minerotrofisilla soilla on erityisen tärkeää, että vesi pääsee ylittämään suon reunan niskaojat, sillä aapasuon, keidassoiden laiteiden ja piensoiden luontaiseen vesitalouteen kuuluvat kivennäismaiden valumavedet.

Tulviminen

Soilla, joissa turve on ojituksen vaikutuksesta painunut voimakkaasti, saattaa olla ennallistamisen jälkeen tulvaa. Tämä ei kuitenkaan ole välttämättä merkki suovedenpinnan liiallisesta noususta, vaan kuuluu usein asiaan ja on merkki siitä, että padoista on tehty riittävän korkeat ja leveät.

Jos suolla on kuitenkin pistemäisiä kohtia, johon vettä kertyy liikaa, selvitetään, voidaanko vedenohjausta parantaa yläpuolella.

Jos suolla on liian laajoja pysyvästi veden alle jääviä alueita, joitakin patoja saatetaan joutua jopa madaltamaan. Patojen madaltamiseen ei kannata kuitenkaan ryhtyä, jos suon yläosa on kuiva ja vettä seisoo vain alaosan patojen takana. Silloin on tarpeen korottaa yläosan patoja ja parantaa vedenohjausta, jotta vesi pidättyy koko suolle.

Taimettuminen tai vesominen

Jos suolta hakataan lehtipuustoa, eikä vesi nouse suolla riittävästi, lehtipuut saattavat alkaa vesoa. Myös männyn taimia voi kasvaa ennallistetulle suolle toivottua runsaammin.

Raivaus yleensä pahentaa lehtipuiden vesomisongelmaa, mutta männyn taimiin se saattaa tehota. Tärkeintä on täydentää tarvittaessa vesitalouden ennallistamista ja hidastaa epätoivottavaa taimettumista sitä kautta.

Puuston osalta korjaustoimenpiteinä voidaan tarvita alun perin avoimen suon turhan varovaisen puustonpoiston täydentämistä. Jos vesitalouden ennallistaminen näyttää onnistuneen tavoitteiden mukaisesti, mutta suo on edelleen kuiva, syynä saattaa olla liian tiheä puusto, jota poistamalla tai kaulaamalla haihdutusta voidaan vähentää.



Yksi Pohjois-Karjalan ensimmäisenä ennallistetuista soista ei vettynyt toivotusti ojien tukkimisesta huolimatta. Todennäköisesti ojiin oli laitettu suolta raivattua puustoa. Ennallistamista täydennettiin 21 vuotta myöhemmin patoamalla tukitut ojat pohjia myöten. Kuva: Maarit Similä.

8 Erityyppisten soiden ennallistamisessa huomioitavaa

Sakari Rehell, Tapani Sallantaus, Kaisu Aapala, Maarit Similä ja Krister Karttunen

8.1 Suoyhdistymät

Aapa- ja keidassuokokonaisuuksia kutsutaan suoyhdistymiksi. Suoyhdistymässä on vesitaloudellisesti yhtenäisellä alueella useita suokasvillisuustyyppejä.

Metsäojitus ja muu vesitaloutta muuttava maankäyttö on heikentänyt suoyhdistymien rakennetta ja toimintaa. Eniten on ojitettu yhdistymien puustoisia reunaosia, mutta paljon on ojitettu myös aapa- ja keidassuoyhdistymien keskiosien avosoita.

8.1.1 Aapasuot

Vaikka aapasuoyhdistymän keskiosat olisivat säilyneet ojittamattomina, voi reunaosien ojituksilla olla – alueen ominaisuuksista ja ojitusten sijainnista riippuen – huomattavia haitallisia vaikutuksia myös yhdistymän ojittamattomaan keskiosaan.

Suomella on kansainvälisten sitoumusten myötä velvollisuus estää aapasuoluontotyypin tilan heikkeneminen ja pyrkiä palauttamaan heikentyneiden aapasoiden tila hyväksi.

Aapasuot, jotka on ojitettu keskustaa myöten, ovat usein olleet reheviä. Ne ovat muuttuneet ojituksen seurauksena voimakkaasti ja voivat siksi olla vaikeita ennallistettavia. Yleensä kannattaa joka tapauksessa yrittää.

Aapasuon ennallistamisen suunnittelu

Aapasuon ennallistamisen ensisijaisena tavoitteena on palauttaa suon ekosysteemitason toiminnallisuus. Aapasoiden tyypillinen lajisto keskittyy keskusosaan niin vahvasti, että usein luontotyypin tilan parantamisen kannalta voi riittää, että luontaisen valuma-alueen vesille palautetaan pääsy aapasuon keskusosaan ja että keskusosa, mukaan lukien laskupuro ja sitä reunustavat korvet, palautetaan luonnontilaisen kaltaisiksi.

Tämä edellyttää usein veden ohjaamista ympäröiviltä ojitusalueilta takaisin aapasuolle.

Aapasoiden rimpisen keskiosan läpi on kaivettu ojia, jopa isoja valtaojia, johtamaan yläpuolisen ojitusalueen vedet nopeammin alavirtaan. Näiden soiden vesitalous voi olla mahdollista palauttaa suhteellisen vähällä työmäärällä laajoillakin aloilla huomattavasti paremmaksi (luku 10.12).

Aapasoiden märkien keskiosien ennallistamista suunniteltaessa on tärkeää mitata korkeusmallista ja maastossa patojen tarvittavat pituudet, jotta padoista tehdään riittävän pitkät (ks. luku 10.12).

Aapasuon ennallistaminen

Aapasoilla ja muilla minerotrofisilla soilla on erityisen tärkeää, että vesi pääsee ylittämään suon reunan niskaojat, sillä aapasuon luontaiseen vesitalouteen kuuluvat kivennäismaiden valumavedet.

Reunojen ojitusalueet on paras ennallistaa sulanmaan aikaan, jolloin padot ja pintavallit saa pitämään parhaiten.

Keskiosien ennallistamisen konetyöt joudutaan usein tekemään talvella, jolloin jäätynyt suon pinta tai sopivan paksuinen lumikerros kantaa koneen.

8.1.2 Keidassuot

Keidassuon keskiosiin vettä tulee pelkästään sateena. Keskiosat ovatkin tyypillisesti karuja, mutta yhdistymien laiteilla on usein laajoja minerotrofisia osia. Ojitettuina ne ovat yleensä muuttuneet voimakkaasti.

Ojitettujen keskiosien ennallistaminen edellyttää, että veden pidättyminen suohon saadaan palautettua ja haihduntaa vähennettyä.

Joissain tapauksissa ojien perkaamisesta luopuminen ja puuston kasvattaminen jatkuvapeitteisenä keidassuon laiteilla voi pysäyttää keidassuokokonaisuuden tilan heikkenemisen.

Keidassuon ennallistamisen suunnittelu

Keidassuon vähäpuustoinen keskusta on suon korkein kohta. Suon keskiosan ja laiteen välinen korkeusero voi olla useita metrejä. Laiteille kaivetut ojat kuljettavat vettä vauhdikkaastikin. Parhaan käsityksen ojissa liikkuvan veden määrästä saa runsasvetisenä aikana.

Keitaiden reunaluisut ovat tyypillisesti puustoisia rämeitä. Alimmat kivennäismaahan, ja etenkin kalliopohjiin, rajautuvat kuviot ovat usein märkiä nevapintoja. Toisaalta laiteiden alaosissa saattaa olla hyvin pitkälle muuttuneita turvekankaita, joissa voi olla merkittäviä puustoon liittyviä monimuotoisuusarvoja, jolloin ne kannattaa jättää ennallistamatta.

Keidassuon ennallistaminen

Keidassuot ovat paksuturpeisia, ja turpeen alla oleva pohjamaa vaikuttaa suon kantavuuteen. Ojitetut puustoiset tai metsittyneet laiteet kantavat yleensä hyvin kaivinkoneen. Laiteille voi kertyä ojien tukkimisen jälkeen tulvakausina paljon vettä (luku 10.16).

Keidassuon avoimiin keskustoihin kaivettuja ojia ei yleensä pääse koneellisesti täyttämään. Niissä tapauksissa ojat täytetään alaosastaan niin pitkälle kun suo kantaa koneen. Viettäviin kohtiin tarvitaan riittävän tiheästi patoja, ja pintavallien pituuteen kiinnitetään erityistä huomiota (ks. luku 8.2).

8.2 Viettävät suot

Pinta-alaltaan pienenkin viettävän suon kautta voi liikkua runsaasti vettä. Suon valuma-alueen laajuuden selvittäminen (luvut 3.1 ja 6.2.1, tietolaatikko 22) auttaa vesimäärien arvioinnissa.

8.2.1 Viettävän suon ennallistamisen suunnittelu

Usein joku tai jotkut ojat kuljettavat enemmän vettä kuin toiset. Viettävällä suolla kaikki ojat saattavat silti näyttää vähävetisiltä, koska vesi liikkuu rinteessä nopeasti. Veden määrää onkin hyvä seurata ennallistamisen suunnitteluvaiheessa tulva-aikaan tai sateiden jälkeen, jotta alueen läpi liikkuvan veden todellinen määrä ja pääreitit selviävät.

Kun veden liikkeet ovat selvillä, voidaan suunnitella ojien täyttäminen ja patoaminen.

Ennallistamisen suunnittelijan täytyy pystyä päättelemään, miten ojien tukkiminen muuttaa veden kulkureittejä. Korkeusvaihtelua voidaan selvittää malleista ja tarvittaessa mitata maastossa esimerkiksi tasolaserilla.

Lisähaastetta viettävän suon ennallistamisen suunnitteluun tuo, jos suolla on lähteisyyttä tai lettoisuutta (ks. luvut 10.7 ja 10.8) ja näiden lisäksi suon alla on hiekkamaa. Silloin tarvitaan huolellista vesien laadun määritystä ja ravinteikkaamman veden ohjaamista luontaisille reiteilleen.

8.2.2 Viettävän suon ennallistaminen

Yleensä viettävät suonkohdat ovat ohuturpeisia. Jos suon kautta liikkuu runsaasti vettä, tärkeiden kynnyskohtien padot vahvistetaan puulla ja tarvittaessa myös suodatinkankaalla (ks. luvut 7.4.1 ja 10.11), jotta ensimmäiset tulvat eivät huuhdo patoja mukaansa.

Muuten ojia täytettäessä ja padottaessa huolehditaan, että turpeesta tai maasta tehtyjä patoja on riittävän tiheästi ja että patojen jatkeeksi tehtävät pintavallit ovat riittävän pitkät.

Jyrkästi viettävissä ojissa veden virtausnopeus kasvaa helposti niin suureksi, että pienetkin norot voivat syövyttää vesitalouden palauttamisen kannalta haitallisia uomia. On tärkeä huolehtia, etteivät ojia tukkivan ja patoavan kaivinkoneen jäljet jää uriksi. Tarvittaessa myös telojen jättämät painaumat padotaan.

Joskus saatetaan tarvita erityisen huolellista vesien ohjausta myös ojissa, jotka ennallistamisen suunnitteluvaiheessa ovat vähävetisiä mutta joissa tilanne muuttuu, kun eniten vetävät ojat tukitaan.

Jos suo viettää myös reunoilta keskelle, esimerkiksi purolaaksossa olevassa korvessa, niskaojat täytetään viettämään suon keskustaa kohti, jotta kivennäismaalta valuva pintavesi ohjautuu luontaiselle reitilleen niskaojien ylitse.

Jos runsaimmin vettä kuljettava oja on suon matalimmalla kohdalla, padoista tulee tehdä riittävän leveät ja kannattaa hyödyntää kaikki mahdollisuudet ohjata vettä pois täytetyltä ojalinjalta.

8.3 Korvet

Luonnontilaisten korpien ominaispiirteet ovat yhdistelmä metsäpiirteitä (erirakenteinen puusto ja lahopuu) ja suopiirteitä (korkea pohjavedenpinnan taso ja sen vaihtelu sekä rahkasammalet).

Ojitus ja muut metsänhoitotoimet vahvistavat korpien talousmetsämäisyyttä lisäämällä puuston kasvua ja vähentämällä lahopuun määrää. Samalla suopiirteet heikkenevät, kun rahkasammalet ja muut suolajit taantuvat tai häviävät vedenpinnan tason laskiessa ja suon pinnan kuivuessa (kuva 49).

8.3.1 Korpien ennallistamisen suunnittelu

Korpien luontoarvot liittyvät vahvasti puustoon. Siksi tavoitteeksi asetetaan puuston säästäminen ja ojien täyttäminen siten, ettei puustoa kuole liikaa.

Luonnontilaisissa korvissa on usein ollut puroja tai piilopuroja, joita pitkin vedet ovat virranneet korven läpi. Ennallistamista suunniteltaessa etsitään luontaisia vesiuomia ja selvitetään, miten vesi saadaan ohjattua niihin takaisin.

Jotta vältetään puuston kuoleminen, vesi ei saa jäädä korpeen seisomaan kasvukauden ajaksi, eikä vedenkorkeudessa saa tapahtua äkillisiä muutoksia.

Jos puustossa on luonnonmetsän rakennepiirteitä, kuten vanhoja kuusia ja lehtipuita tai runsaasti lahopuuta, voi ennallistamatta jättäminenkin olla perusteltua. Runsas lahopuumäärä vaikeuttaa ainakin koneellista ennallistamista.

8.3.2 Korpien ennallistaminen

Pintaturve on usein painunut ojien varsilla, joten vettyminen on ennallistamisen jälkeen voimakkainta ojalinjojen läheisyydessä.

- Korpien ojia tukittaessa on tärkeämpää ohjata vesi korven luontaisiin painaumiin ja uomiin kuin tehdä (liian) isoja ja jämäköitä patoja ja pintavalleja, jotka nostaisivat vettä liikaa.
- Verrattain tasaisen alueen korvessa voi olla vaarana, että vesi nousee ennallistamisen myötä liikaa. Ojat voidaan tukkia ilman pintavalleja, tai ojituksen yhteydessä perattuja ja oikaistuja uomia voidaan madaltaa puromaisiksi uomiksi, eikä tukkia niitä kokonaan.
- Jos puita pääsee kuolemaan ojien liian perusteellisen tukkimisen seurauksena, vettyminen tehostuu, koska puuston haihdutus vähenee ja suurempi osa sadevedestä pääsee maahan saakka.
- Viettävissä korvissa liiallisen vedennousun vaara on pienempi.
- Jos ojan tai ojien pohjalla on lähde- tai lettolajeja, ne huomioidaan tapauskohtaisesti (Eskelinen & Juutinen 2023, tietolaatikko 30) tai luovutaan ennallistamisesta.





Kuva 49. Korpipuron vesi oli käännetty ojaan. Korvessa oli rahkasammalia jäljellä lähinnä alkuperäisen uoman pohjalla. Ennallistamisen yhteydessä vesi palautettiin puroon. Toinen kuva on otettu noin tunti veden palauttamisen jälkeen. Kuvat: Maarit Similä.

8.4 Letot

Lettojen, lähdesoiden ja muiden rehevien suoluontotyyppien ennallistaminen laitetaan usein tärkeysjärjestyksessä etusijalle. Ne ovat toisaalta vaikeimpia ennallistettavia.

On tärkeää, että näiden suotyyppien ennallistaja on perehtynyt soiden ennallistamisen ekologisten vaikutusten lainalaisuuksiin ensin ”tavallisella” suolla, jossa puutteellisen ennallistamisen vaikutukset tai jopa suoranainen epäonnistuminen eivät ole vakava uhka lajistolle. Sen jälkeen on helpompi perehtyä lettojen, lähdesoiden ja muuten rehevien soiden ennallistamisen erityispiirteisiin.

Letoilla metsäojituksen aiheuttamista muutoksista haitallisinta on ”lettovesien” (luku 8.4.1) ohjautuminen leton ohitse, kasvupaikan kuivuminen, happamuuden lisääntyminen sekä typen ja fosforin (ns. pääravinteiden) liikkeelle lähteminen, minkä seurauksena suon ravinnetalous muuttuu lettolajistolle epäsuotuisaksi. Muutokset lettokasvillisuudessa ovat ojituksen jälkeen usein nopeita, ja lettolajisto voi hävitä kokonaan. Jos ilmastonmuutos voimistaa jo käynnissä olevia muutoksia, umpeenkasvua ja kuivumista, lettojen ennallistamisen ja hoidon tarve kasvaa tulevaisuudessa entistä suuremmaksi.

Ennallistettavalta letolta alkuperäinen lettokasvillisuus on usein hävinnyt lähes kokonaan.

Lajiston palautumismahdollisuuksiin vaikuttaa se, miten paljon ympäristössä on jäljellä lettolajistoa. Sammalten itiöt leviävät pitkiäkin matkoja, joten ainakin tavallisimpien lettosammalien leviämisen pitäisi olla mahdollista eristyneellekin kohteelle, mikäli olosuhteet saadaan sopiviksi.

8.4.1 Veden pH ja johtokyky auttavat lettopotentiaalia kuvaavien vesien, ”lettovesien”, paikantamisessa

Lettosuon muodostuminen tai palautuminen edellyttää tietynlaisia vesiä. Veden kemia kertoo, missä tällaisia vesiä suolla on. Kahta tärkeää tunnusta, pH:ta ja sähkönjohtavuutta, on mahdollista mitata myös maastossa.

Korkea pH on lettoisuuden edellytys ja tärkeä tunnus, mutta herkkä mitattava, ja sen ajallinen ja paikallinen vaihtelu on suurta (Tahvanainen & Tuomaala 2003).

Sähkönjohtavuus on vahvasti yhteydessä kalsiumin ja magnesiumin pitoisuuksiin ja niiden rapautumisesta aiheutuvaan alkaliniteettiin, joka kuvastaa parhaiten suota ruokkivien vesien lettopotentiaalia. Sähkönjohtavuuden voi mitata maastossa luotettavasti ja nopeasti. Edustavimmilla letoilla sähkönjohtavuus on yli 400 µS/cm. Lettoisuuden alarajoilla sähkönjohtavuus on 40 µS/cm tuntumassa.

Käytännössä hyväksi havaittu laite pH:n, sähkönjohtavuuden ja lämpötilan mittaamiseen on Hanna Instrumentsin Combo pH/EC/TDS Tester HI98129. Mittalaitteen lisäksi tarvitaan puskuriliuokset (pH 4,01 ja 7,01), sähkönjohtavuuden kalibrointiliuos (1413 µS/cm), elektrodin säilytysliuos (HI70300L) sekä elektrodin yleispuhdistusliuos (HI7061L).

8.4.2 Lettojen ennallistamisen suunnittelu

Lettojen muutokset voivat johtua monista, usein yhtä aikaa vaikuttavista tekijöistä, kuten muutoksista hydrologiassa, perinteisen niiton tai laidunnuksen loppumisesta, rehevöitymisestä tai ilmastonmuutoksesta. Tämä tuo haastetta ennallistamisen ja hoidon suunnitteluun.

Vesitaloudeltaan muuttuneilla soilla lettoisuuden palauttamisen mahdollisuuksien ja oikeiden toimenpiteiden löytämisen edellytyksenä on hydrologian ymmärtäminen. Veden pH:n ja johtokyvyn maastomittaukset an-

tavat tähän välttämätöntä taustatietoa (luku 8.4.1).

Vaateliaan lajiston palautumisen tärkein edellytys on oikeanlaatuinen vesi oikeissa kohdissa suota.

Veden laatu tulee huomioida erityisesti silloin, jos hydrologiset olosuhteet pystytään ennallistamaan vain osittain ja suon hydrologia tulee ennallistamisen jälkeenkin poikkeamaan merkittävästi ojitusta edeltäneestä tilanteesta. Näin voi käydä, jos vettä joudutaan ohjaamaan suolle pistemäisesti tai jos pohjaveden purkautumisalueelle (lähde- ja tihkupinnoille) tai suotautumisalueelle on vaarassa tulla vettä pintavaluntana ennallistetulta alueelta.

- Erityisesti on varottava happamien pintavesien ohjautumista letoille, lähteisiin, tihkupinnoille tai lähdepuroihin.
- Toimenpiteitä on tarvittaessa jaksotettava, jotta toivottukaan muutos ei ole liian nopea.
- Yleensä suositeltavinta on täyttää mahdollisimman suuri osa leton tai muuten rehevän suon yläpuolisen valuma-alueen ojista ja pitää sen jälkeen ennallistamisessa muutaman vuoden tauko. Silloin yläpuoliselta valuma-alueelta virtaavat häiriövaiheen vedet ohittavat rehevän suon edelleen ojia pitkin. Ennallistamista jatketaan, kun yläpuolisen ennallistetun alueen veden laatu on tasoittunut.
- Uhanalaisten lajien esiintyminen on letoilla todennäköisempää kuin muilla soilla. Lajistoselvityksiä tulee tehdä aina, kun tiedetään tai arvellaan, että muuttuneella kohteella voi olla lajistoa, joka tulee ottaa huomioon ennallistamisen suunnittelussa ja toteutuksessa. Keskeisiä indikaattorilajiryhmiä letoilla ovat sammalet ja putkilokasvit.
- Joissakin tapauksissa voi olla perusteltua suunnitella ennallistaminen jonkin uhanalaisen lajin turvaamisen näkökulmasta.
- Myös lajien siirtoistutukset toimenpiteiden ajaksi tai pysyvästi voivat olla tarpeen (tietolaatikko 27).
- Ennallistamisen jälkeen kasvillisuus saattaa ”röyhähtää” voimakkaasti, ja monet yleislajit saattavat vallata tilaa.
- Myös voimakas puuston taimettuminen voi muodostua ongelmaksi.

Leton ennallistamista suunniteltaessa on varauduttava siihen, että lyhyellä aikavälillä ei päästä luontaisen kaltaiseen tilaan.

8.4.3 Lettojen ennallistaminen

- Turvetta tulee tiivistää täytön yhteydessä riittävästi ja padoista tulee tehdä riittävän korkeat. Happamuudeltaan suhteellisen neutraali lettoturve voi hajota ojituksen jälkeen nopeasti ja turve voi painua voimakkaasti etenkin ojien lähellä. Hajoaminen tehostuu täytetyissä ojissa, joten täyttö painuu ennallistamisen jälkeen.
- Jos letto viettää ja vesi virtaa voimakkaasti, turvepatojen tulee pitää erityisen hyvin ja niitä tulee olla riittävän tiheässä.
- Patojen jatkeeksi tehtävillä pintavalleilla ohjataan vesi padon takaa saralle. Pintavallien tulee ulottua riittävän pitkälle saroille.
- Monet uhanalaisista lettolajeista ovat heikkoja kilpailijoita ja ennallistaminen voi luoda niille ainakin hetkellisesti uusia kasvupaikkoja. Voimakkaasti turpeen pintaa rikkovat toimenpiteet voivat tehdä lopputuloksesta monimuotoisemman kuin varovaiset toimenpiteet.
- Joskus lähdevaikutteisilla letoilla on suurentunut koneiden uppoamisriski. Tiheääkin puustoa kasvavilla ja tehokkaasti kuivuneilla letoilla voi olla piilossa esimerkiksi pettäviä ruostevesisilmäkkeitä.
- Leton ennallistamistyömaalla työnohjauksen on erityisen tärkeää varmistaa, että ojat on täytetty suunnitellusti (kuva 50).



Kuva 50. Urakoitsijalta jäi epähuomiossa tukkimatta yksi oja noin 200 metrin matkalta. Vaikka ojan alapäässä on pitävä pintavalli, ylempänä auki jäänyt oja kuivattaa ympäristöä. Lettolajisto ei ole palautunut, vaan paikalla on tiivis siniheinäkasvusto. Ylikiiminki, Kalliomaa, 19 vuotta ennallistamisen jälkeen. Kuva: Sakari Rehell 2024.

Ennallistumisen todennäköisyydestä erityyppisillä letoilla

Sakari Rehell

Leton vesien alkuperä vaikuttaa ratkaisevasti lettojen ennallistamisessa tarvittaviin toimenpiteisiin ja palautumismahdollisuuksiin.

Keskustavaikutteisia lettoja esiintyy kalkkialueilla. Keskustavaikutteisten lettojen tyyppilajeja ovat esimerkiksi siniheinä (*Molinia caerulea*), tupasluikka (*Trichophorum cespitosum*), villapääluikka (*T. alpinum*), lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*) ja kultasirppisammal (*Loeskypnum badium*).

Kalkkivaikutuksen vuoksi turpeen kalkkipitoisuus on korkea.

- Ojituksen aiheuttamat muutokset ovat usein jääneet vähäisiksi: puusto on kituliasta, lettolajistoa on usein edelleen jäljellä, pintaturve on painunut vain vähän ja alkuperäinen pienmuotorakenne on jäljellä.
- Lettoisuutta määräävä kalkkipitoisuus on ojituksesta huolimatta usein jäljellä, ja lajistolla on hyvä mahdollisuus palautua, jos suoveden pinta saadaan nostettua lähelle luontaista tasoa.
- Eivät yleensä taimetu merkittävästi ennallistamisen jälkeen.

Lähdevaikutteisilla letoilla virtaava pohjavesi pitää yllä vaateliasta kasvillisuutta. Tällaisia lettoja voi esiintyä myös kalkkialueiden ulkopuolella.

- Jos pohjaveden purkautuminen jatkuu ojituksesta huolimatta, lettolajiston palautumisen mahdollisuus ennallistamisen jälkeen on hyvä.
- Alkuperäistä, vaateliasta lajistoa on usein jäänyt ojien pohjalle ja märimpiin painanteisiin. Toimenpiteet suunnitellaan niin, että suolla säilynyt lettolajisto säilyy elinvoimaisena.
- Ennallistamista suunniteltaessa pitää huolehtia erityisesti, että pohjaveden virtaus saadaan palaamaan takaisin myös ojien välisille saroille.
- Joskus paras tulos saadaan vähän kerrallaan tehtävillä pienimuotoisilla toimenpiteillä.
- Ojaverkostossa mahdollisesti liikkuva hapan pintavesi on pidettävä pois lähdevaikutteisilta alueilta.

Koivulettomaisilla ja luhtaisilla lettosoilla korkea trofiataso liittyy sekä pohjaveden että yläpuolisilta mailta valuvien pintavesien virtaukseen suon läpi.

- Keskeistä on voimakas veden virtaus, eikä lettoisuus ole välttämättä sidoksissa maaperän korkeaan kalkkipitoisuuteen.
- Nämä letot voivat olla erityisen ongelmallisia ennallistettavia. Ne ovat yleensä muuttuneet voimakkaasti ojituksen jälkeen, joten lettolajisto on hävinnyt ja turve on painunut ja tiivistynyt. Valumaalue on usein laaja ja muuttunut, minkä vuoksi luontaisen kaltaisen vedenvirtauksen palauttaminen voi olla vaikeaa. Edes jossain määrin luontaisen kaltaisen tilan saavuttaminen kestää parhaassakin tapauksessa pitkään.
- Ennallistamistoimia tarvitaan usein laajoilla alueilla ja ne tulisi tehdä vaiheittain pitkän ajan kuluessa.
- Ennallistamisen jälkeen kasvillisuus voi yksipuolistua luhtaisten kasvupaikkojen yleislajien (sarojen ja ruohojen) tai rahkasammalten runsastuessa.
- Nämä kohteet hyötyisivät todennäköisesti eniten aktiivisista hoitotoimista, esimerkiksi niitosta tai laidunnuksesta.

Kokemuksia lettojen ennallistamisesta

Sakari Rehell

- Lettojen ennallistamisessa on saatu hyviä tuloksia esimerkiksi lähdeletoilla ja suhteellisen tasaisilla keskustavaikutteisilla letoilla (kuva 1).
- Suurimpia ongelmia on ollut jyrkästi viettävillä rinneletoilla sekä koivuletto-maisilla soilla, joissa virtaa runsaasti sekä pinta- että pohjavesiä. Niissä veden virtaus keskittyy ennallistamisen jälkeenkin helposti ojalinjoille, jolloin sarat jäävät liian kuiviksi.
- Kaltevuus tekee ennallistamisesta haastavaa ja lisää kustannuksia.
- Vaikka vesi saataisiin palautettua lähelle pintaa, lettosammalet eivät aina palaa alueelle tai ne eivät leviä (kuvat 2–4). Kasvillisuudessa runsastuvat usein luhtalajit, jotka saattavat kilpailla lettolajiston kanssa. Näillä kohteilla leton laidunnus tai niitto voisivat parantaa lettolajien mahdollisuuksia.
- Joskus toimenpiteet on jouduttu rajaamaan liian suppealle alueelle. Esimerkiksi voimakkaasti virtaavia rajaojia on jouduttu jättämään auki tai yläpuolisten alueiden pintavesiä on jouduttu tulvittamaan letolle. Nämä heikentävät väistämättä ennallistamisen lopputulosta.
- Myös pohjavesien purkautumisen ja lähdepurojen uomien huomiotta jääminen on saattanut heikentää lopputulosta.
- Tarkempia kuvauksia lettojen ennallistamisesta löytyy luvuista 10.2, 10.3, 10.4, 10.5 ja 10.6.
- Kokemukset lettolajien siirtoistutuksista ennallistamisen yhteydessä ovat toistaiseksi vähäisiä eivätkä kovin rohkaisevia (tietolaatikko 27).



Kuva 1. Kun oja on tukittu ja pintavallit tehty asianmukaisesti, keskustavaikutteisen leton lajisto (tässä tapauksessa *Scorpidium*-rimpileton lajisto) on palautunut hyvin. Ennen ennallistamista kasvillisuus oli tiivistä siniheinäkasvustoa ilman lettosammalia. Ylikiiminki, Kalliomaa, 19 vuotta ennallistamisen jälkeen. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 2. Ruostelähteikön läpi kaivettuun ojaan tehtiin käsityöpatoja jo noin 30 vuotta sitten, pian ojien kaivamisen jälkeen. Padoilla turvattiin pienialaisesti pohjavesivaikutteisen märkäpinnan säilyminen. Koneellisesti ojat tukittiin ja padottiin 11 vuotta sitten. Vedenpinta ja veden virtaus ovat palautuneet luontaista vastaavalle tasolle. Ruohot ja sarat ovat rehevöityneet voimakkaasti. Lettolajisto ei näytä kuitenkaan elpyneen. Kuva: Sakari Rehell, Oulu, Harakkasuo 2024.



Kuva 3. Suo on ollut ennen ojituksia todennäköisesti ruosterimpistä ja koivulettomaista. Ennallistamisen yhteydessä poistettiin ainespuukokoiset männyt. Hakkuutähteet jätettiin suolle. Aluspuuna olleet koivut jätettiin kasvamaan. Ojat tukittiin muuten, mutta märkä keskiosa pelkästään padottiin ja pintavallitettiin muutaman kymmenen metrin välein. Vajaan 20 vuoden kuluessa hydrologia on palautunut yleisesti ottaen hyvin, ja suo on palautunut vaihtelevaksi avoimempien ja koivikkoisempien osien mosaiikiksi. Pelkästään padotut ojanpätkät erottuvat reunoiltaan puustoisempina, mutta alkavat olla kasvillisuuden peitossa. Vesi on hyvin ruosteista. Kasvillisuuden yleiskuva on voimakkaan luhtainen, eikä lettolajistoa ole tullut. Siikajoki, Ruoneva. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 4. Puoliavoimeksi, osin rimpiseksi ennallistettu suo 17 vuotta toimenpiteiden jälkeen. Ennen ojituksia alue on todennäköisesti ollut (ympäristön vastaavien ojittamattomien osien perusteella) puoliavointa, ei-kalkkivaikutteista väli-rimpipintaista lettoa. Luontaisen valuma-alueen vedet saatiin ohjattua suolle, ja keskellä ollut syvä kuivatuskanava tukittiin. Kasvillisuus vastaa nyt lähinnä saraista ja ruohoista luhtaa (suursarat, raate *Menyanthes trifoliata*, järvikorte *Equisetum fluviatile*, terttualpi *Lysimachia thyrsiflora* ym.). Sammalpeite on hyvin aukkoinen: siinä on vähäisiä laikkuja vaalearahkasammalta (*Sphagnum centrale*) ja okarahkasammalta (*S. squarrosum*). Lettosammalista reunoilla on vain pieniä laikkuja rimpisirppisammalta (*Scorpidium revolvens*), eivätkä ne näytä levinneen. Hakkuissa jätetyt yksittäiset vanhat männyt ovat kuolleet, ja uusia taimia on noussut vain yksittäin. Siikajoki, Kuusensalmi. Kuva: Sakari Rehell 2024.

8.5 Soiden perinteinen maatalouskäyttö

Avosoita, lettoja ja nevoja on aiemmin niitetty ja laidunnettu, mikä on vaikuttanut soiden lajistoon ja ominaispiirteisiin. Niitto ja laidunnus pitivät letot avoimina estämällä puiden ja pensaiden kasvua. Tallaus ja muut häiriöt tuottivat pienialaisia avoimia turvepintoja, mikä lienee hyödyttänyt esimerkiksi lettorikkoa (*Saxifraga hirculus*), jonka siemenet itävät helposti paljailla turvepinnoilla.

Monet ojittamattomina säilyneet letot ovat luonteeltaan perinneympäristöjä (Rautiainen & Jansson 2013), jotka ovat kasvamassa umpeen perinteisen metsälaidunnuksen ja niiton loputtua (Heikkilä 1998, Pykälä 2001). Moni uhanalainen lettolaji on kärsinyt lettojen perinteisten käyttömuotojen katoamisesta.

8.5.1 Lettojen ja nevojen hoito

Tämä alaluku perustuu LETOT-hankkeen keväällä 2021 järjestämän Letot perinnebiotooppeina -webinaarin esityksiin ja tilaisuudessa käytyyn keskusteluun.

Mitä pienempi letto on, sitä todennäköisemmin se tarvitsee hoitoa säilyäkseen. Lettojen hoitomahdollisuudet on syytä punnita tarkasti, sillä perinneympäristöjen hoito on kallista, erityisesti jos se joudutaan tekemään käsityönä. Lajiston säilyminen puolestaan edellyttää hoidolta jatkuvuutta.

Potentiaalisimpia hoitokohteita ovat pitkään perinteisessä maatalouskäytössä olleet kohteet, joiden hoidon loppumisesta on mahdollisimman lyhyt aika.

Hoidon kohdentamisessa huomioidaan jäljellä oleva lettolajisto, leton sijainti suhteessa lettokeskuksiin ja suojeltuihin lettoihin sekä leton nykyinen hydrologia ja tarvittaessa hydrologian palauttamisen mahdollisuudet.

Lettojen ominaispiirteet ja hoitotarpeet vaihtelevat maan eri osissa. Yhtä, kaikille letoille sopivaa hoidon mallia ei ole, vaan ennallistamis- ja hoitotoimet suunnitellaan kullekin kohteelle erikseen.

- Rannikon pienialaiset letot ovat usein ruovikoituneet laidunnuksen loputtua.
- Etelä-Suomen pienialaiset kalkkivaikutteiset letot tarvitsevat erityyppisiä toimia kuin pohjavesivaikutteiset letot.
- Pohjoisessa aiemman suoniittytalouden avoimina pitämien lettojen hoitotyöt ovat lettojen laajuuden vuoksi (kuva 51) valtaosin porojen harteilla. Toisaalta aapasoiden pitkään niitetyt lettoniityt ovat maailmanlaajuisesti ainutlaatuisia elinympäristöjä, joten myös niittokäytännön jatkamiseen olisi perusteita.

Leton vesitalouden turvaaminen on aina osa hoitotoimia. Usein tarvitaankin sekä ennallistamista että hoitoa.

Umpeenkasvanut letto raivataan ennen hoidon aloittamista.

Niitto on sopiva hoitokeino hieman muuttuneille letoille, joilla tavanomaisempi lajisto kilpailee voimakkaasti lettolajiston kanssa ja joilla puustoisuus on lisääntynyt. Niitto auttaa ylläpitämään letolle erikoistuneita lajeja ja muuta lajistollista monimuotoisuutta.

Niittää voidaan perinteisesti viikatteella (kuva 52), mutta myös erilaisia koneellisia niittomenetelmiä on kokeiltu (kuva 53).

Laidunnuksessa tärkeintä on löytää sopiva laidunpaine, sillä liian voimakas laidunnus on haitallista lettolajistolle. Samasta syystä nuoret eläimet tai pienikokoiset laiduntajat ovat painavia laiduneläimiä parempi vaihtoehto letoille. Riittävän suurilla laidunalueilla ja hyvin suunnitellulla laidunkierrolla voidaan vähentää laidunpainetta herkimmillä alueilla. Pienialaisten lettojen tulisi olla osa laajempaa laidunaluetta. Tallaukselle herkimpiä ja märimpiä alueita, kuten tihkupintoja, voi olla tarpeen aidata laidunnuksen ulkopuolelle.

Suomessa lettojen hoitoa on kokeiltu esimerkiksi Kainuussa ja Koillismaalla niittämällä lettorikon elinympäristöjä (Kulmala 2005, Paalamo ym. 2009). Niittohoitoa on aloitettu myös lounaissuomalaisella letolla (luku 10.6.). Jurmossa, Saaristomeren kansallispuiston alueella, lettoja laidunnetaan. Tällä hetkellä Suo-



Kuva 51. Kittilän Näätävuoman lettoista nevaa ennen niittoa. Reilun seitsemän hehtaarin alaa niitettiin vuosina 2003–2012. Sittemmin hoito on jätetty porojen tehtäväksi. Kuva: Elisa Pääkkö 2002.



Kuva 52. Kuusamon Oravisuolla hoidetaan lettorikon kasvupaikkaa niittämällä lettoista suota. Alkuun 0,4 hehtaarin alaa niitettiin viikatteella, mutta nykyisin työ tehdään ajan säästämiseksi raivaussahalla. Kuva: Tiina Laitinen 2003.



Kuva 53. Kittilän Näätävuoman niitossa on käytetty myös konevoimaa. Kuva: Elisa Pääkkö 2003.

messa on hyvin vähän lettoja jatkuvassa hoidossa, mutta ainakin osalla letoista hoitotyöt olisivat tärkeitä sekä uhanalaisten lajien että luontotyyppien näkökulmasta.

Letoista ja lettojen hoidosta tarvitaan tietoa

Tietoa lettojen hoidon kohdentamisen tueksi kertyy Suomen ympäristökeskuksen LETOT-hankkeessa. Itä-Suomen yliopiston LETTO-PUTTE-hankkeessa on tarkasteltu lettojen kasvillisuusvaihtelua ja tuotettu tietoa erityisesti puutteellisesti tunnetuista lettojen nilviäisistä ja maksasammalista.

Helmi-ohjelman puitteissa on mahdollista käynnistää lettojen hoidon ja ennallistamisen pilotteja, mutta pitkäaikaiseen hoitoon Helmi-ohjelman rahoitus ei ole ratkaisu.

Lettojen jatkuvan hoidon mahdollisuutta maatalouden ympäristötuella on tarpeen selvittää, jotta nähtäisiin, ovatko lettoluonnon tarpeet sovitettavissa rahoitusjärjestelmän ehtoihin ja vaatimuksiin.

Hoitomenetelmien kehittämisen ja valinnan tueksi tarvitaan tietoa lettojen luontaisesta häiriödynamiikasta sekä lettojen perinteisestä maatalouskäytöstä eri alueilla. Maastoinventoijille tarvitaan ohjeistus lettojen hoitotarpeen arvioimiseen. Keskeisiä selvitettäviä asioita ovat myös toimivien ja kustannustehokkaiden hoitomenetelmien kehittäminen sekä niiden vaikutusten seuranta (lajisto, vesi- ja ravinnetalous ja hoidon ympäristövaikutukset). Tietoa tarvitaan myös ilmastonmuutoksen vaikutuksista lettoluontoon, lettojen hoidon tarpeeseen ja hoitotoimien kohdentamiseen.

8.6 Pohjaveden muodostumisalueiden suot

Pohjavesialueita on maassamme noin 5 000 (Suomen ympäristökeskus 2022). Ne luokitellaan 1-, 2- ja E-luokkiin. 1-luokassa ovat vedenhankintaa varten tärkeät pohjavesialueet, joiden vettä käytetään tai on tarkoitus käyttää yhdyskunnan vedenhankintaan tai talousvetenä. 2-luokkaan kuuluvat muut vedenhankintakäyttöön soveltuvat pohjavesialueet. E-luokassa ovat pohjavesialueet, joiden pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen.

Vesilaki ja ympäristönsuojelulaki kieltävät pohjaveden pilaamisen, ja myös pohjavedenpinnan muuttaminen voidaan katsoa lain vastaiseksi, jos se haittaa veden käyttöä.

Pääosa pohjavesialueista on harjuja tai vastaavia hiekkaisia muodostumia. Etenkin Pohjanmaalla, Kainuussa ja Lapissa pohjavesialueisiin sisältyy yleisesti soita ja soistumia, lähinnä pohjavesialueiden reunaosissa.

Pohjavesialueiden ojitettujen soiden käytölle ei ole olemassa yhtenäistä ohjeistoa, mutta nykyisten suositusten mukaan pohjavesialueiden ojia ei tulisi kunnostaa. Tämä voi rajoittaa soiden talouskäyttöä.

Pohjaveden muodostumisalueen ohutturpeisten, kausivaihtelevien soiden ojitukset voivat olla ongelma pohjaveden laadulle. Pahimmillaan ojitusalueen humus- ja ravinnepitoisia vesiä suotautuu pohjaveteen, mikä näkyy herkästi pohjaveden laadun heikkenemisenä, esimerkiksi rauta- ja nitraattipitoisuuden kasvuna. Pitkällä tähtäimellä tällaisten ojitusalueiden ennallistaminen on perusteltua jo pohjavesien suojelun kannalta.

Jos suot päädytään jättämään taloustoiminnan ulkopuolelle, ojat eivät yleensä umpeudu itsestään, vaan ennallistaminen tai vedenpinnan säädelty nostaminen voivat olla paikallaan.

8.6.1 Pohjavesialueella ennallistettaessa huomioitavaa

Laajojen alueiden ennallistaminen pohjaveden muodostumisalueella voi väliaikaisesti lisätä suotautuvan veden humus- ja ravinnepitoisuutta ja siten heikentää pohjaveden laatua. Pohjavesialueilla ei saakaan ennallistaa kerralla liian isoa suopinta-alaa.

Ennallistamisen aiheuttamaa kuormituspiikkiä voidaan pienentää aloittamalla ennallistaminen ojitusalueen alareunan kausivaihtelevalta suotautumisalueelta ja ennallistamalla yläpuolinen valuma-alue vasta suotautumiskentän kasvillisuuden vakiinnuttua, jolloin kasvillisuus vähentää humuksen ja ravinteiden suotautumista pohjaveteen.

Jos hiekkaisen pohjaveden muodostumisalueen reunalla olevat suot on ojitettu, pohjavettä purkautuu ojiin. Esimerkiksi Pohjois-Pohjanmaalla on yleisesti metsäojitettu ja raivattu pelloiksi purkautumisalueiden lähdevaikutteisia ja reheviä soita. Syviin ojiin voi purkautua runsaasti pohjavettä turvekerrosten läpi. Lisäksi pohjaveden purkautumisalueen yläreunalla ojat on usein kaivettu alun perin tai kunnostuksen yhteydessä hiekkaan, pohjavedenpinnan alapuolelle asti. Ojien pohjalle purkautuva pohjavesi on syövyttänyt ojat paikoin hyvin syviksi, mikä on kiihdyttänyt entisestään pohjaveden purkautumista.

Purkautumisalueen vedenpinnan aleneminen voi alentaa pohjaveden pintaa laajalti. Tämä voi aiheuttaa ongelmia pohjavedenottamoille, mutta myös lähteikköjen, soiden ja lampien vedenpinnan korkeus voi laskea merkittävästi kaukana varsinaisista ojituksista. Esimerkiksi Rokuan alueen harjulampien vedenpinnan pitkäaikaista alenemista on pidetty harjun reunamien laajojen ojitusten seurauksena. Tällaisessa tapauksessa haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää patoamalla ojia (Rehell 2013d), jolloin vedenpinta nousee ojassa ja veden lisääntynyt suotautuminen hiekan läpi vähentää eroosioriskiä.

8.6.2 Pohjavesialueen soiden ennallistamisen suunnittelu ja toteutus

Kun toimenpiteitä suunnitellaan pohjavesialueelle, on hyvä olla varhaisessa vaiheessa yhteydessä vesilain valvojaan.

Pohjavedenkorkeustietoja voi löytyä ELY-keskuksista ja kuntien ympäristöviranomaisilta. Tiedot voivat olla puutteellisia, ja ennallistettavan suon pohjaveden muodostumisalueiden määrittämisessä tarvitaan maastohavaintoja esimerkiksi lähteiden, lähdevaikutteisten soiden tai suotautumista osoittavien kausivaihtelevien painanteiden sijainnista.

Ojien tukkiminen on tehokkain tapa nostaa alentuneen pohjaveden pintaa. Jos se ei ole mahdollista esimerkiksi alueen metsätalouskäytön takia, pohjavedenpintaa kannattaa nostaa nostamalla ojan pohjan kynnyskorkeutta sen verran, että suokasvupaikoillekin jää puuston kasvuun riittävä kuivavara.

Muuttuneilla pohjavesialueilla selvitetään vaadittavat toimenpiteet ja ratkaisevat kohdat, joissa patoja tarvitaan.

- Syöpyneiden ojien varrella ei yleensä ole riittävästi täyttömateriaalia. Mikäli eroosiota kestävää moreenia on käytettävissä, sen ajaminen ojiin on yksi mahdollisuus.
- Jos ojat ovat eroosioherkkää hiekkaa tai turvetta, voidaan tarvita suodatinkankaalla vuorattuja putkipatoja tai muita pohjapatoja. Niiden rakentamisen tekniikka on tuttua esimerkiksi tierumpujen tai kosteikkojen rakentamisesta, mutta erodoituneilla ojitusalueilla pitää syöpymisen estämiseen kiinnittää erityistä huomiota.
- Putkipatojen putkien tulee olla riittävän suuret myös tulva-aikaisille vesimäärille. Patojen ylä- ja alapuolella on lisäksi tärkeää nostaa ojan pohjaa maa-aineksilla. Nostettu ojanpohja suojataan suodatinkankaalla, jotta eroosio ei kuluta sitä.
- Patoja tulee olla niin tiheästi, ettei putouskorkeus patojen välillä ole liian suuri.

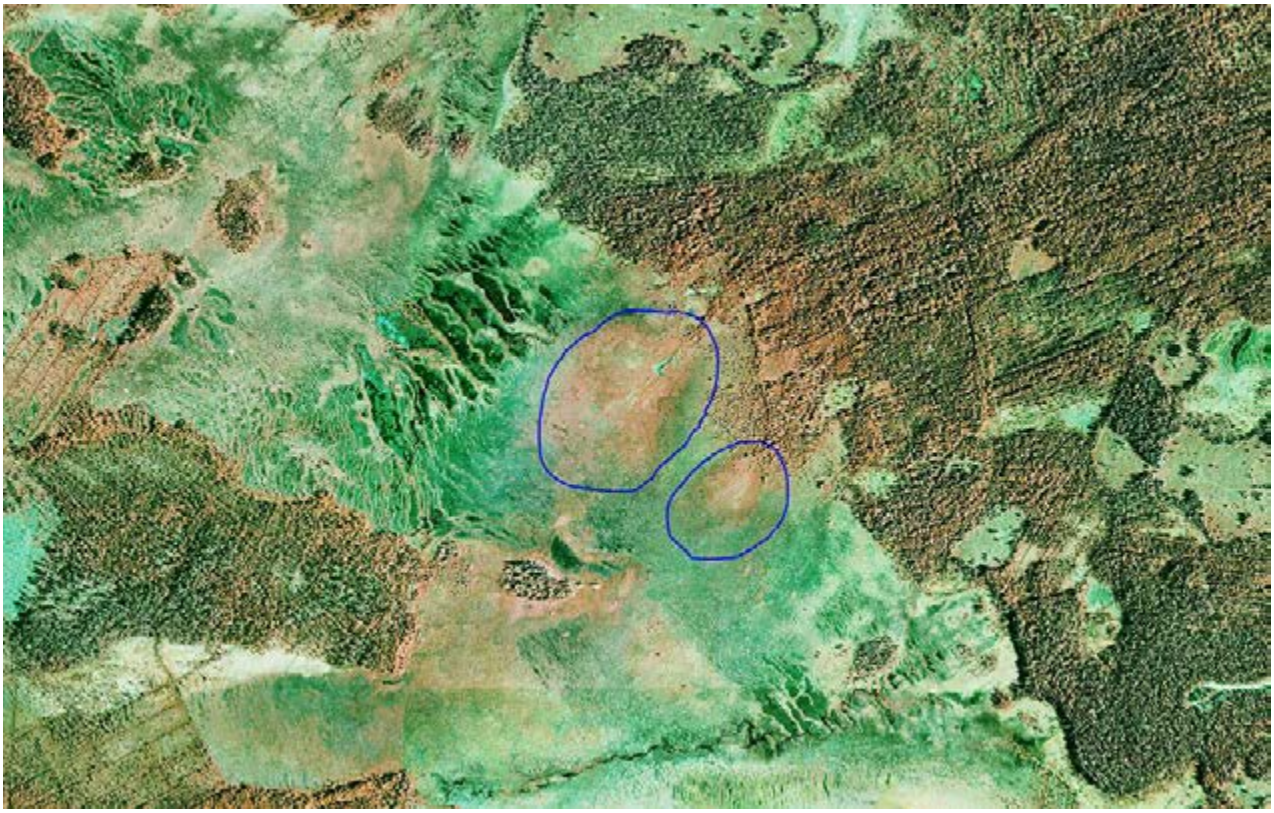
8.7 Hiekkamaiden soiden ennallistamisen erityispiirteitä

Erityisesti harjujen ja reunamuodostumien ympäristössä maaperä on läpäisevää hiekkaa. Suurimmat yhtenäiset hiekka-alueet ovat usein siellä, missä merenrannan aallokko ja tuulet ovat levitelleet harjujen hiekkoja laajoiksi kentiksi. Näille alueille on tyypillistä rantavallitopografia, jossa korkeuskäyrien suuntaiset kaarrot patoavat väliin jääviä painanteita, jotka soistuvat. Laajimmillaan tällaiset kentät ovat Pohjanlahden rannikon tuntumassa, mutta niitä esiintyy muuallakin harjujen tai muiden jäätikköjokikerrosten tuntumassa.

Kun suon pohjamaa läpäisee hyvin vettä, pohjaveden muodostuminen ja purkautuminen vaikuttavat voimakkaasti suon ekologiaan (luku 3.5). Pohjaveden muodostumisalueella painanteet kehittyvät pohjan läpäisevyydestä riippuen ohutturpeisiksi soiksi, kausivaihteleviksi soiksi tai keidassoiksi. Pohjaveden purkautumisalueelle voi muodostua lähteikköjä ja lähdesoita sekä lähdevaikutteisia luhtaisia nevoja ja lettoja. Näillä kasvaa usein harvinaista ja uhanalaista lajistoa (ks. luku 10.15).

Hiekkapohjaisten soiden ojitukset saattavat vaikuttaa arvaamattomasti ja laajalle alueelle. Läpäisevään pohjamaahan asti kaivetut ojat voivat alentaa pohjaveden pintaa niin laajalla alueella, että se heijastuu pohjaveden virtauksesta riippuvaisen suokasvillisuuden muutoksina satojenkin metrien päässä ojituksesta. Silti sadeveden varassa olevat keidassuomaiset osat ja esimerkiksi karuimmat kausivaihtelevat suot voivat säilyä likimain muuttumattomina.

Hiekkamailla ojat syöpyvät helposti, etenkin kokoojaojat tai ojat, joihin purkautuu pohjavettä (ks. luku 10.17). Veden kuljettama hiekka kerrostuu kohtaan, jossa virtaus heikkenee. Se voi tukkia alapuolisia ojia tai puroja tai muodostaa hiekkaisia ”deltoja” järvien tai soiden reunamille (kuva 54).



Kuva 54. Yläpuoliselta ojitusalueelta huuhtoutunut hiekka on kerrostunut Puolangan Heinisuolla ”deltoiksi” aapasuolle. Kuva-alueen leveys on noin 2 kilometriä. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

8.7.1 Hiekkamaiden soiden ennallistamisen suunnittelu

Hiekkapohjaisten soiden ennallistaminen vaatii usein erityisen tarkkaa suunnittelua, sillä myös suhteellisen pieni ennallistamistoimenpide voi vaikuttaa arvaamattoman laajalle (ks. luku 10.1). Esimerkiksi vettymisvaikutukset saattavat ulottua suojelualueen tai muun kiinteistön rajojen ulkopuolelle.

Toisaalta hiekkamaiden pohjavesivaikutteisten soiden vedenpinnan vaihtelut voivat olla hitaita, joten saatetaan tarvita useampia sateisia vuosia, että pohjaveden pinta palautuu ennallistamisen jälkeen normaalikorkeudelle.

Pohjavesivaikutteisten alueiden harvinainen ja uhanalainen lajisto vaatii myös huomiota ennallistamista suunniteltaessa ja toteutettaessa.

Hiekkamailla ei yleensä ole materiaalia syöpyneiden ojien tukkimiseen. Täyttömaata saatetaan joutua siirtämään patoon esimerkiksi kaivettavista lammikoista tai uomista tai sitä joudutaan kuljettamaan kauempaa (ks. luku 10.17).

Koska hiekkaisesta aineksesta tehty pato syöpyy herkästi, patovallista tulee tehdä niin iso, että vesi ei missään tilanteessa pääse virtaamaan padon yli tai sivuitse. Yläpuoliselta valuma-alueelta kertyvät vedet pitää siis ohjata suolle kohdasta, missä eroosion vaaraa ei ole.

Hiekkamaille on tyypillistä, että niillä ei ole varsinaisia puroja, vaan vesi on luonnontilassa suurelta osin suotautunut hiekan läpi. Useimmiten patoavista hiekkakaarroista löytyy myös matalampia painanteita, joiden kohdalta tulvavedet pääsevät virtaamaan. Nämä kynnysten alimmat kohdat ratkaisevat patovallien korkeuden.

8.8 Lähteiköt ja tihkupinnat

Soiden ojia on kaivettu myös lähteikköjen läpi tai välittömästi lähteikön tuntumaan. Lähdepuroja on perattu ja syvennetty. Toisinaan lähdepuron vesi on ohjattu ojaan, jolloin alkuperäinen lähdepuro on jäänyt kuivaksi.

Lähteiden ja tihkupintojen ennallistamista suunniteltaessa menetelmät on valittava tarkasti, ettei ennallistamisella heikennetä jäljellä olevan lähdelajiston tilaa esimerkiksi liiallisella veden nostolla tai veden laadun muutoksella (Eskelinen & Juutinen 2023, tietolaatikko 30, luku 10.9).

Lähteiden ennallistamisen suunnittelijan ja toteuttajan käytössä on Lähteikköjen ennallistamisopas (Eskelinen & Juutinen 2023), jota esitellään myös tämän oppaan tietolaatikossa 30.

Juutinen ja Ilmonen (2013) ovat listanneet suosituksia lähteikköjen ja lähdevaikutteisten soiden ennallistamiseen ja lähteiden huomioimiseen:

- Lähteikön ennallistamiselle tulee määritellä selkeät kohdekohtaiset perustelut ja tavoitteet.
- Lajiston esikartoitus ennallistamisen edellytysten arvioimiseksi ja lajiston huomioimiseksi on välttämätöntä. Sammalet ilmentävät lähdevaikutusta selkeästi ja ovat helpoimmin kartoitettavissa oleva lajiryhmä.
- Ennallistamissuunnittelussa tulee ottaa huomioon lähteikköelinympäristöille ominainen luontaisesti pienipiirteinen vaihtelu (purot, tihkupinnat ja allikot) sellaisena kuin se voidaan maastossa todeta tai sen arvioidaan esiintyneen luontaisesti. Kaikissa lähteiköissä ei ole allikoita tai tihkupintoja eikä kaikista lähteistä lähde puroa.
- Ennallistaminen vähitellen, usean vuoden kuluessa, on nopeaa ja voimaperäistä toimenpidettä vähemmän haitallista vakaisiin ympäristöoloihin sopeutuneelle lähdelajistolle.
- Lähteiköllä ja sen välittömässä lähiympäristössä tulee välttää liikkumista raskailla koneilla.
- Ojaan purkautuvan lähteen säilyttäminen jättämällä osa ojasta täyttämättä ei välttämättä onnistu, jos lähdekasvillisuus jää nousevan vedenpinnan alle ja tuhoutuu. Ojien täyttäminen on usein tarpeellista lähteikön tai suon hydrologian palauttamiseksi.
- Täysin ojitettujen lähteikköjen ennallistaminen on suositeltavaa ja useimmiten lajistollisten arvojen kannalta turvallista, sillä uhanalaisia lajeja ei yleensä esiinny.
- Luonnontilaltaan vain vähän muuttuneita, lajistollisesti edustavia lähteikköjä ei tule ennallistaa. Myös ympäröivät suot on ennallistettava niin, ettei ennallistaminen aiheuta haitallisia vaikutuksia lähteiköllä.

Äkillistä ja voimakasta ennallistamista ei siten voida suositella sellaisten lähteiden läheisyydessä, joissa elää harvinaisia ja vaateliaita lähdelajeja, vaan veden pintaa on suositeltavampaa nostaa vähän kerrallaan.

Perusteellinen lajistoselvitys olisi syytä tehdä aina ennen ennallistamista, jottei harvinaisten tai uhanalaisten lähdelajien esiintymistä vaaranneta. Toisaalta seuranta osoittaa myös lähteikköjen pohjaeläinyhteisöjen toipumiskykyä.

8.9 Metsäluhdat

Metsäluhtia luonnehtivat monipuolinen puustorakenne ja korkealla oleva vedenpinta. Ne ovat riippuvaisia pintavesien vaikutuksesta ja esiintyvät tavallisesti vesistöjen rannoilla. Metsäluhtien kehittyminen ja säilyminen edellyttävät yleensä ajoittaista tulvavesien peittoa, mutta myös riittävää märkyyttä koko kasvukauden ajan. Tulva tuo metsäluhtiin ravinteita ja kiintoainesta, jonka kertyminen voi myös rajoittaa monien sammallajien kasvua, lehtikarikkeen ja vesipeiton ohella.

Useimmat luhtalajit vaativat paitsi riittävää märkyyttä myös vähintään kohtalaista ravinteisuutta.

Metsäluhtien tilan heikkeneminen johtuu luontaisen tulvarytmin muutoksista tai vedenpinnan kasvukauden aikaisesta alenemisesta säännöstelyn tai vesistöjen perkauksen takia. Luhdan tai lähiympäristön ojitukset voivat vähentää pintavesien valuntaa ja johtaa luhtien kuivumiseen. Heikkenevä metsäluhta voi kuusettua, sammalkerroksessa voivat runsastua korpien tai nevojen lajit, ja suo voi kehittyä ruoho- tai nevakorpien suuntaan. Kuivumisen myötä luhdat voivat myös muuttua tulvametsien, lehtojen, kangasmetsien tai ruohoturvekankaiden kaltaisiksi. Toisaalta liiallinen vettyminen, pysyväisluonteinen, mahdollisesti hapeton vesipeitto, esimerkiksi teiden tai pengerten rakentamisen seurauksena, saattaa johtaa lehtipuustonkin kuolemiseen metsäluhdassa.

Ennallistamista suunniteltaessa pitää arvioida, johtuuko heikkenevä kehitys tulvaisuuden muutoksista vai kasvukauden aikaisesta kuivumisesta: ennallistamisessa pitää pyrkiä palauttamaan sekä tulvaisuus että kasvukauden aikainen märkyys. Ennallistamisen yhteydessä vedenpinta tulisi saada tasolle, jolla puusto säilyy ja märemmät pinnat voivat palautua. Ojien tukkiminen ja patoaminen luhdassa, niin että vedet jäävät suolle, on yksi ratkaisu. Ojitetulta valuma-alueelta pintavedet voidaan johtaa takaisin luhtaan. Purojen kunnostus, virtaaman palauttaminen luontaiseen uomaan, keinotekoisten jokipenkkojen poistaminen, pohjapadot tai putkipadot, tai lammen luontaisen vedenkorkeuden palauttaminen, ovat mahdollisia ratkaisuja luhdan vesitalouden korjaamiseksi.

Lehtipuut kestävät tavallisesti hyvin tulvan ja märkyyden lisääntymisen, mutta liiallinen vettyminen tai vesipeiton hapettomuus saattaa heikentää niitä. Monet luhdille tyypilliset putkilokasvilajit leviävät tai runsastuvat yleensä suhteellisen nopeasti suon vesi- ja ravinnetalouden palauttamisen jälkeen. Turvemailta luhtaan johdettujen, mahdollisesti happamien ja turvejäämiä sisältävien kuivatusvesien johtaminen ei aina takaa metsäluhdan luontaista kehitystä.

Uutta luhtaa saattaa muodostua esimerkiksi aapasuon vedenpalautuksen (tietolaatikko 31) yhteydessä. Jos laajan valuma-alueen vedet palautetaan ojittamattomalle tai ojitetulle suolle, luhtaisuutta suosivat kasvit usein rehevöityvät, koska veden määrä ja ravinteisuus lisääntyvät (kuvat 55 ja 56).

Mikäli vesi virtaa suolla voimakkaasti, suon lehtipuusto, kuten hieskoivu, lepät ja pajut, säilyvät yleensä hengissä, vaikka vesi nousisi aivan pintaankin (kuva 57). Uusia taimiakin saattaa ilmaantua.

Maankohoamisrannikon suomyrttiluhtien ennallistamisesta on ensimmäisiä kokemuksia Siikajoelta (luku 10.1).

8.10 Hylätyt suopellot

Suopeltojen palauttaminen suoksi on monilta osin hyvin erilainen toimenpide kuin metsäojitettujen soiden ennallistaminen. Tästä on vasta vähän kokemusta (ks. luku 10.2), mutta se tiedetään, että pintamaiden poistamisen myötä toimenpide on huomattavasti kalliimpi kuin ojitetun ”keskivertosuon” ennallistaminen.

Pelloiksi raivatut suot ovat muuttuneet voimakkaasti, eikä ennallistamisella ole mahdollista tavoitella alkuperäistä suotyyppiä.

Vanhoille suopelloille on saattanut kehittyä kuitenkin uudenlaisia luonnonsuojelullisia arvoja. Esimerkiksi, jos eteläsuomalaiselle suopellolle on kasvanut vankka koivikko, pelto saattaa olla tärkeä valkoselkätikan elinympäristö.

Jos tavoitteeksi ei asetetakaan alkuperäisen kasvillisuustyypin palauttamista vaan esimerkiksi entisen pellon kasvillisuuden ohjaaminen puustoiseksi suoksi, kustannukset eivät ole merkittävästi muuta soiden ennallistamista suuremmat.



Kuva 55. Reunaltaan ojitetulla rehevällä sarakorpisella ja sararämeisellä suolla kasvoi ennen ennallistamista mäntyä ja yksittäisiä tervaleppiä. Ennallistamisen yhteydessä alueelle ohjattiin runsaasti vettä, jolloin luhtaisuutta suosiva ruohokasvillisuus runsastui voimakkaasti. Ojituksen seurauksena kasvanut mäntypuusto kuoli, hieskoivut säilyivät elossa ja tervaleppä lähti leviämään. Oulu, Harakkalampi, 11 vuotta ennallistamisesta. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 56. Rehevän, luhtaisen avosuon läpi kaivettu kanava tukittiin patoamalla talvityönä 11 vuotta ennen kuvan ottamista. Luhtaisuutta suosiva saraikko ja ruohokasvillisuus (etenkin järvikorte) on rehevöitynyt. Kanavan laidoille kasvanut lehtipuusto ja pensaikko (pajuja, paikoin hieskoivua ja harmaaleppää) kasvaa edelleen hyvin, vaikka vesi on noussut aivan pintaan. Paikka muistuttaa pensaikko- tai metsäluhtaa. Oulu, Harakkasuo. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 57. Noin 250 hehtaarin laajuisen ojitetun valuma-alueen vedet ohjattiin pääosin yhdestä pisteestä suojelualueelle kohdassa, jossa oli puustoista nevamuuttumaa. Vedenpinta nousi ja virtaus lisääntyi. Luhtaruohot, erityisesti järvikorte, rehevöityivät voimakkaasti. Ojituksen jälkeen kasvanut mäntypuusto kuoli, mutta hieskoivut säilyivät pääosin hengissä. Ennen ojitusta alue on ollut ilmeisesti osa aapasuon saraista nevareunusta. Nyt se muistuttaa lajistoltaan ja toiminnaltaan hieskoivuluhtaa. Haapavesi, Ollikkaanrimpi, 13 vuotta ennallistamisen jälkeen. Kuva: Sakari Rehell.

Hylättyjen turvepeltojen ennallistamismahdollisuuksista

Sakari Rehell

Turvepeltoja on raivattu suoyhdistymiin eri aikoina hieman eri perustein (Soininen 1974, Simola 2006). Suuri osa on, varsinkin aikaisemmin, raivattu luonnonniittyinä käytetyille suokuvioille, erityisesti purojen tuntumassa olleisiin ruohoisiin korpiin, nevoille ja luhtiin. Sotien jälkeen etenkin pohjoisessa ja syrjäseuduilla otettiin viljelyyn myös keskustavaikutteisempia soita, erityisesti lettoja ja lettonevoja. Viime aikojen pellonraivauksissa ovat sopiva sijainti ja kantavuus olleet usein tärkeitä kriteerejä. Huomattavan paljon peltoja onkin raivattu melko ohutturpeisille, hiekkapohjaisille soille, ravinteisuustasosta riippumatta. Alun perin turvemaalle raivatuilta pelloilta turvekerros on viljelykäytön aikana varsin usein hävinnyt ja pelto on muuttunut multa- tai kivennäismaaksi (Vasander 2006).

Pellonraivauksen vaikutukset suoyhdistymiin

Turvepeltojen raivaaminen tiettyihin osiin suoyhdistymiä on muuttanut ja yksipuolistanut yhdistymiä, kun niiden alimmat tai rehevimmät osat on raivattu pelloiksi. Jäljelle ovat usein jääneet vain suoyhdistymien karuimmat osat vedenjakajien lähellä. Lisäksi turvepellot, tyypillisesti suoyhdistymien rehevimmissä ja vesistöjen läheisissä osissa, ovat ongelmallisia sekä vesistövaikutuksiltaan että kasvihuonekaasupäästöiltään.

Suopeltojen ennallistaminen

Peltokäytön päätyttyä alkuperäisen kaltaisen lajiston ja toiminnan palautuminen on parhaimmillaankin hyvin hidasta ja epävarmaa, mutta parhaassa tapauksessa turvepellot voidaan ennallistamisen avulla palauttaa yhdistymän toimiviksi osiksi.

Jos ennallistamiseen ryhdytään, maatalouskäytön aiheuttamien voimakkaiden ja palautumattomien muutosten vuoksi tarvitaan toimenpiteitä, joilla suokasvillisuuden kehitys aloitetaan alusta. Ensimmäiset ennallistetut turvepellot ovat olleet alun perin lettoja, ja tavoitteena on ollut uhanalaisen lettolajiston saaminen takaisin paikalle. Jotta monimuotoisuuden kannalta erityisen merkittävää lettokasvillisuutta saataisiin palautettua, turvepellolta pitää kuoria pintakerros pois. Pintakerroksen mukana saadaan poistettua ylimääräiset ravinteet. Korkeiden kustannusten vuoksi tällaista ennallistamista on kokeiltu vasta pienillä pinta-aloilla kalkkipitoisilla alueilla (luku 10.2). Jos poistettava pintamaa pystyttäisiin hyödyntämään ennallistettavan suopellon lähialueella, esimerkiksi multana, kustannuksia saataisiin pienennettyä.

Yksinkertaisimmillaan turvepellon ennallistamisen tavoitteeksi voidaan ottaa koivua kasvava metsämaa, jossa vedenpinnan korkeus vastaa suunnilleen korpien luontaista vedenpinnan tasoa. Nämä voisivat hakkaamattomina kehittyä korpimaisiksi. Tämä olisi perusteltua siksikin, että turvepeltoja on raivattu myös alun perin reheville korpisoille ja raivaaminen on siksi vähentänyt niiden osuutta suoyhdistymissä.

Toisaalta entisillä turvepelloilla pintaturve on yleensä tiivistynyt ja läpäisee huonosti vettä. Tämä estää puuston kasvua, joten usein puustoa on kasvanut vain ojien varsille, missä sitä voi olla hyvin tiheästi. Sarkaojien tukkiminen edellyttäisi usein koko puuston poistamista, mikä on kallista ja myös huono ratkaisu, jos tavoitteena on puustoinen, korpimainen suo. Etenkin siellä, missä turvepellon ojat ovat pieniä, yksi vaihtoehto on ajaa kaivurilla sarkojen poikki sopivin välimatkoin ja tukkia ojat ylityskohdissa. Kausivaihtelun takia vajaapuustoisiksi jääneissä kohdissa voi vedenpinnan nosto jopa edistää puustottumista.

Monimuotoisuuden ja vesistövaikutusten kannalta voi olla tarkoituksenmukaista tehdä johonkin entisen turvepellon kolkkaan myös

avovesilammikoita. Reunoiltaan luhtaisiksi kehittyviä kosteikkoja voi muodostaa matalimpiin osiin, vesistöjen lähelle, joihin olisi mahdollista johtaa vesiä laajimmilta alueilta. Tällä voisi kompensoida peltojen raivauksella hävitettyjä suoyhdistymän luhtaisimpia avosoita. Todennäköisesti lammikot pystyisivät keräämään kiintoaineita tulvien aikaan, ja kasvillisuuden runsastumisen jälkeen ne sitoisivat mahdollisesti muutakin kuormitusta.

Ennallistamisella vähennetään kasvihuonekaasupäästöjä

Turvepeltojen ennallistamista pidetään tärkeänä erityisesti maankäytön kasvihuonekaasupäästöjen hillitsemisen kannalta. Vaikka Suomessa ojitetuista soista vain noin 7 % on ojitettu maatalouskäyttöön, käytössä olevien ja käytöstä poistettujen turvepeltojen yhteenlasketut päästöt ovat noin 36 % turpeen ja turvemaiden käytöstä aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä (Ojanen ym. 2020c, vuoden 2018 tilastojen mukaan). Turvepeltojen päästöt olivat siten vuonna 2018 suuremmat kuin turpeen polton ja turpeennostoalueiden aiheuttamat päästöt yhteensä.

Käytössä olevilta turvepelloilta kasvihuonekaasuja pääsee vuosittain keskimäärin yli 3 kg CO_2-ekv/m^2, mikä on jopa kymmenkertaisesti rehevien metsäojitettujen turvekankaiden päästöihin verrattuna (Ojanen ym. 2020c). Käytöstä poistetuilla turvepelloilla määrä on noin puolet tästä (Ojanen ym. 2020c). Päästövaikutuksesta 1/7–1/5 muodostuu typpioksiduulista, jota lähtee hyvin kuivatetuilta ja erityisesti lannoitetuilta mailta.

Turvemaan pelloilla vedenpinnan syvyys vaikuttaa maaperän päästöihin samaan tapaan kuin metsäojitetuilla soilla (Maljanen ym. 2013, Regina ym. 2015), eli hiilidioksidi- ja typpioksiduulipäästöt kasvavat vedenpinnan laskiessa. Lämmittävä vaikutus kasvaa jyrkästi pohjaveden pinnan syvetessä 40–60 cm:iin asti ja pysyy suurena tätä syvemmällä. Vedenpinnan syvyyden lisäksi vaikuttavat happamuus, hiili-typpi-suhde sekä lannoituksen ja muokkauksen voimakkuus (Maljanen ym. 2010, Leppelt ym. 2014). Turvemaan peltojen suuret päästöt johtuvat turpeen häviämisestä mikrobien hajotustoiminnan seurauksena. Multamaaksi muuttuneiden turvepeltojen päästöt voivat olla samaa luokkaa kuin varsinaisten turvepeltojen päästöt (Tiemeyer ym. 2016). Suomessa niitä ei ole kuitenkaan tutkittu siinä määrin kuin varsinaisia turvemaita.

Muita mahdollisuuksia

Vedenpinta keskimäärin 15–30 cm:n syvyydellä pienentäisi turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjä (Ojanen ym. 2020c). Näissä olosuhteissa esimerkiksi hieskoivu kasvaa turvepelloille luontaisesti ja menestyy erinomaisesti. Mikäli aluetta ei suojella, korpimaisiksi koivikoiksi ennallistettuja peltoja voitaisiin hyödyntää taloudellisesti koivumetsinä jatkuvapeitteisen kasvatuksen keinoin.

Suopelloilla hajoaisi vähemmän turvetta, jos turvepeltojen tarpeetonta kuivatusta vähennettäisiin. Käytössä olevien peltojen pohjavedenpintaa voitaisiin nostaa säätösalaojituksen avulla (Regina ym. 2015, Lehtonen ym. 2024). Myös kosteikkoviljely, jossa pellolla viljeltäisiin märällä maalla kasvavia kasveja, pienentäisi kasvihuonekaasupäästöjä.

Hulassuon entistä turvepeltoa kehitetään korpimaisen koivikon suuntaan

Sakari Rehell

Kuivaniemen Hulassuo on ollut noin 60 hehtaarin laajuinen, rehevä aapasuo (kuva 1). Sen keskeisistä osista noin puolet on raivattu pelloksi, osin 1950-luvulla, osin jo sitä ennen. Suolla on myös metsänkasvatusta varten ojitettuja osia. Ojittamatonta suota on jäänyt vain luoteisnurkkaan, josta on suojeltu noin 20 hehtaarin alue.

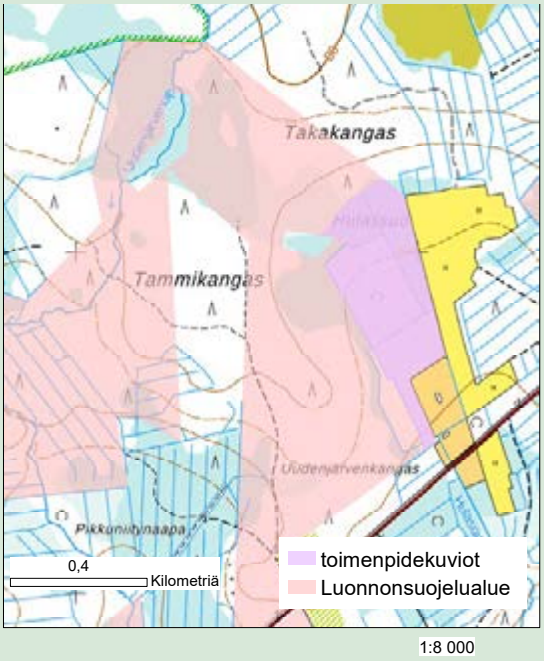
Suojellulla alueella on noin 50 vuotta käyttämättä ollutta entistä turvepeltoa, puustoisia korpia sekä entisten pellonojien pahoin kuivattamaa lettonevaa. Turve on hyvin tiivistynyttä ja sitä on alle metrin paksuudelta. Pellon ojien varsille on käytön loputtua kasvanut hieskoivikko. Saroilla kasvaa yksittäisiä koivuja, mutta pääosin sarat ovat aukeampaa karhunsammalikkoa. Sarkaojat olivat matalia ja vetivät heikosti. Entisen turvepellon keskellä ja reunalla oli kuitenkin syvemmäksi perattuja ojia, joiden kautta valtaosa vesistä virtasi.

Ennallistaminen

Ennallistamisen tavoitteena oli palauttaa entinen turvepelto osaksi pientä aapasuomaiseksi palautuvaa suonreunaa (kuva 2). Entisen pellon avosuohon rajoittuva reunaoja tukittiin. Muulle osalle turvepeltoa raivattiin koivikkoon 30–40 metrin välein sarkaojia vastaan kohtisuoraan ajourat, joiden kohdalla sarkaojat padottiin.

Suojelualueen ulkopuolisten turvepeltojen kuivatuksen takia hylätyn turvepellon alaosassa jouduttiin jättämään syvät reunaojat auki. Toisaalta muutama sata metriä ojia tukittiin suojelualueella turvepellon ulkopuolella.

Kaivinkone teki noin neljä työpäivää, joista noin puolet oli raivausta ja puolet ojien patoamista ja tukkimista. Toimenpideala sekä vaikutusalue viereisillä suokuvioilla oli yhteensä 13 hehtaaria. Kustannukset olivat hieman alemmat kuin soiden ennallistamisessa keskimäärin.



Kuva 1. Hulassuon entinen turvepelto rajautuu itälaidalta edelleen käytössä olevaan peltoon. Länsi- ja luoteispuolella on suojeltua aluetta. © Maanmittauslaitos 2025.



Kuva 2. Hulassuon turvepellon keskiosaa ennallistamisen jälkeen. Kuva: Sakari Rehell.

Vähäjärvellä palautetaan korpea ja puronvarsiniittyä

Sakari Rehell

Oulaisten Vähäjärven alueella on raivattu turvepeltoja etenkin puroja reunustaneille, todennäköisesti pääosin erilaisille reheville korpisoille. Vuoden 1947 ilmakuvassa ne olivat jo viljelyskäytössä, joten todennäköisesti ne on raivattu ennen sotia.

Laajemman metsäpalstan sisältä saatiin suojeluun kaksi erilaista turvepeltoaluetta, Niittuperät 1 ja 2 (kuva 3). Niissä on kokeiltu erilaisia ennallistamisen tavoitteita ja toimintatapoja.

Niittuperä 1

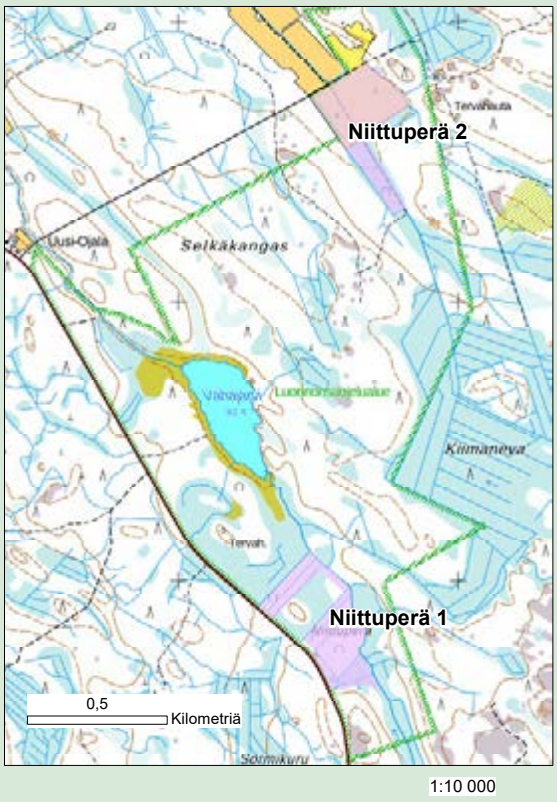
Puron ja paikallistien välissä olevaa käytöstä poistettua turvepeltoa lähdettiin palauttamaan korpimaisen koivikon suuntaan. Pellon viljely loppui 30–40 vuotta sitten, ja alueen on vallannut tiheä koivikko ja pajukko. Ojat olivat paikoin yli metrin syvyisiä, paikoin matalampia, ja turve oli painunut tiiviiksi. Suon keskiosassa turvetta oli keskimäärin puoli metriä.

Kasvillisuus ladon läheisyydessä (kuva 4) on niittymäistä (horsmaa, nokkosta, koiranputkea, mesiangervoa), muualla tiheämmän puuston ja pensaikon alla kenttäkerros on hyvin harva.

Ennallistaminen

Ennallistamisella pyrittiin nostamaan vedenpinta 20–30 cm:n syvyydelle. Puustoa säästettiin. Reunojen syvät ojat tukittiin kokonaan, ja sarkojen poikki tehtiin 30–50 metrin välein linjoja, joilta puusto kaadettiin maahan. Linjoille tehtiin ojien kohdille padot.

Patovallien korkeuden ja suon kaltevuuden mukaan vedenpinnan arvioitiin asettuvan keskimäärin 20–30 cm:n syvyydelle. Paikoin alueelle muodostunee pintavesilammikoita ja paikoin kuivempia laikkuja.



Kuva 3. Niittuperä 1 on entinen suopelto noin 0,5 km Vähäjärvestä etelään. Pellon länsipuolella on tie ja itälaidalla puro. Niittuperä 2 on entinen suopelto Vähäjärvestä noin 1 km koilliseen. © Maanmittauslaitos 2025.



Kuva 4. Vähäjärven Niittuperä 1 heti ojien tukkimisen jälkeen syyskuussa 2024. Kuva: Jari Vähäsalo.

Niittuperä 2

Vähäjärven suojelualueen toinen ennallistettu turvepelto sijaitsee valtaojaksi kaivetun entisen puron molemmin puolin (kuva 3). Turvepeltoa lähdettiin kehittämään vaihtelevamman puronvarsisuon ja -niityn suuntaan.

Mitoiltaan noin 220 x 250 metrin turvepellon keskellä oli iso valtaoja, jossa on entisen puron tienoilla virrannut vettä noin 250 hehtaarin alueelta. Kaivettu oja kuvan 5 näkymässä oikealta vasemmalle oli suora, eikä alkuperäisestä purouomasta ollut jäljellä mitään. Pellolla oli 0,5–1 metrin syvyiset sarkaojat noin 25 metrin välein. Pelto oli ollut viljelemättä noin 30 vuotta, ja ojien varsille oli kasvanut korkea pajukko sekä paikoin nuoria hieskoivuja. Turve oli tiivistynyttä ja sitä oli keskiosissa noin 0,5 metriä paksusti. Sarkojen keskiosissa oli tiheää niittymäistä kasvillisuutta, kuten horsmaa, nokkosta, kastikoita ja mesiangervoa.

Keskellä olevaan isoon ojaan tehdyt pelkät padot vesi olisi todennäköisesti vienyt mukanaan. Tiiviin peltomaan pinnasta vesi olisi myös huuhtonut mukaansa runsaasti ravinteita ja kiintoainesta. Siksi vedelle päätettiin kaivaa uusi uoma. Mitä pitempi ja mutkaisempi siitä tehtäisiin, sitä paremmin sinne jäisivät sedimentit.

Tavoitteena oli saada vedenpinta vaihtelevasti 0–30 cm:n tasolle suon pinnasta siten, että avoimet saraisiksi ja toisaalta puustoisiksi kehittyvät osat vuorottelevat. Lisäksi haluttiin tehdä kosteikkomaisia lampia, jotka lisäävät monimuotoisuutta ja pidättävät vedestä kiintoainesta ja vähentävät ravinteita.

Ennallistaminen

Aluksi raivattiin ojanvarsien puusto ja pensaikko. Ojat tukittiin, ja sen jälkeen kaivettiin mutkittelevaa purouomaa jäljittelevä loivapiirteinen oja, johon tehtiin paikoin matalia vesilammikoita ja jonka reunalle kasattiin patoavat vallit (kuva 5).



Kuva 5. Vähäjärven Niittuperä 2 -suopellolle kaivettu mutkitteleva, purouomaa jäljittelevä loivapiirteinen oja heti töiden jälkeen. Kuva: Jari Vähäsalo.

Mutkaista uomaa alettiin kaivaa yläosasta, ja toisen mutkan kohdalle kaivettiin matala kuoppa, johon vesi alkoi kertyä. Neljänteen mutkaan tehtiin myös vedenkeruuallas. Uoman loppuosa kaivettiin muutamassa tunnissa, jolloin veden tulviminen pysyi hallinnassa. Kun uoman loppuosa oli kaivettu valmiiksi, päästettiin vesi kuopasta juuri kaivettuun uomaan.

Tätä ennen oli ylävirran puolella (kuvan 5 oikea laita) madallettu korpimaisen metsän keskellä oleva kuivatuskanava puromaiseksi. Entinen puro oli valtaojana penkkatien vieressä, ja ympärillä oli turvekankaiksi kuivuneita entisiä korpia. Kuusikko oli jo vanhaa, joten vettä nostettiin varovaisesti.

Vähäjärven alueen entisten turvepeltojen ennallistamiseen ja mutkaisen puron kaivamiseen meni kaivinkoneella noin 14 työpäivää. Siitä noin puolet oli raivausta ja puolet kaivutyötä. Toimenpidealuetta ja siihen välittömästi rajautuvaa palautunutta vaikutusaluetta on noin 15 hehtaaria. Työ vastasi hehtaarikustannuksiltaan keskimääräistä suon ennallistamiskustannusta.

Jotusuolla pysäytettiin kasvillisuudeltaan arvokkaan suojellun avosuon kuivuminen

Sakari Rehell ja Mervi Laaksonen

Kuhmon Jotusuolla on raivattu sotien jälkeen turvepeltoja rinnesuon alimpiin osiin, missä on ollut rimpistä, ilmeisesti lettonevamaista suota. Peltojen viljely lopetettiin 2000-luvun alussa, jolloin ne alkoivat nopeasti metsittyä luontaisesti.

Noin 6,5 hehtaarin suuruinen alue suojeltiin vuonna 2008. Osa alueesta oli turvepeltoa, jonka ojat olivat kuivattaneet kasvillisuudeltaan arvokasta, alueen keskiosan ojittamatonta nevarämettä.

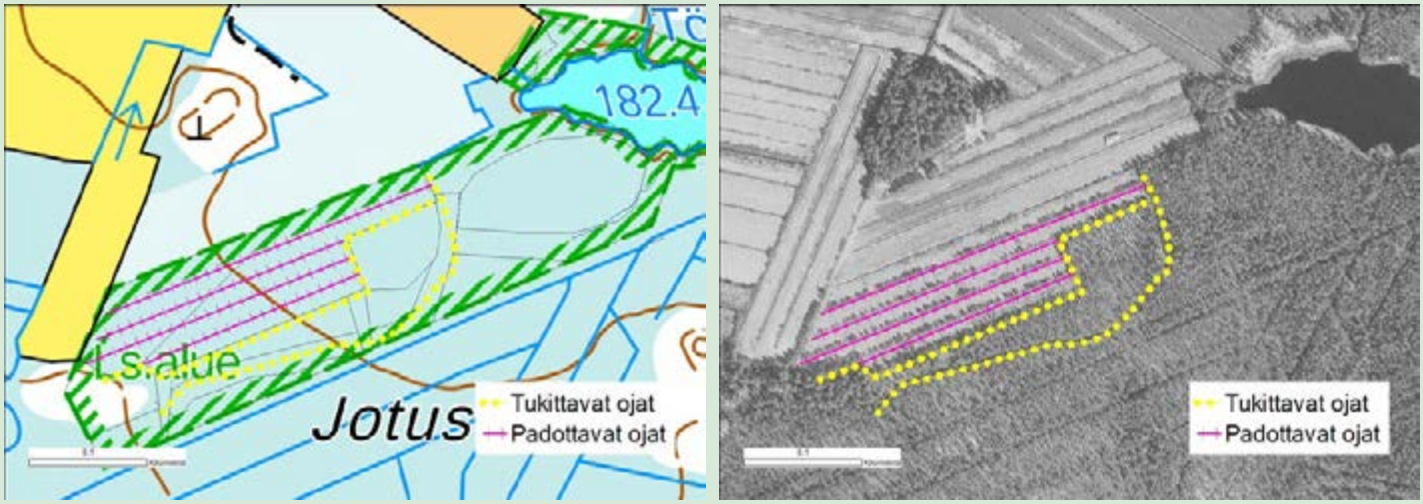
Turvepellon ennallistaminen ja sen vaikutukset

Suojelualueen turvepelto ennallistettiin vuonna 2009 (kuva 6). Ennallistamisella haluttiin pysäyttää pelto-ojien kuivattaman, kasvillisuudeltaan erityisen arvokkaan mutta ojittamattoman nevarämeen kuivuminen.

Suojelualueen ojien varsilta raivattiin ensin puusto. Sarkaojiin tehtiin turvepatoja kaivinkonetyönä noin 30 metrin välein. Lisäksi eteläpuoleisella rämereunalla tukittiin yksi oja kokonaan, samoin kuin ojittamatonta, kasvillisuudeltaan arvokasta suonosaa vasten ollut pellon reunaoja. Suojelualueen pohjoispuolisen pellon viljely oli loppunut samoihin aikoihin suojelualueeseen sisällytetyn turvepellon kanssa. Pohjoispuolinen pelto ei ole suojelualuetta, eikä siellä näin ollen tehty ennallistamistoimia, ja rajaoja jätettiin auki.

Koivutaimikko valtasi ennallistetun pellon nopeasti. 2020-luvun alussa, reilu 10 vuotta hakkuiden ja ojien tukkimisen jälkeen, paikalla oli hyväkasvuinen, erittäin tiheä koivikko (useita kymmeniä tuhansia 3–4-metrisiä koivuja hehtaarilla).

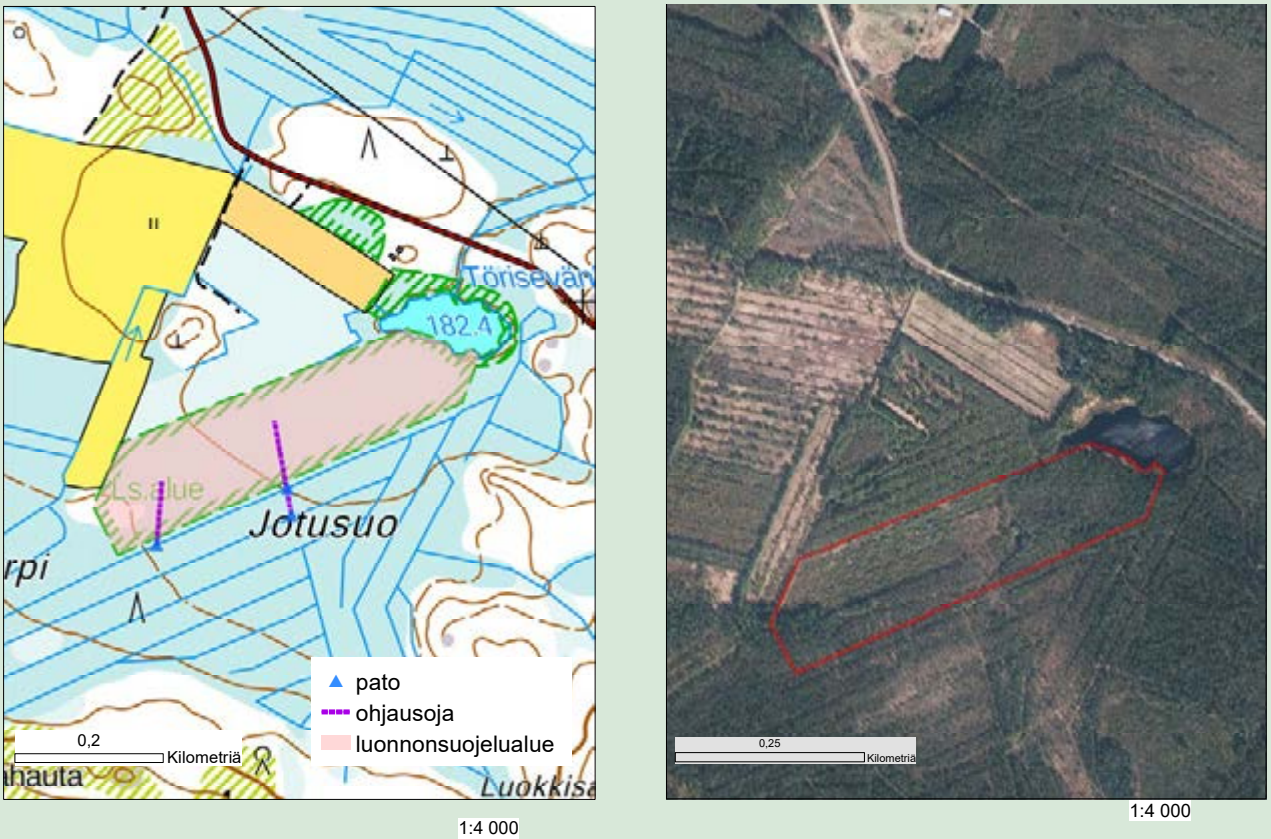
Myös alun perin ojittamaton nevaräme on taimettunut, vaikka suo on keskustavaikutteista ja osin kosteudeltaan kausivaihtelevaa. Taimia on poistettu ojittamattomalta suolta kahdesti alueen arvokkaan kasvillisuuden vaatiman avoimuuden ylläpitämiseksi.



Kuva 6. Jotusuon ennallistamistoimenpiteet vuonna 2009. Ilmakuva on vuodelta 2002. © Maanmittauslaitos 2025.

Tarvitaan vesien palautusta

Mikäli ennallistetulla turvepellolla kasvuun lähtenyt koivikko pääsisi kasvamaan täyteen kokoonsa, sen haihdutus, yhdessä suojelualueen eteläpuolella olevan yksityismaan kuivatusojien vaikutuksen kanssa, kuivattaisi suojelualuetta lisää. Tästä syystä on suunniteltu, että ennallistetun turvepellon koivutaimikko raivataan aukeaksi ja luontaisen valuma-alueen vesiä palautetaan johdeojilla nevarämeelle suojelualueen eteläpuolisen yksityismaan ojitusalueelta (kuva 7). Tällöin vedenpinta voisi nousta sen verran, että taimien kasvu niin ennallistetulla turvepellolla kuin arvokkaalla nevarämeosalla vähenisi ja ennallistetun turvepellon alkuperäinen avosuoluonne voisi ainakin osin palautua.



Kuva 7. Jotusuolle suunnitellut vedenpalautustoimenpiteet ja ilmakuva vuodelta 2024. © Metsähallitus 2025, © Maanmittauslaitos 2025.

9 Ennallistetun alueen hoitoseuranta

Maarit Similä, Sakari Rehell, Kaisu Aapala ja Santtu Kareksela

Ennallistamiselle asetettujen tavoitteiden saavuttamista eli ennallistamistoimenpiteiden onnistumista arvioidaan hoitoseurannalla. Hoitoseurannassa tarkastellaan ennallistettua aluetta maastokäynnillä tai kaukokartoitusmenetelmin (tietolaatikko 34) tai näiden yhdistelmänä.

Hoitoseuranta on kuvailevaa, ja ennallistetun suon piirteitä tarkastellaan pääasiassa silmämääräisesti. Kevyenä ja joustavana menetelmänä se sopii hyvin erilaisten ennallistettujen soiden seurantaan.

Hoitoseurannalla

1) selvitetään, onko ennallistaminen onnistunut teknisesti
2) selvitetään, onko ennallistumiskehitys käynnistynyt halutulla tavalla
3) havaitaan mahdolliset ongelmat ajoissa
4) selvitetään ongelmiin reagoimisen tarvetta suhteessa ennallistamiselle asetettuihin tavoitteisiin ja kohteen ekologiseen merkittävyyteen
5) kehitetään ennallistamisen suunnittelua ja ennallistamismenetelmiä kertyvien kokemusten pohjalta.

Suositus on 1–3 hoitoseurantakäyntiä ennallistamisen jälkeisten 10 vuoden aikana. Mahdollisia ongelmia ei välttämättä pysty arvioimaan luotettavasti ensimmäisellä hoitoseurantakerralla, vaan suon tilanne tarkastetaan tarvittaessa eri vaiheissa maastokautta (tarpeen mukaan kuivina tai märkinä kausina).

Tärkeimmät hoitoseurannassa tarkasteltavat kohdat kirjataan ylös jo ennallistamisen suunnitteluvaiheessa. Ennallistamistöiden aikana niitä tarkennetaan tarvittaessa.

Ensimmäinen hoitoseuranta tehdään ensimmäisenä keväänä, tai muuten ensimmäisenä korkean veden aikana ennallistamisen jälkeen.

Myöhemmissä hoitoseurannoissa, esimerkiksi 5–10 vuoden kuluttua ennallistamisesta, alkavat näkyä myös kasvillisuuden muutokset ja soiden luontaisten prosessien kehittyminen.

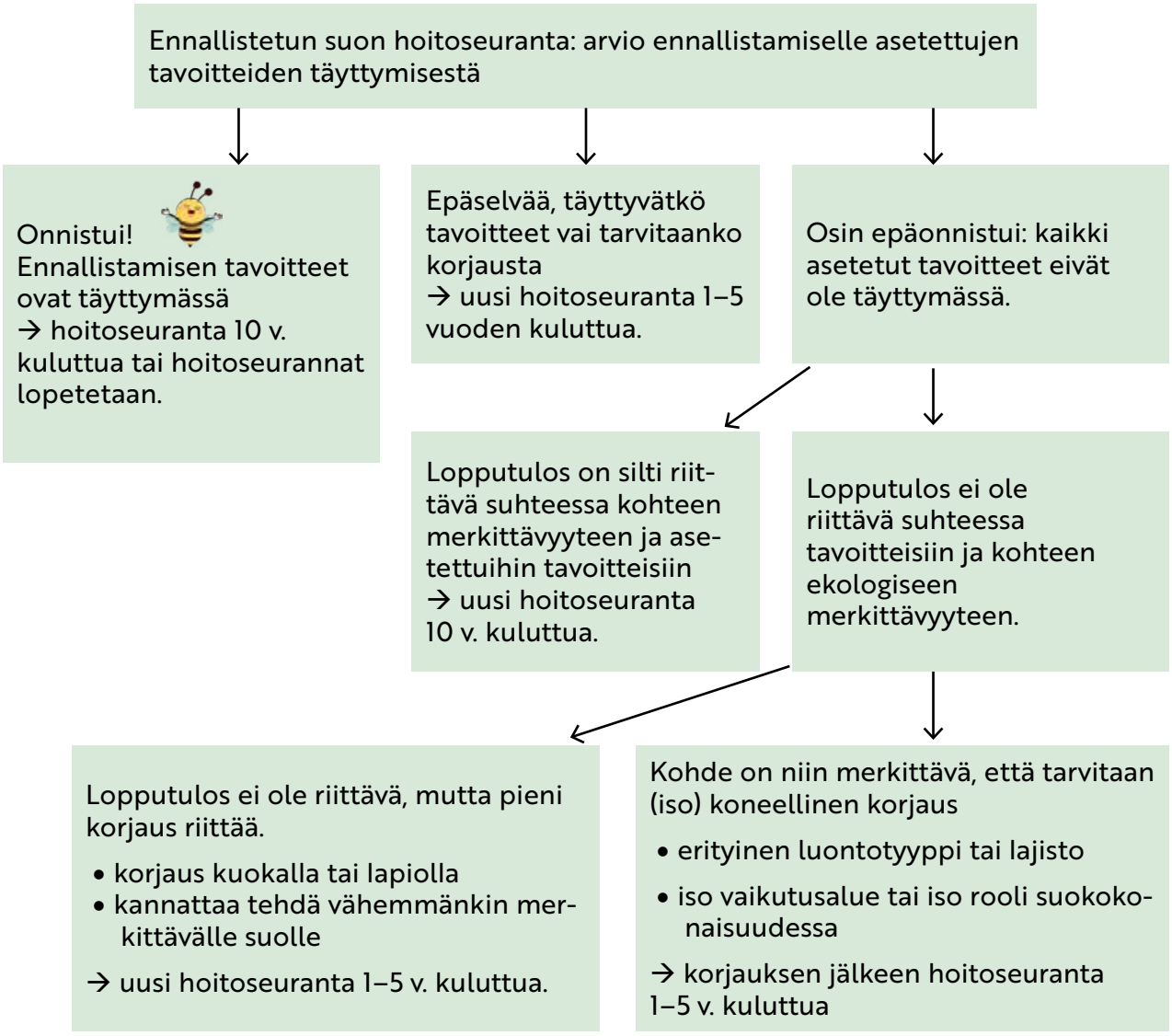
Hoitoseurannassa tehtyjen havaintojen pohjalta päätetään seurannan jatkosta tai mahdollisista jatkotoimenpiteistä (kuva 58).

9.1 Hoitoseurannassa havainnoitavia asioita

Hoitoseurantakäyntiin varataan riittävästi aikaa suon laajuuden ja ominaispiirteiden mukaan.

Ennallistamissuunnitelmasta tarkastetaan siihen määritellyt hoitoseurannassa tarkastettavat kohdat.

Hoitoseurantahavainnot tallennetaan suon ennallistumisen jatkoseurantaa (tietolaatikko 33) ja muuta myöhempää käyttöä varten.

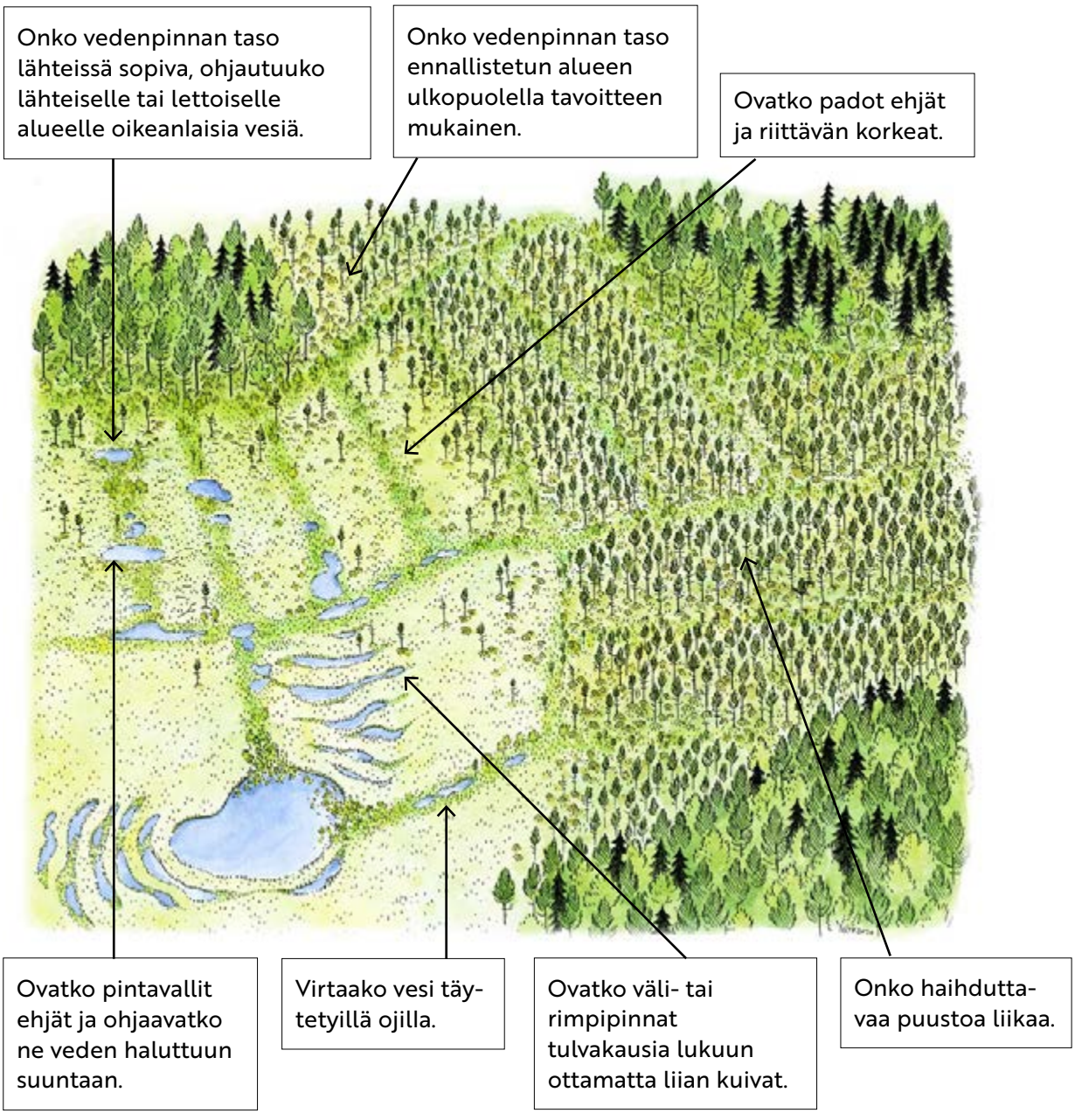


Kuva 58. Hoitoseurantaan pohjautuvaa päätöksentekoa ensimmäisen hoitoseurantakäynnin jälkeen.

Vedenpinnan korkeus ja veden liikkuminen (hydrologia)

Kuvassa 59 näkyvien kohtien lisäksi suon vesitaloudesta tarkastetaan esimerkiksi

- ohjautuuko lähteiköillä, tihkupinnoilla ja letoilla oikeanlaatuista vettä oikeille alueille
- onko vesi palannut alkuperäisille reiteilleen, esimerkiksi piilopuroihin tai puro-uomiin
- onko suolla pysyvästi veden peittämiä alueita kohdissa, joissa ei saisi olla
- onko puustoa vaarassa kuolla liikaa.



Kuva 59. Hoitoseurannassa havainnoitavia kohtia ja asioita. Kuva: Tupu Vuorinen.

Vedenpinnan korkeuden seuranta mittaamalla

Ennallistetun suon vedenpinnan tasoa on kiinnostava seurata. Vedenpinnan korkeuden seurannalle voi olla myös todellinen tarve, esimerkiksi kun halutaan varmistua, että vesi ei nouse liikaa naapurin maalla. Seurantaan on saatavilla jatkuvatoimisia tiedonkeruulaitteita, mutta ne ovat suhteellisen hinnakkaita. Lisäksi niiden tallentamien tietojen tulkinta vaatii yleensä erityisen ohjelmiston ja erityisasiantuntemusta.

Huokea ja helppo vedenpinnan korkeuden seurantakeino on ennallistettuun suohon upotettu vesikaivo, toisin sanoen 32 x 1000 mm viemäriputki, johon on porattu tai sahattu reikiä ja joka on suojattu suodatinsukalla. Suodatinsukan voi tehdä esimerkiksi neulomalla puuvilla- tai villalangasta.

Vedenpinnan korkeus vaihtelee kaikilla soilla vuodenajan, tulvien ja sateiden mukaan. Mitä tiheämmin mittauksia tekee, sitä tarkemman kuvan saa suon vedenpinnan korkeuden vaihtelusta.



Vedenpinnan syvyyden voi mitata suohon upotetusta vesikaivosta puhallusputkella, johon on teipattu mittanauha. Puhallusputken mittaasteikosta luetaan lukema vesikaivon yläpään kohdalta silloin, kun puhallusputki saavuttaa kaivossa vedenpinnan. Lukemasta vähennetään suon pinnan ja vesikaivon yläreunan välinen etäisyys. Kuva: Tupu Vuorinen.

Lajisto

Jos alueella on erityisesti huomioitavaa lajistoa, kuten uhanalaisten lajien esiintymiä, hoitoseurannassa tarkastetaan lajiesiintymän tai populaation tilanne ja arvioidaan sen tulevaisuus.

Lajistoltaan arvokkailla alueilla, esimerkiksi lähteisillä ja rehevillä soilla tai uhanalaisten lajien kasvupaikoilla, on tärkeä tarkastella hoitoseurannan yhteydessä veden laatua ilmentävien indikaattorikasvilajien tilaa.

Jos rehevyyttä indikoivien lajien kasvustot näyttävät taantuvan, selvitetään, ohjautuuko suolle vääränlaisia vesiä, esimeriksi hapanta vettä ulkopuolisia ojia pitkin. Jos veden laadussa on ongelmia, tilanne on korjattava mahdollisimman nopeasti. Korjaustoimenpiteiden suunnittelu ja sijoittelu saattaa edellyttää vesikemiallisia analyysejä.

Myöhemmissä hoitoseurannoissa selvitetään, onko kenttä- ja pohjakerroksen kasvillisuuden kehitys tavoitteiden mukaista.

Puusto

Puuston rakenteen kehittymisen ennallistamisen jälkeen näkee varmuudella vasta muutaman vuoden kuluttua ennallistamisesta. Tarkkailtavia piirteitä ovat esimerkiksi

- onko haihduttavaa puustoa liikaa
- onko uusia taimia ilmaantunut sarkaväleihin
- taimettuvatko ja pensoittuvatko ojalinjat.

Jo ensimmäisellä seurantakerralla voi olla näkyvissä se, onko puustoa kuolemassa liikaa tavoitteisiin nähden.

Hoitoseurannassa havainnoitavia muuttujia on eritelty ja perusteltu tarkemmin Metsien ja soiden sekä harjumetsien paahdeympäristöjen hoidon seurantaohjeessa (Hyvärinen & Aapala 2009).

9.2 Vedenpalautuskohteen hoitoseuranta

Vedenpalautuskohteen hoitoseurannassa tarkastellaan laajan alueen eli kokonaisen suoaltaan vesitalouden toimintaa (Granqvist 2024).

- Menevätkö vedet sille suolle, johon ne oli tarkoitus palauttaa.
- Toimivatko vesienohjauspadot.
- Toimivatko laajalla suolla kaikki ohjausuomat tai ainakin riittävän moni.
- Onko metsätalousalueilla edelleen riittävä kuivavara.

Ilmakuvilla ja satelliittikuvissa onnistunut vedenpalautus voi näkyä selvänä avovetisen pinnan laajenemisena (tietolaatikko 34).

Avovettä voi olla ensimmäisinä vuosina näkyvissä runsaasti. Rehevöityvä kasvillisuus voi kuitenkin muuttaa näkymää muutamassa vuodessa. Kesällä otetuissa ilma- tai droonikuvissa parantuneen virtauksen lisäämä ruohoisuus näkyy yleensä heleän vihreänä (vääräväreissä punaisena).

Auki jätettyjen ojien virtaamasta voi myös päätellä vedenpalautuksen onnistumista. Jos ojat, joissa ennen vesienohjausta virtasi paljon vettä, ovat töiden jälkeen vähävetiset tai jopa kuivat, veden voi päätellä ohjautuneen kohdealueelle.

9.3 Hoitoseurantojen ajoittaminen

Ensimmäinen hoitoseuranta

Ensimmäisellä hoitoseurantakäynnillä 0,5–2 vuoden kuluttua ennallistamistoimenpiteistä tarkastellaan erityisesti ojien täytön ja patoamisen onnistumista. Sitä kuvastavat vedenpinnan taso eri osissa suota sekä veden ohjautuminen.

- Hoitoseurantakäynnin yhteydessä voi tehdä kuokan tai lapion avulla pieniä täydennyksiä ja hienosäätöjä vesien ohjaukseen.
- Erityisesti lähde- ja lettokohteilla tarkastetaan veden laatuun liittyviä seikkoja. Apuna voi käyttää kenttämittareita.
- Rimpisten, kuljuisten tai tulvivien alueiden seurannassa voi hyödyntää valokuvausta droonilla.

Myöhemmät hoitoseurannat

Jos ensimmäisellä hoitoseurantakerralla voidaan luotettavasti arvioida, että ennallistetun suon tulevaisuus näyttää lupaavalta, toiselle hoitoseurantakäynnille on hyvä ajankohta noin 10 vuoden kuluttua ennallistamisesta.

Joissain tapauksissa voidaan päättää, että yksi hoitoseurantakerta riittää.

Vuosien kuluttua toimenpiteistä saa kuitenkin paremman käsityksen suokasvillisuuden ja muun lajiston muutoksista sekä suon luontaisten prosessien kehittymisestä.

Jos ennallistetulla suolla on hyvin palautuneiden alueiden lisäksi kohtia, joilla ennallistuminen ei ole käynnistynyt tavoitteiden mukaisesti, suunnitellaan tarvittaessa korjaustoimenpiteet tai jatketaan seurantaa.

Korjaustoimenpiteiden suunnittelu

Ennallistaminen saattaa vaatia korjausta tai täydennystä, jos

- lähde- tai lettolajisto taantuu
- väli- ja rimpipinnat pysyvät kuivina tulvakausia lukuun ottamatta
- täytetyillä ojalinjoilla virtaa vesi
- vesi ei ylitä niskaojaa
- vettä kertyy johonkin liian pistemäisesti
- liian laajat alueet ovat pysyvästi veden alla
- suolle ilmaantuu tiheä ja elinvoimainen taimikko.

Lähde- ja lettokohteilla sekä vesienpalautuskohteilla ja naapurimaiden rajoilla toimittaessa voidaan joutua suunnittelemaan täydennys- tai korjaustoimenpiteitä nopealla aikataululla.

Muissa tapauksissa voi olla tarkoituksenmukaisempaa seurata tilanteen kehittymistä ylimääräisillä hoitoseurantakäynneillä ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä.

Aina ei löydy näkyvistä puutteista huolimatta selvää kohtaa, jota voitaisiin korjata.

Jos ennallistettu suo ei ennallistu toivotulla tavalla, mutta toimenpidealueen sisällä ei näytä olevan teknistä korjaustarvetta, taustalla saattaa olla laaja-alaisempia valuma-alueen hydrologisia muutoksia. Siinä tapauksessa ainoa vaihtoehto on yleensä selvittää ennallistettavan alueen laajentamismahdollisuuksia, jotta vesitalous pystytään palauttamaan luonnontilaisen kaltaiseksi tarvittavassa laajuudessa.

9.4 Kaukokartoitus hoitoseurannan apuna

Ennallistettujen soiden seurannassa voidaan hyödyntää kaukokartoitusmenetelmiä, kuten droonikuvausta, Maanmittauslaitoksen tarjoamia maanpinnankorkeusaineistoja ja ilmakuvasarjoja sekä satelliittikuvasarjoja tai -aineistoja (tietolaatikko 34).

Havaintoja Pohjois-Pohjanmaan ennallistettujen soiden hoitoseurannoista

Sakari Rehell

Metsähallituksen Luontopalvelut on ennallistanut Pohjois-Pohjanmaalla 2000-luvulla, vuoteen 2023 mennessä, 135 suoaluetta noin 70 suojelualuekokonaisuudella. Lukumäärässä ovat mukana vesienpalautuskohteet sekä kaksi suota, jotka on ennallistettu 1990-luvun puolella, mutta joiden ennallistamista on täydennetty tai korjattu 2000-luvulla.

Hydrologialtaan muuttunutta suota oli näillä alueilla noin 10 400 hehtaaria. Tavoitteena on ollut vesitalouden ennallistaminen noin 8 700 hehtaarilla.

Ennallistettavien alueiden **tavoitepinta-alasta**

- reilu kolmasosa on ollut metsäojitettujen soiden palauttamista avosoiksi
- reilu kolmasosa on ollut metsäojitettujen soiden ennallistamista puustoisiksi soiksi
- lähes neljännekselle palautettiin vesi avoimiksi jätetyistä metsätalousmaan ojista (50 suota)
- noin 0,5 % on ollut lettoja tai lettonevoja (16 ennallistettavalla suolla).

Lisäksi

- purojen palauttaminen on ollut keskeisenä tavoitteena viidellä kohteella
- jokia kunnostettiin ja niiden tulva-alueita palautettiin kahdella kohteella
- yhdellä alueella palautettiin myös lasketun järven vedenkorkeus.

Ensimmäisten hoitoseurantojen yhteenvetoa

Ensimmäisissä hoitoseurannoissa keskityttiin selvittämään, onko ennallistamisessa korjattavaa. Kolmelta vuosina 2022–2023 ennallistetulta alueelta ei ole vielä tehty ensimmäistäkään hoitoseurantaa (vaikutusalue noin 230 hehtaaria).

Ensimmäisten hoitoseurantojen perusteella 85 alueella vesitalous saatiin palautettua kertatyönä (84 % tavoitteena olleesta hydrologisesta vaikutusalueesta).

Omana työnä korjattiin noin 30 kohdetta ensimmäisellä hoitoseurantakäynnillä tai heti sen jälkeen. Tällä vältettiin isommat korjaustarpeet ja saatiin lisää vaikutusaluetta vajaa 2 % tavoitepinta-alasta.

Koneellisia korjaustöitä teetettiin hoitoseurantojen perusteella 31 alueella, neljällä kohteella kaksi kertaa. Näiden avulla saatiin lisättyä ennallistamisen vaikutusaluetta vajaa tuhat hehtaaria, ja näiden jälkeen on saavutettu tavoitteeksi asetetusta pinta-alasta noin 96 %.

Havaintoja yli 7 vuotta sitten ennallistettujen soiden kasvillisuuden tai toiminnan muutoksista

135 ennallistetusta suoalueesta 60 ennallistettiin ennen vuotta 2017, joten niistä arvioitiin tätä selvitystä varten ennallistamisen vaikutuksia kasvillisuuteen ja suon toimintaan.

- 15 suolla on tehty maastossa vain ensimmäinen hoitoseuranta.
- Kaikilta 60 kohteelta arvioitiin ennallistamisen onnistumista ilma- ja satelliittikuvilta, mutta 15 seurantakohteesta, joilla toinen hoitoseuranta on tekemättä, seitsemältä kohteelta onnistumisen arviointi ei onnistunut etämenetelmillä.

Myöhemmissä hoitoseurannoissa on pyritty tarkastelemaan puustoisten soiden puustoa, avosoiden taimettumista, rimpisyyttä, lettolajistoa sekä luhtaisuuden tai lähdepaikkojen esiintymistä.

Puusto

25 kohteen luontaisesti puustoisilta osilta on arvioitu puustoa, yleensä maastossa, parilla kohteella arviointi tehtiin ilmakuvista.

- 16 kohteella on ennallistettu korpimaista, puustoltaan edustavaa suota siten, että puusto kasvaa edelleen hyvin ja on jatkossakin metsälajistolle arvokas elinympäristö. Kahdessa kohteessa edustavan puustoisen korpimaisen suon puustoa on kuollut runsaasti, mutta molemmissa syy on ollut muu kuin ennallistaminen: toisessa majava, toisessa myrsky.
- Yhdeksällä kohteella luontaisesti harvapuustoinen lopputulos tulee todennäköisesti olemaan tavoitteen mukainen: olemassa oleva puusto on alkanut harventua, mutta taimikkoakin on noussut.
- Liiallista taimettumista on noin kymmenellä kohteella, joissa tavoite on ollut avosuo. Liiallinen taimettuminen havaitaan yleensä vain maastotarkastelussa.

Rimpisyys

Rimpisyyttä on arvioitu 39 kohteelta, yleensä maastossa, mutta se näkyy luotettavasti myös ilmakuvista.

- 14 kohteella rimpisyys on jäänyt ennallistamisesta huolimatta selvästi vähäisemmäksi kuin tavoitteena oleva tilanne ennen ojitusta.
- 20 alueella rimpiä on paikoin luontaista vastaavasti, paikoin kuitenkin luontaista vähemmän.
- Vain viidellä kohteella rimpiä on arvioitu olevan yhtä paljon tai enemmän kuin ennen ojituksia. Esimerkiksi hiekkakaartomaastoissa tai voimakkaasti jännerakenteisilla soilla vesi on saatu nousemaan voimakkaasti patorakennelmilla. Neljällä kohteella on mainittu luhtaisuuden lisääntyneen voimakkaasti, niin että luontaisesti keskustavaikutteisemmat kuviot muistuttavat luhtia.

Avolähteitä on havaittu kahdella kohteella kohdissa, joissa ei ole suunnittelun aikana havaittu lähteitä.

Lettoisuus

Kuudella ennen vuotta 2017 ennallistetuista kohteista on todennäköisesti ollut lettoa (tai lettonevaa).

- Näistä kahdella voimakkaimmin kalkkivaikutteisella kohteella lettokasvillisuutta on havaittu myöhemmillä seurantakerroilla. Toisella niistä lettosammalet ovat ennallistamisen jälkeen selvästi levinneet aikaisemmin liian kuiville pinnoille. Toisessa vedenpinta ei ole noussut ja myös lettosammalten ala on jäänyt pieneksi.
- Neljälle muulle paikalle, jotka edustavat vähemmän kalkkivaikutteista, lähteisyydestä riippuvaista tyyppiä, ei varsinaisia lettosammalia ole havaittu ilmaantuneen. Parilla kohteella lettonevojen lajistoa on levinnyt. Yhdellä kohteella lettolajisto näyttää vähentyneen. Todennäköinen syy on luhtaisuuden lisääntyminen.

Yleensä ottaen näiden lettokohteiden seurantatiedot ovat hyvin puutteelliset. Hoitoseurantoja ei ole pienillä ja hajanaisilla kohteilla tehty järjestelmällisesti eikä kattavasti, joten tiedot ovat paremminkin irrallisia havaintoja.

Korjauksia vesienpalautuskohteilla

50 vesienpalautuskohteesta korjattavaa on havaittu 14 alueella (noin neljäsosalla kohteista). Korjaustarvetta on ollut etenkin kaikkein runsasvetisimmissä ja siten tärkeimmissä vesien ohjauksissa.

- Kaksi paikkaa korjattiin lapiotyönä, muissa tarvittiin konetyötä.
- Yleisimmin on parannettu veden kulkua haluttuun suuntaan korjaamalla patoja ja tekemällä uusia ohjauspaikkoja.

Neljällä kohteella, joissa oli kuusi eri ohjausta, oli vedenpinnan taso jäänyt suojelualueen rajalla liian korkeaksi. Kolmea syöttöojaa pidennettiin, kaksi ohjauspaikkaa siirrettiin eri kohtaan ja yksi ohjaus purettiin kokonaan suojelualueen ulkopuolisten vettymishaittojen välttämiseksi.

Täydennettävää ennallistamiskohteilla

23 ennallistamiskohteella toteutettua laajemmat toimenpiteet olisivat tarpeen.

- Viidelle kohteelle on jo olemassa valmis täydennyssuunnitelma.
- Viiden muun kohteen tilaa voi pitää vielä selvästi epätyydyttävänä. Näistä neljässä vesien ohjaustyö on jäänyt kesken, kun naapurimaiden omistajien kanssa ei ole päästy sopimukseen töiden jatkamisesta. Yhdellä kohteella isoon kanavaan tehtiin liian pienet padot.
- Lopuissa 13 kohteessa on tehty suojelualueen puolella mitä on voitu, mutta toimenpiteitä laajentamalla olisi mahdollista saada tulosta paremmaksi. Laajemmat toimenpiteet ovat mahdollisia vain, jos naapurimaiden omistajien kanssa saadaan sovittua toimenpiteistä suojelualueen rajoilla tai ulkopuolella.

Johtopäätöksiä Pohjois-Pohjanmaalta

- Tärkein tavoite eli suoyhdistymien hydrologisen toiminnan palauttaminen on saavutettu lähes kaikissa tapauksissa, missä siihen on ollut mahdollista pyrkiä suojelualueiden rajausten ja naapuripalstojen omistajien kanssa tehtyjen sopimusten puitteissa.
- Vaikka työt on tehty huolellisesti, on hoitoseurannoissa huomattujen puutteiden korjaaminen ollut hyvin tärkeää. Erityisesti vedenpalautukset, joissa vesimäärä on suuri, vaativat aina huolellisen hoitoseurannan ja hyvin usein korjaamista.
- Vaikka vesitalous olisi saatu palautettua riittävästi, ei suon rakenne, toiminta ja lajisto välttämättä kuitenkaan näytä aina palautuvan halutulla tavalla. Pohjois-Pohjanmaan soilla suojelun kannalta keskeinen tavoite on usein aapasoiden rimpipintojen palauttaminen. Hoitoseurantojen valossa näyttää, että tavoitteeseen ei päästä lähellekään aina etenkään avovesi- ja ruoppapintojen osalta.
- Myös lettojen lajiston palautuminen näyttää epävarmalta. Parhaiten se näyttää onnistuvan voimakkaan kalkkivaikutteisilla paikoilla.
- Avoimet rimpipinnat ja lähdevaikutteiset letot näyttävät vähenevän voimakkaasti ojittamattomillakin soilla ilmakuvasarjojen ja turvekairausten perusteella. Syiksi on arveltu ojitusten etävaikutuksia ja ilmastonmuutosta. Koska noin puolella ennallistamiskohteista rimpien palauttamisen tulos on kuitenkin kohtalainen ja reilulla kymmenesosalla hyvä, näiden ominaisuuksien ennallistamista tulee lisätä. Toimenpiteiden tulee myös olla riittävän voimakkaat, että rimpilajiston elinympäristöt tulevat turvatuiksi.

Satelliitti- ja droonikuva-aineistojen hyödyntäminen hoitoseurannassa

Aleksi Isoaho, Lauri Ikkala, Antti Sallinen ja Aleksi Räsänen

Tausta

Kaukokartoituksen avulla on mahdollista ymmärtää laaja-alaisesti ennallistamisen onnistumisen vaihtelua, saada kohteesta kokonaiskuva ja paikantaa ongelmakohtia mahdollisten jatkotoimenpiteiden suunnittelemiseksi.

Kaukokartoitusmenetelmiä soiden ennallistamisen seurantaan on kehitetty useissa tutkimushankkeissa (Räsänen ym. 2023, Räsänen ym. 2024, Ikkala & Similä 2024). Niissä on hyödynnetty erilaisia satelliitti- ja drooniaineistoja suon märkyyden ja kasvillisuuden indikaattoreina. Pääpaino on ollut vaikuttavuusseurannan kehittämisessä, mutta kaukokartoitusaineistojen hyödyntämismahdollisuuksia hoitoseurannassa on myös pohdittu. Hoitoseurannan kannalta kiinnostavia tietoja ovat erityisesti suon märkyyden muutokset tai niiden puuttuminen, veden virtausreitit ja toimenpiteiden vaikutusalue (kohteen riittävän tasainen vettyminen ja vaikutukset naapurialueisiin) sekä pitkällä aikavälillä myös kasvillisuusmuutokset.

Kaukokartoitus soveltuu parhaiten vähäpuustoisten ja puuttomien kohteiden tarkasteluihin ja helpottaa maastotöitä erityisesti märimmillä ja hankalakulkuisimmilla soilla. Avoimilla soilla puusto ei ole tulkinnan esteenä ja suon pinnassa tapahtuvat muutokset ovat kuvista näkyvissä. Menetelmiä voidaan joltain osin käyttää myös puustoisemmilla soilla. Tällöin kuva-aineistoissa havaittavat muutokset saattavat kertoa lähinnä puuston poiston aiheuttamasta muutoksesta. Soilla, joilta on poistettu ennallistamisen yhteydessä puustoa, voidaan kuitenkin joissakin tapauksissa kaukokartoituksen avulla havaita märkyyden ja suokasvillisuuden muutosta, mutta tulkinta voi olla hankalaa eikä välttämättä suoraan sovellettavissa hoitoseurantaan.

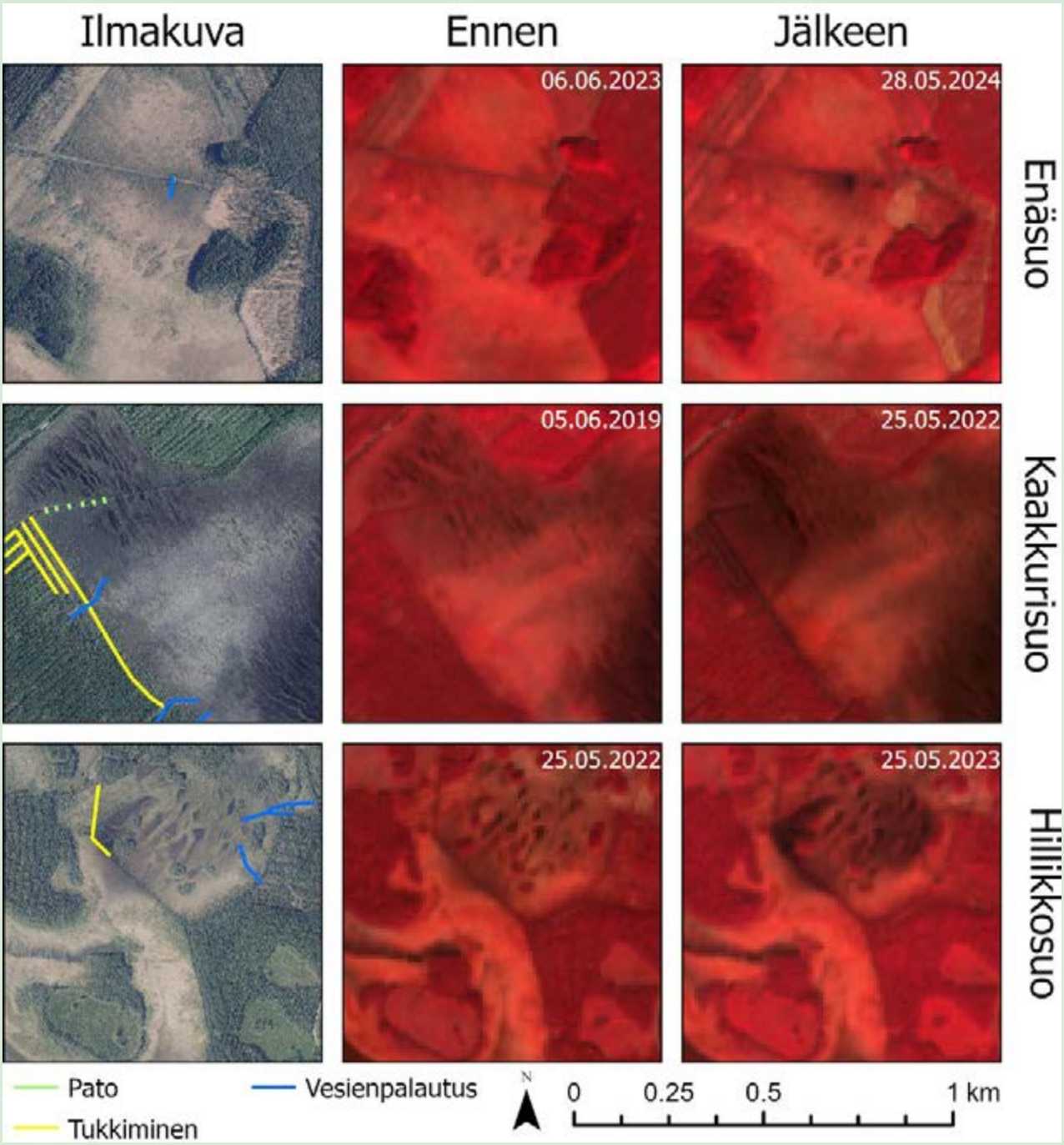
Satelliittikuva- ja droonikuva-aineistojen lisäksi hoitoseurannoissa voi hyödyntää Maanmittauslaitoksen korkeusaineistoja (tietolaatikko 23), orto- ja väärävärikuvia sekä historiallisia ilmakuvia. Maanmittauslaitoksen korkeus- ja ilmakuva-aineistojen päivitystahti on kuitenkin 3–6 vuotta, ja vaikka kuvaukset sattuisivat ennallistamisen jälkeiselle alkukesälle, aineiston valmistuminen voi kestää pitkälle kesään, jolloin niitä ei voida hyödyntää saman alkukesän hoitoseurannan tukena.

Satelliittikuvat

Avoimia satelliittikuva-aineistoja voidaan hyödyntää laaja-alaisten muutosten tarkasteluihin suurilla suoalueilla. Niissä on kohtuullisen kattava kuvaus- ja prosessointitahti ja ne ovat usein hyödynnettävissä muutaman päivän sisällä kuvanottohetkestä.

Euroopan avaruusjärjestön Sentinel-2 (pikselikoko 10–20 m) ja Yhdysvaltain avaruusjärjestö Nasan Landsat 8 ja 9 (pikselikoko 30 m) soveltuvat erityisesti soiden avoimien reuna-alueiden ennallistamisen seurantaan. Kun avosuon reunan ojitusten tukkiminen tai aapasoiden vesienpalautus (Granqvist 2024) vettävät suota toimenpidekohteiden läheltä, satelliittikuvista voidaan nähdä, kuinka lisääntynyt veden määrä pienentää pinnan heijastavuutta ennallistamisen vaikutusalueella, eli alueet muuttuvat kuvissa tummemmiksi (kuva 1). Lisäksi satelliittiseurantakuvia voi hyödyntää avosoiden keskiosiin sijoitettujen kuivatuskanavien patoamisen ja tukkimisen vaikutusten seurannassa.

Ennallistamisen vettämisvaikutus on parhaiten näkyvissä satelliittikuvilla keväällä, kun kesävihantojen kasvien kasvu ei vielä haittaa tulkintaa. Sopiva ajankohta vaihtelee vuodesta toiseen ja kohteen sijainnin mukaan, mutta kokemusten perusteella parhaiten visuaa-



Kuva 1. Esimerkkejä Euroopan avaruusjärjestön Sentinel-2-satelliitin väärävärikuvista nähtävästä lisääntyneestä veden määrästä ennallistetulla Enäsuolla (60,881°P, 27,181°I), Kaakkurisuolla (65,057°P, 27,012°I) ja Hillikkosuolla (65,039°P, 26,631°I). Vasemmanpuoleisimmassa sarakkeessa on Maanmittauslaitoksen ilmakuva ja toteutetut ennallistamistoimenpiteet.

liseen tulkintaan soveltuvat kuvat on otettu toukokuun puolesta välistä kesäkuun alkuun. Jotta tulkinnalla voidaan erotella ennallistamisen vaikutus alkukesän yleisestä vetisyydestä, on tärkeää käyttää vertailukohteena usean vuoden kuvia samalta ajankohdalta.

Satelliittikuvatulkintaa voidaan käyttää tukityökaluna, jolla voidaan havaita onnistuneita ja epäonnistuneita ennallistamisalueita. Havaintojen avulla voidaan sekä kohdentaa hoitoseuranta- ja korjaustöitä että arvioida maastossa havaittujen muutosten alueellista laajuutta. Kaukokartoituskuviin tulee kuitenkin suhtautua aina tietyin varauksin, sillä vedenpinta voi nousta maaperässä tai kasvillisuuden alla myös ilman, että tämä näkyy kuvissa. Lisäksi vertailukelpoisten satelliittikuvien valinta voi olla haastavaa johtuen esimerkiksi kohteen näkymisen estävästä pilvipeitteestä ja kasvukausien välisistä eroista (ks. Isoaho ym. 2024). Jos lumen määrä on ollut erityisen vähäinen tai muuten on ollut hyvin kuiva kevät (esim. vuosi 2018), ennallistamisen vaikutuksen tulkinta voi olla haastavampaa.

Yksittäisiä satelliittikuvia voi selata erilaisissa palveluissa (taulukko 1, kuva 2A). Lisäksi olemme kehittäneet tarkasteluihin Google Earth Engine -sovelluksen palvelemaan erityisesti soiden ennallistamisen hoitoseurantaa (Isoaho ym. 2025). Sovellus hyödyntää kuva-aikasarjoja Sentinel-2 sekä Landsat 8 ja 9 -satelliiteista ja laskee niistä niin sanotut edustavat kuvat ennen ja jälkeen ennallistamisen yhdistellen kuvia useilta vuosilta (kuva 2B). Edustavista kuvista lasketaan myös infrapunaheijastuksen muutoskuvat ennallistamisen vaikutusten visualisoimiseksi.

Taulukko 1. Erilaisia palveluja satelliittiaineistojen tarkasteluun.

Palvelu	Satelliittikuvat	Muuta	Linkki
EO Browser	Sentinel-2, Landsat 4–9	Maksullinen, vaatii kirjautumisen	apps.sentinel-hub.com/eo-browser
Copernicus browser	Sentinel-2	Ilmainen, ei vaadi kirjautumista, käyttöliittymältään samankaltainen kuin EO Browser	browser.dataspace.copernicus.eu
ESRI Sentinel-2 Explorer	Sentinel-2	Ilmainen, ei vaadi kirjautumista	livingatlas.arcgis.com/sentinel2explorer
ESRI Landsat Explorer	Landsat 4–9	Ilmainen, ei vaadi kirjautumista	livingatlas.arcgis.com/landsatexplorer
Tarkka Syke	Sentinel-2, Landsat 4–9	Ilmainen, ei vaadi kirjautumista, käyttöliittymältään hieman hankalampi kuin muut mainitut palvelut	tarkka.syke.fi/eo-tarkka



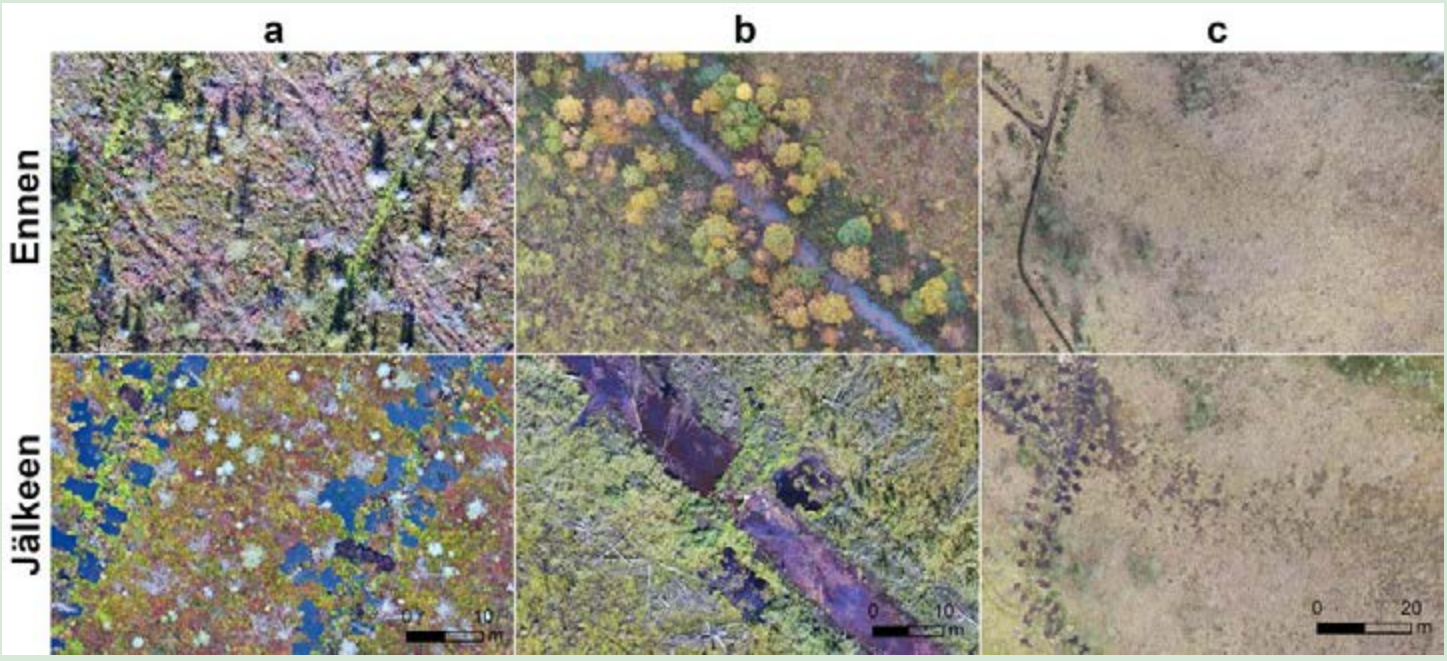
Kuva 2. Kuvakaappaukset ESRI Sentinel-2 Explorerista (A) ja kehittämästämme Google Earth Engine -sovelluksesta (B) ennallistetulta Loukkusuolta (Jonkerinsalon luonnonsuojelualue, 63,794°P, 29,643°I). ESRI:n selauspalvelussa käyttäjä voi helposti vertailla yksittäisiä satelliittikuvia ennen ja jälkeen ennallistamisen eri värivisualisoinneilla. Google Earth Engine -sovelluksessa käyttäjä valitsee tarkasteltavan alueen ja ennallistamisen ensimmäisen vaikutusvuoden, minkä jälkeen sovellus laskee ja tulostaa kuva-aikasarjoista edustavat kuvat ennen- ja jälkeen-tilanteille väärävärissä sekä heijastemuutokset infrapunan aallonpituusalueella. Selkeät heijastemuutokset ennallistamiskohteilla esittävät vettämisvaikutusten alueellista jakautumista. Englanninkielinen sovellus löytyy osoitteesta https://aleksiisoaho.users.earthengine.app/view/optical-satellite-before-after-visualisation.

Droonikuvat

Droonikuvauksia voidaan järjestää yksityiskohtaisemman tiedon tuottamiseksi eri kokoisilta aloilta eri tarpeiden mukaan ja joustavina ajankohtina. Yksinkertaisimmillaan halpa, kevyt ja helppokäyttöinen drooni voidaan ohjata käsin suolla mielenkiintoiseen paikkaan, joka halutaan tallentaa valokuvana (esimerkiksi olennainen pato) tai videona (yksittäiset ojalinjat). Näin saadaan dokumentoitua esimerkiksi ennallistamisen tekninen toteutus sekä työkoneiden maastoon jättämiä jälkiä. Lisäksi kuvilta voidaan tehdä hoitoseurannan kannalta tärkeitä havaintoja toimenpiteiden, kuten patojen, ojien täytön ja vedenohjausojien toimivuudesta (kuva 3). Drooniaineistot voivat myös paljastaa ennallistamisalueelta kohteita (oja, lähde), joista ei ole saatu tietoa muiden aineistojen tai maastotarkastelujen perusteella (Ikkala & Similä 2024).

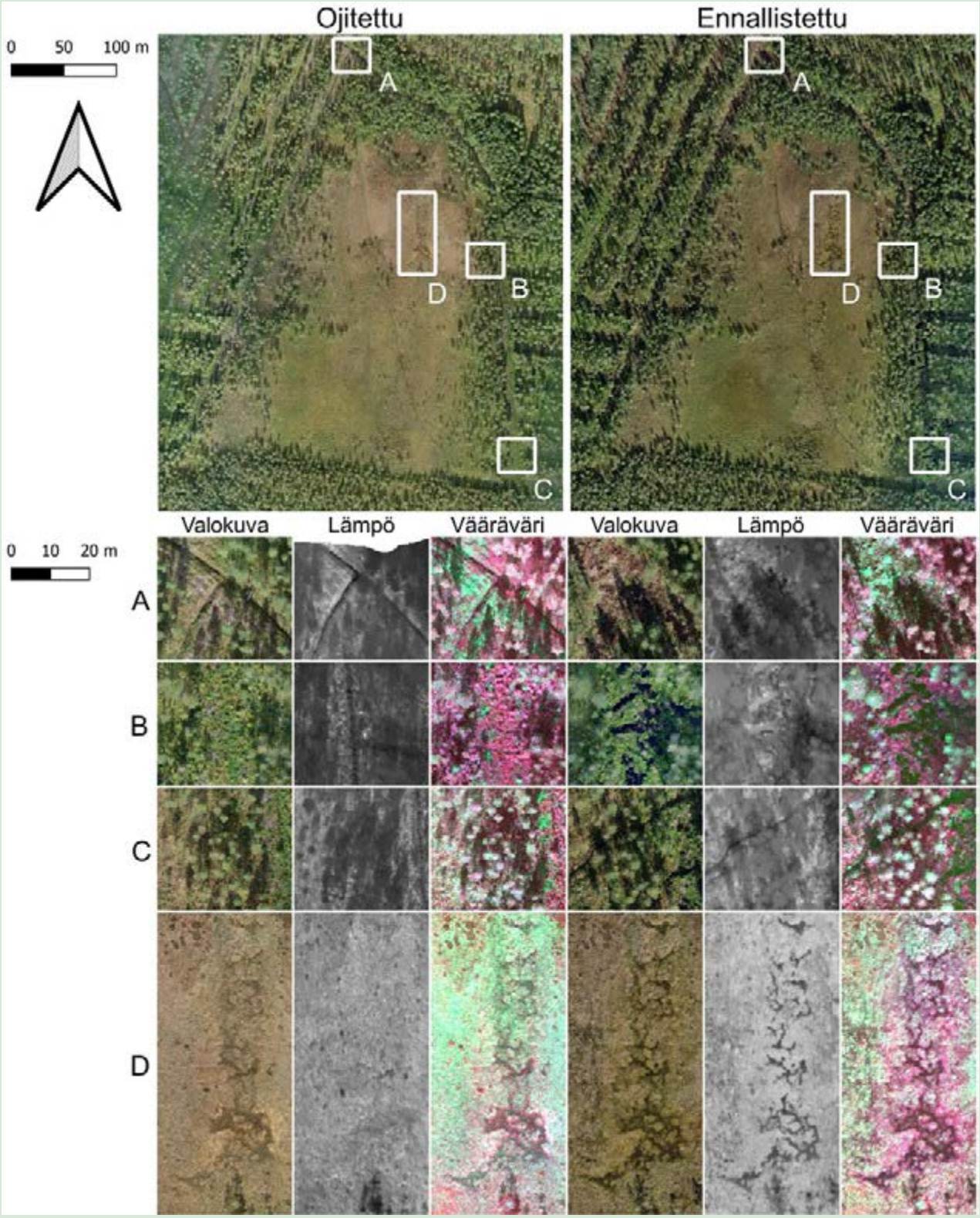
Automaattiohjatulla droonikartoituksella voidaan puolestaan tuottaa ennallistamiskohteesta ortomosaiikkikuva ja pintakorkeusmalli senttimetritason pikselikoossa paikkatieto-ohjelmistoissa hyödynnettäväksi. Pintamallista voidaan arvioida esimerkiksi ojien syvyyksiä ja käytettävissä olevan täyttömaan määrää (Ikkala & Similä 2024). Ortomosaiikkeja voidaan tuottaa valokuvien lisäksi myös multispektri- ja lämpökuvista, jolloin saadaan lisää tietoa suon märkyydestä ja veden virtausreiteistä (kuva 4). Kasvillisuudesta voidaan seurata esimerkiksi kasvien leviämistä kaivuun jättämille turve- ja avovesipinnoille, puiden kuolemista vedenpinnan noustessa ja taimettumista.

Toisin kuin valmiita satelliittikuva-aineistoja käytettäessä, droonikartoitusaineistojen kohdalla käyttäjän on huolehdittava aineistojen jälkikäsittelystä ja laadusta. Jälkikäsittelyssä yksittäiset kuvat yhdistetään toisiinsa, ja laadun takaavat tarkka georeferointi sekä



Kuva 3. Ennen-jälkeen-ortomosaiikkikuvapareilta voidaan havaita esimerkiksi (a) turvepatoja (Haikara-aapa, Haikara-aavan-Vitsikkoaavan soidensuojelualue, 66.956°P, 26.888°I), (b) veden virtaaminen padon yli (Kemihaaransuo, Kilpiaavan luonnonsuojelualue, 67.167°P, 27.431°I) ja (c) veden palautuminen alkuperäiselle virtausreitille (Loukkusuo, Jonkerinsalon luonnonsuojelualue, 63,794°P, 29,643°I). Kuvat: Maarit Similä, Mika Puustinen ja Petra Korhonen.

tarvittaessa radiometrinen kalibrointi. Droonitarkastelulla ei useinkaan voi kattaa koko ennallistamiskohdetta teknisten rajoitteiden kuten maanpinnan peittävän puuston, sallitun enimmäislentokorkeuden, akkujen keston ja kerättävän aineiston suuren koon takia, vaan ne kohdennetaan alueelle, jota halutaan erityisesti seurata.



Kuva 4. Valokuva-, lämpökuva- ja väärävärikuvista muodostettujen ortomosaiikkikuvien vertailua Olvassuon Iso Leväniemellä (65,053°P, 27,157°I). Kuvat: Pasi Korpelainen. Lähde: Ikkala & Similä 2024.

10 Esimerkkikohteet

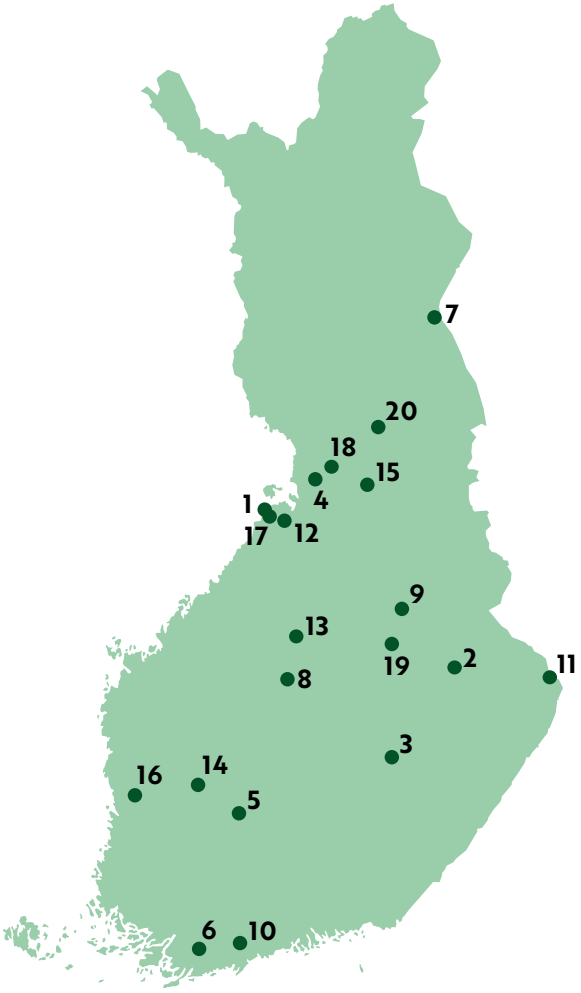
Jokainen ennallistettava suo on omanlaisensa, joten kaikkia ennallistettavilla soilla eteen tulevia erityistilanteita ei voida ennakoida. Tähän lukuun on koottu esimerkkejä erityyppisistä soiden ennallistamiskohteista. Kohteiden sijainti on esitetty kuvassa 60.

Edellisen oppaan esimerkkikohteilla palautuminen on nyt kymmenen vuotta pidemmällä. Mukaan otettiin kohteet, joista oli enintään kolme vuotta vanhoja hoitoseurannan tai muun seurannan tietoja.

Uusina kohteina on mukana Etu-Haukilammen leton niittokohde (luku 10.6), suolähteiden ennallistaminen Sonkajärveltä (luku 10.9), keidassuon laiteen ennallistaminen Siikaisista (luku 10.16), sekä yksityismaan talousmetsäkohteet Lapinlahdelta (luku 10.19) ja Pudasjärveltä (luku 10.20).

Kohteet on ryhmitelty sen mukaan, mitä ominaisuutta on haluttu korostaa. Moni kohde voisi olla usean otsikon alla, esimerkiksi Aatsinginhaudan rinnesuo (luku 10.7) on sekä lettoinen että lähteinen.

Kohdekuvauksissa on karttoja ja ilmakuvia sekä lyhyt kuvaus suosta ennen ja jälkeen ojituksen. Suunnitteluprosessi ja ennallistamistoimenpiteet kuvataan lyhyesti painottaen erityisesti esimerkkikohteen erityislaatua ja erityisratkaisuja. Osasta kohteita raportoidaan myös ennallistamiseen kulunut työaika sekä havaintoja toimenpiteiden vaikutuksista.



NUORET SUOT
1. Tauvo, Siikajoki

LETOT
2. Polvela, Juuka
3. Saarikkolampi, Joroinen
4. Vehmaansuo, Kiiminki
5. Huppionvuoren letto, Orivesi
6. Etu-Haukilammen letto, Salo

RINNESUOT
7. Aatsinginhauta, Salla

LÄHTEISET SUOT
8. Kismanniemi, Kannonkoski
9. Polttosuo, Sonkajärvi

KORVET
10. Mustakorpi, Nuuksion kansallispuisto, Espoo
11. Hoikan korpi, Ilomantsi

LAAJAT SUOKOKONAISUUDET
12. Revonneva, Siikajoki
13. Suurisuo-Sepänsuo, Pihtipudas
14. Seitsemisen kansallispuisto, Ikaalinen, Ylöjärvi
15. Olvassuo, Pudasjärvi, Puolanka, Utajärvi

KEIDASSUON LAIDE
16. Ylinenkeidas, Siikainen

HIEKKAMAIDEN ERITYISTILANTEET
17. Isoneva, Siikajoki

ENNALLISTAMINEN SUOJELUALUEEN RAJALLA
18. Hirvisuo, Oulu, Pudasjärvi

ENNALLISTAMINEN YKSITYISMAAN TALOUSMETSÄSSÄ
19. Naavakorpi, Lapinlahti
20. Pihlajaoja, Pudasjärvi

Kuva 60. Ennallistamisessa on riittänyt pähkinöitä purtavaksi eri puolilla Suomea.

10.1 Primaarisuot: Siikajoen Tauvo

Anne Tolvanen, Juha Siekkinen, Sakari Rehell ja Anna M. Laine

Alueen yleiskuvaus

Perämeren maankohoamisrannikon suosukkessiosarjat ovat maailmanlaajuisesti ainutlaatuisia. Soiden korkeus merenpinnasta antaa viitteitä siitä, milloin ne ovat paljastuneet merestä. Maankohoamisrannikolla voidaan erottaa nuorten soiden kehitysvaiheista koostuvia sukkessiosarjoja, joiden nuorimmat vaiheet ovat kosteita merenrantaniittyjä tai rantaluhtia, jotka ajan myötä kehittyvät aapasoiksi tai keidassoiksi. Valuma-alueeltaan suppeissa altaissa, esimerkiksi kehittyvien aapasoiden reunaosissa suosukkessio voi edetä meso- ja oligotrofisten nevojen kautta kohti rämekasvillisuutta (Leppälä ym. 2011b).

Suurin osa nuorten soiden kasvillisuudesta on sopeutunut jatkuvaan vedenpinnan vaihteluun (Ecke & Rydin 2000), mistä johtuen suuretkin muutokset lajistossa ovat mahdollisia kosteusolojen muuttuessa. Myös ekosysteemin toiminta mm. yhteytyksen ja hajotuksen osalta on herkkä ympäristössä tapahtuville muutoksille (Leppälä ym. 2011a, b). Näistä syistä ojitus voi nopeasti kääntää soistumiskehityksen kohti kangasmetsän sukkessiokehitystä. Arviolta peräti 95 % maankohoamisrannikon primaarisukkessiosoista on kuivattu. Ojittamatta on jäänyt lähinnä pieniä, erillisiä, karuja avosoita (Rehell & Heikkilä 2009).

Siikajoen Tauvonniemen suot sijaitsevat 0,5–1,25 kilometrin päässä merenrannasta ja noin 1–2 metrin korkeudella merenpinnasta. Suot ovat kehittyneet rantavallien välisiin painanteisiin hiekkapohjalle. Ne ovat pieniä ja selkeärajaisia. Korkeuden sekä lähialueen soilla tehtyjen tutkimusten (Leppälä ym. 2008) perusteella soiden arvioidaan olevan noin 200 vuotta vanhoja. Osittain ohutturpeisuudesta johtuen suot ovat puustoisia ja lehtipuuta voi esiintyä runsaasti. Rahkasammalpeite on vähäinen.

Tauvonniemen suot on ojitettu 1960-luvun loppupuolella useaan kertaan ilmeisesti siksi, että veden johtaminen pois tasaiselta suolta tasaisessa maastossa on hankalaa. Soilla näkyy epäsäännöllisiä, eri aikoina kaivettuja ja eri syvyisiä ojia. Monet ojat ovat tukkeutuneet niin, että puuston kasvu on jäänyt heikoksi, mutta kasvillisuus on kuitenkin osittain muuttunut. Soita ympäröivät talousmetsät ovat kuivia, kuivahkoja tai tuoreita kankaita, joissa lehtipuun osuus on merkittävä (Siekkinen & Tolvanen 2008). Tauvonniemessä ainoastaan merenrantaa lähimpänä sijaitseva Tauvon Ulkonokanhietikko on luonnontilassa. Se on yksityinen suojelualue ja kuuluu Natura 2000 -verkostoon (Siikajoen lintuvedet ja suot FI1105202).

Ennallistamisen tausta Tauvonniemessä

Metsäntutkimuslaitos (Metla, nykyisin Luonnonvarakeskus Luke) hankki Tauvonniemellä sijaitsevan vajaan 400 hehtaarin kokoisen alueen yksityiseltä metsänomistajalta vuonna 2005. Alueen suot olivat mukana tutkimuksessa, jossa selvitettiin ennallistamisen ekologisia vaikutuksia ja arvioitiin ennallistamistoiminnan kustannustehokkuutta sekä yhteiskunnallista merkitystä.

Tauvonniemen ennallistamisen suunnittelua ja toimenpiteitä on siten alusta alkaen säädellyt tutkimustoiminta, joka on toisaalta tuonut lisäresursseja ennallistamiseen Natura 2000 -verkoston ulkopuolella mutta on toisaalta rajoittanut ennallistamistoimenpiteiden kattavuutta.

Ennallistamisen suunnittelu ja toteutus

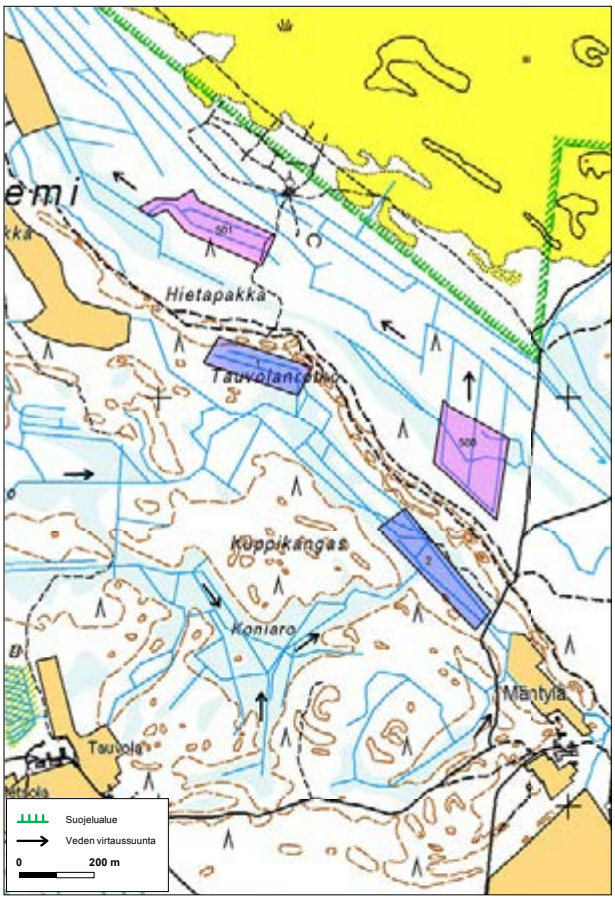
Luken hallinnassa olevista Tauvonniemen soista neljä samankaltaista ojitettua suota valittiin mukaan tutkimukseen puuston rakenteen, kasvillisuuden ja turpeen paksuuden perusteella. Näistä kaksi suota ennallistettiin. Seurantaan liitettiin vuonna 2008 vielä kaksi ojittamatonta, kolmen kilometrin päässä sijaitsevaa vertailusuota Hietaniitynlahdelta, joka sisältyy valtakunnalliseen lintuvesiensuojeluohjelmaan ja on osa samaa Natura 2000 -aluetta kuin Tauvon Ulkonokanhietikko. Hietaniitynlahdelta oli saatavilla runsaasti tausta-aineistoa (esim. Leppälä ym. 2008, 2011a, Merilä ym. 2006). Alueen korkeuden sekä vallitsevan kasvillisuuden perusteella Hietaniitynlahden ojittamattomien soiden katsottiin olevan vertailukelpoisia Tauvonniemen ojitettujen soiden kanssa. Kaikilla soilla mitattiin suovedenpinnan korkeutta, kasvillisuuden kehitystä sekä puuston rakennetta. Myöhemmin alettiin mitata myös ilmastonmuutokseen ja kasvihuonekaasutaseisiin liittyviä muuttujia.

Tauvonniemen alue siirtyi Metlalta Metsähallituksen metsätalouden hallintaan vuonna 2008. Samalla alueesta tehtiin Metlan tutkimusmetsä, joten Metla määritteli alueella tehtävät toimenpiteet. Suot ennallistettiin alkuperäisen suunnitelman mukaisesti.

Ennallistamissuunnitelma ja ennallistaminen tehtiin Metsähallituksen ja Metlan yhteistyönä vuonna 2008. Ennallistamisen tavoitteena oli vesitalouden sekä puulajikoostumuksen ja puuston määrän palauttaminen sellaiseksi kuin sen arvioitiin olevan ojittamattomassa tilanteessa. Ennallistamissuunnitelmassa (Siekkinen & Tolvanen 2008) on mukana kaksi kuviota (500 ja 501), pinta-alaltaan yhteensä 3,4 hehtaaria (kuva 61). Ojitetut vertailusuot 1 ja 2 ovat metsäautotien lounaispuolella Tauvolanrotkon alueella (kuva 61).

Kuvio 501 ja sen ojitettu vertailusuo 1 olivat vähäpuustoisia keskiravinteisia suomyrttiluhdan ja pensasluhdan tapaisia soistumia. Kuvion 501 keskiosan avoimella alueella vallitsi suomyrtti (*Myrica gale*), ja muita yleisiä lajeja olivat jokapaikansara (*Carex nigra*), isokarpalo (*Vaccinium oxycoccos*) ja kiiltopaju (*Salix phylicifolia*). Sammalkerroksen yleisin laji oli nevasirppisammal (*Warnstorfia fluitans*) (kuva 62). Vertailusuon (ojitettu suo 1) vallitsevat putkilokasvit olivat kiiltopaju, jokapaikansara ja jouhivihvilä (*Juncus filiformis*). Vallitsevat sammalet olivat viitarahkasammal (*Sphagnum fimbriatum*) ja korpikarhunsammal (*Polytrichum commune*). Suon 1 ojat vetivät erittäin heikosti, joten vettä seisoi suolla alkukesällä usean viikon ajan. Turpeen paksuus on molemmilla soilla keskimäärin 5 cm.

Ennallistettava kuvio 500 ja sen vertailusuo 2 olivat lähtötilanteessa runsaspuustoisia, melko pitkälle metsittyneitä alueita, joiden puusto oli 26–50-vuotiasta. Kuvion 500 ojitus



Kuva 61. Ennallistetut suokuviot 500 ja 501 (violetit kuviot) ja niiden ojitetut vertailusuokuviot 1 ja 2 (siniset kuviot). © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.







Kuva 62. Kuvio 501 ennen ennallistamista heinäkuussa 2006 (A), kaksi vuotta ennallistamisen jälkeen elokuussa 2010 (B) ja 16 vuotta ennallistamisen jälkeen heinäkuussa 2024 (C). Kuvat: Noora Huotari 2006, Sakari Rehell 2010 ja Anna Laine 2024.

oli tutkituista soista kaikkein epäsäännöllisintä eikä vastannut lainkaan karttatietoa. Kartalla oli ojia, joita ei maastossa löytynyt, ja toisaalta monet pienet ojat puuttuivat kartalta kokonaan. Kuvio 500 oli alkanut kehittyä kangasmetsäksi, ja nevamaista kasvillisuutta oli jäljellä lähinnä painanteissa. Puusto oli lehtipuuvaltaista ja seassa kasvoi mäntyä (kuva 63). Aluskasvillisuuden yleisin laji oli puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*), ja muita yleisiä lajeja olivat suomyrtti, isokarpalo ja jokapaikansara. Vallitseva sammal oli seinäsammal (*Pleurozium schreberi*), joka peitti enimmillään yli 50 % koealoista. Vertailusuon (ojitettu suo 2) vallitsevat putkilokasvit olivat puolukka, juolukka (*Vaccinium uliginosum*) ja suopursu (*Rhododendron tomentosum*). Vallitsevat sammalet olivat seinäsammal ja karhunsammal. Suota voidaan kutsua karhunsammalmuuttumaksi karhunsammalen osoittaessa vedenpinnan voimakasta vaihtelua. Suon ojat vetävät heikosti, joten keväisin ojat täyttyvät ääriään myöten ja pohjavesipinta nousee korkealle. Molemmilla soilla turpeen paksuus oli keskimäärin 7 cm. Ojien varsilla kasvoi runsaasti nuorta mäntyä ja koivua.

Rantavallien sijainnin perusteella (kuva 61) voidaan arvioida, että kuvio 501 on neljästä ojitetusta suosta nuorin, kuvio 500 seuraavaksi nuorin ja vertailusuot 1 ja 2 hieman vanhempia. Ojittamattomiksi verrokeiksi valittujen Hietaniitynlahden soiden iäksi on arvioitu noin 200 vuotta (Leppälä ym. 2008).

Tauvonniemen alueelta ei ole löydetty uhanalaisia tai silmälläpidettäviä lajeja eikä alue ole maisemallisesti merkittävä, koska ojitetut suot sijaitsevat hoidettujen talousmetsien keskellä. Erityistä virkistyskäyttöäkään alueella ei ole, toisin kuin lähempänä meren rantaa sijaitsevilla nuoremmilla soilla, jotka ovat erityisesti muuttolintujen havainnointipaikkoja.

Ojien täyttöä ei kustannussyistä suunniteltu ennallistettavia kuvioita laajemmille alueil-







Kuva 63. Tiheäpuustoinen kuvio 500 ennen ennallistamista heinäkuussa 2006 (A), kaksi vuotta ennallistamisen jälkeen elokuussa 2010 (B) ja 16 vuotta ennallistamisen jälkeen heinäkuussa 2024 (C). Kuvat: Noora Huotari 2006, Sakari Rehell 2010 ja Anna Laine 2024.

le, vaikka ojat jatkuivat pidemmälle. Ennallistettaessa oli tärkeä pysäyttää vedet suon alueelle, joten ojat tukittiin ja vedet ohjattiin virtaamaan täytetyiltä ojalinjoilta kohti sarkojen keskiosaa. Kuviolla 500 myös pienimmät, lähes kuivuneet ojat päätettiin tukkia.

Kun alue oli siirtynyt Metsähallituksen Luontopalvelujen hallintaan, ennallistettiin vuonna 2016 myös ennallistettujen kuvioiden välinen alue tukkimalla ojia ja raivaamalla puusto.

Puuston tavoitetila määritettiin pääasiassa maastossa tehtyjen arviointien pohjalta. Raahen verotoimistosta löytyi mustavalkoinen ilmakuva ojitusta edeltävältä ajalta vuodelta 1967. Siitä näkyi osittain kuvio 500, mutta kuviosta 501 ei ollut ilmakuvaa. Kuviolta 500 poistettiin ilmakuvan ja maastohavaintojen perusteella 75 % puustosta. Vähäpuustoisemmalta kuviolta 501 suunniteltiin poistettavaksi noin 90 % puustosta, mikä toteutui käytännössä ojalinjojen raivaamisella.

Koska toimittiin tutkimusalueella, pidettiin huoli, etteivät alueella toimivat koneet vaurioittaneet suolle vuonna 2005 sijoitettuja pohjavesikaivoja. Lähimmät kaivot sijaitsivat 5 metrin päässä ojista.

Puusto korjattiin kahdessa erässä kokopuuna. Rinnankorkeusläpimitaltaan yli 5 cm:n puut poistettiin konetyönä keväällä 2008, ja ainespuu ja hakkuutähteet kuljetettiin kuormatraktorilla pois suolta. Puuston poistoa täydennettiin metsurityönä loppukesällä 2008, koska sarkojen keskelle oli vielä jäänyt ylimääräistä puustoa. Nämä puut jätettiin alueelle.

Kaikki ojat täytettiin elokuussa 2008 siirtämällä kaivuumaat kaivinkoneella ojiin. Lisäksi paikoitellen kaavittiin pintamaata muutaman metrin etäisyydeltä ojasta ojien täyttömate-

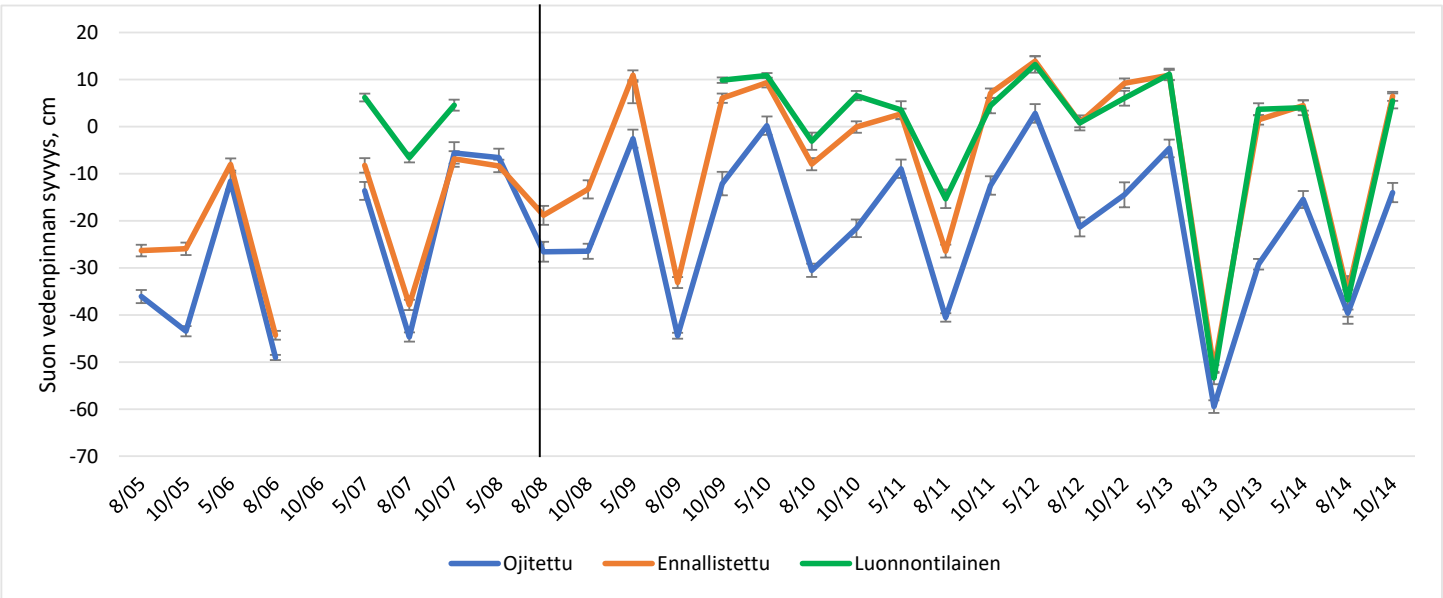
riaaliksi. Alue, josta maata kaavittiin pois, jäi suonpintaa alemmaksi, joten veden kertymisen ja oikovirtausten estämiseksi ojan poikki tehtiin pintavalleja 15–30 metrin välein. Maa- tai puupatoja ei tehty.

Ennallistamisen epäonnistumisen riskinä oli erityisesti, ettei soistumiskehitystä saada palautettua melko pitkälle metsittyneelle kuviolle 500. Metsätalousalueiden vettymisriskin arveltiin olevan vähäinen, koska alueen vesimäärät ovat vähäisiä ja ympäröivät kivennäismaat sijaitsevat ylempänä kuin ennallistamiskohteet.

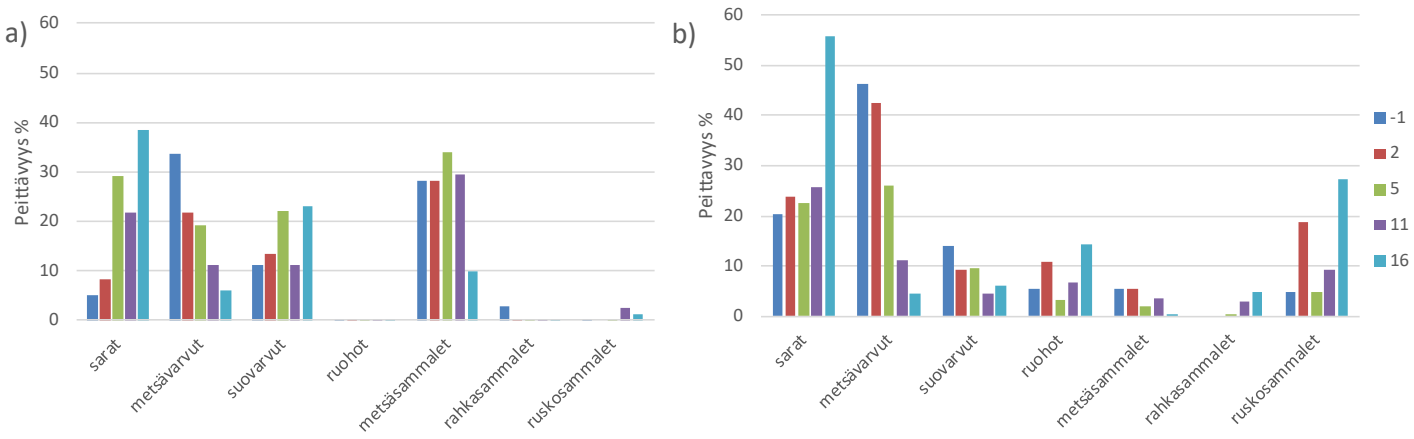
Ennallistuminen

Tauvonniemen ennallistamiskohteiden sekä niiden vertailusoiden pohjavedenkorkeutta seurattiin vuosien 2005 ja 2014 välillä. Ennallistettujen soiden pohjavesipinta nousi ojitettuja vertailusoita ylemmälle tasolle heti ennallistamisen jälkeisenä vuonna 2009 ja nousu oli voimakkainta tulva-aikana (kuva 64). Nuorille hiekkamaan soille tyypillinen vesipinnan voimakas kausivaihtelu säilyi ennallaan. Vastaavan kaltainen voimakas kausivaihtelu on tyypillistä myös Hietaniitynlahden ojittamattomilla vertailusoilla.

Soiden kasvillisuuden kehitystä on seurattu pysyviltä näytealoilta vuoteen 2024 asti (kuva 65). Ennallistetun kuvion 501 kasvillisuudessa tapahtui suon vettymistä ja luhtaisuuden lisääntymistä heijastavia muutoksia nopeasti toimenpiteiden jälkeen. Ennen ennallistamista putkilokasvillisuuden valtalajeja olivat suomyrtti, jokapaikansara ja isokarpalo. Vuosien saatossa varpujen peittävyys on vähentynyt selvästi ja sarojen peittävyys on lisääntynyt. Myös ruohot, kuten kurjenjalka (*Comarum palustre*), sekä ruskosammalet, kuten hetesirppisammal (*Sarmentypnum exannulatum*) ja luhtakuirisammal (*Calliergon cordifolium*), ovat runsastuneet ennallistetulla kuviolla 501. Rahkasammalista viitarahkasammalta ja okarahkasammalta (*Sphagnum squarrosum*) esiintyy alalla laikuttain.



Kuva 64. Keskimääräinen pohjavesipinnan syvyys (± SE) Tauvonniemen kahdella ojitetulla, kahdella ennallistetulla sekä kahdella luonnontilaisella suolla vuosina 2005–2014. Jokaisella suolla on 8–29 pohjavesikaivoa. Mittaukset on tehty kolmesti kesässä: touko-, elo- ja lokakuussa. Pystysuora viiva osoittaa ennallistamisajankohdan (elokuu 2008). Pohjavesipintaa pystytään seuraamaan vain noin 48 cm:n syvyydelle, joten ojitetun suon pohjavesipinnan keskimääräiset minimitasot olivat todellisuudessa vielä syvemmällä. Ojitettujen ja ennallistettujen soiden keskivedenpinta vaihteli ennen ennallistamista samalla tasolla, selvästi luonnontilaisia verrokkisoita syvemmällä. Ennallistamisen jälkeen ennallistettujen soiden vedenpinta nousi luonnontilaisten verrokkisoiden tasolle.



Kuva 65. Kasvillisuuden kehitys ennallistamisen jälkeen kasviryhmittäin a) kuviolla 500 ja b) kuviolla 501. Kasvilajiston peittävyydet on määritetty pysyvistä näyteruuduista ennen ennallistamisesta sekä 2, 5, 11 ja 16 vuotta ennallistamisen jälkeen. Ennallistamisen jälkeen suurimmat muutokset ovat sarojen peittävyyden kasvu sekä metsävarpujen ja metsäsammalten peittävyyksien lasku. Kuviolla 501 myös rahka- ja ruskosammalten peittävyydet ovat lisääntyneet.

Alun perin runsaspuustoisella kuviolla 500 on myös suon vettymistä heijastavia kasvillisuuden muutoksia, mutta vähemmän kuin kuviolla 501. Kuvio on varsin heterogeeninen, ja kuivemmat metsäkasvillisuuden vallitsemat saarekkeet vuorottelevat matalampien ja märempien sarakasvustojen kanssa. Puolukan peittävyys on aikojen kuluessa vähentynyt huomattavasti, kun taas soille tyypillisempien suomyrtin ja juolukan peittävyydet ovat kasvaneet. Jokapaikansaran peittävyys on kasvanut tasaisesti ja huomattavasti ennallistamisen jälkeen. Sammalpeite on alkanut muuttua vasta viime aikoina, yli 10 vuotta ennallistamisen jälkeen, kun metsäsammalet ovat alkaneet taantua. Kuviolta löytyy paikoitellen viita- ja okarahkasammalkasvustoja, ja myös nevasirppisammal on runsastunut. Silmämääräisesti tarkasteltuna kuvio 500 on muuttunut huomattavasti enemmän kuin kuvio 501, koska voimakas puuston poisto on muuttanut suomaisemaa ja suovesi nousee ajoittain maanpinnan yläpuolelle, mitä ei ennen ennallistamista tapahtunut.

Nopeat muutokset pohjavesipinnassa ja kasvillisuudessa heijastavat Tauvonniemen primaarisoiden herkkyyttä ympäristön muutoksille. Ojituksen muuttama sukkessiokehitys näyttää kääntyneen takaisin kohti soiden luontaista kehityssuuntaa. Puustoisella kuviolla 500 hieskoivun vesomisen arveltiin hidastavan soistumista, mutta silmämääräisesti arvioituna tilanne on pysynyt melko vakaana.

Ennallistamisen vaikutuksia kasvihuonekaasutaseisiin seurattiin vuosien 2011 ja 2013 aikana (Laine ym. 2019a). Kaasunvaihdon todettiin palautuneen lähelle luonnontilaisten verrokkien toimintaa.

Tauvonniemen jatkosuunnitelmat

Pääosa Tauvonniemen ojitetuista suokuvioista jätettiin alkuvaiheessa kustannussyistä ennallistamatta, koska ne eivät täyttäneet tutkimuksellisia kriteerejä, kuten soiden keskinäistä vertailukelpoisuutta. Ojitetut vertailusuot jätettiin ennallistamatta, jolloin kokeen edellytykset säilyvät. Seurantoja on tärkeä jatkaa, jotta saadaan pitkäaikaista tietoa maankohoamisrannikon soiden palautumisesta. Tieto on tärkeää paitsi tutkimuksen kannalta myös EU:n ennallistamisasetuksessa asetettujen tavoitteiden valossa.

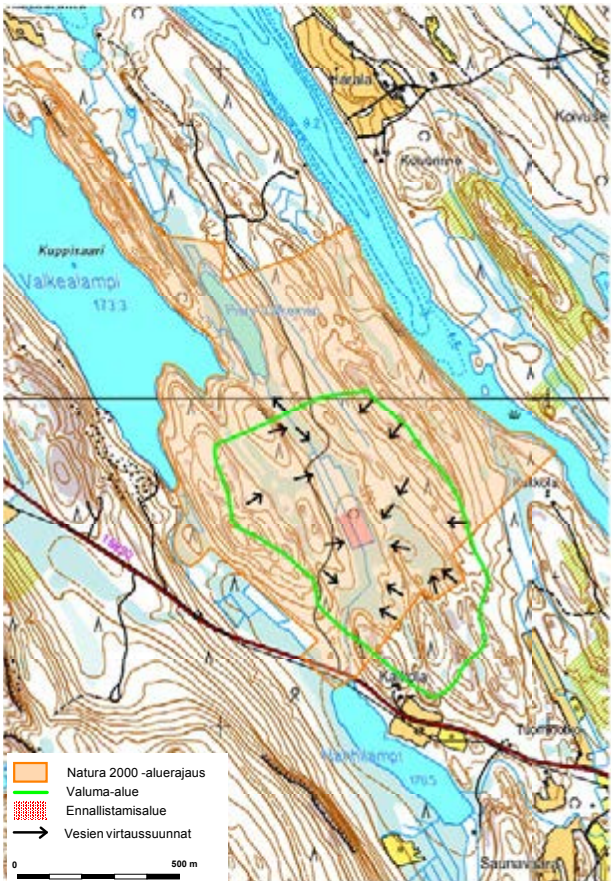
10.2 Suopelto on palautumassa letoksi: Juuan Polvela

Kaija Eisto, Merja Elo, Anna-Riikka Ihantola ja Hanna Kondelin

Juuan Valkealammen alue

Pohjois-Karjalassa, Juuan Polvelassa sijaitsevan Valkealammen kalkkialueen letot ja lehdot ovat olleet kasvitieteellisesti tunnettuja jo lähes sadan vuoden ajan. Aluetta voidaan pitää yhtenä kasvilajistoltaan arvokkaimmista kohteista Suomessa. Pellonraivauksen myötä alueelta on ilmeisesti hävinnyt ainakin nuppisara (*Carex capitata*), jouhiluikka (*Eleocharis quinqueflora*) ja kalkkijalosammal (*Drepanocladus lycopodioides*).

Suojellun Valkealammen alueen pinta-ala on 120 hehtaaria, josta 100 hehtaaria sisältyy Polvelan luontokokonaisuus -Natura-alueeseen (FI0700012) (kuva 66).



Kuva 66. Valkealammen alue. Kartassa näkyy vuosina 2003–2004 ennallistettu osa. Vuonna 2019 ennallistettiin sen pohjoispuolinen osa samasta suopellosta. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Suokasvillisuus on alueella rehevimmillään luode-kaakkosuuntaisissa notkelmissa, joissa on luonnontilaisia lettorämeitä, lehtokorpia ja muita reheviä suotyyppejä. Ravinteisia soita on aikoinaan raivattu pelloiksi ja ojitettu metsätalouden käyttöön. Valkealammen suopeltoja viljeltiin vielä 1980-luvulla, minkä jälkeen ne hoitamattomina taimettuivat ja pensoittuivat. Pensoittuneita suopeltoja oli Valkealammen alueella yhteensä runsaat neljä hehtaaria, useammassa paikassa.

Valkealammen alueella palautettiin entistä suopeltoa takaisin letoksi Metsähallituksen Luontopalvelujen ja silloisen Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen yhteisen Pohjois-Karjalan lehdot, tikkametsät ja luonnonmetsät -LIFE-hankkeen yhteydessä vuosina 2003–2004. Ennallistamista jatkettiin ensin ennallistetun alueen pohjoispuolella vuonna 2019.

Ennallistettava letto

Ennallistamisen tavoitteena oli palauttaa rehevän, pelloksi raivatun suojuotin vesitalous, laajentaa lettopinta-alaa ja lisätä lettokasveille sopivaa elinympäristöä (Kondelin & Eisto 2010). Alueen laajimmasta 2,3 hehtaarin suopellosta työn alle otettiin hehtaari pellon eteläosasta. Ennallistamissuunnitelman laadintaa vaikeutti työn ainutlaatuisuus – kustannusten arviointi etukäteen oli useiden työlajien osalta lähes mahdotonta.

Ennen ennallistamista pellolla kasvoi runsaasti kiiltopajua erityisesti ojien varsilla (kuva 67). Sarat olivat pääosin avoimia, mutta niilläkin kasvoi paikoin pajuja ja hieskoivun taimia matalana pusikkona. Suopellon kasvillisuuden valtalajeja olivat mesiangervo (*Filipendula ulmaria*), nurmilauha (*Deschampsia cespi-*

tosa) ja paikoin suo-orvokki (*Viola palustris*). Seassa kasvoi myös suokelttoa (*Crepis paludosa*), huopaohdaketta (*Cirsium heterophyllum*), rönsyleinikkiä (*Ranunculus repens*), karhunputkea (*Angelica sylvestris*) sekä maitohorsmaa (*Chamaenerion angustifolium*) ja muita kulttuurinsuosijalajeja. Varsinaista lettolajistoa pellolta ei löytynyt.

Ympäristöstä, pellon sara-bryalesturpeesta ja alueen topografiasta päätellen pellon paikalla on joskus ollut erittäin edustava ja rehevä letto. Alkuperäisistä suotyypeistä ja kasvilajistosta ei ole tietoja. Ennallistamiskohteena peltohehtaari oli ihanteellinen, sillä välittömästi sen itäpuolella on luonnontilaista lettorämettä, jolta vedet valuvat pellon kautta etelään kohti Hanhilampea, osittain jopa norona (kuva 68).

Ennallistaminen ja sen ongelmat

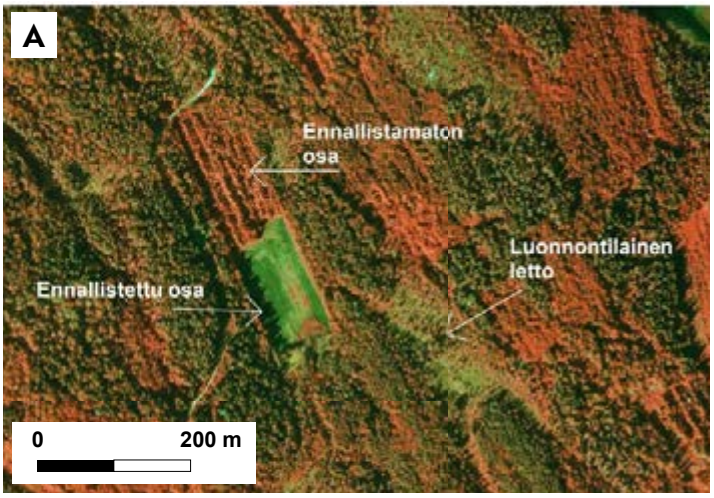
Työt aloitettiin syyskuussa 2003, jolloin pellolta kaadettiin puusto ja raivattiin pensaikko. Puut (noin 25 m^3) kuljetettiin polttopuuksi. Hakkuutähteet, oksat ja raivatut pensaat poltettiin pellolla. Marraskuussa 2003 pellolta kuorittiin kaivinkoneella 25–30 cm:n kerros maatunutta pintaturvetta ja sen mukana rikkakasvien siemenet. Koivujen ja pajujen vesomisen estämiseksi niiden juurakoita poistettiin myös syvemmältä. Samassa yhteydessä kaivinkone täytti suopellon ojat turpeella.

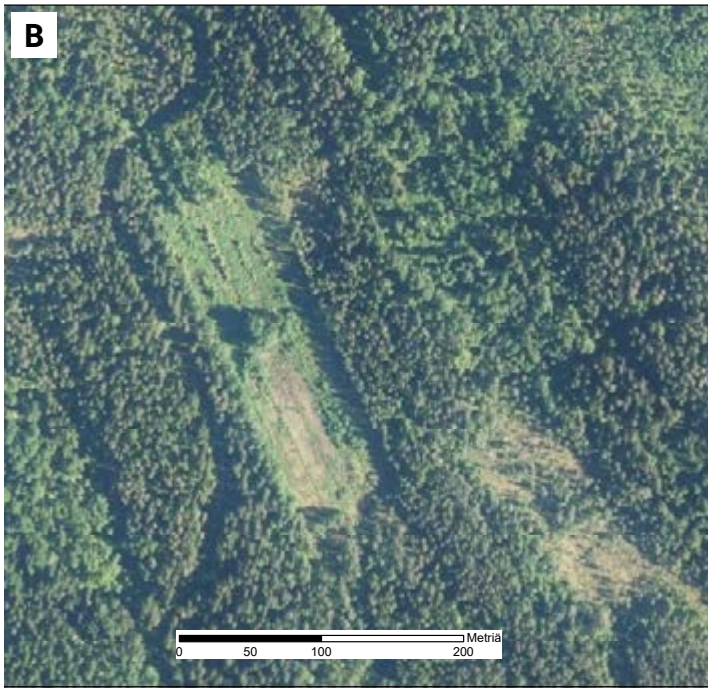
Pintaturve ja juurakot kasattiin kahteen aumaan. Aumojen turve ja juurakot, yhteensä noin 3 000 m^3, kuljetettiin alueelta pois läjitysalueelle, kun maa oli jäätynyt kantavaksi helmikuussa 2004.

Yhden lettohehtaarin ennallistaminen maksoi yhteensä noin 23 000 € vuonna 2003. Kokonaiskustannus muodostui näistä työlajeista: puuston raivaus, risujen poltto, puuston



Kuva 67. Valkealammen umpeenkasvanut pelto toukokuussa 2003, ennen kuin sitä alettiin ennallistaa letoksi. Kuva: Auvo Sapattinen.





Kuva 68. Valkealammen lettopellon seutu ilmakuvalla vuonna 2006 (A). Pellon pohjoisosa ennallistettiin vuonna 2019. Jälkimmäinen ilmakuva on vuodelta 2022 (B). © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013 ja 2025.

kuljetus alueelta, pintaturpeen kuorinta ja kasaus, ajouran tamppaus ja jäädytys, pintaturpeen kuljetus alueelta, läjitysalueen valmistelu ja työnjohto. Turpeen poiskuljetus oli kallista. Kuljetusmatka pellolta metsäautotielle oli lyhyt, mutta läjitysalueet olivat usean kilometrin päässä. Tarkempi tieto työajan menekistä ja kustannuksista työlajeittain on julkaisussa Eisto & Kondelin 2013.

Työn päätyttyä paljas turvepinta oli lähes yhtenäinen. Ongelmakohtia olivat pellon hyllyvä eteläreuna sekä viimeisenä käsitelty aumojen viereinen alue. Niistä pintaturvetta ja juurakkoja ei pystytty poistamaan eikä sarkaojaa täyttämään yhtä hyvin kuin suon kantavammilta osilta, mikä näkyy edelleen kasvillisuudessa ja ilmakuvassa (kuva 68A ja B).

Sarkaojien täyttö onnistui pääsääntöisesti riittävän hyvin (kuva 69). Ongelmakohdaksi osoittautui ennallistetun ja ennallistamattoman pellon raja, jossa sarkaojien vesiä olisi pitänyt ohjata paremmin ennallistetun alueen entisille saroille.

Vesi virtasi edelleen muutamin paikoin ennallistetun osan täytetyissä sarkaojissa. Ennallistamisen tulos olisi todennäköisesti parempi, jos täytettäviin ojiin olisi tehty lisäksi puulla vahvistettuja patoja.

Pellolta etelään laskevaa purouomaa ennallistettiin vuonna 2008, mikä on parantanut veden viipymää alueella.

Ennallistamisen toinen vaihe

Vuonna 2019 ennallistamistöitä jatkettiin pellon pohjoisosassa. Puusto poistettiin konehakkuuna ja sarkaojat täytettiin kaivinkonetyönä. Pintamaata ei poistettu.

Aivan yläjuoksulta ojat jätetiin auki, ettei tulvavaikutus ulotu tielle. Samoin sekä itäettä länsireunan ojaa jätettiin pätkittäin auki lajistoesiintymien suojelemiseksi.







Kuva 69. Pelto ennallistamisen jälkeen kesäkuussa 2004 (A). Ennallistettu letto heinäkuussa 2009 (B). Ennallistettu letto lintuperspektiivistä syyskuussa 2024 (C). Kuvat: Ville Vuorio 2004, Anna-Riikka Ihantola 2009, Maarit Similä 2024.

Ojien täyttö vahvistettiin suodatinkangasvahvisteisilla padoilla. Samalla veden ohjautumista vuoden 2003 ennallistamisalalle parannettiin ja vesi saatiin paremmin pois entisten sarkaojien kohdalta.

Pellon itäreunalla, vuonna 2003 ennallistetulla alalla, letolta tuleva vesi kulkee sarkaojan kohdalla ojamaisesti. Ennallistettu alue ei kestänyt enää kaivinkoneella ajoa, joten tätä ei saatu korjattua.

Hoitoseuranta 21 vuotta ennallistamisen jälkeen

Vuonna 2024 alueella tehtiin suurpiirteinen hoitoseuranta.

- Sarkaojat ovat edelleen notkolla, etenkin itäreunalla. Puutteellinen pintakerroksen kuorinta näkyy siellä lajistossa ja varsinkin puustoisuudessa.
- Yleensä ottaen alue on vettynyt kohtalaisesti, vaikka täytetyt ojat erottuvat edelleen matalina uomina ja johtavat siten myös vettä.
- Erityisesti tukittujen ojien kohdalle on kasvanut paikoin pajua sekä harmaalepän, koivun, kuusen ja männyn taimia.
- Jatkohoidon tarvetta on syytä seurata, mutta toistaiseksi sarat ovat pysyneet verrattain avoimina eikä puuston poistoa pidetty vielä vuonna 2024 tarpeellisena.

Kasvillisuusseurannat 2002–2024

Ongelmista huolimatta pellon kasvillisuus näyttää vähitellen palautuvan kohti leton kasvillisuutta.

Kasvillisuuden palautumista on seurattu yhdeksällä ennallistetun alueen seurantaruudulla ja kolmella kontrolliruudulla. Kolmelle peltosaralle perustettiin vuonna 2002 yhdeksän yhden neliömetrin kasvillisuuden seurantaruutua, joiden putkilokasvi- ja sammallajit sekä niiden peittävyydet määritettiin ennen ennallistamista vuonna 2002 ja ennallistamisen jälkeen vuosina 2004–2007 (Kondelin & Eisto 2010), 2012 ja 2024.

Ennallistamisen jälkeen jouduttiin aluksi tyytymään usein sukutason määrityksiin, koska siementaimet sekä sammalten alkeisvarsikot ja hyvin pienet versot ovat hankalia määritettäviä.

Pellon itäpuolisella luonnontilaisella letolla on kolme kontrolliruutua, joilta seuranta on tehty vuosina 2002, 2007 ja 2024.

Putkilokasvilajiston muutokset

Seuranta- ja kontrolliruutujen putkilokasvien yhteisörakenteen muutosta tarkasteltiin NMDS-analyysilla. Aineistosta poistettiin muut kuin lajitason havainnot sekä ne lajihavainnot, joita oli koko aineistossa vain yksi, koska tällaisilla havainnoilla on hyvin suuri vaikutus NMDS:än. Siten putkilokasviyhteisön analyysiin jäi 76 lajia.

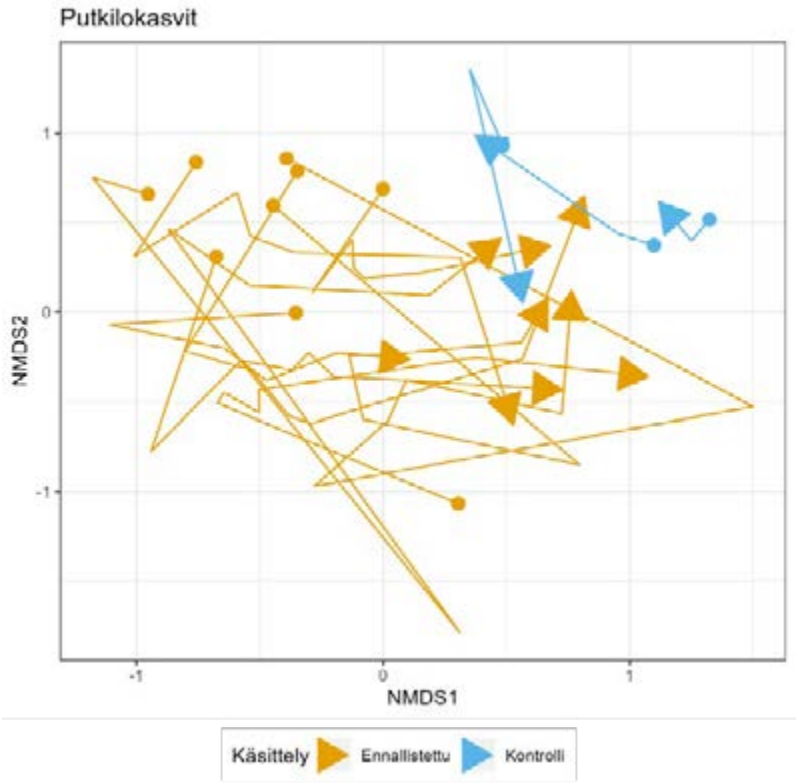
Ennallistaminen johti 21 vuoden kuluessa putkilokasviyhteisön muuttumiseen samankaltaisemmaksi luonnontilaisen leton putkilokasviyhteisön kanssa (kuva 70). Muutos ei kuitenkaan ollut suoraviivaista, kuten alla tarkemmin kuvataan.

Ennen ennallistamista kenttäkerroksen runsaimmat lajit olivat mesiangervo, nurmirölli (*Agrostis capillaris*), nurmilauha ja kastikat (*Calamagrostis* spp.). Pintaturpeen kuoriminen poisti lähes kaiken paikalla olleen kasvillisuuden, ja ennallistamisen jälkeen kasvillisuus kehittyi paljaalle turpeelle pääasiassa muualta tulleista siemenistä ja itiöistä.

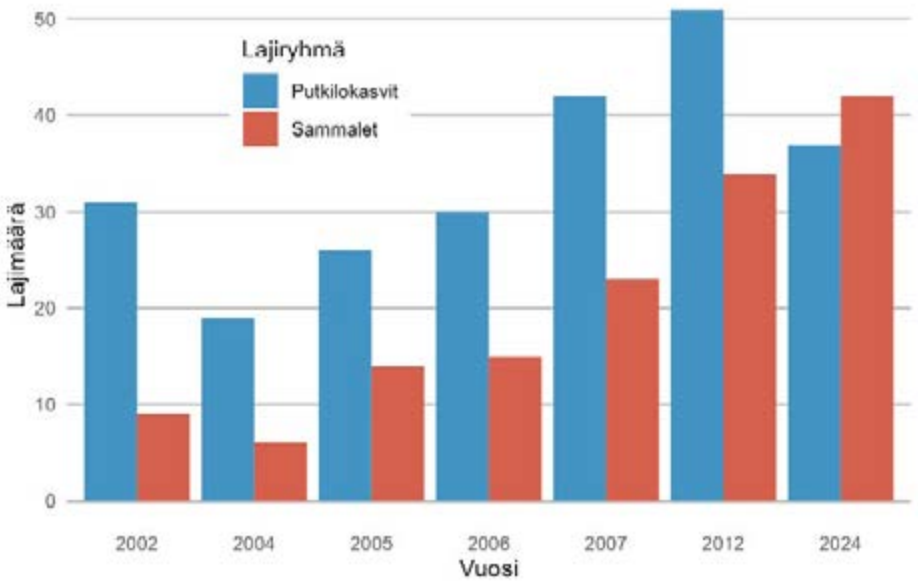
Tosin järviruoko (*Phragmites australis*) syväjuurisena lajina palasi ennallistetulle alueelle kuoritun turpeen alla säilyneistä juurakoista.

Ensimmäisinä vuosina ennallistamisen jälkeen kasvillisuus levisi alueelle hitaasti. Varsinkin kuivina kesinä kasvien itäminen kovalla, kuivalla turpeella oli vähäistä, eivätkä monetkaan taimet säilyneet elossa.

Kahdeksassa vuodessa ennallistamisen jälkeen (2004–2012) putkilokasvien lajimäärä nousi 20 lajista 54 lajiin ja keskimääräinen peittävyys nousi 16 prosentista 35 %:iin (kuva 71).



Kuva 70. Putkilokasviyhteisö ennallistetun alueen seurantaruuduilla (oranssi) ja luonnontilaisella letolla (sininen) ennen ennallistamista vuonna 2002 (piste) ja 21 vuotta ennallistamisen jälkeen (nuolen pää). Yhtenäinen viiva kuvaa ruudun yhteisön muutosta seurannan kuluessa. Mitä lähempänä ruutujen symbolit ovat toisiaan, sitä samankaltaisempia niiden yhteisöt ovat (kuvaajan luotettavuutta kuvaava stressitaso = 0,213).



Kuva 71. Putkilokasvi- ja sammallajien kokonaismäärä seurantaruuduilla ennen ennallistamista (2002) ja ennallistamisen jälkeen (2004–2024).

Osa tänä aikana (2004–2012) seurantaruuduille ilmestyneistä lajeista (28 kpl) ei kuitenkaan muodostanut pysyviä kasvustoja eikä niitä havaittu enää 21 vuotta ennallistamisen jälkeen. Tällaisia olivat esimerkiksi röllit (*Agrostis* spp), nurmilauha ja niittysuolaheinä (*Rumex acetosa*). Niitä esiintyi ennallistamisen jälkeen vain muutamalla ruudulla ja niiden peittävyys oli hyvin alhainen (keskimäärin alle 2 %). Nämä ovat pelto- tai niittylajeja, joiden oli ennallistamisen tavoitteiden kannalta hyväkin hävitä.

Toisaalta esimerkiksi rantavihvilän (*Juncus alpinoarticulatus*) peittävyys oli yhdellä ruudulla 40 % vuonna 2005.

Yleisin ennallistamisen jälkeen havaituista mutta sittemmin ruuduilta hävinneistä lajeista oli kiiltopaju (*Salix phylicifolia*). Se esiintyi kaikilla ruuduilla kaksi vuotta ennallistamisen jälkeen, joskin alhaisella peittävyydellä. Tukittujen ojien laitamilla sitä kasvaa edelleen.

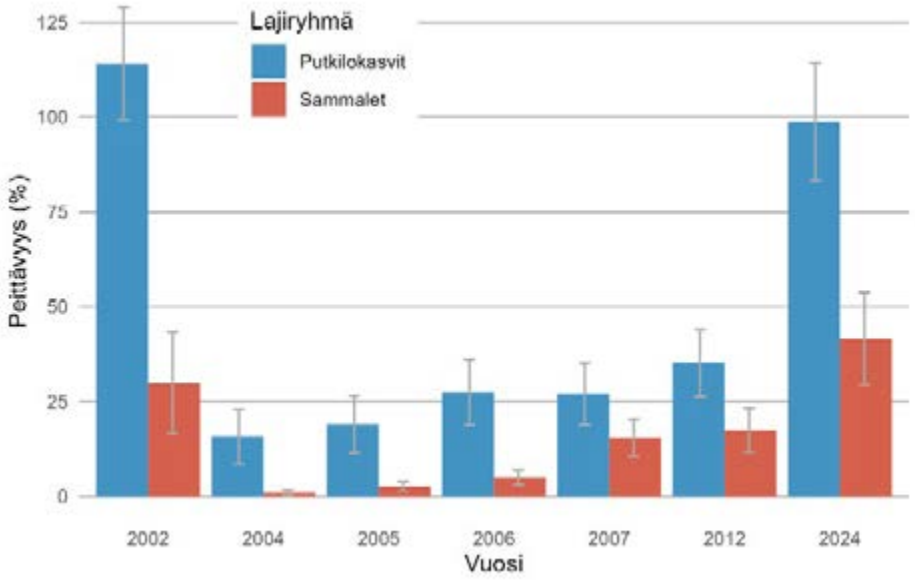
Seurantavuotena 2024, 21 vuotta ennallistamisen jälkeen, putkilokasvien lajimäärä oli yhteensä alle 40, mutta peittävyys oli lähes 100 % (kuvat 71 ja 72).

Seurantaruuduilla havaitut lajit muodostivat jonkinlaisia kasvustoja ja ne näyttivät vakiintuneen alueelle. Keskiravinteisten ja ravinteisten soiden laji, villapääluikka (*Trichophorum alpinum*), havaittiin ensimmäisen kerran vuonna 2007, ja 21 vuotta ennallistamisen jälkeen se oli yksi runsaimmista seurantaruutujen putkilokasveista.

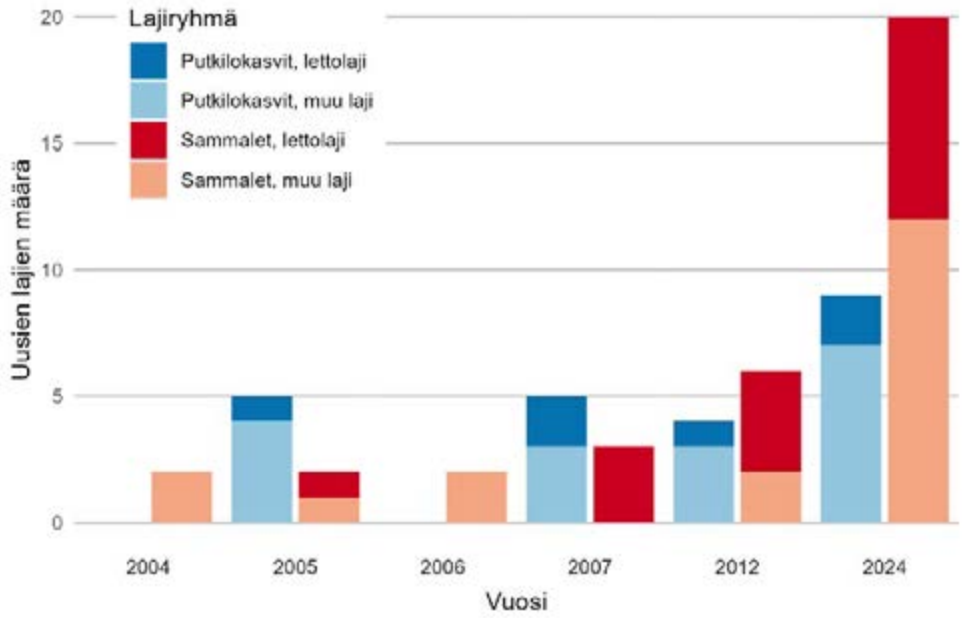
Myös kalkinsuosija keltasara (*Carex flava*), rätvänä (*Potentilla erecta*) ja järviruoko ovat runsastuneet 21 vuoden aikana.

Ennallistetun leton seurantaruuduille asettui yhteensä 23 peltovaiheessa havaitsematonta putkilokasvilajia, jotka havaittiin myös vuonna 2024 (kuva 73). Näistä 6 on varsinaisia lettolajeja. Uusia lettolajeja löydettiin vielä vuonna 2024. Kaiken kaikkiaan lajien levittäytyminen näyttäisi noudattavan muutaman lajin vuositahtia.

Ennallistetun alueen itäpuolella sijaitsevilla luonnontilaisilla kontrolliruuduilla kasvavista lajeista monet ovat levittäytyneet lettopellon koealoille, mutta eivät kuitenkaan kaikki. On mielenkiintoista seurata, ilmestyvätkö muun muassa siniheinä (*Molinia caerulea*), tuppisara (*Carex vaginata*), raate (*Menyanthes trifoliata*) ja tikankontti (*Cypripedium calceolus*) tulevina vuosina ennallistetulle alueelle.



Kuva 72. Putkilokasvi- ja sammallajien peittävyyden (%) keskiarvo ja keskiarvon keskivirhe seurantaruuduilla ennen ennallistamista (2002) ja ennallistamisen jälkeen (2004–2024).



Kuva 73. Sellaisten putkilokasvi- ja sammallajien määrä, joita ei havaittu seurantaruuduilla ennen ennallistamista, ennallistamisen jälkeen (2004–2024).

Sammallajiston muutokset

Ennallistetun lettopellon seurantaruuduilta on kaikkien seurantavuosien aikana määritetty 69 sammaltaksonia. Useimmat sammalet pystyttiin määrittämään lajilleen, mutta osan määritys jouduttiin jättämään sukutasolle.

Myös sammalien yhteisörakenteen muutosta tarkasteltiin NMDS-analyysilla. Aineistosta poistettiin muut kuin lajitason havainnot sekä ne lajihavainnot, joita oli koko aineistossa vain yksi. Tämän jälkeen sammalyhteisön analyysiin jäi 42 lajia.

Sammalyhteisö muuttui samankaltaisemmaksi luonnontilaisen leton sammalyhteisön kanssa ennallistamisen jälkeen (kuva 74).

Ennen ennallistamista lettopellon pohjakerroksen sammallajisto oli paikoin niukka: seurantaruuduilla kasvoi 9 sammallajia (kuva 71) ja sammalien yhteispeittävyys oli keskimäärin 30 % (kuva 72) (vaihteluväli 0–100 %).

Neljä vuotta ennallistamisen jälkeen sammallajeja oli 22 ja niiden peittävyys oli keskimäärin 16 %.

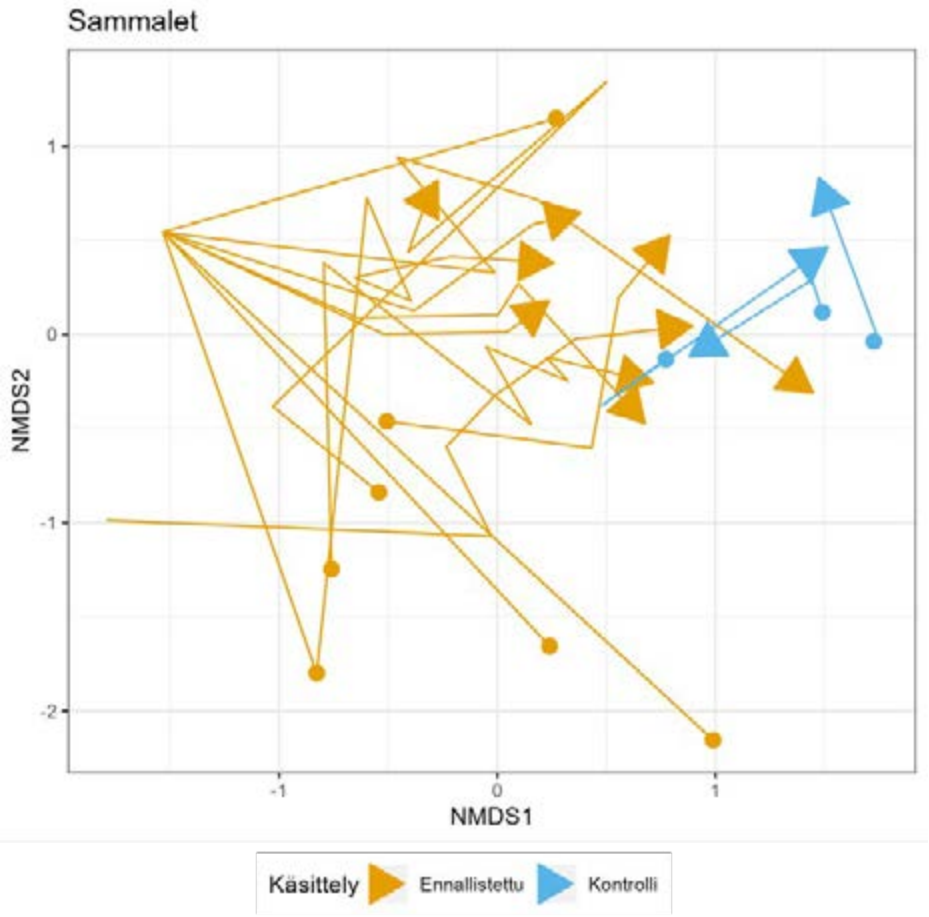
21 vuotta ennallistamisen jälkeen lajimäärä oli kasvanut 42:een ja pohjakerroksen peittävyys oli 42 %, mikä on huomattavasti pienempi kuin luonnontilaisten kontrolliruutujen sammalten keskimääräinen peittävyys (74 %). Pohjakerroksen kasvillisuus on siis kehittynyt hitaasti, ja muutos lajistossa ja lajien runsaudessa jatkuu edelleen.

Useat peltovaiheen lajit, kuten lehtohaivensammal (*Cirriphyllum piliferum*), hävisivät ennallistamisen jälkeen. Toisia lajeja, kuten nuokkuvarstasammalta (*Pohlia nutans*), havaittiin vain muutamalla seurantakerralla ennallistamisen jälkeen. Lajeja, joita havaittiin ennallistamisen jälkeisinä vuosina (2004–2012) mutta ei enää vuonna 2024, oli yhteensä 15.

Ennallistetulle alueelle asettui seurantaruutujen perusteella kaikkiaan 35 peltovaiheessa havaitsematonta sammallajia, joista 16 oli varsinaisia lettolajeja (kuva 73).

Palanneita ja hiljalleen runsastuneita lajeja ovat muun muassa hetehiirensammal (*Ptychostomum weigelii*) ja lehväsammalet (Mniaceae).

Lettojen sammallajistosta nopeimmin, jo kaksi vuotta ennallistamisen jälkeen, seurantaruuduille ilmestyi lettohiirensammal (*Ptychostomum pseudotriquetrum*). Sen jälkeen lajia on havaittu ruuduilla jokaisella seurantakerralla.



Kuva 74. Sammalyhteisö ennallistetun alueen seurantaruuduilla (oranssi) ja luonnontilaisella letolla (sininen) ennen ennallistamista vuonna 2002 (piste) ja 22 vuotta ennallistamisen jälkeen (nuolen pää). Mikäli pistettä ei ole, ruudulla ei vuonna 2002 ole ollut sammalia. Yhtenäinen viiva kuvaa ruudun yhteisön muutosta seurannan kuluessa. Mitä lähempänä ruutujen symbolit ovat toisiaan, sitä samankaltaisempia niiden yhteisöt ovat (kuvaajan luotettavuutta kuvaava stressitaso = 0,123).

21 vuotta ennallistamisen jälkeen toinen tyypillinen lettolaji, heterahkasammal (*Sphagnum warnstorfii*), oli koko seuranta-aineiston runsain sammallaji. Hyvin pieni heterahkasammalkasvusto havaittiin seurantaruuduilla ensimmäisen kerran vuonna 2012, minkä jälkeen laji on runsastunut merkittävästi.

Muita ennallistetulla alueella kasvavia lettosammalia ovat mm. lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*), lettokehräsammalryhmä (*Moerckia hibernica* s.l.), lettosirppisammal (*Scorpidium cossonii*) ja kirjorahkasammal (*Sphagnum subnitens*).

Lettolajien yhteispeittävyys viimeisenä seurantavuonna oli keskimäärin 27 % (vaihteluväli 0–98,2 %).

Ennallistetun alueen itäpuolella sijaitsevilla luonnontilaisilla kontrolliruuduilla runsaimpia lajeja ovat lettoväkäsammal, lettosirppisammal, rimpisirppisammal (*Scorpidium revolvens*) ja heterahkasammal, joita kasvaa myös ennallistetulla alueella. Sen sijaan matosammal (*Drepanocladus trifarium*), lettolierosammal (*Scorpidium scorpioides*) ja kultasammal (*Tomentypnum nitens*) eivät ole (vielä) levinneet ennallistetulle alueelle.

Johtopäätökset

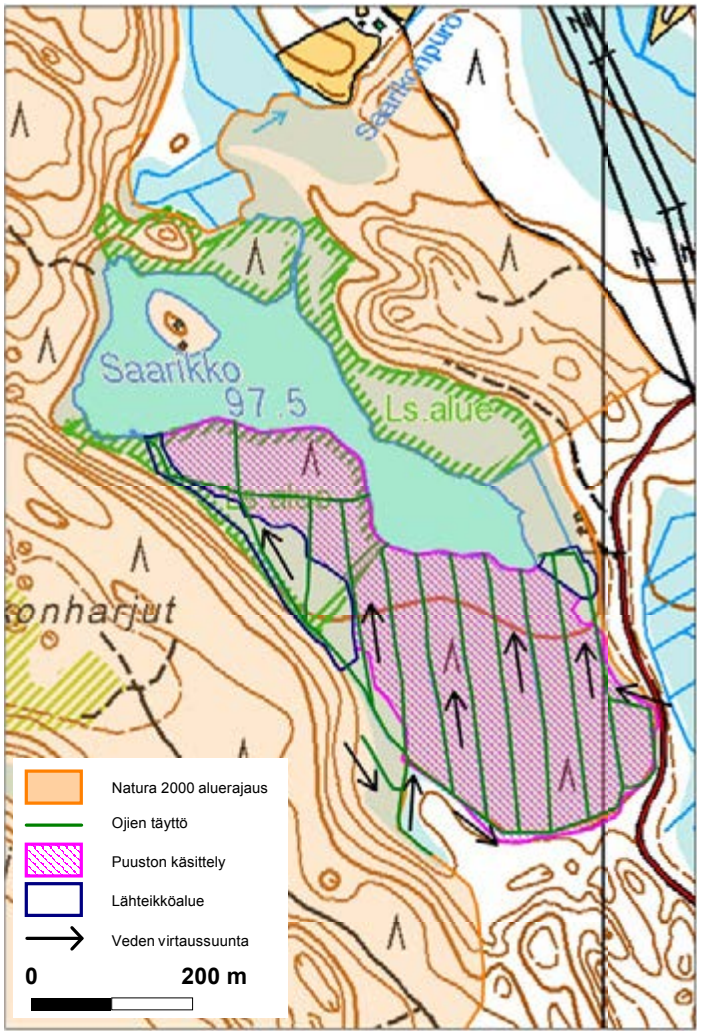
Seuranta-aineiston perusteella lettolajisto on palaamassa ennallistetulle lettopellolle. Vuoden 2024 havaintojen perusteella leton palautumiskehitys vaikuttaa lupaavalta.

10.3 Letto- ja lähdelajisto ennallistetulla suolla: Joroisten Saarikkolammensuo

Jari Ilmonen, Tuula Kurikka ja Maarit Similä

Suon kuvaus ja historia

Saarikkolammensuo sijaitsee Joroisissa, Etelä-Savossa, Tervaruukinsalon monimuotoisella ja arvokkaalla harjualueella (Natura-alue FI0500023). Alueen kallioperässä esiintyy paikoin karbonaatti- ja dolomiittikalkkilinssejä, ja alueella tavataan kalkinsuosija- ja kalkinvaatijalajeja. Saarikkolammen pohjaan on vuosisatojen kuluessa kerrostunut pohjavesien kuljettamaa kalkkiliejua, ja lammen vesi on lievästi emäksistä.



Kuva 75. Saarikkolammensuon ennallistamistoimenpiteet. Lähteisiä alueita on suon itä- ja länsiosassa. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Alun perin Saarikkolampea ympäröivät suoalueet ovat olleet pääosin lettorämeitä ja -korpia, vain paikoin on esiintynyt avoimia lettoja. Kalkkipitoisuuden ja etenkin suon länsiosaan purkautuvien lähteiden (kuva 75) ansiosta suolle on kehittynyt monimuotoinen ja arvokas kasvillisuus. Lammen rannalla kasvaa erittäin uhanalaista taarnaa (*Cladium mariscus*) Manner-Suomen ainoalla kasvupaikallaan. Suolla tavataan myös mm. erittäin uhanalaista suoneidonvaippaa (*Epipactis palustris*), vaarantuneita veripunakämmekkää (*Dactylorhiza incarnata* ssp. *cruenta*), kaitakämmekkää (*D. traunsteineri*) ja röyhysaraa (*Carex appropinquata*), hetesaraa (*C. acutiformis*) sekä alueellisesti uhanalaista lettovillaa (*Eriophorum latifolium*). Lettorikkoakin (*Saxifraga hirculus*) on suolla esiintynyt, mutta sitä ei ole havaittu 1980-luvun alkupuolen jälkeen. Sammallajistoon kuuluvat mm. silmälläpidettävät pohjanhuurresammal (*Palustriella decipiens*) ja kiiltosirppisammal (*Hamatocaulis vernicosus*) sekä erittäin uhanalainen kalkkilähdesammal (*Philonotis calcarea*) Manner-Suomen eteläisimmällä kasvupaikallaan. Lettoisuuden ja lähteisyyden lisäksi Saarikkolammensuo viettää kohti lampea.

Saarikkolampea ympäröivän suoalueen etelä- ja länsiosa ojitettiin vuonna 1970. Lajistoltaan arvokkaan suon kuivumisesta huolestuneet paikalliset luonnonsuojelijat patosivat ojat suon arvokkaimmalla osalla, ja alueelle perustettiin vuonna 1972 yksityismaan luonnonsuojelualue. Padot eivät kuitenkaan riittäneet estämään suota kuivumasta, ja 1990-luvulle tultaessa alue oli jo valtaosin turvekangasta tai pitkälle edennyttä muuttumaa, jossa kasvoi erittäin tiheä puusto. Avointa tai harvapuustoista lettoa oli jäljellä lähinnä kapeal-

la kaistaleella lammen rannassa. Etelä-Savon ympäristökeskus laati alueelle ennallistamissuunnitelman (Laitinen 1997). Pääosa suosta, mukaan lukien aiemmin perustettu yksityinen suojelualue, hankittiin valtiolle luonnonsuojelualueeksi vuonna 1998.

Ennallistaminen

Noin 26 hehtaarin laajuinen alue Saarikkolammen ympärillä siirtyi Metsähallituksen hallintaan vuonna 2000, minkä jälkeen Metsähallitus aloitti suon ennallistamisen. Tällöin päätettiin ennallistaa myös alueella esiintyvät useat lähteet, joiden purkautumispaikkoja oli runsaasti ojissakin. Suunnitelmaa tarkennettiin käyttämällä ennen ojitusta otettuja ilmakuvia sekä Metsähallituksessa jo kertyneitä ennallistamiskokemuksia.

Suo ennallistettiin kahdessa vaiheessa vuosina 2000 ja 2001. Työ aloitettiin suon itäosasta. Aluksi syksyllä 2000 metsurit raivasivat ojalinjojen sekä sarkojen nuoren puuston, minkä jälkeen ojat tukittiin kaivinkonetyönä (kuva 75). Lopuksi järeämpi puusto hakattiin saroilta koneellisesti joulukuussa. Suo ei jäätynyt työmaan aikana, mutta pahoilta koneiden urajäljiltä kuitenkin vältyttiin. Vesi nousi heti joulukuussa 2000 suon pintaan kaakkoisosassa, jossa on itäpuolen ainoa lähteikköinen alue.

Seuraavana keväänä suon kaakkoisosa, samoin kuin lammen rannat, olivat hyvin märkiä, mutta vetisyys tasaantui kesän mittaan. Näillä alueilla havaittiin heti ensimmäisenä kesänä rätvänän ja ojakellukan (*Geum rivale*) runsastuminen. Keskiosassa vettyminen ei kuitenkaan levinnyt ojalinjojen ulkopuolelle ja koivu alkoi vesoa voimakkaasti.

Suon länsiosa oli vaikeampi ennallistaa: siellä on runsaasti lähteitä, joten suo pysyy talvisinkin sulana. Alikasvospuusto poistettiin metsuri- ja konetyönä syksyllä 2001, ja sarkavälien järeä puusto hakattiin helmi-maaliskuussa 2002 metsurityönä. Lokakuussa 2001, ennen järeän puuston hakkaamista, ojat tukittiin kaivinkoneella, mutta ojissa sijaitsevat lähteiden purkautumiskohdat jätettiin tukkimatta. Työkoneet upposivat paikoin märimmissä kohdissa pehmeään turpeeseen ja jättivät jälkeensä syvät urat. Kaikkia lammen rannan tuntumassa sijaitsevia ojia ei voitu tukkia, koska siellä kaivinkone ei olisi pysynyt pinnalla. Kohteen märkyyden ja runsaan lähteisyyden huomioon ottaen maastovauriot ja koneiden urat jäivät silti vähäisiksi.

Runsaslähteinen alue Saarikonharjun juurella, suon lounaisosassa, alkoi vettyä voimakkaasti heti ojien tukkimisen jälkeen (kuva 76). Lähteiden purkautumiskohtien ympärille muodostui laajoja lammikoita lähdeveden levitessä suon pinnalle (kuva 77A). Parin vuoden kuluessa lammikot vähitellen kutistuivat,



Kuva 76. Saarikkolammensuo ennallistamisen jälkeen. Ilmakuva on otettu kesäkuussa 2006. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.







Kuva 77. Länsiosan ennallistamisalueen ojassa sijaitseva lähde toukokuussa 2003, vuosi ennallistamisen jälkeen (A), toukokuussa 2010, kahdeksan vuotta ennallistamisen jälkeen (B) sekä elokuussa 2024, 23 vuotta ennallistamisen jälkeen (C). Kuvat A ja B: Jari Ilmonen, kuva C: Maarit Similä.

kun vesi löysi vanhat lähdepurouomat (kuva 77B). Ensimmäisen viiden vuoden aikana pohjavesi haki purkautumis- ja virtauspaikkojaan suolla, mutta runsaat 20 vuotta ennallistamisen jälkeen kaikki alueen lähteiköt ja tihkupinnat näyttävät luonnontilaisen kaltaisilta. Kasvava puusto ja muu kasvillisuus ovat lisänneet kenttä- ja pohjakerroksen varjostusta (kuva 77 C).

Lähes kaikki suon ennallistamisen kustannukset katettiin puunmyyntituloilla. Järeämmän puun lisäksi suolta kertyi runsaasti hakepuuta myytäväksi. Metsurityöaikaa kohteella kului kahtena vuonna yhteensä noin neljän työkuukauden verran. Järeän puuston kaatamiseen motolla kului yhteensä muutama päivä. Kaadetun puuston lähikuljetus vei aikaa yhteensä lähes kuukauden, koska kuljetettavaa – erityisesti hakepuuta – kertyi paljon ja koska hyllyvällä suolla ei voinut kuljettaa täysiä kuormia. Ojien tukkiminen kaivinkonetyönä vei yhteensä vajaan viikon.

Ennallistamisen vaikutukset letto- ja lähdekasvillisuuteen

Silmämääräisesti arvioiden suosammalet ja monet lettolajit, esimerkiksi lettovilla ja röyhysara, ovat runsastuneet. Taarnakasvustokin on ennallaan, joskin sen fertiilien yksilöiden määrä vaihtelee vuosittain voimakkaasti.

Vuosina 2003, 2005 ja 2010 tehtyjen seurantakäyntien havaintojen perusteella länsiosan täytettyyn ojaan syntyneessä uudessa lähdenorossa silmälläpidettävän pohjanhuurresammalen kasvustot runsastuivat voimakkaasti muiden lähdesammalten, mm. hetehiirensammalen (*Ptychostomum weigelii*), ohella (kuva 78). Vuosien 2021 ja 2024 seurantakäynneillä vaikutti kuitenkin, että putkilokasvillisuuden ja varjostuksen lisääntyessä pohjanhuurresammal on jälleen niukentunut norossa. Läntisessä korpilaiteessa vaarantuneen harsosammalen (*Trichocolea tomentella*) kasvustot voivat hyvin.



Kuva 78. Täytettyyn ojaan ennallistamisen jälkeen syntyneessä lähdenorossa lähdesammalet alkoivat elpyä nopeasti. Kahdeksan vuotta ennallistamisen jälkeen valtalajina oli kuvassa vihreänä näkyvä korpilehväsammal (*Plagiomnium elliptic-um*), seassa kasvoi runsaana myös punaista hetehiirensammalta sekä niukempana pohjanhuurresammalta. Kuva: Jari Ilmonen 2010.

Ennallistamisen vaikutukset lähteikköjen pohjaeläimiin

Ennallistamisen lähteikköjen pohjaeläinyhteisöihin kohdistuvien vaikutusten seuraamiseksi länsiosan lähdepurkaumissa tehtiin pohjaeläinselvitys vuonna 2001, ennen ennallistamista, ja ennallistamisen vaikutuksia on seurattu vuosina 2003, 2005, 2010 ja 2021 (Ilmonen ym. 2006, Ilmonen ym. 2013). Pohjaeläinseuranta on tehty vakioidulla menetelmällä, ja Saarikkolammensuon ennallistamisalueen ojiin purkautuvien ja luonnontilaisen kaltaisten lähteiden lisäksi samaan aikaan ja samalla menetelmällä on seurattu neljää luonnontilaisen kaltaista lähteikköä Lounais-Suomessa.

Pohjaeläinten näytteenottopaikoilta ja itse lammesta otettiin vesinäytteet ennen ennallistamista, ja veden laatua (pH, sähkönjohtokyky) ja lämpötilaa on seurattu myös ennallistamisen jälkeen maastokäyntien yhteydessä. Saarikkolammensuon pohjaeläinseuranta on tiettävästi maailman ensimmäinen lähteissä tehty toistettu ja kontrolloitu ennen-jälkeenseuranta.

Ennen ennallistamista pohjaeläinyhteisöt olivat keskenään samankaltaiset Saarikkolammensuon ojalähteissä ja luonnontilaisen kaltaisissa lähteissä Lounais-Suomessa. Kaikissa oli luonnontilaisille lähteiköille tyypillistä lajistoa. Ennallistamisen jälkeen lähdelajit, esimerkiksi lähdekorri (*Nemurella pictetii*), taantuivat lähes kaikissa Saarikkolammen alueen lähteissä ja eräät pintavesille tyypillisemmät lajit, kuten *Psectrotanypus varius* -surviaissääski, runsastuivat räjähdysmäisesti. Lähdelajien osuuden taantuminen oli havaittavissa vielä vuonna 2005, mutta vuonna 2010 lähdelajien osuus koko yhteisöistä oli lähempänä alkutilaa (Kurikka & Ilmonen 2013) ja pintavesilajit olivat taantuneet.

Vuonna 2021 pohjaeläinaineisto kerättiin ja määritettiin, mutta tuloksia ei ole analysoitu. Lajien runsauksia tarkastelemalla tilanne vaikuttaa kuitenkin olevan runsaiden lajien osalta samankaltainen vuosien 2001 ja 2010 tulosten kanssa. Esimerkiksi lähdekorri oli lähteissä luontaisen runsas ja ennallistamisen jälkeen runsastunut pintavesilaji, *Psectrotanypus varius* -surviaissääski, oli hävinnyt näytteistä kokonaan.

Ennallistaminen aiheutti lähteiden kannalta voimakkaita ympäristömuutoksia: ennen kaikkea veden laadun muutoksia, mutta myös valoisuus lisääntyi. Sekä ojissa oleviin että luonnontilaisiin lähteisiin tuli huomattavasti kiintoaineita, mikä johti mm. veden humuksisuuden ja kemiallisen hapenkulutuksen kasvamiseen ja sen seurauksena veden happipitoisuuden voimakkaaseen laskuun sekä metallien pitoisuuksien kasvuun ennallistamista seuraavan vuoden aikana. Muutokset lammen veden laadussa olivat samansuuntaisia, mutta vähäisempiä.

Tämä fysikaaliskemiallinen stressi oli syynä pohjaeläinyhteisöjen muutoksiin ennallistamisen jälkeen. Lisäksi ensimmäisen vuoden aikana suolle syntyneissä lammikoissa lisääntyneet pintavesilajit levittäytyivät tehokkaasti myös ennallistamisalueen lähteisiin muuttaen lajiston runsaussuhteita. Saarikkolammensuolla lähteiköt ovat lähekkäin ja osin myös maanalaisessa yhteydessä toisiinsa, minkä vuoksi voimakkaita muutoksia tapahtui myös ennallistamisalueen luonnontilaisen kaltaisissa lähteissä. Yhteisömuutokset olivat kuitenkin vähäisiä kontrollialueella Lounais-Suomessa, mistä voidaan päätellä yhteisömuutosten johtuneen ennallistamisesta. Tulevien seurantahankkeiden kannalta tärkeä havainto olikin se, että vaikutusten havaitsemiseksi käsittelemättömiä ja aidosti riippumattomia kontrollikohteita on oltava riittävän kaukana ennallistamisalueelta. Ilman ennallistamisalueen ulkopuolisia kontrollikohteita vaikutuksia ei olisi voitu erottaa luontaisesta vaihtelusta.

Johtopäätökset

Suo

Ennallistetulla suolla tehtiin hoitoseuranta kesäkuussa 2010, jolloin ensimmäisistä toimenpiteistä oli kulunut 10 vuotta.

- Suon vesitalouden arvioitiin ennallistuneen länsiosassa keskimäärin hyvin, mutta itäosa ei ole vettynyt riittävästi: vesi ei ole levinnyt ojalinjoilta tasaisesti saroille.
- Kuivemmiksi jääneillä osilla koivun vesominen on ollut voimakasta.
- Monet lettojen putkilokasvi- ja sammallajit, samoin kuin vähemmän vaatelias suokasvillisuus, näyttävät runsastuneen ennallistamisen jälkeen.

Vuoden 2024 hoitoseurannan perusteella

- Aiemmalla hoitoseurantakäynnillä vettymättä jääneeksi havaittu osa suosta on edelleen kuivaa, ja alueella on paikoin tiheää puustoa.
- Saarikkolammen rantamilla taarnan, kalkkilähdesammalen ja suoneidonvaipan esiintymät ovat ennallaan.

Lähteiköt

- Ennallistaminen nosti lähteikköisen länsilaidan vedenpinnan korkeutta ja palautti lähdeveden purkautumista ja virtausta alkuperäisille paikoilleen. Ennen ennallistamista osa lähteistä oli enää purkautumispaikkoja ojan pohjilla.
- Lähteikköjen pohjaeläinten kannalta Saarikkolammensuon tapaus on varoittava esimerkki voimakkaiden ennallistamistoimien aiheuttamista riskeistä. Ennallistamisen seurauksena syntyvä vesistökuormitus voi olla vakava haittatekijä lähteikköjen lähiympäristössä toimittaessa, joskin lajisto vaikuttaa palautuvan muutoksista noin 10 vuodessa.
- Äkillistä ja voimakasta ennallistamista kannattaa välttää lähteiköissä, joissa elää harvinaisia ja vaateliaita lähdelajeja. Vedenpintaa on suositeltavampaa nostaa vähän kerrallaan (Eskelinen & Juutinen 2023, Ilmonen 2023).
- Perusteellinen lajistoselvitys olisi syytä tehdä aina ennen ennallistamista, jottei harvinaisten tai uhanalaisten lähdelajien esiintymistä vaaranneta, jos kyseessä on monipuolinen tihkupintalähteikkö etenkin hemi- tai eteläboreaalisella vyöhykkeellä sekä Satakunnassa ja Etelä-Pohjanmaalla (Ilmonen 2023).
- Toisaalta seuranta osoittaa myös lähteikköjen pohjaeläinyhteisöjen toipumiskykyä. On ilmeistä, että Saarikkolammensuon lähteikköjen pohjaeläinyhteisöt olivat ennallistamiseen mennessä palautuneet vuoden 1970 ojituksesta luonnontilaisten lähteikköjen kaltaisiksi, ja jo vuoteen 2010 mennessä ne olivat alkaneet palautua vuoden 2001 tilanteen suuntaan.
- Vuonna 2024 länsilaidan lähteikköjen tila oli silmämääräisesti arvioiden hyvä. Kasvillisuus oli täyttänyt ennallistamista varten avatut urat ja harsosammalkasvustot näyttivät hyvinvoivilta.

23 vuotta ennallistamisen jälkeen

Osa lounaiskulman pohjukkaan tulevasta vedestä johtunee edelleen ajouria tai muita ihmisen tekemiä uomia pitkin rinteen alla pohjoiseen, jolloin ne ohittavat suon. Ennallistamisen täydentäminen lienee kuitenkin vaikeaa. Pienillä toimenpiteillä tilannetta ei pystytä parantamaan, ja isot korjaukset voivat aiheuttaa uudelleen häiriöitä suon lähteisen länsilaidan vesitaloudelle ja lajistolle.

Jos vesitaloutta saataisiin huolellisesti suunnitelluilla toimenpiteillä parannettua, haihduttavaa puustoa olisi tarpeen vähentää toistamiseen.

10.4 Ennallistetun leton kasvillisuuden pitkäaikainen kehitys Kiimingin Vehmaansuolla

Sakari Rehell

Kiimingin Vehmaansuo on noin 12 hehtaarin laajuinen, voimakkaasti kalkkivaikutteinen lettosuo, joka kuuluu Kiimingin lettoalueen suojelukokonaisuuteen. Se on keskiosistaan ruoppaista rimpilettoa, reunamilla on letto-rämeitä ja kankaan reunoilla letto- ja lehto-korpia. Suon länsi- ja keskiosat ojitettiin noin vuonna 1990. Pian tämän jälkeen suo hankittiin valtiolle suojelutarkoituksiin.

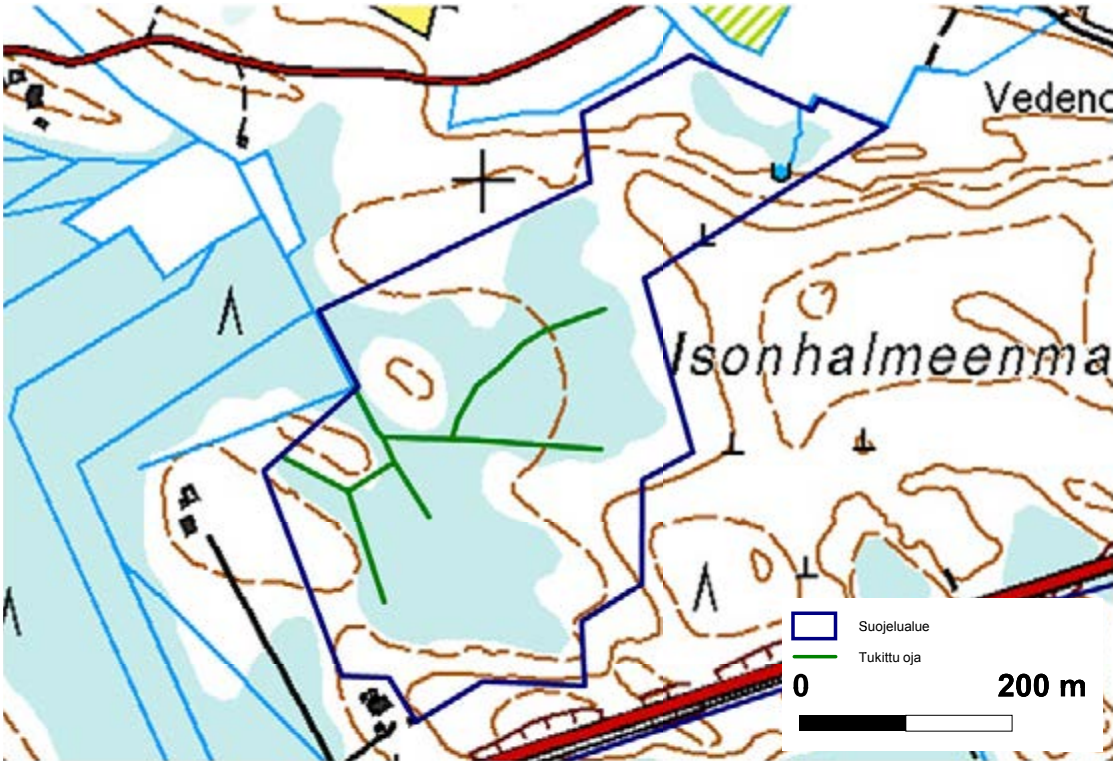
Ennallistaminen

Suon ennallistaminen aloitettiin vuonna 1992, kun ojiin rakennettiin muutamia lautapatoja. Ne osoittautuivat riittämättömiksi, ja ennallistamista jatkettiin tukkimalla ojia konetyönä vuonna 1994 (kuva 79). Ojamaat siirrettiin penkoilta takaisin ojiin. Koska ennallistaminen aloitettiin pian ojien kaivamisen jälkeen, ei suon kasvillisuus ollut ehtinyt paljon muuttua ennen ennallistamistoimenpiteitä.

Koneellisesti tukitut ojat jäivät ympäröivää suonpintaa matalammiksi, joten ennallistamista täydennettiin vuonna 2014 tekemällä ojiin käsityönä 10 säkkipatoa 20 metrin välein. Padot ulotettiin poikki koko painuneen osan (kuva 80). Turve säkkeihin otettiin viereisiltä saroilta siten, että saralle muodostui samalla rimpimäisiä painanteita, joihin vesi pääse kerääntymään.

Kasvillisuusmuutosten seurantaa 1995–2010

Suon kasvillisuusmuutosten seuraamiseksi ennallistamisen jälkeen perustettiin suon keskiosan poikki seurantalinja kesällä 1995. Seuranta-asetelma ja havaintoja vuosilta



Kuva 79. Vehmaansuolla tehdyt ennallistamistoimenpiteet. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 80. Vehmaansuolla 30 vuotta aiemmin tukittu oja. Ojassa näkyy 20 vuotta ojan tukkimisen jälkeen käsityönä tehty pintavalli. Se on levittänyt paikallisesti vesiä hieman painuneen, täytetyn ojan ulkopuolelle. Tyypilliset lettosammalet ovat levinneet tukitussa ojauomassa ja paikoin ympärilläkin. Kuva: Sakari Rehell.

1995, 2005 ja 2010 on esitelty vuonna 2013 julkaistussa soiden ennallistamisoppaassa (Rehell 2013a).

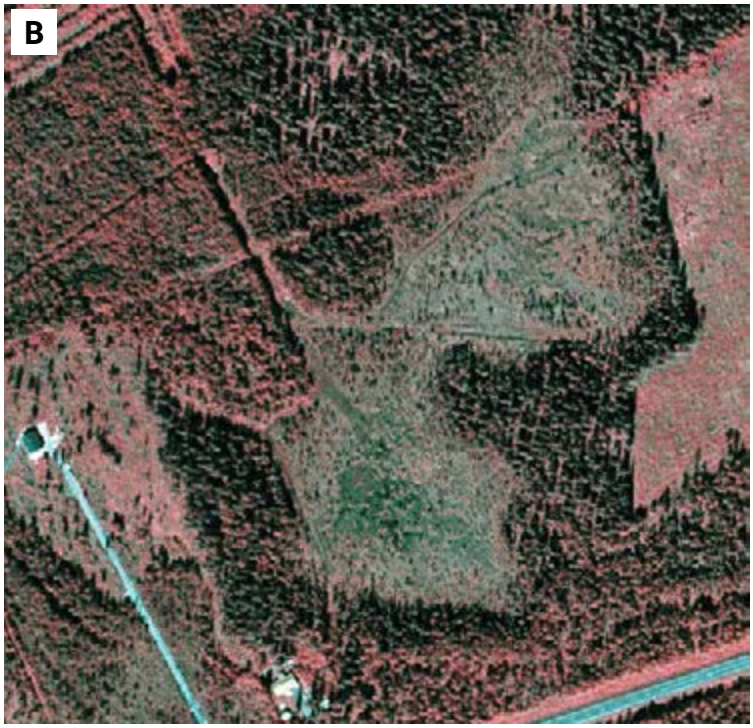
Havaittuja muutoksia vuoteen 2010 mennessä

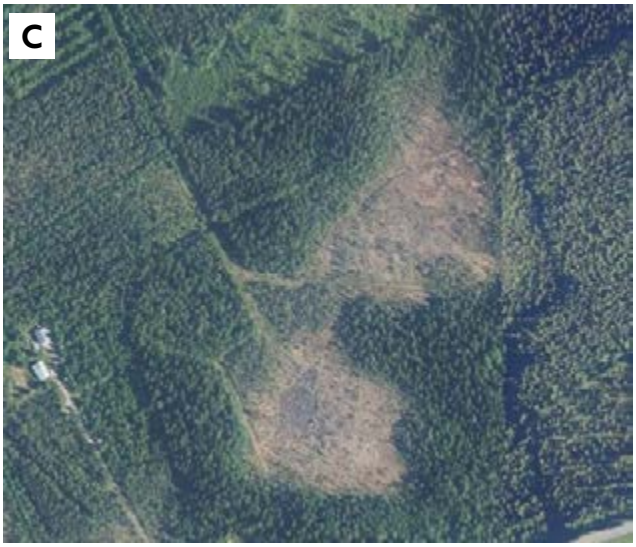
Kasvillisuus peitti täytetyt ojat nopeasti, ja maisemallisesti suo näytti pian jokseenkin luonnontilaiselta. Ympäristöään matalammalle jääneet ojauomat johtivat tukittuinakin edelleen vettä. Niiden ympärillä mätäspinnan kasvillisuus ja puuntaimet näyttivät leviävän melko voimakkaasti (kuva 81). Kasvillisuusseurannan perusteella suo muuttui kuivemmaksi vuoteen 2010 mennessä (Rehell 2013a: kuvat 66 ja 67). Voimakkaimmin näytti muuttuneen suon luoteispuoliskon lettorämealue, jonka läpi ojat oli vedetty virtaamaan kohti luodetta.

Rimpien avoimet ruoppapinnat vähentyivät. Rahkasammalet, heterahkasammal (*Sphagnum warnstorfii*) ja paikoin jopa ruskorahkasammal (*S. fuscum*) levisivät rimpipinnoille, samoin kuin välipintojen lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*) ja lettosirppisammal (*Scorpidium cossonii*). Märempiä oloja suosiva lettolierosammal (*S. scorpioides*) puolestaan hävisi kokonaan useilta ruuduilta.

Välipinnalla heterahkasammal tuli uutena lajina yli puolelle tutkituista välipintaruuduista ja runsastui voimakkaasti. Lettojen välipintojen tyypilliset lehtisammalet, lettoväkäsammal ja lettosirppisammal, vähentyivät, vaikka yksittäisillä ruuduilla ne saattoivat runsastua-







Kuva 81. Vehmaansuo ennen ojitusta vuonna 1960 (A), 13 vuotta ennallistamisen jälkeen vuonna 2007 (B) ja 30 vuotta ennallistamisen jälkeen 2023 (C). © Verotoimisto 2013, © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013 ja 2025.

kin esimerkiksi ruoppapinnan kustannuksella. Märempien lettojen lettolierosammal hävisi useimmilta välipintakasvupaikoiltaan, mutta toisaalta myös levisi joillekin aiemmille ruoppapinnoille.

Mätäspinnoilla muutokset olivat selvästi vähäisempiä kuin väli- ja rimpipinnoilla, mutta kuivien pintojen lehtisammalet (seinäsammal *Pleurozium schreberi*, suonihuopasammal *Aulacomnium palustre*) ja jäkälät levisivät jossain määrin mätäspinnoille rahkasammalten kustannuksella. Myös kanerva (*Calluna vulgaris*) runsastui mätäspinnoilla. Mätäspintojen ruskorahkasammal taantui paikoin.

Vuoden 2010 havaintojen perusteella sama kehitys jatkui: erityisesti heterahkasammalkasvustot laajenivat ja *Scorpidium*-lajit taantuivat. Varpujen peittävyys ja taimien määrä kasvoivat edelleen, ja sarojen ja raatteen (*Menyanthes trifoliata*) peittävyys väheni.

Vaativin märkäpintojen lettolajisto ei menestynyt niilläkään ruuduilla, joilla kasvillisuuden sukkessio lähti alusta ojauoman lähellä rikotusta turpeesta. Useimmin paljaan turpeen peitti heterahkasammal. Paljaalle turpeelle ilmaantui myös puuntaimia ja tupasvillaa.

Alueellisesti uhanalainen mustapääsammal (*Catoscopium nigritum*) kasvoi edelleen suon keskiosan avoimena säilyneellä, ojitusalueen ulkopuolisella ruoppapinnalla. Lettokilpisammal (*Cinclidium stygium*), joka on myös alueellisesti uhanalainen laji, oli vähentynyt voimakkaasti. Kolmas alueellisesti uhanalainen sammallaji, matosammal (*Drepanocladus trifarius*) hävisi seurantaruuduilta.

Suon kasvillisuudeltaan arvokkain osa, keskiosan ruopparimpiletto, oli jäänyt pääosin ojitusalueen ulkopuolelle ja siellä kasvillisuusmuutokset näyttivät vähäisemmiltä kuin muualla. Sinne keskittyi suon märimpiä lettopintoja vaativa lajisto, joka lettorämeellä näytti taantuvan.

Syitä kuivumisen jatkumiseen

- Todennäköisesti ojien tukkiminen ei täysin estänyt vesien virtausta ojien paikalla. Ojat jäivät ympäristöään alemmaksi, eikä niihin tehty pintavalleja tai muita kynnyksiä, jotka olisivat padonneet vettä.
- Suon vedenpinta asettui ilmeisen pysyvästi jonkin verran alkuperäistä alemmalle tasolle, ja ojien välit jäivät suurelta osin veden virtauksen ulkopuolelle.

Tilanne 2024

Letolla tehtiin hoitoseuranta vuonna 2024, noin 30 vuotta ojien tukkimisen jälkeen. Kasvillisuuden seurantaruutuja ei enää löytynyt.

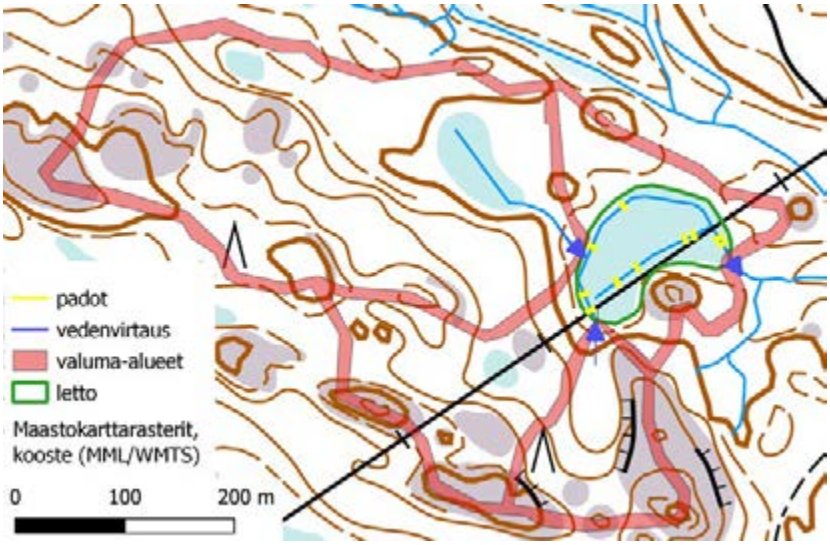
- Yleisesti ottaen alue näytti edustavalta letolta, jossa keskustavaikutteinen lettolajisto, etenkin *Scorpidium*-lajit sekä lettoväkäsammal, oli elinvoimaista ja oli jopa levinnyt paikoin.
- Näyttää siltä, että pienialaisella, tasaisella letolla käsityönä tehdyt padot ovat paikallisesti nostaneet vedenpintaa ja vesi on levinnyt myös saroille.
- Keskustavaikutteisella letolla puusto oli kituliasta, ja puustotietojen perusteella näyttää siltä, että ennallistamistöiden jälkeen alkanut puuston ja taimien kasvu on hiipunut. Tämä saattaa olla täydennyspatoamisen vaikutusta tai johtua keskustavaikutteisen leton luontaisesta niukkaravinteisuudesta.
- Rimpi-, väli- ja mätäspintojen suhde näytti pysyneen ennallaan.

Voidaan todeta, että letto, jossa voimakas kalkkipitoisuus ylläpitää vaateliasta lajistoa ja jossa pintavesivaikutus (luhtaisuus) on vähäistä, pystyy palautumaan niin, että leton tyyppilajisto säilyy ja jossain määrin leviääkin.

10.5 Leton ennallistamisesta neljännesvuosisata: Oriveden Huppionvuoren letto

Tapani Sallantaus ja Harri Vasander

Oriveden keskustan lounaispuolella, vajaa kilometri Huppionvuorelta luoteeseen, voimalinjan alla, on Huppionvuoren letoksi kutsuttu suo (kuvat 82 ja 83), joka tunnetaan arvokkaasta lettokasvillisuudestaan. Kun suo 1960-luvulla ojitettiin, eteläinen ja lounaisnurkan oja jäivät todennäköisesti voimalinjan vuoksi hieman normaalia kauemmaksi kivennäismaan reunasta. Kun juuri tuolle alueelle tihkuu kalkkipitoisia pohjavesiä ja voimalin-



Kuva 82. Huppionvuoren letto (vihreä rajaus) valuma-alueineen. Vesien pääasialliset tulevat purkukohdat ja lähtevä uoma on merkitty sinisin nuolin. Vuonna 1999 tehtyjen kaivuripatojen paikat on merkitty keltaisella. © Maanmittauslaitos 2025.



Kuva 83. Huppionvuoren letto (vihreä rajaus) vuoden 2018 ilmakuvalla. Vesien pääasialliset tulevat purkukohdat ja lähtevä uoma on merkitty sinisin nuolin. Vuonna 1999 tehtyjen kaivuripatojen paikat on merkitty keltaisella. © Maanmittauslaitos 2025.

jan puusto raivataan säännöllisesti, pienelle alueelle jäi merkittävää lettolajistoa. Kuviolla kasvavat muun muassa keltasara (*Carex flava*) ja hernesara (*C. viridula*) sekä näiden risteymä. Alueellisesti uhanalaisia lajeja ovat äimäsara (*C. dioica*), lettovilla (*Eriophorum latifolium*) ja sykeröpiippo (*Luzula sudetica*). Villapääluikka (*Trichophorum alpinum*) on erityisen runsas, keltasaran ohella. Myös suovilukkoa (*Parnassia palustris*) esiintyy.

Sammallajisto havaittiin edustavaksi. Alueellisesti uhanalaisia lajeja 2a-metsäkasvillisuusvyöhykkeellä (eteläboreaalinen, Lounaismaa ja Pohjanmaan rannikko) ovat muun muassa lettokilpisammal (*Cinclidium stygium*), rassisammal (*Paludella squarrosa*), punasirppisammal (*Sarmentypnum sarmentosum*), lettolierosammal (*Scorpidium scorpioides*), lettosirppisammal (*S. cossonii*) ja kultasammal (*Tomentypnum nitens*). Luontoarvoja osoittavista lajeista (Ulvinen ym. 2002) suolta löytyivät lettokuirisammal (*Calliergon richardsonii*), hetekuirisammal (*C. giganteum*), rimpisirppisammal (*Scorpidium revolvens*), lettorahkasammal (*Sphagnum teres*) ja heterahkasammal (*S. warnstorfii*). Leton peruslajistoa ovat muun muassa lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*) ja maksasammalista lettonauhasammal (*Aneura pinquis*). Korkeaan kalkkipitoisuuteen usein liittyvät lajit, esimerkiksi matosammal (*Drepanocladus trifarius*), lettohammassammal (*Mesoptychia rutheana*) tai lettosiipisammal (*Fissidens adianthoides*), puuttuvat kokonaan, ja keskivaateliaita lajeja, kuten lettokuirisammalta ja lettokilpisammalta, on löydetty hyvin niukalti.

Leton ennallistamisen alkutaival

Suon ennallistaminen aloitettiin vuonna 1994, kun Helsingin yliopiston opiskelijoita Hyytiälän metsäasemalta houkuteltiin talkootöihin, tukkimaan ojia käsityönä ja raivaamaan vesakkoa. Tavoitteena oli elvyttää voimalinjan alla olevaa lettokasvillisuutta, ei vielä kokonaan ojien ympäröimää metsäojitettua osaa.

Voimalinja on 30 metriä leveä. Voimalinjan alla ojan ja kankaanreunan välissä ojan eteläpuolella on kaksi kasvillisuudeltaan erilaista kuviota. Lounaisella, pohjavesitihkuisella kuviolla kasvoivat edellä kuvatut putkilokasvi- ja lehtisammallajit. Itäkaakkoinen kuvio sai kankaalta vain vähän vesiä ja oli vain niukasti lettonevainen; muun muassa heterahkasammal ja lettorahkasammal. Kuivahtaneella suopinnalla lähellä kuviot erottavaa kallioniemekettä kasvoi kuitenkin kallioperän ravinteisuudesta kielivä ahoneidonsammal (*Thuidium recognitum*).

Kumpikin kuvio on pieni, noin 0,15 ha, ja koko suon ala voimalinjan pohjoispuolinen ojitusalue mukaan lukien yksi hehtaari (kuva 82).

Tehdyt padot johtivat vesiä myös metsäojitusalueelle. Aluksi ennallistetun leton ja metsäojitusalueen arveltiin voivan elää sopuisaa rinnakkaiseloa; haihdunta pitäisi ojitusalueen riittävän kuivana. Syöttävän valuma-alueen pinta-ala on kuitenkin suuri suon kokoon verrattuna, 15-kertainen, ja ojitusalue tulvi sateiden tultua. Lähtöuomaa jouduttiin madaltamaan.

Alueen yläosissa, ylimmän padon kohdalla voimalinjan alla, ennallistamisen myönteiset vaikutukset näkyivät nopeasti. Lähdealueelle ulottuva oja johti alun perin tehokkaasti vesiä leton ohi ja kun se tukittiin padolla sekä ohjattiin vesiä kuivahtaneelle lettopinnalle itään, lettokasvillisuus elpyi hyvin nopeasti. Esimerkiksi lettolierosammal, jota oli löydetty aiemmin vain muutama kituva verso, röyhähti kasvuun runsaan kymmenen neliömetrin alalla, seuralaisinaan muun muassa rimpisirppisammal ja lettoväkäsammal. Myös reunavaikutteiset lajit, kuten rassisammal, levisivät laajemmalle. Putkilokasveista keltasara ja villapääluikka elpyivät alussa nopeimmin (kuva 84).



Kuva 84. Sähkölinjanalusleton kasvillisuutta vuonna 2002, kolme vuotta koneellisen ennallistamisen jälkeen. Kuva on otettu suon eteläisimmästä lettotihkuisesta reunasta pohjoiseen. Kuva: Tapani Sallantaus.

Ennallistamisen seuraava vaihe

Maanomistajan, Oriveden seurakunnan, kanssa sovittiin vuonna 1995 koko suokuvion ennallistamisesta. Tämä oli seurakunnalta merkittävä panos hankkeeseen. Aiemmin tarkoituksena oli auttaa voimalinjan alla vielä sinnittelevää, sinänsä arvokasta lettokasvillisuutta. Ennallistamisen kokonaiskuvassa kyse oli kuitenkin erikoistapauksesta. Voimalinjan puuston säännöllinen raivaaminen oli se tärkeä tekijä, joka oli mahdollistanut lettokasvillisuuden säilymisen. Kokonaan ojitetun, jo turvekangasasteelle päätyneen entisen lettosuon ennallistamisen kokeilulla oli myös laajempaa luonnonsuojelullista merkitystä. Pääosa Etelä-Suomen letoista on päätynyt vastaavaan tilaan, eikä tietoa ennallistamisen mahdollisuuksista ollut olemassa.

Ennallistamisen yhteydessä hakattiin melko järeä, koivuvaltainen puusto pääosin pois. Aluskasvillisuus oli lähtötilanteessa hyvin niukkaa – ruohoturvekankaan lajistoa oli siellä täällä. Etenkään sammalet eivät viihtyneet runsaan lehtikarikkeen takia eikä lettosammalia ollut.

Pääosalla suoaltaasta alkuperäisen suotyypin arveltiin olleen pikemminkin ruohoista sarakorpea kuin lettoa. 1950-luvun ilmakuvat kertovat suon olleen luonnontilassa melko vähäpuustoinen.

Puuston poistoa seuraavana kesänä tehtiin käsityönä lisää patoja, joiden avulla valuma-alueen vedet alkoivat vettää tehokkaasti aiemmin kokonaan ojien ympäröimää ruohoturvekankaista suon keskustaa. Lettoisuuden kannalta vahvimmat vedet tulevat etelästä ja ne ruokkivat ensisijaisesti lounaisnurkkaa, jossa lettokasvillisuutta oli säilynyt. Luoteesta tulee oja, jonka valuma-alue on noin 8 hehtaaria ja sen vedet saatiin leviämään ojien ympäröimälle suon osalle (kuvat 82 ja 83).

Ruohoturvekankaan kasvillisuus reagoi ojien patoamiseen nopeasti: osin vettymiseen ja tulevien vesien aiheuttamiin veden laadun muutoksiin, osin hakkuun lisäämään valoisuuteen. Kohteelle jäi runsaasti pientä puuta ja suuria koivujakin, sillä tavoitteena oli palauttaa nevakorville ominainen puustoisten osien ja aukkopaikkojen mosaiikkimaisuus.

Valitettavasti käsintehdyt padot pettivät yksi toisensa jälkeen, ja suo kuivui jälleen. Vuonna 1999 voimalinjan alla oli niin tiheä monimetrinen vesakko, että suon vaaitus, jota suunniteltiin ennallistamistoimien optimaaliseksi kohdentamiseksi, ei onnistunut.

Järeämpiä toimenpiteitä

Yliopisto sai Ålandsbankenin luontorahastolta rahoituksen suon koneelliseen ennallistamiseen ja kaivuri kävi patoamassa ojastoa kesällä 1999 (kuvat 82 ja 83). Myös vesak-

koa raivattiin. Käsin tehtyjen toimien alustavat vaikutukset saatiin elvytettyä ja tilanne vakiinnutettua.

Runsaat kymmenen vuotta ennallistamisesta sen vaikutuksia jo arvioitiin vuoden 2013 ennallistamisoppaaseen (Sallantaus & Vasander 2013). Eniten muuttuneen, aikanaan ojien kokonaan ympäröimän alueen kasvillisuus oli kehittynyt kohti suurruohoista ja suursaraista luhtakorpea (kuva 85). Suon niukan kaltevuuden vuoksi vedet levittäytyivät hyvin ja märkyys oli pitänyt vesakoitumista kurissa ja harventanut puustoa. Aluskasvillisuuteen oli ilmestynyt runsaasti korpikastikkaa (*Calamagrostis phragmitoides*), mätässaratuppaita (*Carex cespitosa*), samoin pitkäpääsaraa (*C. elongata*), pullosaraa (*C. rostrata*) ja luhtavillaa (*Eriophorum angustifolium*). Suoruohoista lajistoon kuuluivat muun muassa kurjenjalka (*Comarum palustre*), rentukka (*Caltha palustris*), suo-orvokki (*Viola palustris*), terttualpi (*Lysimachia thyrsiflora*), ranta-alpi (*L. vulgaris*), ojakellukka (*Geum rivale*), luhtakuusio (*Pedicularis palustris*), luhtamatara (*Galium uliginosum*), mesiangervo (*Filipendula ulmaria*) ja lehtovirmajuuri (*Valeriana excelsa*).

Sammallajisto oli tyypillistä luhtaiselle ruohoiselle korvelle: luhtakuirisammal (*Calliergon cordifolium*) oli runsas, samoin otaluhtasammal (*Calliergonella cuspidata*) sekä kiiltolehväsammal (*Pseudobryum cinclidioides*). Alueellisesti uhanalaista kampasammalta (*Helodium blandowii*) tavattiin, metsäkamppisammalta (*Sanionia uncinata*) löytyi jäljellä olevilta hakkuutähteiltä, korpilehväsammalta (*Plagiomnium ellipticum*) ja lettohiirensammalta (*Ptychostomum pseudotriquetrum*) oli myös paljon, hetesirppisammalta (*Sarmentypnum exannulatum*) esiintyi. Rahkasammalista tavattiin muun muassa heterahkasammal, lettorahkasammal, okarahkasammal (*Sphagnum squarrosum*) ja vaalearahkasammal (*S. centrale*). Tukitussa ojassa viihtyi hetekuirisammal.



Kuva 85. Vuonna 1999 padottujen ojien ympäröimän entisen ruohoturvekankaan kasvillisuus oli vuonna 2010 heinäistä, saraista ja suurruohoista luhtaista korpea. Kuva: Tapani Sallantaus.

Lupaavasti elpynyt lettokasvillisuus lounaisnurkassa oli käsin tehtyjen patojen pettämisen jälkeen ehtinyt taantua, mutta tilanne korjaantui ja vaikutusalue laajentui. Lettoisuus oli saanut tarvittavan piristysruiskeen (kuva 86).

On merkille pantavaa, että pääosa leton sammalista ei ollut ylittänyt padottua ojaa. Vain vähän kuivahtaneella reunaosalla lettolierosammal, rimpisirppisammal ja lettoväkäsammal lisää vettä saatuaan röyhähtivät kasvuun aivan ojan tuntumassakin, mutta ojan toiselle puolelle ne eivät siirtyneet. Ojien keskellä olleella alueella kasvillisuus oli vaateliasta luhtakorven lajistoa ja puhtaista lettolajeista lähinnä vain jokunen lettokynsisammalen (*Dicranum bonjeanii*) verso kasvoi suon valoisalla osalla.

Uusia mutkia matkaan

Tämän jälkeen suolla on tapahtunut joitain merkittäviä häiriöitä. Vuonna 2013 havaittiin, että suon lounaisosan lettolähdetihkuisen alueen yläpuolitse oli ajettu metsätyökoneella. Koneesta oli jäänyt syvät urat lähteiseen maahan. Ne muuttivat vesien kulkua tarkemmin selvittämättömällä tavalla. Suolle päätyvien vesien kokonaismäärää urat eivät vähentäneet, mutta purkautumisreitit muuttuivat, ja osia rinnetihkualueesta jäi vaille vesiään. Lännestä kulkeutui koneuraa pitkin hieman vesiä leton yläosille. Korjaavia toimenpiteitä ei yritetty.

Vuonna 2020 havaittiin tärkeimmän padon pettäneen. Padon tarkoituksena oli ohjata luoteesta tulevat vedet, pääosa suolle tulevista vesistä, padottujen ojien keskellä sijaitsevalle suonosalle. Kuivattavan tilanteen kestoa ei tiedetä, mutta pato korjattiin lapiotyönä välittömästi, kun vuoto havaittiin.



Kuva 86. Suon lettotihkuinen lounaisnurkka sai lisää vesiä eteläisimmän padon ansiosta ja sähkölinjanalaisen ojan kuivatusvaikutus väheni padotusten ansiosta. Keskustavaikutteinen lettokasvillisuus oli suurin hyötyjä, puuntaimia oli kuitenkin tulossa kilpailuun. Kuva: Tapani Sallantaus.

Kolme vuosikymmentä muutosta

Vuonna 2024 suon tilaa kartoitettiin 30 vuotta ensimmäisten ennallistamistoimenpiteiden jälkeen.

Ruohoturvekankaan puustoa oli vuonna 1995 harvennettu voimakkaasti tavoitteena palauttaa nevakorville ominainen puustoisten osien ja aukkopaikkojen mosaiikkimaisuus. Vuodet 1998 ja 2004 olivat märkiä ja karsivat lisää puustoa. Padotuksista ja vesien tehokkaasta leviämisestä huolimatta alue oli alkanut puustottua jo vuoteen 2013 mennessä ja oli vuonna 2024 monin paikoin hyvin tiheä. Useita suuria koivuja oli edelleen elossa ja hyväkasvuisina, pieniä koivuja ja pensastoa oli tullut runsaasti lisää.

Kuvion itäinen osa on tasaista. Vesi jää sinne seisomaan ja kuuset olivat pääosin kuolleet, mutta lehtipuuvesaikkoa oli ilmaantunut. Lehdettömän ajan ilmakuvassa itäinen reuna näyttää vielä harvapuustoiselta (kuva 83). Korkeakasvuiset heinät, sarat ja ruohot olivat edelleen voimissaan; kenttäkerros oli tiheää (kuva 87). Matalakasvuiselle lettolajistolle oli niukasti tilaa levitä.

Vesien tulosuunnassa, kuvion länsiosassa, on jonkin verran kaltevuutta, noin 0,5 %, ja puustossa oli säilynyt liikkuvien vesien ansiosta melko runsaasti myös kuusta ja puusto oli itäosaa selvästi tiheämpää. Runsas varjostus ja märkyys vaikuttanevat siihen, että kasvittomiakin kohtia oli edelleen tai syntynyt, putkilokasvisto oli harvaa ja matalaa, sammalillekin oli tilaa (kuva 88).

Vesittämisen alkuvaiheessa kasvillisuus oli varsin monipuolista ja vaikutelmana vuonna 2024 oli osittaista yksipuolistumista sekä län-



Kuva 87. Vuonna 2024 luhtainen heinä-, ruoho- ja sarakorpi oli varsin ennallaan. Kasvillisuus vaikutti kuitenkin hieman yksipuolistuneen. Kuva: Tapani Sallantaus.



Kuva 88. Suon läntiselle reunalle tulee pääosa tulevista vesistä ja vesi on kaltevuuden vuoksi liikkuvaa. Kuusta on vesien liikkuvuuden vuoksi jäljellä, varjostus, puuston ravinnekilpailu sekä runsas veden virtaus karsivat kenttäkerrosta, mutta antavat kasvutilaa sammalillekin. Kuva: Tapani Sallantaus.

si-, että itäreunassa. Kokonaisuutena entinen ruohoturvekangas oli lajiston suhteen kuitenkin varsin ennallaan. Vuoden 2013 tilanteeseen nähden mainitsemattomia lajeja olivat muun muassa alueellisesti uhanalainen lehtoväkäsammal (*Campylium protensum*), joka on lehtojen ja rehevien puustoisten soiden laji, suokinnassammal (*Scapania paludicola*), aito suolaji, lähteikköjen, lehtojen ja rehevien korpien vaarantunut haaraliuskasammal (*Riccardia multifida*) sekä häirityn turvemaan pioneerilaji, vaarantunut notkoritvasammal (*Pseudocampylium radicale*). Lettorahkasammal oli levinnyt voimakkaasti ja oli rahkasammalista runsaimpia.

Ongelmia voimalinjanalusletolla

Vuosien ja vuosikymmenten aikana lajisto on muuttunut myös voimalinjan alla. Alkuröyhähdyksessä lettolajisto oli eturintamassa hyötymässä ojien patoamisista. Taantumista oli kuitenkin tapahtunut. Vuoden 2024 inventoinnissa ei esimerkiksi lettolierosammalta eikä lettosirppisammalta enää löydetty ja rimpisirppisammal oli hyvin niukka. Ne olivat aikanaan runsaita, nyt niiden kasvupaikalla oli paljolti kasvitonta turvepintaa. Esimerkiksi rassisammal ja lettoväkäsammal olivat edelleen hyvinvoivia. Alkujaankin niukkoina esiintyneitä lajeja kuten lettokilpisammalta, lettokuirisammalta, kultasammalta ja puna-

sirppisammalta ei havaittu. Lajien löytyminen aikanaan oli monien vuosien ja useiden henkilöiden työn tulosta, ja näitä lajeja saattaa edelleen piileskellä alueella.

Putkilokasvilajisto oli säilynyt hyvin. Keltasara oli levittäytynyt itäkoilliseen ja joitain versoja jonkin matkaa myös ojan yli kohti suon keskustaa. Lettovillaa, villapääluikkaa, sykeröpiippoa ja suovilukkoa löytyi paljon, samaan tapaan kuin vuonna 2012 (kuva 86).

Lettosammalien osittaisen taantumisen syyt eivät ole täysin selvillä. Muutoksien ajankohtia ja kehittymistä ei ole dokumentoitu. Vesien kuluissa on tapahtunut muutoksia. Lettotihkualueen kaltevuus on suuri, yli 1 %, hydrologiaa on haavoitettu ja se on kaltevilla pinnoilla vaikeasti korjattavissa. Kävijämäärä kohteella on suuri: opiskelijoita ja harrastajia vierailee säännöllisesti pienellä alueella. 15 aarin kuviosta vain osa on kasvillisuuden kannalta kiinnostavaa. Pitkospuut ovat lahonneet. Niiden reunaa kulkee kävijöiden valtaväylä, turve tiivistyy kulkijoiden alla, sammaltuppoja otetaan tarkasteluun. Padot ovat madaltuneet; ylin pato on ollut erityisen tärkeä ja aikanaan lapiotyönä tehty herkän sijaintinsa vuoksi. Toimenpiteitä tarvitaan, mutta ne ovat haasteellisia.

Kohde tuo konkreettisesti esiin ennallistettujen lettojen hoidon ongelmat. Puuston säännöllinen raivaus on ollut ja tulee olemaan edellytys Huppionvuoren avolettoisen osan säilymiselle. Sitä tehdään Huppionvuoren letolla voimalinjan tarpeisiin. Sähkölinjan alainen suo oli alkujaan kuivunut ojituksen vuoksi vain vähän, ojitus ei ollut mobilisoinut suuria ravinnemääriä eikä matalakasvuinen lettokasvillisuus ollut siksi kokonaan tukahtunut korkean kasvillisuuden alle.

Hydrologian merkitys kasvillisuuden kehittymiselle

Suo kuivuu useina kesinä niin, että vettä ei ole lainkaan näkyvillä edes ojissa. Tämä viittaa läpäiseviin maalajeihin. Myös inventoinneissa vuonna 2024 suo oli kuiva vielä syyskuun alussa (kuva 88). Avovettä ei näkynyt edes ojissa. Sateisina kausina suo saa valuma-alueeltaan hyvin vettä. Marraskuussa 2024 entisellä ruohoturvekankaalla sai kahlata varoen (kuva 89).

Puuston säilymisen ja kasvillisuuden kehittymisen taustalla voi olla kasvukaudeltaan varsin kuiva jakso. 1,5 kilometrin päässä letosta sijaitsee ympäristöhallinnon ylläpitämä Paunulanpuron mittapatoalue, josta on valuntatietoja 1960-luvulta alkaen. Vuosien 2014–2023 kesäkuukausien keskivaluma alueella oli vain 1,7 l/skm^2. Kesäkuukausien keskivaluma vuosina 2004–2013 oli 2,8 l/skm^2, normaalikaudella vuosina 1971–2000 4,5 l/skm^2.

Monilla ennallistamiskohteilla vasta märkä kasvukausi tappaa puustoa. Edellinen märkä kasvukausi Orivedellä oli vuonna 2004, jolloin puustoa karsiutui letolla runsaasti. Kuusen säilyminen ja puuston hyvä kasvu suurella osalla entistä ruohoturvekangasta saattavat olla siis väliaikaisia; märkä kesä voi muuttaa tilannetta lettokasvillisuuden eduksi.



Kuva 89. Suolle vettä syöttävä valuma-alue on 15-kertainen suon alaan nähden ja suo on siksi ajoittain hyvin vetinen. Kuva: Tapani Sallantaus.

Veden kemia lettoisuuden taustalla

Vesinäytteitä otettiin jo ensimmäisiä patoja voimalinjanalusletolle tehtäessä. Tavoitteena oli saada käsitys vesien lettopotentiaalista. Koneellisen ennallistamisen jälkeen alettiin seurata kahta pääasiallista tulouomaa ja lähtevää vettä (kuva 82). Tuoreita havaintoja oli tuolloin ennallistamisen vaikutuksista ravinteiden ja orgaanisen hiilen vapautumiseen (Sallantaus 2004) ja rehevillä soilla arveltiin ilmiön olevan vielä voimakkaampaa. Suuri ravinnelaskeuma tai ravinteiden mobilisoituminen esimerkiksi veden pinnan noston seurauksena on Keski-Euroopassa ongelma lettokasvillisuuden säilymisen tai palauttamisen kannalta (Kooijman 1992, Lamers ym. 2015). Suomessa entisiä lettoja löytyy metsäojitusalueilta ja kuivatuksen kesto on Keski-Euroopan maatalousmaihin nähden lyhyt ja sääolot ovat erilaiset. Kokemuksia lettoennallistamisista ei meidän oloistamme ollut.

Näytepisteiden valuma-alueista eteläisen, sähkölinjanaluslettoa ruokkivan, katsotaan edustavan 3 hehtaarin alueelta tulevaa vettä ja luoteesta tulevan koko muuta 12 hehtaarin aluetta. Koko valuma-alue on siis 16 ha, jossa 15 ha ruokkii yhden hehtaarin suoaluetta. Hehtaarin alasta 0,7 ha on tukittujen ojien ympäröimää ja 0,3 ha ojan ja kankaan välissä olevaa aluetta. Lounainen voimalinjan alla oleva 0,15 ha:n lettokuvio saa etelästä kalkkipitoisimpia vesiä, itäkaakkoisen 0,15 hehtaarin lettonevakuvion valuma-alue on pieni ja kuvion saama vesimäärä kasvoi vasta ojien tukkimisen jälkeen ojan yli tulevien vesien ansiosta (kuvat 82 ja 83).

Veden laatu muuttuu veden kulkiessa ennallistamisalueen läpi (taulukko 2). Ennallistettu alue aiheuttaa lähtevän ja tulevan veden pitoisuuseron. Pitoisuusero kerrottuna leton kautta purkautuvalla vesimäärällä kertoo ennallistamisalueen valumaveteen tuottaman ainemäärän. Tätä ainemäärää tulkitaan suon prosessien ymmärtämiseksi, vertailukohtina suota syöttävät, metsätalousmaata olevat alueet sekä julkaistut metsätalousalueiden ja luonnontilaisten alueiden huuhtoutumat.

Vuosivalunta Oriveden Paunulanpurolla on ollut keskimäärin 280 mm jaksolla 2000–2023. Tällä valunnalla suolta poistuva vesimäärä on keskimäärin 4 500 mm/v.

Pienestä näytemäärästä aiheutuen huuhtoutumisarvot ovat suuntaa antavia, mutta niiden esittäminen mahdollistaa vertailun muihin huuhtoutumista ja kuormitusta selvittäneisiin tutkimuksiin. Lähtevästä vedestä on 17 näytteenottokertaa.

Ennallistetun suon orgaanisen hiilen huuhtouma vuosina 2020–2024 on ollut noin 400 kg/ha v suurempi kuin muun valuma-alueen, noin 6-kertainen Suomen metsätalousmaan keskimääräiseen huuhtoutumaan verrattuna (Finér ym. 2021), viisinkertainen syöttävän valuma-alueen keskimääräiseen huuhtoutumaan verrattuna. Ennallistamisen alkuvuosina ylimäärähuuhtoutumat ovat olleet noin 50 % tätä korkeampia. Orgaaniset hiiliyhdisteet ovat happamia ja huuhtovat suolta muun muassa kalsiumia. Mitatut pH-arvot ovat korkeahkoja, mutta alhaisempia lähtevässä kuin tulevassa vedessä. Ero on puolittunut vuosien saatossa.

Laskettuna vastaavasti kuin TOC:lle suo tuotti vuosina 2020–2024 valumaveteen vuodessa 160 g/ha enemmän fosforia kuin muu valuma-alue, kuusinkertaisesti. Finériin ym. (2021) ja Niemiseen ym. (2020) perustuen, vertailun vuoksi, metsätalousmaan keskimääräinen fosforihuuhtouma on 80 g/ha v, luonnontilaisilla alueilla noin puolet tästä. Vuosina 2001–2005 Huppionvuoren ennallistamisalueen ylimäärähuuhtouma oli karkeana arviona lähes 1 000 g/ha v. Ylimäärähuuhtouma on vähentynyt siis voimakkaasti, kuudenteen osaan, ja on jo lupaavan alhainen.

Ennallistamisalueen typen huuhtoutuminen oli jaksolla 2020–2024 noin 9 000 g/ha v suurempi kuin muun alueen – viisinkertainen määrä. Huuhtoutuva typpi oli lähes kokonaan orgaanista typpeä – ei kasveille suoraan käyttökelpoista epäorgaanista typpeä. Typen huuhtoutumat ja pitoisuudet seuraavat orgaanisen hiilen arvoja, hiili:typpi-suhde on noin 30. Metsätalousmaan huuhtouma on keskimäärin 2 100 g/ha v, noin 50 % suurempi kuin luonnontilaisten alueiden (Finér ym. 2021, Nieminen ym. 2020).

Lähtevän veden rautapitoisuus oli huomattavan korkea ennallistamisen jälkeisenä vuotena. Huuhtouma ennallistetulta alueelta oli yli 100-kertainen muun valuma-alueen keskimääräiseen huuhtoutumaan verrattuna. Vielä vuosina 2020–2024 ero oli 30-kertainen.

Sähkönjohtavuuden kenttämittausten tulokset vuodelta 2024 osoittivat vesien leviävän hyvin, ja arvot ylsivät lettoisuuden alarajana pidetyn 40 µS/cm tasolle tai tuntumaan koko alueella. Korkeimmat mitatut arvot seu-

Taulukko 2. Veden laatu vuosina 2020–2024 havaintopisteillä, yli 20 vuotta koneellisesta ennallistamisesta. Näytteet ovat syksyiltä ja ajoittuvat vuosivaluntaa ajatellen edustaviin tilanteisiin.

Alue	Alk mmol/l	Ca mg/l	Fe µg/l	P tot µg/l	N tot µg/l	TOC mg/l	pH	y25 µS/cm	ala ha
Tuleva lettotihku	0,28	6,3	110	7	460	13	6,7	42	3
Tuleva pääosa	0,21	6	140	9,2	640	19	6,6	39	12
Tuleva yhteensä	0,23	6	140	8,8	600	18	6,6	39	15
Lähtevä	0,23	6,9	390	12,4	800	27	6,4	41	16

rantajaksolla valumaveden sähkönjohtavuudessa ovat lounaisnurkasta noin 70 µS/cm. Alimmillaan lähtevän veden sähkönjohtavuus on ollut 32 µS/cm. Myös korkeimmat alkaliniteetin pitoisuudet ja pH-arvot löytyivät lounaisnurkan lettotihkuiselle alueelle tulevista vesistä. Tämän pisteen fosforin ja orgaanisen hiilen pitoisuudet ovat kohteista pienimpiä.

Johtopäätökset

Ennallistaminen on onnistunut hyvin. Myös ongelmia on ilmennyt.

Suon lettoisuus on alun perinkin ollut melko niukkaa. Vain vähän muuttuneella suon reunaosalla leton peruslajisto hyötyi veden pinnan nostosta välittömästi. Pitkälle muuttuneen suon keskiosan vallannut lajisto on luhtaisen rehevän korven lajistoa, eivätkä leton perussammalet ole levinneet sinne.

Lettolajiston leviämistä ovat estäneet ennen kaikkea ojituksen ja uudelleen vesittämisen aiheuttamat kemialliset muutokset, jotka kuvastuvat veden laatuun. Ojitusvaiheen muokkaama turvekerros vapauttaa vettyneenä ravinteita, happamia humusaineita sekä myös muun muassa rautaa. Nämä tekijät ovat suurelle osalle leton peruskasvilajeista haitallisia, mutta suosivat muun muassa otaluhtasammalta, luhtakuirisammalta, lettohiirensammalta ja luhtakorven rahkasammalia. Vastaavia havaintoja on Hollannista, missä ilmaperäisen rehevöittävän kuormituksen ja happaman laskeuman seurauksena lettosammalet ovat korvautuneet muun muassa otaluhta- ja luhtakuirisammalella sekä rahkasammalilla (Kooijman 1992).

Ravinteiden ja orgaanisen hiilen kasvanutta huuhtoutumista on pidetty tärkeänä huomioon otettavana asiana soita ennallistettaessa vesistövaikutuksien välttämisen kannalta (Sallantaus 2004, Koskinen ym. 2017). Huppionvuoren letto ei ole veden laadun muutosten suhteen poikkeus. Esimerkiksi ennallistamisen liikkeelle saamat fosforimäärät ovat suurimpien rehevissä korvissa havaittujen luokkaa (Kareksela ym. 2021). Lettojen ja muidenkin rehevien soiden pienialaisuuden vuoksi ongelmia ei kuitenkaan alapuolisissa vesissä käytännössä aiheudu.

Seurattu ajanjakso on pitkä, ja veden laatu, etenkin fosforin osalta, on lupaavasti parantunut. Ruohoturvekankaan tilalle syntyneen rehevän, ruohoisen, miltei lettoisen sarakorven lajistokin on arvokasta, mutta umpeenkasvu uhkaa. Tiheän puuston harvennus on kaksiteräinen miekka. Letoille ominaista avoimuutta usein tavoitellaan, mutta avoimuus voi suosia korkeaa heinä-, sara- ja ruohokasvillisuutta, joka tukahduttaa lettolajistoa. Puuston varjostus ja ravinnekilpailu sen sijaan tuovat kenttäkerrokseen aukkoisuutta ja matalakasvuinen lajistokin, kuten sammalet, saavat tilaa levitä. Puustoa karsivat märät hydrologiset jaksot ovat myös väistämättä ennen pitkää tulossa.

Letot on suurelta osin otettu maa- tai metsätalouden tarpeisiin. Ne muuttuvat hyvin nopeasti ojituksen jälkeen. Jos lettoisia soita halutaan palauttaa, on turha etsiä vain hieman muuttuneita kohteita – niitä ei ole. Tällaiset kohteet ovat lähinnä karujen rämeiden rehevyystasoa. Vaatelias kasvillisuus on palautettava niistä lähtökohdista, joita on olemassa.

Huppionvuoren leton suurin anti soiden ennallistamiselle on käytännön esimerkki siitä, että turvekangasasteelle edenneestä rehevästä, runsaspuustoisesta suometsästä saadaan haluttaessa arvokas puustoinen suo, tässä tapauksessa ruohoinen, miltei lettoinen sarakorpi, pienine ongelmineen, varsin lyhyessä ajassa.

10.6 Ruovikoituneen luhtaleton hoito niittämällä

Risto Vilen

Etu-Haukilammen letto

Etu-Haukilammen letto on yksi Lounais-Suomen edustavimpia lettoja. Se sijaitsee monimuotoisen kalkkikallion kupeessa, Salon Korkeaniemenkallion Natura-alueella (FI0200050) ja on osa yksityistä suojelualuetta (kuva 90). Vesitalous on luonnontilainen. Leton eteläsuomalaisittain vaateliasta lajistoa ylläpitävät ainakin viereisen 20 metriä korkean kalkkikallion valuvedet (kuva 91). Pohjavesivaikutusta ei ole näkyvillä, mutta pohjavettä voi purkautua luhdan pinnan alla.

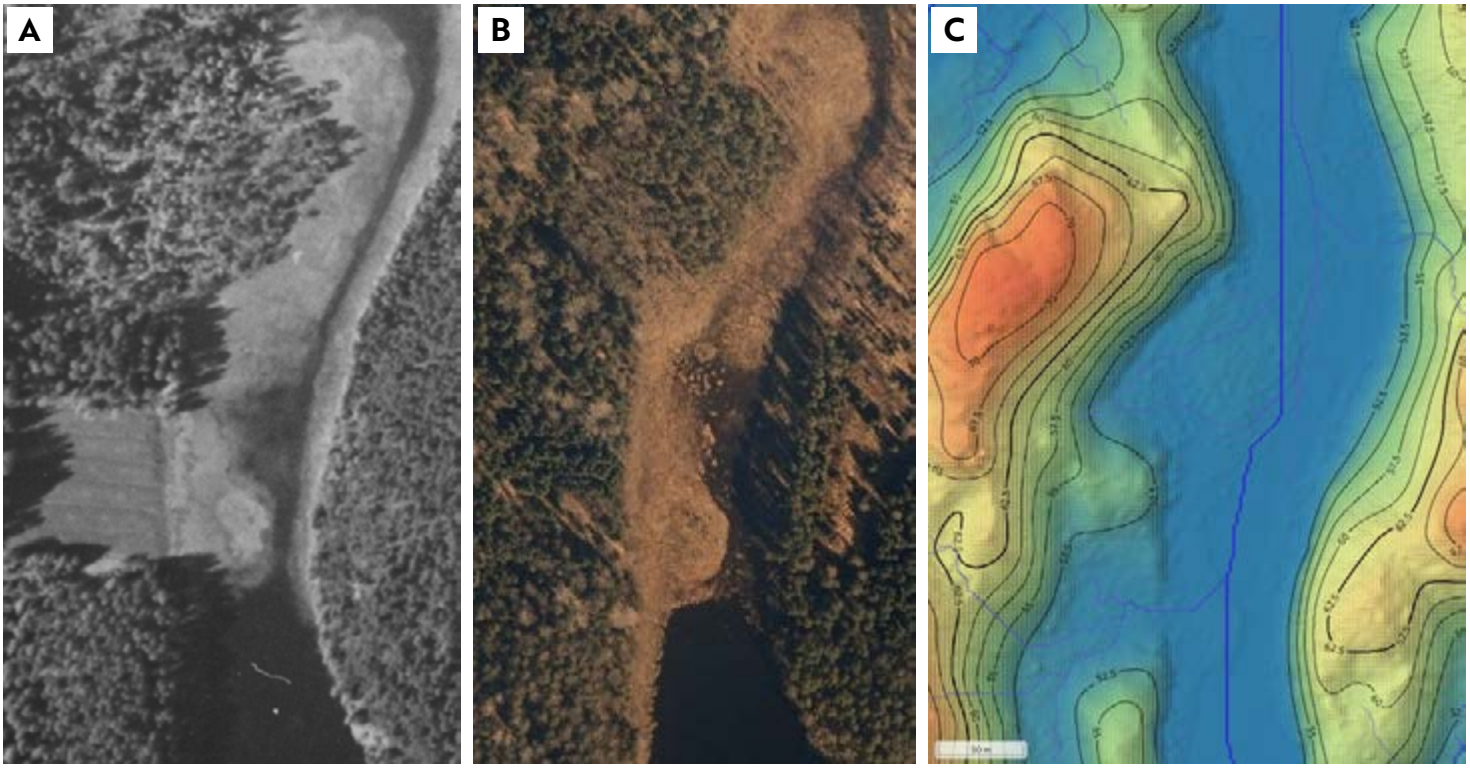
Etu-Haukilammen rannalla on kaksi pienialaista ja rimpistä luhtalettokuviota (yht. 0,2 ha). Vanhojen ilmakuvien perusteella alue on ollut huomattavasti avoimempi (kuvat 91A ja 91B). Nykyisellään lettoalue on ruovikoitunut niiton, ja mahdollisesti laidunnuksen, loputtua. Järvivesi peittää ajoittain leton, mikä lienee nopeuttanut ruovikoitumista ja muuta umpeenkasvua yhdessä yleisen rehevöitymisen kanssa.

Taustatyöt ja hoitoniitot

Etu-Haukilammen leton hoitotarve tunnistettiin Varsinais-Suomen ELY-keskuksen tekemien LETOT-hankkeen inventointien yhteydessä vuonna 2021. Silloin molemmille lettokuvioille tehtiin LETTO-PUTTE-hankkeen tutkimukset. Toinen lettokuvioista oli käytännössä ruovikkoa, mutta rimpipinnoilta löytyi edelleen hyvin lettosammalia, vaikka-



Kuva 90. Etu-Haukilammen leton sijainti, lettokuviot ja niittoala. © Maanmittauslaitos 2024.



Kuva 91. Luhta lettoineen vuonna 1937 (A) ja 2017 (B). Järviruoko on lisääntynyt saraluhdalla, ja entinen niitty kasvaa nyt metsää. Korkeusmallissa Korkeaniemenkallio erottuu selvästi lännessä (C). Virtausverkko osoittaa kalkkipitoisten valuvesien ohjautuvan letolle ja luhdalle. © Maanmittauslaitos 2024 (A ja B) ja © Scalgo Live 2024 (C).

kin paksun ruokomassan seasta (kuvat 92A ja 92B). Edustavampi lettokuviokin oli hyvää vauhtia ruovikoitumassa (kuva 92C). Lajistossa esiintyy runsaina alueellisesti uhanalaiset lettolierosammal (*Scorpidium scorpioides*) ja lettokilpisammal (*Cinclidium stygium*) sekä lettorahkasammal (*Sphagnum teres*). Lisäksi letolla kasvaa muun muassa alueellisesti uhanalainen lettosirppisammal (*Scorpidium cossonii*), lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*), lettonauhasammal (*Aneura pinguis*), lettohiirensammal (*Ptychostomum pseudotriquetrum*) ja silmälläpidettävä kutrirahkasammal (*Sphagnum contortum*).

Kohteelta mitattiin vuonna 2022 laajemmin pH-arvoja ja johtokykyä Helsingin yliopiston tutkimuksessa (Raijas 2022). Hoitosuunnitelma laadittiin yhteistyössä Metsähallituksen Luontopalvelujen kanssa vuonna 2022.

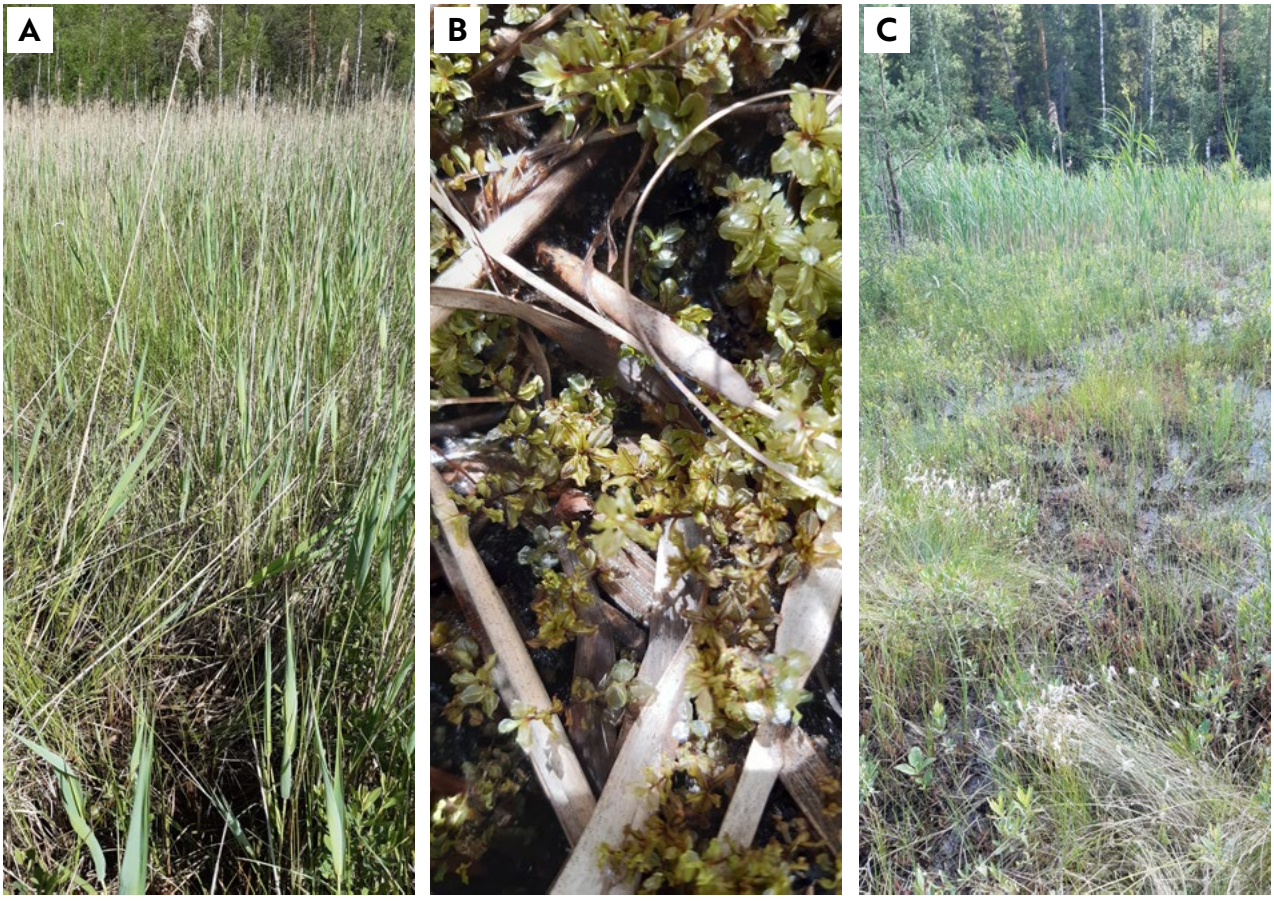
Ruovikko niitettiin kaksi kertaa vuosina 2023 ja 2024.

Vuonna 2023 tutkittiin myös leton kotiloja kärpäslajistoa (Könönen 2023, Winqvist 2023). Letolta ja muulta hoitoalueelta tehtiin tarkempi sammal- ja putkilokasviselvitys vuonna 2024 (Envibio 2024).

Hoitosuunnitelma

Hoidon merkitystä lettolajistolle voidaan seurata, kun lähtötilanne on tiedossa. Käytössä olivat LETOT-hankkeen yhteydessä tehdyt lettokuvioiden rajaukset ja lajistoselvitys vuodelta 2021. Lisäksi molemmilta lettokuvioilta tehtiin LETTO-PUTTE-hankkeen menetelmällä kasvillisuusnäytealat ja vedenlaadun mittaukset. Opinnäytetyönä tehtiin tarkat vesimittaukset vuonna 2022 (kuva 93) (Raijas 2022). Mittaustulosten perusteella paikannettiin hoitoalue, jonka vedenlaatu vaikutti lettolajiston kannalta sopivalta: pH oli välillä 5,54–6,86 ja johtokyky 31–185 (kuvat 90 ja 93).

Ruovikon hillitsemiseksi pohdittiin aluksi laidunnusta, mutta tästä luovuttiin, koska



Kuva 92. Letto oli pahoin ruovikoitunut (A ja B) ja ruoko levittäytyi jo edustavammallekin kuviolle (C), kesäkuu 2021. Kuvat: Risto Vilen.

kohde on pienialainen ja sijainti on laidunnuksen kannalta hankala. Lisäksi laiduneläinten liikkuminen ohutturpeisella ja upottavalla kohteella voi olla riski lettolajistolle.

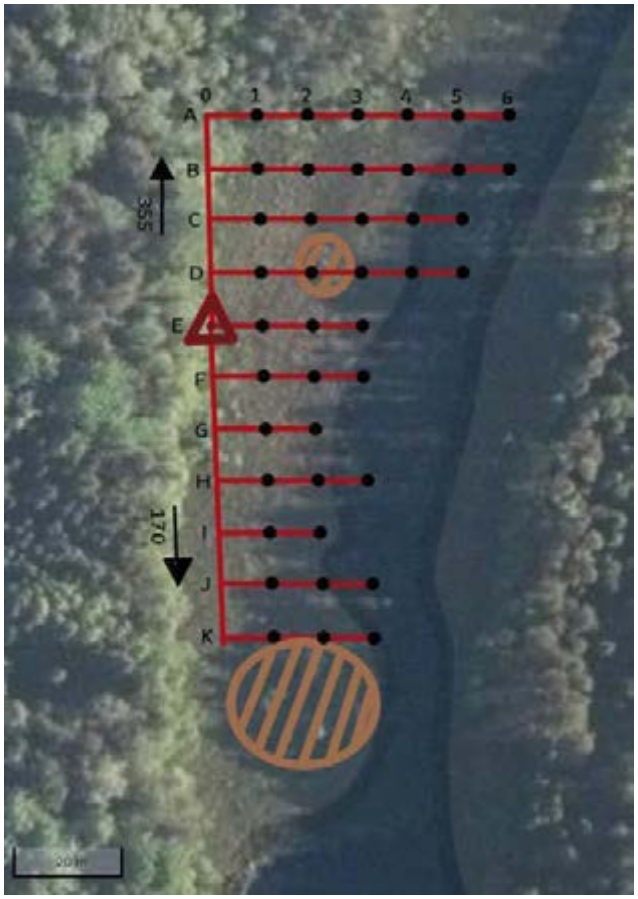
Ruovikkoa päätettiin poistaa käsityönä niittämällä, sillä märän ja upottavan kohteen niitto ei olisi mahdollista koneellisesti. Koneet voivat myös vaurioittaa luhdan pintaa ja arvokasta lajistoa.

Kertyvä niittojäte päätettiin läjittää viereiseen metsään maatumaan. Ruokomassan kuljettaminen kauemmaksi olisi ollut hankalaa ja kallista.

Niittoala rajattiin pH- ja johtokykymittausten perusteella. Hoito päätettiin toteuttaa lettokuviota laajempana (n. 0,7 ha). Lettolajiston edellyttämää hyvälaatuista vettä löytyy luhdalta lähes nelinkertaisesti nykyistä lettoa laajemmalta alalta (kuva 93). Ruovikon laajempi poisto hidastaa myös leton reunaosien umpeenkasvua. Hoidon tavoitteena on ensisijaisesti nykyisten lettokuvioiden säilyminen ja edustavuuden parantuminen. Toissijaisena tavoitteena on lettolajiston levittäytyminen laajemmin hoidetulle alalle.

Ruovikkoa päätettiin niittää kahtena peräkkäisenä vuonna riittävän hoitotuloksen saavuttamiseksi. Kahden niittokerran vaikutus selviää seurannoissa tulevina vuosina. Niittoa jouduttaneen jatkamaan tulevaisuudessakin.

Leton sammal- ja putkilokasviselvitys tehtiin koko hoitoalalta ennen toista niittoa, jotta voidaan arvioida hoitotulosta lajistomuutoksia vertaamalla. Ensimmäinen niitto paljasti runsaasti lisää lettosammalkasvustoja, ja lettoisen alueen pinta-ala lähes kaksinkertaistui aiempien inventointien tuloksiin verrattuna. Kohteelle perustettiin kahdeksan 5 x 5 metrin näyteruutua, jotka merkittiin nevan pintaan upotetuilla metallipaloilla, jotta seurantaruudut voidaan myöhemmin paikantaa metallinpaljastimella.



=Liian syvä mitattavaksi =Liian kuiva mitattavaksi **B**

Piste	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Ph	6,48			6,33	6,15	6,09	6,09
Joht. (µS)	174			123	77	31	27
Piste	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Ph	6,54	6,13	6,63	6,58	6,49	5,69	6,1
Joht. (µS)	143	82	101	113	32	26	25
Piste	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ph	6,66	6,86	6,68	6,38	5,55	5,75	
Joht. (µS)	135	100	63	31	50	38	
Piste	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Ph	6,73	6,76	6,59	6,41	6,24	5,96	
Joht. (µS)	151	120	63	32	31	26	
Piste	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Ph	6,51	6,51	6,52	6,54			
Joht. (µS)	169	109	52	28			
Piste	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Ph	6,2	6,33	5,88	5,19			
Joht. (µS)	185	109	50	29			
Piste	G0	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Ph	6,22	6,21	6,06				
Joht. (µS)	154	99	53				
Piste	H0	H1	H2	H3	H4	H5	H6
Ph	6,22	6,16	5,87	5,54			
Joht. (µS)	136	95	66	53			
Piste	I0	I1	I2	I3	I4	I5	I6
Ph	6,16	6,05	5,51				
Joht. (µS)	131	108	71				
Piste	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6
Ph	6,39	6,43	6,15	5,49			
Joht. (µS)	147	100	75	33			
Piste	12	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Ph	6,12	6,23	4,89	4,6			
Joht. (µS)	162	104	60	70			

Kuva 93. Vedenlaatumittaukset tehtiin 10 metrin välein. Vedenlaadun mittauspisteet paikannettiin tarkasti GNSS-laitteella. Ruskealla vinoviivoitetut alueet ovat pieniä puustosaarekkeita (A). © Maanmittauslaitos 2022. Taulukossa ovat vedenlaadun mittaustulokset pisteittäin (B). PH- ja johtokyvyn mittausarvot eivät juuri poikkea leton ja muun luhdan välillä. Lähde: Raijas 2022.

Niitto

Niitto ohjeistettiin tekemään elokuun kahden ensimmäisen viikon aikana. Ensimmäinen niitto vuonna 2023 kuitenkin siirrettiin elokuun loppuun poikkeuksellisen tulvan takia. Myöhäinen niitto heikentää vaikuttavuutta, kun ruoko on jo ehtinyt korsiintua ja vahvistaa juurakkoaan seuraavaa kasvukautta varten.

Ensimmäisellä niittokerralla joudutaan poistamaan niittoa vaikeuttavaa ylivuotista ja usein kaatunutta ruokoa, mikä kannattaa huomioida aikamenekkiä arvioitaessa. Ylivuotisen ruovikon poistaminen etukäteen talvella voisi helpottaa ensimmäistä niittoa. Jään ja lumen päällä työskentely on nopeaa ja kevyttä verrattuna märässä kasvustossa kahlailuun.

Kasvusto niitettiin raivaussahan kolmioterällä, ja niitos haravoitiin rautaharavalla kasoihin (kuva 94). Myöhemmin paremmaksi työvälineeksi osoittautui kevyt ja pitkäpiikkinen monitoimiharava. Alusta oli varsin upottava, joten raivaaja käytti lumikenkiä. Märimmillä alueilla tarvittiin lisäksi kahluuhaalareita.

Ensimmäisellä niittokerralla 2023 poistettiin ruovikko, suursarat, matalat varpumaiset pensaat sekä kaikki puuntaimet, jotka katkesivat raivaussahalla. Saroja ja suomyrttiä ei poistettu tarkoituksella. Ne elpyivät hyvin seuraavan kesän aikana, joten niitä voitiin toisen niiton yhteydessä säästää.

Työmaaohjetta laadittaessa tulee olla huolellinen ja varmistaa, että ohjeet päätyvät urakoitsijalle saakka. Tulee pohtia tarkkaan, mitä poistetaan ja mitä säästetään. Maastoon merkitään tarvittaessa säästettävät tai käsiteltävät

alat. Etu-Haukilammilla nauhoitettiin säästettävä sarakuvio ja tarkennettiin puutteellisia ohjeita ennen toista niittokertaa. Työ on hyvä katsoa maastossa yhdessä urakoitsijan kanssa ennen hoitotoimiin ryhtymistä.

Niittojäte läjitettiin reunametsän varjoisaan kuusikkoon, etäälle luhdasta, vähintään 10 metriä avoimen alueen reunasta. Ruokomassan keruu ja kuljetus vei aikaa lähes kaksi kertaa enemmän kuin niitto. Keruumassa kuljetettiin paksulla pressulla (kuva 95). Kevytpeitettäkin kokeiltiin, mutta se repeytyi. Ruoko on märkänä painavaa ja pressun vetäminen pehmeällä alustalla raskasta. Läjityspaikat tulee miettiä etukäteen mahdollisimman lähelle niittoaluetta (kuva 96). Mikäli mahdollista, ruokomassan on hyvä antaa kuivua ja keventyä kasoissa ennen siirtoa (kuva 97).

Toisella niittokerralla 2024 työhön päästiin tavoitellusti elokuun alussa, eikä ylivuotista



Kuva 94. Ensimmäinen niitto tehtiin raivaussahan kolmioterällä elokuussa 2023 (A). Ruokomassaa kertyi paljon. Paras työväline haravointiin on kevyt ja pitkäpiikkinen monitoimiharava (B). Kuvat: Rauno Varjonen (A) ja Ville Vasko (B).



Kuva 95. Kertynyt niittotähde vedettiin pressulla metsän reunaan, elokuu 2024. Kuva: Rauno Varjonen.



Kuva 96. Niitettyä ruokoa kertyi runsaasti, syyskuu 2023. Kuva: Risto Vilen.



Kuva 97. Etuala on haravoitu ja taka-alalla niitetyt ruokokasat odottavat vielä siirtoa, syyskuu 2023. Kuva: Risto Vilen.

ruokoa ollut haittaamassa niittoa. Tuore kasvustokin oli vuoden 2023 niiton jälkeen selvästi harvempaa ja heikkokasvuisempaa. Alueelta poistettiin ruovikko ja lehtipuiden vesat. Sarakuvio jätettiin niittämättä ja suomyrttiäkin säästettiin (kuva 98).

Henkilötyö nostaa huomattavasti kustannuksia, joten se sopii ainoastaan pienialaisille ja herkille kohteille. Niittojätteen keruu, kuljetus ja läjitys tulee aina miettiä etukäteen, ja ne ovat usein kallein työlaji.

Etu-Haukilammilla ensimmäiseen niittoon meni 23 tuntia, mutta tähteen keruuseen peräti 47 tuntia. Toiseen niittoon meni 21 tuntia, mutta niittojätteen keruuseen kului enää 25 tuntia.



Kuva 98. Droonikuvaa toisen niiton jälkeen. Lettokuviot kuvan ylälaidassa ja keskellä, syyskuu 2024. Kuva: Ville Vasko.

Johtopäätöksiä

Etu-Haukilammilla tehtiin varsin perusteelliset selvitykset, mutta usein riittää vähempikin.

Esiselvitykset ja hoitoseuranta suunnitellaan toimenpiteiden suunnittelun yhteydessä. Tavoitteiden toteutumista voidaan seurata, kun lähtötilanne on tiedossa. Tarvittavia selvityksiä:

- Luontotyyppi-inventointi, jotta tiedetään mitä ollaan hoitamassa ja miksi.
- Uhanalaiset ja erityisesti suojeltavat lajit.
- Hoidettavalle luontotyypille ominaiset lajit.

Etelä-Suomessa vain letoilla esiintyvää lajistoa löytyy enää hyvin harvakseltaan ja vähät kasvupaikat ovat heikkokuntoisia. Pienialaista lettoa hoidettaessa tulee huolehtia, ettei jäljellä olevaa lettolajistoa hävitetä.

Lettoa ennallistaessa tai hoitaessa on lähes aina oltava selvillä kohteen vesitaloudesta. Miksi letto on juuri siinä ja miksi sen tila on heikentynyt? Onko esimerkiksi pohjaveden laadussa tai määrässä tapahtunut muutoksia ja mitä asialle on tehtävissä? Edullisella pH-/johtokykymittarilla ja veden lämpötilan mittaamisella pystyy tarkentamaan lettokohteen tilaa ja veden liikkeitä.

Monia lettoja on aiemmin laidunnettu. Laidunnusta suunniteltaessa laidunpaine tulee mitoittaa sopivaksi. Konetyössä taas ajourat ja työskentelyalueet tulee sijoittaa leton arvokkaimpien osien ulkopuolelle. Jäljellä olevien lettojen säilyminen Etelä-Suomessa edellyttää kuitenkin hoitotoimia, joten hyvin suunniteltuihin toimiin kannattaa ehdottomasti ryhtyä.

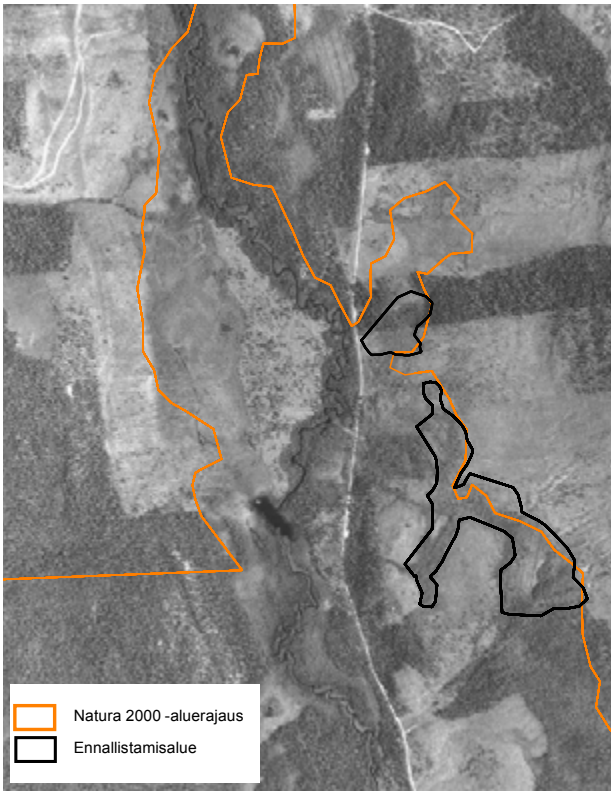
10.7 Sallan Aatsinginhauta: 20 vuotta rinnesuon ennallistamisesta

Mika Puustinen ja Tiina Laitinen

Aatsinginhaudan rinneletto sijaitsee Sallan kansallispuistossa (Aatsingin–Onkamon Natura-alue) (kuva 99), noin 10 kilometriä Sallan kirkonkylältä itään. Suo ennallistettiin vuonna 2004 Tikankontti-Lettorikko-LIFE-hankkeessa (Kulmala 2003, 2004).

Ennallistettu rinnesuo sijaitsee Koutoivavaaran länteen viettävässä rinteessä. Ennallistamisalue laskee 800 metrin matkalla keskimäärin 50 metriä. Alueella on ohutturpeisia suopainanteita, paikoin paksumpiturpeisia suoaltaita sekä aikanaan hakattuja kivennäismaita. Rinnesuo saa vetensä Koutoivan rinteestä, joka on ennallistamisalueen yläpuolelta nuorta kasvatusmetsää ja taimikkoa. Ennallistamisalueen yläpuolella ei ole tehty maanmuokkausta eikä ojituksia. Alueella on runsaasti pohjavesivaikutusta sekä purkautuvia lähteitä ja tihkupintoja. Alueen letoilla ja lähteissä kasvaa edelleen monia uhanalaisiakin lajeja.

Aatsinginhaudan rinnesuot on ojitettu kolmessa vaiheessa. Suurin osa ojista on kaivettu vuosien 1963 ja 1974 välisenä aikana. Vuosina 1974 ja 1980 aluetta on täydennysojitettu ja muutama oja on kaivettu vielä 1980- ja 1990-lukujen vaihteessa. Ojat olivat ennallistettaessa kivennäismaahan syöpyneitä ja toimivia (kuva 100).



Kuva 99. Ennallistamisalue ilmakuvalla vuonna 1974. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Puolustusvoimien tiedustelukeskus 2013.

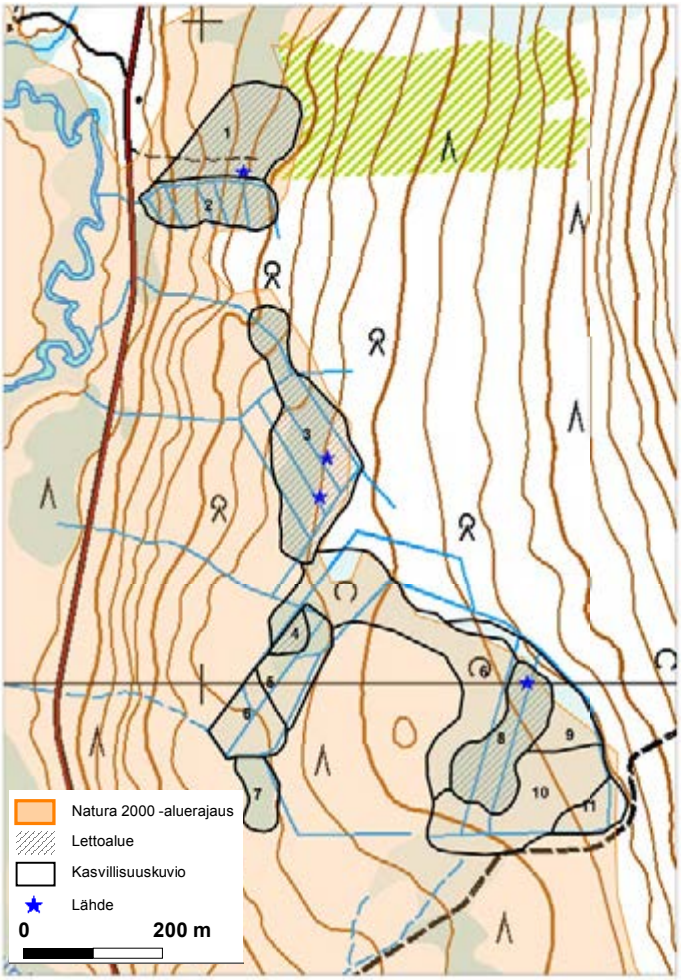


Kuva 100. Ennallistamisalueen ilmakuva vuodelta 2008. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Ojitusalueen vedet laskivat Koutoivan rinnettä alas kuutta eri pääväylää pitkin. Eteläisin pääväylä on luonnontilainen puro. Laskuojien liepeillä on ollut jonkinlaisia puroja tai noroja ennen ojitustakin, mutta niiden uomia on perattu ja oiottu kaivinkoneella. Kolmea keskimmäistä ojaa ei ole kaivettu Aatsinginjokeen asti, vaan ne päättyvät joenvarren soille.

Aatsinginhaudan rinnesuot ennen ennallistamista

Ennallistamisalue ja siellä sijaitsevat lähteet näkyvät kuvassa 101. Lettoalueet näkyvät kuvassa tummennettuina ja lähteet sinisinä tähtinä (Kulmala 2003). Alueen kasvillisuuskuviot (kuva 101) pohjoisesta alkaen:



Kuva 101. Ennallistamisalueen kasvillisuuskuviot. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

1) Lettorämettä ja etelälaidalla pienialaisesti lähdelettoa. Kuviolla on syvä metsäkoneura länsipuoliselta tieltä ylärinteen kivennäismaalle. Suon puusto on hakattu. Kuviolla on edustavaa lettolajistoa, mm. lettovilla (*Eriophorum latifolium*), hentokorte (*Equisetum scirpoides*), taigasara (*Carex media*), hapsisara (*C. capillaris*) ja vuorolehtihorsma (*Epilobium davuricum*).
2) Lyhyet poikkiojat on vedetty lettorämeelle. Letto ei vielä ole ehtinyt kuivua kovin pahoin, sillä ojat ovat vain noin kymmenkunta vuotta vanhoja. Siniheinä (*Molinia caerulea*) ja pajut (*Salix* spp.) ovat runsastuneet kuviolla. Lähdevetisissä ojissa kasvaa silmälläpidettävää (NT) sirppihuurresammalta (*Palustriella falcata*).
3) Lettorämemuuttuma, jolla lähteisyys on runsasta. Pohjavesivaikutuksen ansiosta suon lettolajisto on säilynyt melko hyvin siihen nähden, että eteläosan ojat ovat noin 30 vuotta vanhoja ja vetävät hyvin. Ojat ovat monin paikoin kivisiä ja kirkasvetisiä ja niissä kasvaa lähde- ja lettosammalia, harvinaisimpana kalkkihuurresammal (*Palustriella commutata*), joka on erittäin uhanalainen (EN) kalkinvaatijalaji. Ojien reunoilla kasvaa tiheä lehtipuusto, muutoin lettoräme on säilynyt melko avoimena. Alueella on luonnontilaisena säilynyt eutrofinen lähde, jonka vedet valuvat ojaan.
4) Pahoin kuivunut lettorämemuuttuma, jonka pohjakerroksessa ei kultasirppisammalen (*Loeskympnum badium*) lisäksi juuri kasva lettosammalia.
5) Kuviolla on karuja pallosara- ja isovarpurämemuuttumia sekä keskiravinteisia rämemuuttumia.
6) Tiheäpuustoisia ruoho- ja heinäkorpimuuttumia, joissa kuusen ja männyn seassa kasvaa runsaasti koivua ja harmaaleppää. Paikoin suo on kuivunut turvekankaaksi, paikoin ojat halkovat kivennäismaita ja soistuneita kankaita.

7) Isovarpuräme.
8) Lähteinen lettoräme- ja paikoin välipintalettomuuttuma. Kuvion pohjoisosan runsaan lähteisyyden ansiosta tiheästi ojitettu suo on säilyttänyt leton ominaispiirteet. Mäntyjen kasvu on jonkin verran elpynyt, mutta kuvio on säilynyt puoliavoimena. Kataja (*Juniperus communis*) on hyvin runsas ja paikoitellen lähes peittävä, myös kiilto- ja lettopaju (*Salix phylicifolia*, *S. myrsinites*) ovat runsaita. Avolähde on varsin poikkeuksellinen: lautasenkokoisen pohjaveden purkautumisaukon ympärillä on halkaisijaltaan noin kaksimetrinen pyöreä, kasviton, kova- ja hiesupohjainen alue. Lähteestä alkunsa saava runsasvetinen lähdepuro laskee lounaaseen. Lähteen ympärillä kasvaa mm. purolähdesammalta (*Philonotis fontana*), otaluhtasammalta (*Calliergonella cuspidata*) ja luhtakuirisammalta (*Calliergon cordifolium*). Lähettyvillä on lukuisia muitakin hetepintoja.
9) Niskaoja on kaivettu kivennäismaan ja suon rajalle.
10) Runsaspuustoisia ja paikoin järeäpuustoisia kuivuneita mustikka-, metsäkorte- sekä ruoho- ja heinäkorpimuuttumia. Lähteestä alkunsa saanut lähdepuro on aikaisemmin virrannut sarkojen poikki länsilounaaseen. Kuusivaltainen, noin satavuotias puusto on paikoin komeaakin, ja vanhaa ja pökkelöitynyttä lehtipuuta on siellä täällä.
11) Runsaspuustoinen rämemuuttuma–turvekangas, puusto on tiheää nuorta kasvatusmännikköä.

Ennallistamisen toteutus ja ennallistamisen onnistuminen

Aatsinginhaudan rinnesuot ennallistettiin syksyllä 2004. Alueen ojalinjoilla oli runsas puusto, joka poistettiin raivaamalla. Kaadettu puusto jätettiin suolle. Lisäksi metsurit kaatoivat patopuut sekä auttoivat patojen rakentamisessa. Metsuritöissä alueella meni 34 työpäivää. Kaivinkone täytti alueen ojat ja teki niihin viisi puuvahvisteista patoa. Konetöitä tehtiin alueella 63 tuntia. Kohteen pitkulainen ja kapea muoto sekä rinteen jyrkkyys hankaloittivat kaivinkonetyötä. Rinteen jyrkän vieton ja ojien paikoitellen runsaan pohjavesivirtauksen takia ojien täyttämiseen ja patoamiseen kiinnitettiin erityistä huomiota. Täyttämisessä edettiin osa-alue kerrallaan ja siten, että ylempänä rinteessä olevat ojat täytettiin ensimmäisenä.

Ennallistamista on vaikea saada onnistumaan rinnesuolla, mikäli käytetään pelkkiä patoja, joten kaikki ojat tukittiin. Vastaavalla Riisitunturin rinnesuokohteella, jolla käytettiin täyttömaan niukkuuden takia monin paikoin pelkkiä patoja, vesi virtasi 10 vuotta ennallistamisen jälkeen edelleen patoväleissä ja ojien umpeenkasvu oli hyvin hidasta.

Pintavalleista tehtiin erityisesti viettävimmillä ojaosuuksilla riittävän pitkiä ja massiivisia ja niitä rakennettiin melko tiuhaan. Vettä johtavien ajourien muodostuminen saattaa olla ongelma rinnesuolla. Aatsingissa uria ei juuri tullut, koska ennallistettu alue on melko puustoinen ja suhteellisen tiivisturpeinen. Pintavallit estävät myös osaltaan veden virtailua mahdollisissa ajourissa. Kaadettuja puita vedettiin jälkikäteen poikittain täytettyjen ojien päälle.

Ennallistamisalueen huurresammallähteissä kasvoi vaateliaita sammallajeja. Näistä uhanalaisinta, erittäin uhanalaista kalkkihuurresammalta, löytyi muutaman verson verran myös erään ojan pohjalta. Tässä tapauksessa oja kuitenkin tukittiin, koska lajia esiintyy alueella myös luonnontilaisella kasvupaikallaan. Ojan tukkimatta jättäminen olisi heikentänyt lettomuuttuman ennallistumista ja myös kalkkihuurresammalen säilymistä alueella pidemmällä tähtäimellä. Alueen muut uhanalaisesiintymät huomioitiin huolellisesti. Esimerkiksi erään niskaojan penkalta löytynyt vaarantuneeksi luokitellun metsänemän (*Epipogium aphyllum*) kasvusto merkittiin ja kohta jätettiin pistemäisesti ennallistamatta.

Hoitoseurantahavainnot kaksi vuotta ennallistamisen jälkeen

- Ennallistuminen lähti kokonaisuutena hyvin käyntiin (kuva 102).
- Myös sarat vettyivät hyvin, vaikka suhteellisen ohutturpeiset rinnesuot ovat luontaisestikin herkkiä kuivahtamaan.
- Alueella sijaitsevat lähteet toimivat yhtä lukuun ottamatta hyvin. Toimimaton lähde oli kuivunut ojituksen jälkeen eikä ole siitä palautunut (kuva 103).
- Ennallistamisalueen laidan vaateliaiden kasvilajien esiintymiin ennallistaminen ei juuri vaikuttanut. Alueen läpi johtavat syöpyneet metsäkoneen urat kuivattavat aluetta edelleen.

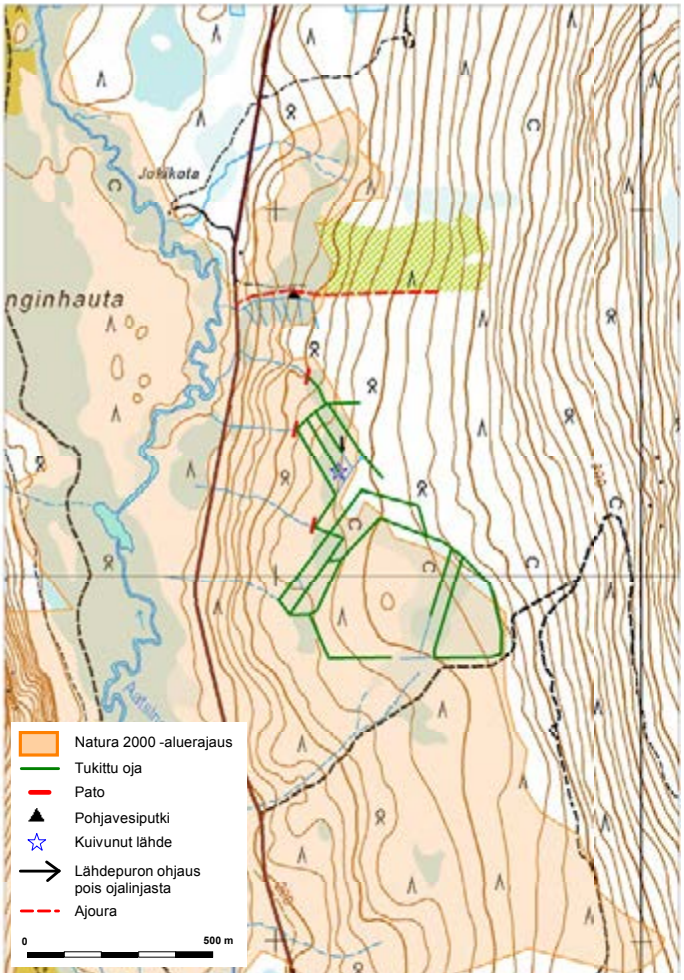
Merkittävin tekijä, jonka ansiosta Aatsinginhaudan rinnesuon ennallistaminen onnistui mutta vastaava Riisitunturin rinnesuokohde osittain epäonnistui, on se, että Aatsinginhaudassa suo oli ojitettu vinosti suon viettoon nähden, Riisitunturilla suon vieton suuntaisesti. Lisäksi Aatsingissa kaikki ojat täytettiin ja Riisitunturilla vain padottiin. Rinnesoiden kaikki ojat tulisi täyttää.

Lähdepuron palautuksen korjaus 2010

Kuvan 104 kohdassa lähdepuro ohjattiin pois ojalinjalta, mutta lähteestä tuleva vesi pääsi ojassa olevan padon läpi, koska patoon oli jäänyt noin nelimetrinen kuusi. Vesi virtasi rinnettä alas vanhaa ojalinjaa pitkin. Syyskuussa 2010 lähteen alapuolinen oja padottiin käsityönä kuokalla ja lapiolla ja ohjattiin vesi luontaiselle väylälleen saralle (kuva 104). Pato tehtiin noin neljä metriä vuotavan padon alapuolelle kohtaan, josta vedelle löytyi luontainen kulkuväylä saralle. Pato ohjasi veden saralle ja siitä luontaista reittiä rinnettä alas.



Kuva 102. Rinnesuo kuusi vuotta ojien täyttämisen jälkeen. Kuva: Mika Puustinen 2010.



Kuva 103. Vuonna 2010 korjattu lähdepuron ohjaus ja muut korjausta vaatineet kohdat sekä pohjavesiputken sijainti. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 104. Vesi ohjautuu saralle ja ojalinjalle tehty pato pitää. Kuva: Mika Puustinen 2010.

Ennallistamista jatkettiin vuonna 2014

Vuonna 2014 Aatsiginhaudan alueella jatkettiin ennallistamista ja samalla tukittiin kuviolla 10 (kuva 101) aiemmin auki jätetyt kaksi ojanpätkää sekä ohjattiin lähdevesi kulkemaan vanhaan uomaan (kuva 103).

Hoitoseurantahavaintoja 20 vuotta ennallistamisen jälkeen

Kesän 2024 hoitoseuranta tehtiin pitkän kuivan jakson aikaan.

- Ennallistetut suot ovat vettyneet pääsääntöisesti hyvin, vaikka ne ovat ohutturpeisia.
- Suon turvekerros oli märkä koko alueella, eikä kasvillisuudessa ollut havaittavissa kuivuuden merkkejä.
- Vaatelias sammal- ja putkilokasvilajisto oli lähtenyt leviämään jokaisella ravinteikkaammalla laikulla. Kuviolla 10 (kuva 101) entinen ruoho- ja heinäkorpi oli vettynyt ja lajisto oli palautumassa (kuva 105).
- Kuviolla 8 (kuva 101) lähteisyys oli lisääntynyt voimakkaasti, ja varsinkin yläosissa oli laaja-alaisia lähdepintoja. Lisäksi alueelle oli muodostunut uusi pohjaveden purkauspiste, jossa oli pulppuava lähde (kuva 106).

Vaikka alueen ennallistaminen on onnistunut pääsääntöisesti hyvin, on alueella vielä auki olevia ojia, jotka vaikuttavat rinnesuon vesien virtaamisiin. Alueelle kannattaisi tehdä vielä täydentävä ennallistamissuunnitelma tilanteen korjaamiseksi.



Kuva 105. Ruohoisen korven kasvilajisto on saanut uutta puhtia vedenpinnan palautumisesta. Kuva: Mika Puustinen 2024.



Kuva 106. Täytetylle ojalle on muodostunut uusi pulppuava pohjaveden purkauma. Kuva: Mika Puustinen 2024.

Alueen erikoisuudet

Korjaamista kaipaavat ajourat

Ennallistamisalueen vieressä, kansallispuiston alueella, on metsäkoneen ajourat (kuvat 103 ja 107), jotka keräävät vaaran rinteeltä tulevan veden uriin ja muodostavat rinteeseen kaksi ojaa. Ojat ovat syöpyneet kivennäismaahan asti. Noin 550 metriä pitkä ajoura kulkee läpi lettorämeen. Urasta 260 metriä on yläpuolisilla yksityismailla. Ajourassa kulkeva vesi pitäisi saada ohjattua pois urasta useammasta kohtaa rinteessä. Yksityismaan puoli olisi hyvä saada korjattua samaan aikaan, ettei sieltä uria pitkin juokseva vesi tule liian pistemäisesti suojelualueen puolelle. Koska kyseessä on ajoura, ojamaita ei ole, joten urien täyttö kokonaan ei onnistu. Työ on tehtävä pienellä koneella tai käsityönä, ettei aiheutettaisi ohutturpeiseen rinteeseen uusia koneuria, jotka toimisivat ojina.



Kuva 107. Vaaran rinteessä ajourat toimivat ojan tapaisina uomina. Kuva: Mika Puustinen 2010.

Pohjavesiputki saa jäädä

Aatsinginhaudan rinnesuolla on maahan upotettu rautaputki, josta pulppuaa pohjavettä (kuva 108). Putken alkuperä ei ole tiedossa, mutta todennäköisesti se on peräisin geologisista kairauksista. ”Lähde” sijaitsee edellä mainitun ajouran läheisyydessä ja siitä muodostuu lähdepuro, joka virtaa rinnettä alas tieojaan ja sitä kautta alapuoliseen Aatsinkijokeen. Puron ympäristöön on muodostunut lähdepurolle luontainen lajisto. Putki on päätetty jättää paikalleen ja antaa jo muodostuneen lähdepuron kulkea nykyisessä uomassaan.

Vuonna 2024 havaittiin, että putkesta purkautuvan veden muodostama lähdepuro oli jakautunut kolmeen eri pikkunoroon. Ainoastaan vähäinen määrä vettä kulkeutui enää rinteen ajouraan. Suurin osa vedestä ohjautui rinteessä sijaitsevalle lettorämeelle. Myös ajourille ohjautuva vesi palautuu rinteen alaosassa lettorämeelle. Ajouraan ohjautuva vesi tulee kuitenkin huomioida ajouria tukittaessa.



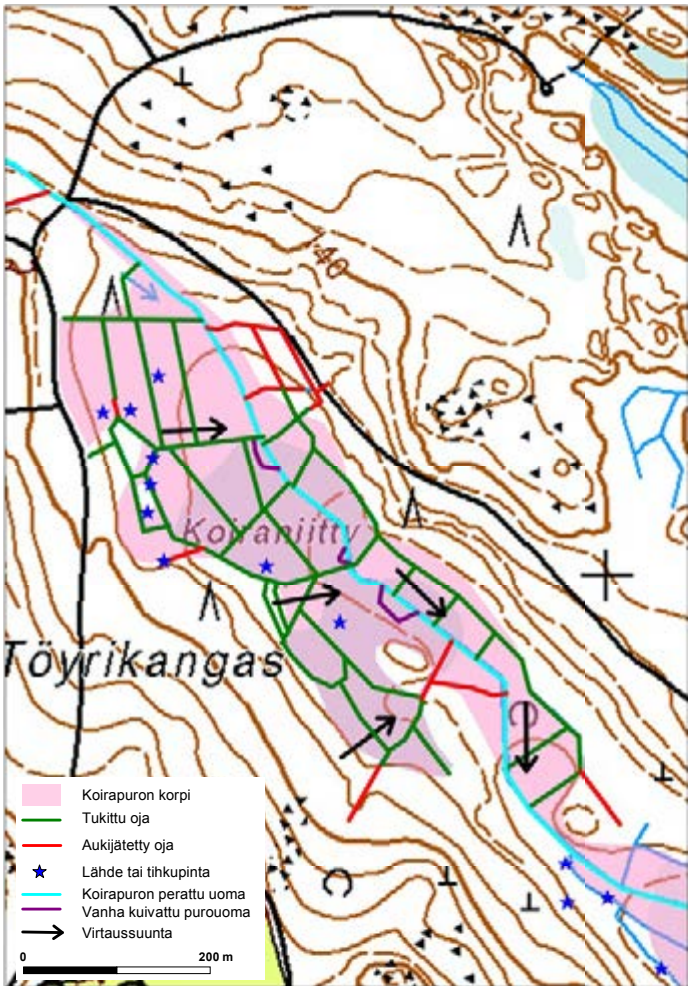
Kuva 108. Metalliputki syöttää rinteeseen anteliaasti pohjavettä. Uomassa kasvaa lähdelajistoa. Kuva: Mika Puustinen 2024.

10.8 Lähteinen korpi 15 vuotta ennallistamisen jälkeen: Kannonkosken Kismanniemi

Reijo Hokkanen

Metsähallitus Metsätalous Oy:n hallinnoimalla alueella Kannonkosken Kismanniemellä ennallistettiin lähteinen korpialue vuonna 2009 (kuva 109). Korpialue on suojeltu Metsähallituksen omalla päätöksellä. Korvessa on yhteensä noin 15 lähdettä ja vaateliasta kasvilajistoa (mm. lehtopalsami *Impatiens noli-tangere* ja harsosammal *Trichocolea tomentella*).

Korpialue lienee ojitettu 1970-luvulla, jolloin myös alueen läpi virtaava Koirapuro on perattu suoraksi. Ojat olivat paikoin isoja ja syöpyneitä. Alueella kasvoi paikoin tiheä kuusikko. Lehtipuustoa oli silti vielä hyvin sekapuuna. Alueen luonto on kuvattu kattavasti aiemmassa ojitettujen soiden ennallistamisoppaassa (Hokkanen & Haapalehto 2013).



Kuva 109. Koirapuron korven ennallistamistoimenpiteet vuonna 2009. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Ennallistamisen tavoitteet

- Lähdevaikutteisen lajiston elinolojen parantaminen. Lähdevesi virtasi syviksi ja leveiksi syöpyneiden ojien pohjalla. Vesi haluttiin lähemmäs suon pintaa ylläpitämään vaateliasta kasvillisuutta.
- Koirapuron uoman monipuolistaminen.
- Korven puustorakenteen monipuolistaminen. Ennallistamisen riskeiksi tunnistettiin mahdollinen kuusten runsas kuoleminen ja hyönteistuhot vedennousun takia.

Isoin kysymys liittyi lähteisiin: miten ojissa olevat pohjavesipurkaumat pitäisi ennallistaa, kun ojat olivat isoja ja syöpyneitä.

Ennallistaminen 2009

Alueelta hakattiin talvella 2009 ojituksen jälkeen kasvanutta puustoa, jotta ojat voitiin täyttää kaivinkoneella. Havupuita poistettiin lehtipuiden ympäriltä. Syksyllä 2009 ojat täytettiin kaivinkoneella. Lähteitä ei täytetty missään kohtaa, vaan oja tukittiin alempaa lähteestä tai lähdevesi pyrittiin ohjaamaan vanhaan noroon. Vanhoja lähdenoroja ei kuitenkaan ollut enää löydettävissä kuin pari koko alueella.

Suurimpia ojia (leveys vähintään 2 metriä) ei voitu kokonaan tukkia, vaan ne padottiin kaivinkoneella ottamalla maata vierestä.

Koirapuro ohjattiin yhdessä kohtaa vanhaan uomaan. Muualla uomaan kaadettiin kaivinkoneella puita.

15 vuotta ennallistamisen jälkeen

Alueella käytiin 24.10.2024, lähes päivälleen 15 vuotta ennallistamisen jälkeen. Kasvit olivat jo lakastuneet ja puut lehdettömiä, jolloin rehevässä korvessa saattoi havainnoida ennallistamisen onnistumista.

Lähdevaikutteisuuden lisääminen

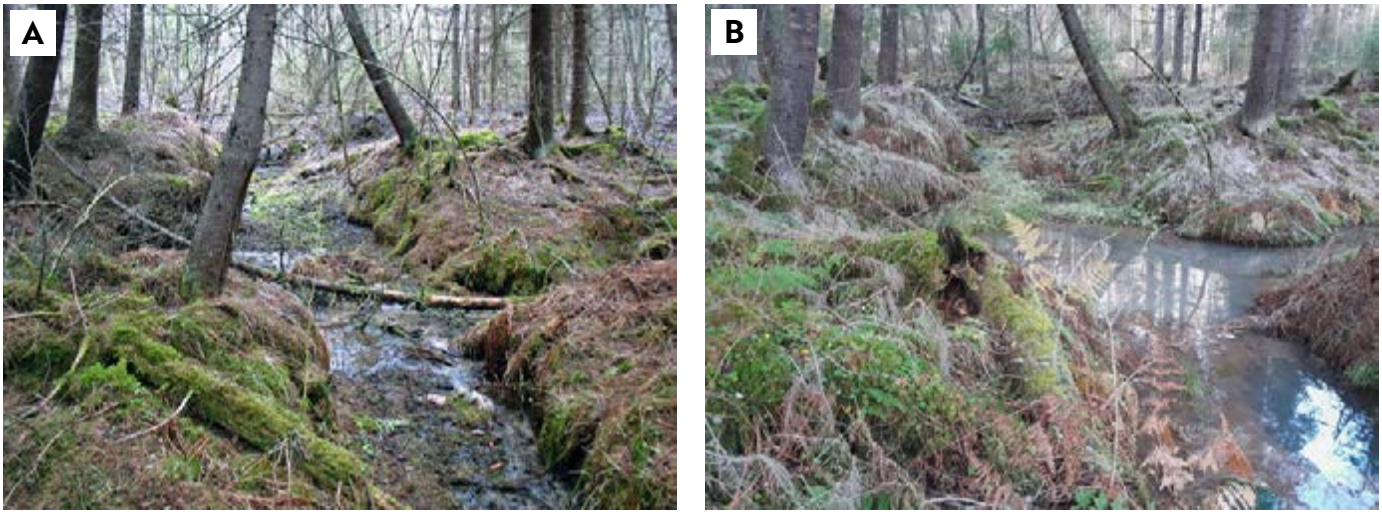
Ennallistettaessa yhdestä lähteestä laskeva oja tukittiin lähteen alapuolelta niin, että lähdevesi virtasi nyt tukittua ojalinjaa pitkin. Tukkiminen oli nostanut lähdeveden suon pintaan, ja lähdekasvillisuudella oli nyt laajemmat kasvupaikat kuin vain ojien pohjat.

Joidenkin lähteiden alapuolelle tehtiin pato, jolla vesi ohjattiin vanhaan noroon. Tämäkin onnistui melko helposti. Muutamissa kohdin on nähtävissä, että lähde tuo kiintoainesta (kuva 110) syvältä maakerroksista. Näin on erityisesti kohdissa, joissa iso oja on pelkästään padottu. Patojen välit ovat nyt hiesupohjaisia tihkupintoja. Tämän hiesun alkuperä on varmuudella lähteessä, sillä mitään näkyviä eroosiokohtia ei alueella ole.

Muutaman lähteen pintaa nostettiin lähemmäs alkuperäistä tasoa tukkimalla oja lähteen alapuolelta (kuvat 111A ja 111B). Näiden lähteiden laajuudessa tai lajistossa ei havaittu merkittäviä muutoksia. Yhden lähteen kohdalla harsosammal näytti yhtä runsaalta kuin ennen ennallistamistakin.



Kuva 110. Lähde on tuonut hiesua ja tukkimatta jäänyt oja on täyttynyt sillä. Lokakuu 2024. Kuva: Reijo Hokkanen.



Kuva 111. Lähde, jonka alapuolella oleva oja tukittiin, ennen ennallistamista vuonna 2007 (A) ja sama paikka 15 vuotta ennallistamisen jälkeen vuonna 2024 (B). Kuvat: Reijo Hokkanen.

Isojen ojien patoaminen ja tukkiminen

Ojat tukittiin pääosin kokonaan. Tukittuihin ojiin tehtiin lisäksi patoja, jotta vesi ei jatkossa virtaisi ojalinjaa pitkin. 15 vuotta ennallistamisen jälkeen tilanne vaikutti hyvälle. Ojalinjat olivat kasvittuneet ja niissä kasvoi lehtipuuvesaikkoa. Lähdevesi virtasi monin paikoin ojalinjaa pitkin, mutta kiemurrellen ja noromaisesti. Paikoin vesi hakeutui ojasta sivuun vanhoihin painanteisiin.

Suurimpien ojien muutamat padot näyttivät edelleen ehjiltä, mutta vesi virtasi niiden ali. Vedenpinta oli noussut, ja patojen väliin oli muodostunut tihkupintamaisia kasvustoja, missä kasvoi mm. lehtopalsamia (kuva 112). Vaikka vesi virtasi patojen ali, alueelle oli muodostunut lähdemäisiä hiesupintoja entisten suurten ojien pohjalle.

Koirapuron monipuolistaminen

Koirapuro ohjattiin yhdessä kohtaa vanhaan uomaan tukkimalla suoraksi kaivettu uoma vanhan uoman yläpään kohdalta. Vesi lähti virtaamaan vanhaa uomaa pitkin. 15 vuotta tämän jälkeen vesi virtasi edelleen vanhaan uomaan (kuva 113). Muualla Koirapuron varressa vanha ja perattu uoma olivat niin lomittain, että alkuperäisen uoman hyödyntäminen ei ollut mahdollista. Siksi ojien täytön yhteydessä kaadettiin kaivinkoneella kuu-



Kuva 112. Osittain tukittua ojaa, jonka pohjalla kasvaa lehtopalsamia. Lokakuu 2024, kuva: Reijo Hokkanen.

sia perattuun uomaan. 15 vuotta myöhemmin näitä runkoja vasten on kasautunut erilaisia määriä kariketta. Paikoin näissä kohdin on myös kasvillisuutta, joskin puronvarren tiheä kuusikko rajoittaa kasvillisuuden valonsaantia.

Puustorakenteen monipuolistaminen ja mahdollinen puuston kuoleminen vedennousun takia

Alueen puuston käsittelyllä oli kaksi tavoitetta: puuston poisto ojalinjoilta ojien tukkimisen helpottamiseksi ja lehtipuiden suosiminen. 15 vuotta jälkeenpäin alueen ilmeeseen on vaikuttanut se, että ojalinjoille on tullut lehtipuuvesaikkoa, esimerkiksi leppiä. Eniten on kuitenkin vaikuttanut Asta-myrsky, joka kaatoi vuonna 2010 alueelta yksittäisiä puita sekä yhden 200 metriä pitkän ja 40 metriä leveän kuusimetsikön kokonaan. Alueelta ei ole raportoitu minkäänlaisia hyönteistuhoja Astan jälkeen. Korpialueella ei ole edelleenkään havaittavissa kirjanpainajatuhoja, vaan kaikki myrskynkaatoalueen reunuskuusikot ovat elinvoimaisia. Ehkä tuhon osuminen viileään korpinotkelmaan oli osasyy.

Koska korpialue on varsin kalteva, ei puustoa ole kuollut ojien tukkimisen seurauksena. Ojalinjojen lähellä oli vain yksittäisiä pystyynkuolleita puita.

Olisiko jotain voinut tehdä toisin?

Suoraksi kaivettuun uomaan olisi kannattanut kaataa enemmän puita. Samalla olisi lisääntynyt valon määrä puron varrella, jolloin uomaan ja kaadetuille rungoille ilmestyisi nopeammin kasvillisuutta, joka sitoisi juurillaan maa-aineksia ja kariketta ja vähentäisi eroosiota. Nykyisin uoma ja sen varret ovat lähes kasvittomia varjostavasta kuusikosta johtuen.

Muutoin alueella ei havaittu korjattavaa. Ojalinjoille noussut vesaikko ja Asta-myrskyn kaatamat puut ovat hävittäneet suorat ojalinjat maisemasta. Alueen yleisilme on hyvin luonnontilaisen kaltainen ja vaihteleva.



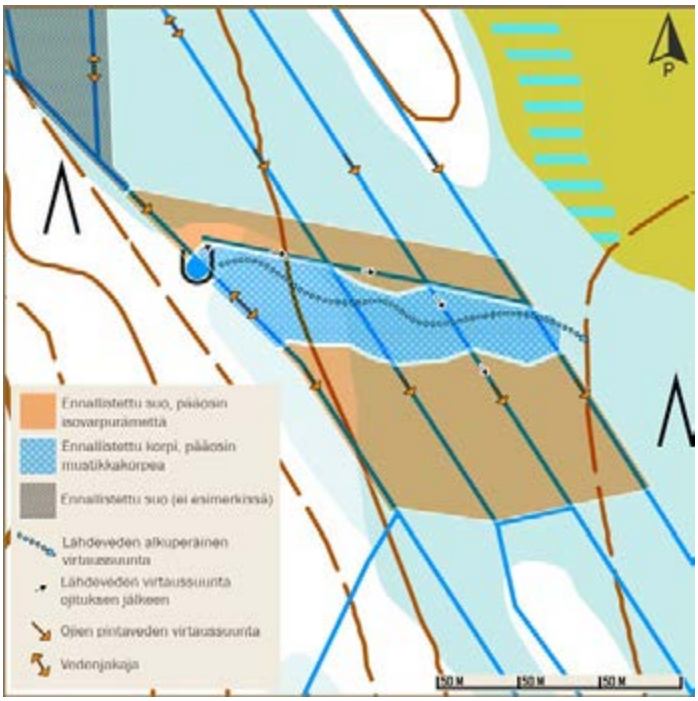
Kuva 113. Koirapuro on ohjattu virtaamaan alkuperäiseen uomaan. Kaivettu uoma kuvassa vasemmalla, lokakuu 2024. Kuva: Reijo Hokkanen.

10.9 Polttosuo ja lähdevaikutteinen piilopuro

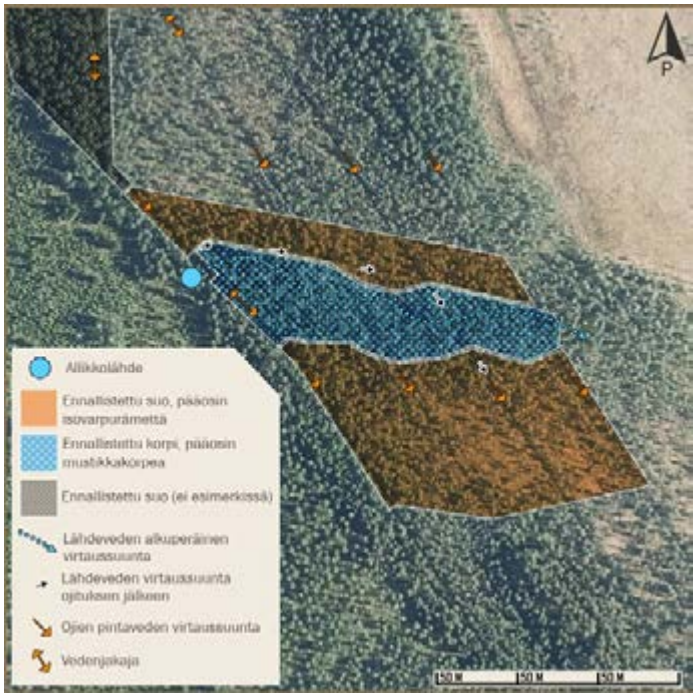
Iina Eskelinen

Sonkajärvellä sijaitseva Polttosuo ennallistettiin Helmi-elinympäristöohjelmassa vuonna 2024. Ennallistamisen suunnitteli ja valvoi Iina Eskelinen Pohjois-Savon ELY-keskuksesta. Työt toteutti Vesistö- ja Luontokunnostus Janne Raassina sekä Henkan Helppi (Henri Leskinen). Yhteistyö oli sujuvaa myös maanomistajan eli Tornator Oyj:n luonnonhoidon asiantuntijan Reijo Mularin kanssa.

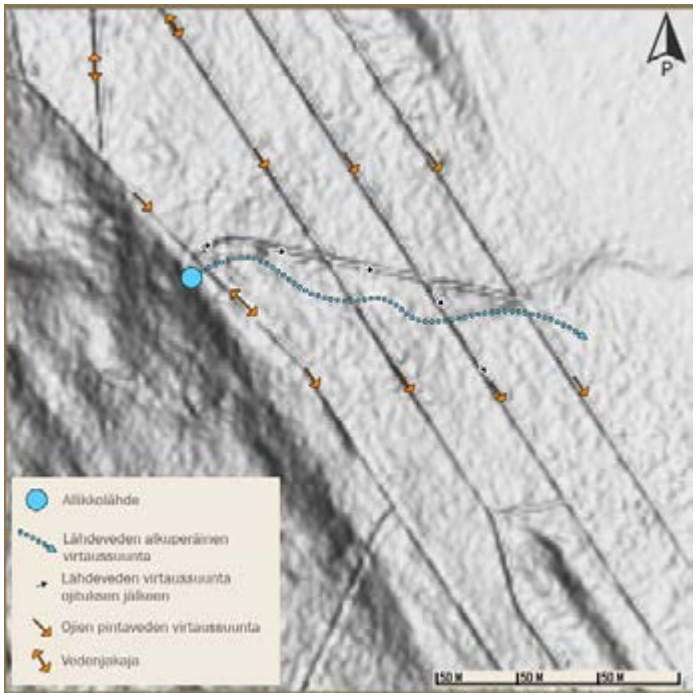
Polttosuo on keskeltä avonaisena säilynyt ja reunoiltaan ojitettu suo. Seudun topografinen vaihtelu on huomattavaa ja pienipiirteistä. Kivennäismaa on lähinnä moreenia. Alueella on paljon pistemäistä lähteisyyttä niin moreenimaiden rinteillä kuin niitä reunustavilla soilla. Polttosuon länsilaidalla on enemmänkin lähteisyyttä, mutta tässä esimerkissä keskitytään suon suurimman allikkolähteen ja sen vaikutusalueella olevan suon ennallistamiseen heinäkuussa 2024 (kuvat 114–116).



Kuva 114. Polttosuon länsilaidalla olevan allikkolähteen ja sen alapuolisen lähteisen suon ennallistamisalue. © Maanmittauslaitos 2025.



Kuva 115. Ojitus on lisännyt Polttosuon länsilaidan puuston kasvua, kun taas ojittamiselta välttynyt suon keskiosa on säilynyt avonaisena. Alun perin lähteisen korpikaistaleen puusto on säästetty metsätaloustoimilta. Ilmakuva vuodelta 2023. © Maanmittauslaitos 2025.



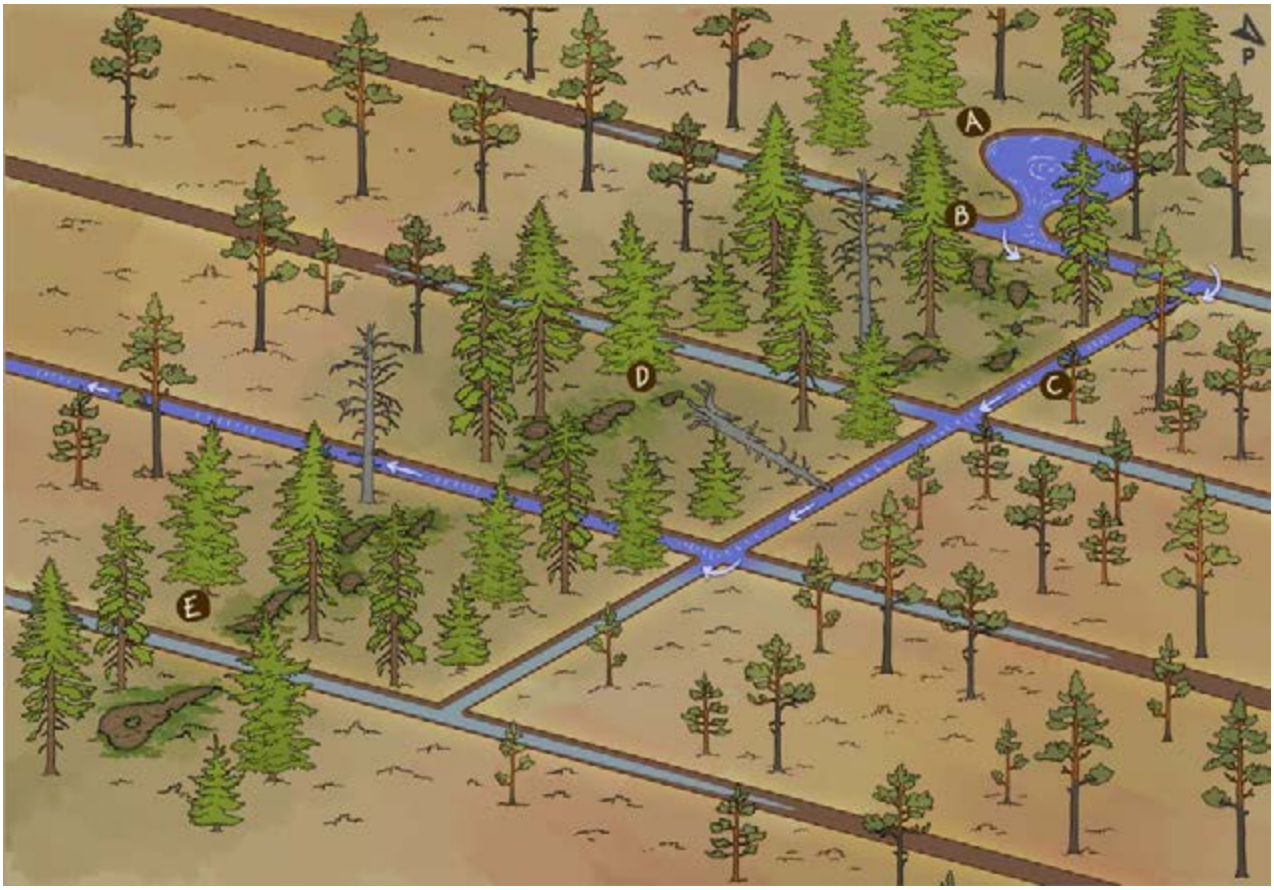
Kuva 116. Polttosuon lähde sijaitsee tyypillisessä paikassa kivennäismaarinteen ja suon jyrkässä taitteessa. Lähdevesi on syövyttänyt kohti suon keskiosaa virtaavan poikkiojan syväksi. Varjostettu korkeusmalli. © Geologian tutkimuskeskus.

Polttosuon lähde ja lähdevaikutteinen suoalue ennen ennallistamista

Polttosuon allikkolähde on syntynyt kivennäis- ja turvemaan jyrkkään taitteeseen (kuva 117A, kuva 118). Se on moreenimaan lähteeksi varsin runsastuottoinen. Allikon halkaisija on noin 5 metriä ja se on muodoltaan pyöreäreunainen. Lähteen pohjalla on #-merkin muotoon uponneita puunrankoja, joiden kaikkien halkaisija on 10 senttimetrin luokkaa ja jotka on aikanaan sahattu. Lähde on merkitty jo vuoden 1974 maastokarttaan ennen suon ojittamista. Kaikki tämä viittaa siihen, että lähdettä on aikanaan hyödynnetty ainakin satunnaisesti, sitä on mahdollisesti kaivettu ja siihen on ollut rakennettuna jonkin-



Kuva 118. Polttosuon allikkolähde toukokuussa 2023. Oransseilla aurauskepeillä on merkitty kohteen kasvillisuuden seurantaruudut. Allikon keskellä, vedenpinnan alapuolella, erottuu vedenottorakenteiden jäänteitä. Kuva: Iina Eskelinen.



Kuva 117. Yksinkertaistettu piirroskuva Polttosuosta ennen ennallistamista. A) Lähdeallikko. B) Ylimmäisin oja, johon lähdevesi ohjautuu. C) Lähdevesi virtaa ojissa. Lähdeveden virtaussuunta on merkitty sinisillä nuolilla ja tummansinisellä värillä. D) Lähdeveden alkuperäinen reitti erottuu saroilla kohti suon keskiosaa jatkuvana korpikaistaleena, jonka keskellä on pintavesivaikutteisten painanteiden ketju. E) Painanteet päättyvät viimeisen ojan jälkeen alkavalle avosuolle. Kuva: Iina Eskelinen.

laisia vedenottoa helpottavia tai lähdekaivoa muistuttavia rakenteita.

Polttosuo on ojitettu verrattain myöhään, vasta noin 1970- ja 1980-lukujen taitteessa. Ylimmäisin oja on kaivettu parin metrin päähän lähdeallikosta (kuva 117B, kuva 119). Lähdevesi on ohjattu suon keskiosaa kohti johtavaan poikkiojaan (kuva 117C).

Polttosuon länsilaidat ovat pääosin isovarpurämettä ja eriasteisia muuttumia. Suo on selvästi kuivunut, se on alkanut kasvaa voimakkaasti mäntyä, ja paikoitellen jäkälien kasvu on runsasta. Heti lähteen alapuolelta alkaa suon keskiosaa kohti jatkuva korpikaistale, joka erottuu historiallisissa ilmakuvissa ja poikkeaa edelleen ympäristöstään niin puulajien kuin puuston koon puolesta (kuva 117D). Korpikaistaleen maasto on ympäröivää suota epätasaisempaa ja se on täynnä matalia notkelmia, joiden pohjilla on pintavesivaikutteisia haprarahkasammalen (*Sphagnum riparium*) täyttämiä allikoita. Ne ovat rikkonaisena ja mutkittelevana helminauhana korpikaistaleen keskellä. Lähdevesi on virrannut ennen suon ojitusta tätä välillä pintaan tulevaa piilopuroverkostoa pitkin ja sen viimeiset painanteet ovat ojittamattoman suon puolella (kuva 117E, kuva 120). Korpikaistale on ollut nykyisellä maanomistajalla metsätaloustoimenpiteiden ulkopuolisena kuviona, joten se on säästynyt hakkuilta.



Kuva 119. Ylimmäinen oja, johon lähdevesi ohjautuu, toukokuussa 2023. Kuva: Iina Eskelinen.

Ennallistamisen tavoitteet

Polttosuon länsilaidan ennallistamisen tavoitteena oli ohjata lähdevesi takaisin alkuperäiselle reitilleen sekä palauttaa ympäröivän suon hydrologinen tila ennalleen. Ojat halkoivat lähdeveden alkuperäistä reittiä neljästä kohdasta, eikä vielä suunnitteluvaiheessa ollut täyttä varmuutta, oliko ojitus rikkonut piilopuroketjua muuallakin. Itse lähdeallikolle ei sen todennäköisestä muuttuneisuudesta huolimatta tehty ennallistamistoimenpiteitä. Uponneet vedenottorakenteet toimivat nykyisin lahopuuna. Rakennepiirteiden yksipuolisuudesta huolimatta allikkoa saattoi hyvin pitää luonnontilaisen kaltaiseksi palautuneena.

Lähdevaikutteisilla ennallistamiskohteilla on tärkeää kartoittaa kaikki pohjaveden purkautumispaikat jo suunnitteluvaihees-



Kuva 120. Suon ojittamaton keskiosa, jonne lähdevesi on ennen ojitusta virrannut. Heinäkuu 2024. Kuva: Iina Eskelinen.

sa. Polttosuon toimenpidealueen ojat käytiin läpi lämpökameran kanssa suunnittelun yhteydessä, jotta mahdolliset ojiin puhjenneet pohjaveden purkauspisteet havaittiin. Huomaamatta jääneet pohjaveden purkupisteet voivat osoittautua erittäin ongelmallisiksi paikoiksi ojatäyttöä tekevälle kaivinkonekuskille, minkä lisäksi myös ojissa voi esiintyä huomioon otettavaa lähdelajistoa.

Lähtötilanteen kartoitus

Polttosuon lähteikön kasvillisuus ja pohjaeläimistö inventoitiin lähdeallikosta ja lähdevaikutteisesta ojasta vuoden 2023 aikana. Lähdeallikon ja lähdevaikutteisen ojan vesi analysoitiin vuosina 2023 ja 2024. Kohteella on tarkoitus seurata kattavasti selkärangattomien, kasvillisuuden, ympäristömuuttujien (mm. kasvillisuusruutujen pohjamateriaali ja lähdevaikutteinen pinta-ala sekä puuston varjostus) ja lähde-elinympäristön rakennepiirteiden muutoksia. Kohde on osa lähteikköjen ennallistamisen ekologista vaikuttavuutta tutkivan väitöskirjan seurantaverkostoa.

Polttosuon lähde on tyypillinen moreenimaan vähäravinteinen lähde (liuennut orgaaninen hiili 0,6 mg/l, suodatettu väri < 5 mg/l Pt, nitriitti < 2 µg/l, nitraatti < 5 µg/l, kokonaisfosfori < 0,003 µg/l, pH 6, sähkönjohtavuus 17 µS/cm, lämpötila 7,1 °C. Näytteenotto ja analyysit 14.8.2023). Lähteikön valtasammalia ovat hetealve- (*Chiloscyphus polyanthos*), hetesirppi- (*Sarmentypnum exannulatum*) ja kiiltolehväsammal (*Pseudobryum cinclidioides*). Lähdevaikutteinen alue on kauttaaltaan muuttunut ihmistoiminnan myötä. Sekä lähdeallikko että lähdevesivaikutteinen oja ovat rakennepiirteiltään yksipuolisia ja jyrkkäreunaisia. Oja on suora ja syvä, eikä virtauksessa ole vaihtelua. Ojaan on kasvanut muutamiin kohtiin ojanpohjalle kaatuneiden puunrunkojen päälle parin neliömetrin laajuisia hetesirppisammalen ja hetealvesammalen mattomaisia kasvustoja, mutta pääosin oja on täysin kasviton.

Lähialueen muilla luonnontilaisempana säilyneillä ja vesikemialtaan samanlaisilla lähteiköillä kasvaa monipuolisemmin varsin tavallisia lähdesammalia, kuten hetehiirensammalta (*Ptychostomum weigelii*), purolähdesammalta (*Philonotis fontana*) ja lähdelehväsammalta (*Rhizomnium magnifolium*). Polttosuolta nämä lajit kuitenkin puuttuvat mahdollisesti siksi, että kohteen muokkaaminen ja ojittaminen on tuhonnut niille otolliset kasvupaikat, kun hetteiset ja loivasti lähteiset pinnat ovat muuttuneet jyrkiksi ja suoraviivaisiksi muodoiksi.

Ennallistaminen

Maanomistaja raivasi ojalinjoja talvella 2023—2024 toimenpidealueen länsireunalla, mutta suurin osa ojalinjoista jätettiin raivaamatta. Raivatut puut ja hakkuutähteet siirrettiin pois ojalinjalta.

Ojat tukittiin heinäkuussa 2024 vuoden kuivimpana aikana. Tämä osoittautui sopivaksi ajankohdaksi töiden onnistumisen kannalta.

Työt tehtiin 6 tonnin painoluokan kaivinkoneella, minkä lisäksi tarvittiin moottorisahaa. Työmaalla oli samaan aikaan työmaan valvoja, kaivinkoneen kuljettaja ja apumies.

Ensimmäisenä työvaiheena ohjattiin lähteestä purkautuva vesi vanhalle reitilleen, jotta sen etenemistä pystyttiin seuraamaan töiden toteutuksen aikana. Ojien täyttö aloitettiin lähdettä lähimpänä olevalta ylimmältä ojalta. Allikkolähteen välittömään läheisyyteen ei menty kaivinkoneella, eikä lähdettä ympäröivää puustoa poistettu koneen tieltä. Tästä johtuen lähteen edestä kulkevaan ojaan jäi täyttökatko (kuva 121B). Täyttökatkon vastakkaiselle laidalle tehtiin kaivinkoneen kauhalla kurottamalla parin metrin mittainen vedenohjausura varmistamaan lähdeveden hakeutuminen vanhalle reitilleen. Ojien täyttöä jatkettiin tästä eteenpäin kohti suon keskiosia. Ensimmäisellä saralla piilopuro teki mutkan kaikista lähimmäksi ojaa, ja oletus oli, että oja on kaivettu osittain piilopuron päälle (kuva 117C).

Työmaa sattui jäämään yön yli kuvassa 121 esitettyyn vaiheeseen. Seuraava päivä aloitettiin käymällä työmaa läpi lämpökameran kanssa. Sen avulla havaittiin, että lähdevesi ei vuotanut ensimmäisen saran piilopuron reitiltä (kuva 122) ojaan (kuva 121C), vaan sen alkuperäinen reitti oli pysynyt näillä paikkeilla ehjänä. Vielä yllättävämpää oli, että lähdevesi ei vuotanut myöskään alempaan piilopuron reittiä halkovaan ojaan, vaan lähdevesi oli ilmestynyt virtaamaan ojan avonaisuudesta huolimatta seuraavalle saralle (kuva 121D). Ojan kohdalla kulkeva piilopuro oli siis säilynyt ehjänä ojituksesta huolimatta. Ilman työssä sattunutta seisahdusta tai lämpökameraa asiaa ei välttämättä olisi huomattu. Kun piilopuron eheys ojan alla kävi ilmi, päätettiin kyseiseen kohtaan ojassa jättää täyttökatko, jotta kaivinkone ja ojan täyttö eivät vahingossakaan luhistaisi piilopuroa.

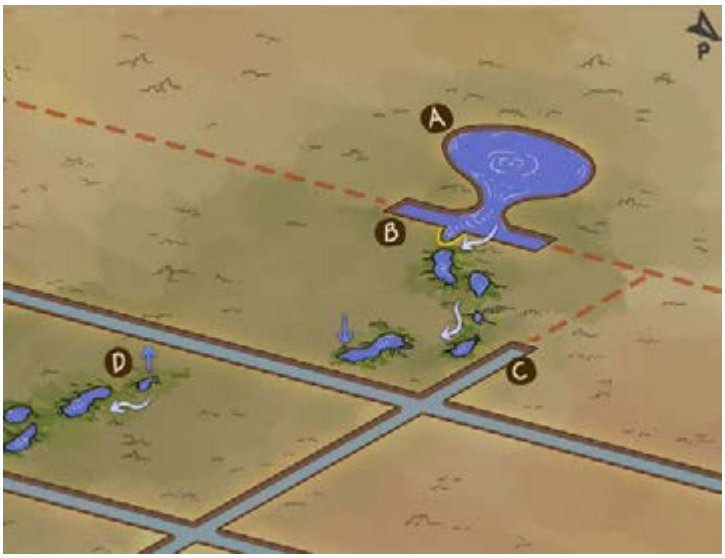
Ojien täyttöä jatkettiin normaalisti, mutta kuitenkin niin, että etusijalle laitettiin piilopuron ja ojien seuraavat leikkauskohdat, jotka käytiin tekemässä sitä mukaa, kun lähdevesi saavutti kyseiset ojat. Seuraavat kaksi ojaa olivat katkaisseet piilopuron, ja lähdevesi virtasi ojiin. Asia oli helppo havaita lämpökameralla (kuvat 123A ja B). Ojat täytettiin ja suunnitellun lähdeveden ylityspaikan molemmin puolin tehtiin pintavallit, joilla lähdevesi ohjattiin saralta toiselle ja ojalinjoilla liikkuva pintavesi pidettiin ojien puolella (valmis työmaa kuvat 124 ja 125, viimeinen ojanylitys kuva 126).

Polttosuon länsilaidan ennallistamiseen meni noin 5 arkipäivää.

Työmaalla käytettiin kaivinkonetta Volvo 5tn ecr50d. Alkuperäiset 40 cm leveät kumitelat oli korvattu 50 cm leveillä rautateloilla.

Käytetyssä kaivinkoneessa oli SteelWristin kauhanpyörittäjä ja kallistin sekä pihdit. Kauhanpyörittäjää voi pitää lähes pakollisena varusteena pikkutarkkuutta vaativilla lähdekohteilla. Koneessa on tyvitaitto, eli puomin voi kääntää sivulle ohjaamon vierestä. Tyvitaittoa ja kauhanpyörittäjää hyödyntäen pääsee työskentelemään tiheämmän puuston lomassa. Lisäksi koneesta puuttuu peräylitys, eli kone pyörähtää telojensa alalla ympäri. Myös tämä lisää kaivinkoneen ketteryyttä. Kone vaatii kulkemiseen vain 220 cm leveän uran.

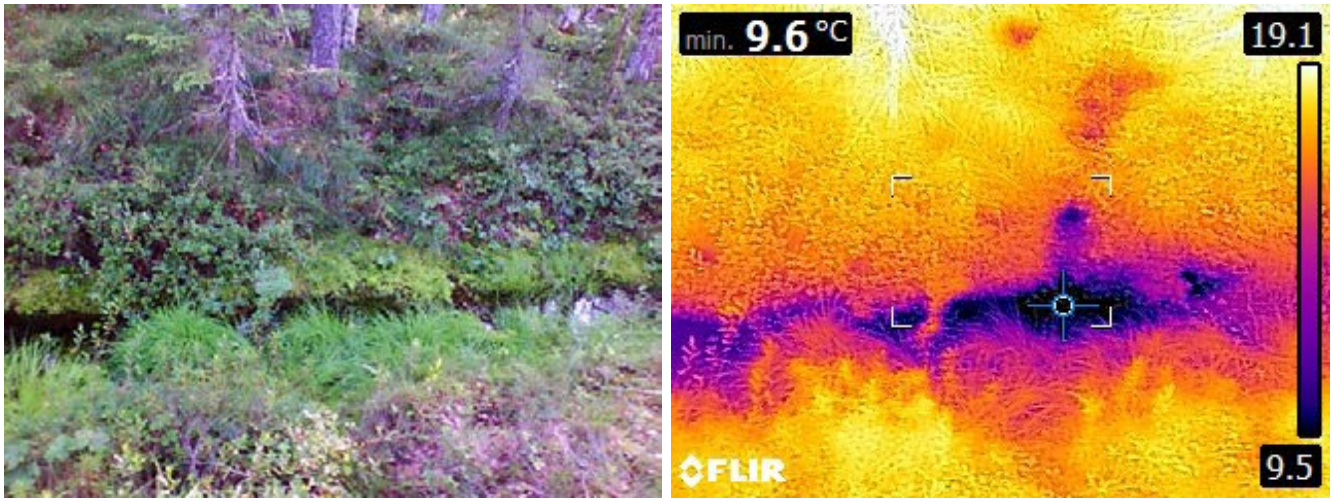
Teknisen toteutuksen onnistuneisuutta ja varsinaisia ekologisia vaikutuksia päästään seuraamaan tulevina vuosina.



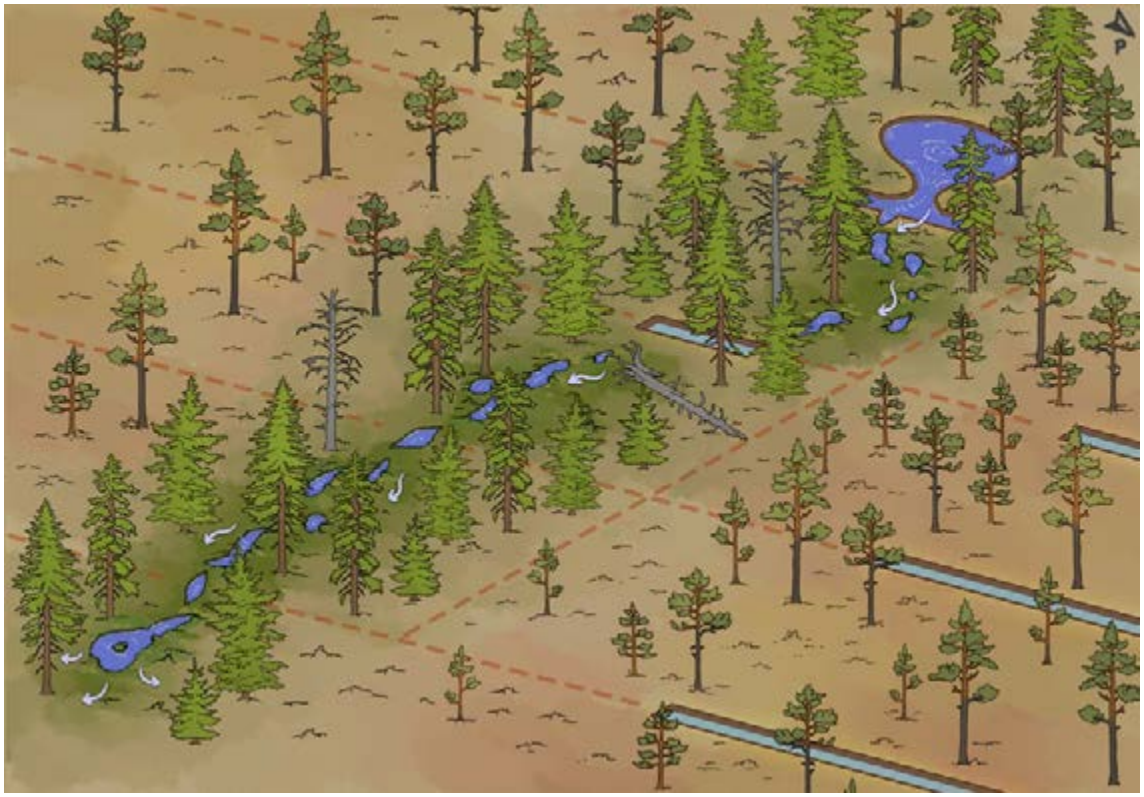
Kuva 121. Keskeneräinen työmaa. A) Allikon välittömässä läheisyydessä ei liikuttu koneella. B) Läntisin oja on täytetty ja siihen on jätetty lähteen kohdalle täyttökatko. Kuvaan on merkitty keltaisella vedenohjausura. C) Ojien täytössä on edetty niille paikkeille, missä oja kulkee lähimpänä piilopuroa. D) Lämpökamera paljastaa, että lähdevesi on löytänyt reitin ojan alla säilynyttä piilopuroa pitkin seuraavalle saralle. Täytetyt ojat on merkitty kuvaan punaisella katkoviivalla. Kuva: Iina Eskelinen.



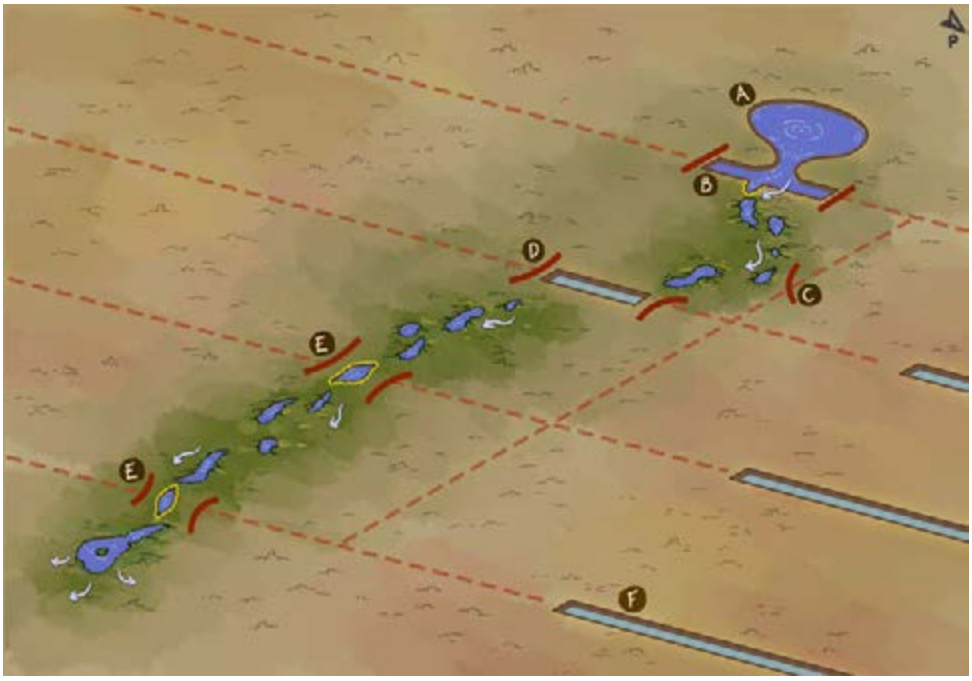
Kuva 122. Ensimmäisen sarkavälin korpea ja lähdeveden täyttämiä painanteita. Kuva on otettu töiden toteutuksen yhteydessä heinäkuussa 2024. Kuva: Iina Eskelinen.



Kuva 123. Lämpökameralla heinäkuussa 2024 otettu kuvapari ojasta, johon lähdevesi vuotaa katkenneesta piilopurosta. Silmämääräisesti asian havaitseminen on vaikeaa, sillä yläpuolisten ojien täytöstä johtuen ojassa on aikaisempaa enemmän myös pintavettä. Lähdeveden virtaussuunta erottuu selvästi lämpökamerakuvassa. Kuvat: Iina Eskelinen.



Kuva 124. Valmis ennallistamistyömaa. Täytetyt ojat on merkitty kuvaan katkoviivalla. Kuva: Iina Eskelinen.



Kuva 125. Toimenpiteet. A) Lähdeallikko säilyi kohteella häiriintymättömänä. B) Ylimmän ojan täyttökatkon molemmille puolille tehtiin pintavallit, joiden myötä lähdevesi hakeutui vedenohjausuraa pitkin ensimmäiselle sarkavälille. C) Piilopuron ja ojan lähimpään taitteeseen tehtiin pintavalli, joka ohjaa erityisesti ojalinjaa pitkin virtaavan pintaveden pois piilopurolta. D) Piilopuron ylittävään ojaan jätettiin täyttökatko, joka pysyi pintavesivaikutteisena. Täyttökatkon molemmille puolille tehtiin pintavallit. E) Kahdelle viimeiselle ojan ja piilopuron risteyspaikalle tehtiin lähdeveden ylitystä varten vedenohjaus, jonka molemmille puolille tehtiin pintavallit. Pintavallit estävät erityisesti lähdevettä pääsemästä täytetyille ojalinjoille. F) Toimenpidealueen viereen jäi auki ojia, joiden vesi virtaa kohti ennallistettua suota. Mikäli ojiin näyttää kertyvän paljon pintavettä, tehdään niihin vielä myöhemmin suon keskiosaa kohti viettävät vedenohjaukset. Vedenjakajan vuoksi pintavettä ei kuitenkaan pitäisi kertyä merkittävästi. Piirroskuvaan ei ole merkitty täytetyille ojille rutiinityönä tehtyjä pintavalleja. Kuva: Iina Eskelinen.



Kuva 126. Lähdeveden viimeinen ojanylityspaikka syyskuussa 2024. Kuvan taka-alalla näkyy ojittamaton avosuo. Ylityspaikan molemmin puolin tehdyt pintavallit jäävät kuvan ulkopuolelle. Kuva: Iina Eskelinen.

Vinkkejä lähteisten suokohteiden ennallistajalle

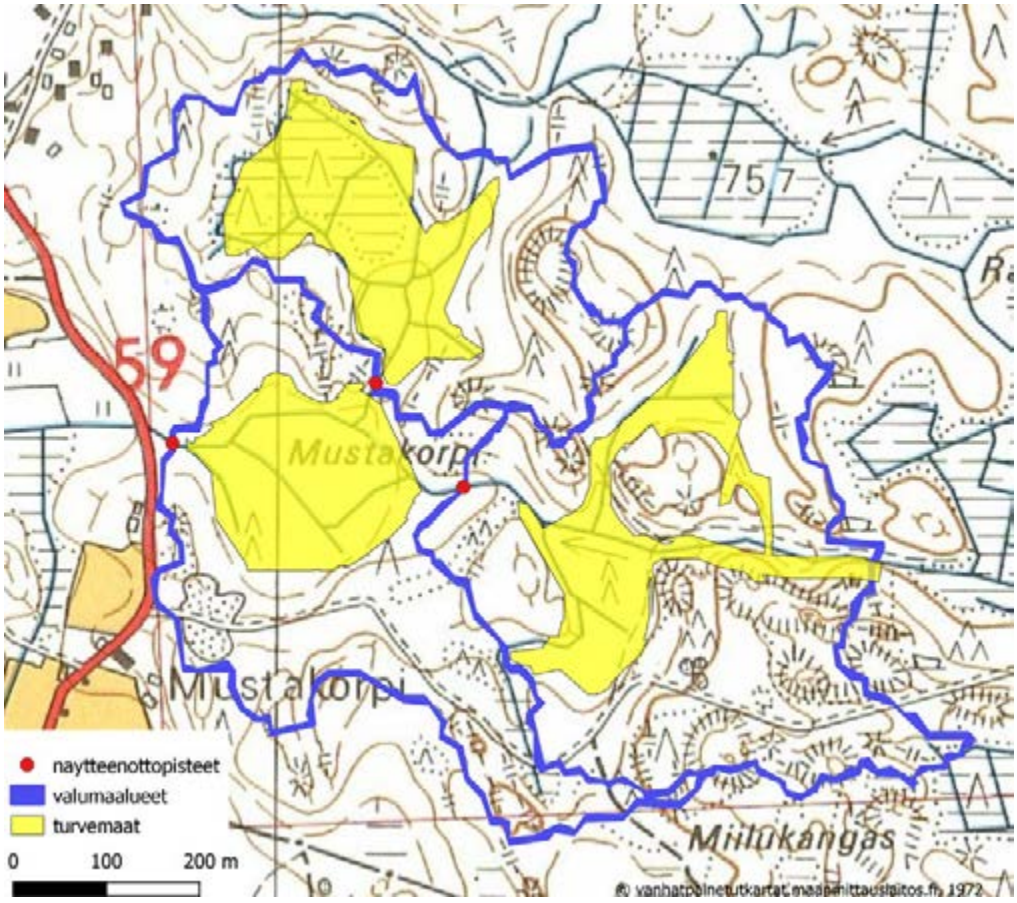
- Lähdevaikutteisilla ennallistamiskohteilla on tärkeää kartoittaa kaikki pohjaveden purkautumispaikat jo suunnitteluvaiheessa.
- Lämpökamera on lähteisten suokohteiden ennallistamisen suunnittelussa erinomainen apuväline. Tällä kohteella se oli välttämätön työkalu. Vanhaan uomaan palautettu lähdevesi oli piilopuron maanpinnalla käyvissä painanteissa virtausnopeudesta riippuen 8—11-asteista, kun ojien pintavesi oli 14—16-asteista. Lähdeveden ja pintaveden lämpötilaeroa ei olisi pystynyt aukottomasti havaitsemaan kädellä kokeilemalla. Lisäksi korpikaistaleella oli paljon sellaisia pintavesivaikutteisia painanteita, joihin lähdevesi ei ennallistamisen jälkeenkään noussut. Näin ollen lähdeveden tarkkaa reittiä piilopuron onkaloissa ei olisi pystynyt varmistamaan ilman lämpökameraa. Pintavesien viilenemisen vuoksi lämpötilaero ei olisi ollut havaittavissa enää syksyllä, eli myös toteutuksen ajankohta oli paras mahdollinen.
- Kattavat inventoinnit on tärkeää tehdä huolellisesti ennen ennallistamiseen tai edes suunnitteluun ryhtymistä.
- Urakoitsijan tulee kyetä pikkutarkkaan ja joustavaan työskentelyyn.
- Työmaata valvovan tahon pitää pystyä reagoimaan nopeasti yllättäviin tilanteisiin.
- Saumattoman yhteistyön, selkeän tavoitteenasettelun ja kunkin osapuolen osaamisen merkitys korostuu tarkkuutta vaativilla työmailla.

10.10 Nuuksion Mustakorpi – 20 vuoden ennallistumiskehitys ja vaikutukset veden laatuun

Tapani Sallantaus ja Markku Koskinen

Nuuksion Mustakorven kuvaus ja historia

Nuuksion kansallispuiston länsiosassa, Vihdin ja Kirkkonummen rajalla sijaitseva Mustakorpi on 45-hehtaarisella valuma-alueella sijaitseva noin 11 hehtaarin suokokonaisuus, joka koostuu keskirehevistä korvista ja pienestä isovarpurämeestä. Suokokonaisuudessa on kolme osavaluma-aluetta: itäinen, pohjoinen ja läntinen (kuva 127). Itäisen ja pohjoisen osavaluma-alueen vedet virtaavat ojituksen yhteydessä perattuja puroja pitkin läntiselle osavaluma-alueelle ja siitä edelleen pois Mustakorven alueelta. Läntisellä osavaluma-alueella on laakson pohjalle muodostunut hyvin runsaspuustoinen korpi, joka peittää osavaluma-alueesta runsaan neljänneksen. Pohjoisella osavaluma-alueella korpi on pienen kohosuon laiteella ja sen lähtöuomaa reunustavalla painanteella. Suurimmalla, itäisellä osavaluma-alueella suo on epäyhtenäinen, ohutturpeinen korpi. Koko valuma-alueen suoprosentti on 24. Kaikki valuma-alueen suot on ennallistettu.



Kuva 127. Mustakorven ennallistamisalue. Karttaan on rajattu sinisellä osavaluma-alueiden rajat ja punaisilla pisteillä on merkitty vesinäytteidenottopisteet ja keltaisella ennallistetut suoalueet. Kaikki ojat on padottu noin 30 metrin välein, osa ojista on täytetty kokonaan. Eroosioaines itäiseltä läntiselle osavaluma-alueelle tulevasta ojasta oli vettänyt korven läntisintä nurkkaa vesien lähtöpäässä jo ennen ennallistamistoimia. © Maanmittauslaitos 2025.

Mustakorpi ojitettiin osittain 1930-luvulla ja kokonaan 1950-luvulla. Ojaverkosto ei ollut kovin tiheä, mutta sen vaikutukset alueen korpiin olivat huomattavat. Suurin puuston tilavuus ennen ennallistamista oli yli 300 m³/ha, ja kaikki korvet oli ennallistamissuunnitelmassa luokiteltu turvekankaiksi (kuva 128).

Pohjoisen osavaluma-alueen rämeisillä osilla puusto oli kasvanut heikosti ja suokasvillisuutta oli jäljellä runsaasti. Koko valuma-alueen läntisin korpinurkkaus vesien lähtöpäässä oli jossain määrin ennallistunut itsekseen, koska sitä kuivattaneet ojat olivat tukkeutuneet yläpuolelta tulleen kiintoaineskuormituksen vuoksi. Itäisen ja läntisen suoaltaan välillä on noin 100 metrin matkalla pudotusta 3 metriä ja ojasta on syöpynyt suuruusluokkaa sata tonnia kivennäismaata. Vettynyttä aluetta oli noin hehtaari, neljännes läntisen osavaluma-alueen koko suoalasta. Itsekseen ennallistuneen osan arvioitiin toimivan ravinnepuskurina yläpuolella tehtäville ennallistamistoimenpiteille.



Ennallistamistoimenpiteet, seuranta ja ennallistumisen eteneminen

Mustakorpi ennallistettiin loppusyksystä 2001. Suon pääojat tukittiin suurilla turvepadoilla, ja osa ojista tukittiin kokonaan, mutta puustoon ei koskettu.

Ennallistamisen vaikutusta veden laatuun seurattiin kolmella mittapisteellä suon kolmen osavaluma-alueen lähtöuomissa (kuva 127). Vesinäytteiden keruu aloitettiin ennen ennallistamistoimia huhtikuussa 2001, ja kalibrointikauden pituudeksi muodostui noin kuusi kuukautta. Kalibrointikauteen sisältyivät kevätylivalumat, kesä ja osa syysylivalumista.

Koskinen ym. (2011) ovat kuvanneet alkuvaiheen seurannan tuloksia. Veden laatua seurattiin yhtäjaksoisesti vuoteen 2010 asti ja tämän jälkeen vuosina 2012, 2014 ja 2020–2021. Ennallistamisen aiheuttama lisähuuhtouma laskettiin vertaamalla toteutunutta huuhtoumaa laskennalliseen taustahuuhtoumaan. Laskennallinen taustahuuhtouma laskettiin käyttäen kalibrointikauden virtaamapainotettuja pitoisuuskeskiarvoja. Huuhtoumat laskettiin valunnan ja pitoisuuden tulona. Päivittäiset valunnat saatiin läheiseltä Suomen ympäristökeskuksen pienten valuma-alueiden ohjelmassa olevalta Teeressuonojan valuma-alueelta. Päivittäiset pitoisuudet saatiin interpoloimalla havaituista pitoisuuksista.

Mustakorvessa ei ole systemaattisesti seurattu kasvillisuuden muutoksia. Vuonna 2007 soiden korpisille osille tehtiin kuitenkin pohjakasvillisuuslinjat, joilta arvioitiin kahden metrin välein halkaisijaltaan 30 cm:n ympyränäytealalta rahkasammalten ja muiden suosammalten, metsäsammalten sekä karikkeen peittävyys. Läntisellä osavaluma-alueella suosammalten peittävyys oli suuri, kun taas pohjoisen osavaluma-alueen korpireu-

Kuva 128. Ruohoturvekankaan kenttä- ja pohjakerroksessa kasvavat tuoreiden kangasmetsien lajit. Kuva: Tapani Sallantaus.

nuksella paljaan karikkeen osuus oli huomattava, paikoin 100 prosenttia. Samalla mitattiin relaskooppikoealoilla kuolleen puuston osuus, joka oli paikoin jopa kolmannes kaikesta puustosta. Valtaosa puustosta oli edelleen elossa.

Kasvillisuusseurannan puutteellisuuden vuoksi ennallistumisen etenemisestä ei ole tarkkaa kuvaa. Vuodet 2002–2003 heti ennallistamisen jälkeen olivat poikkeuksellisen kuivia, mikä viivästytti kasvillisuuden muutoksia; valunta vuonna 2003 oli vaivaiset 111 mm. Ennallistuminen käynnistyi kuitenkin ripeästi hyvin sateisten vuosien 2004 ja 2005 ansiosta. Vuosivalunnat olivat seurantajakson suurimmat, 500 mm ja 393 mm, kun koko jakson keskivuosivalunta oli 259 mm. Voimakkaan vettymisen myötä puita kuoli runsaasti, ja kasvillisuus alkoi hyvin nopeasti palautua takaisin korpikasvillisuudeksi (kuva 129). Isoalvejuuri (*Dryopteris expansa*) oli alusta alkaen näkyvin, rahkasammalpeite levisi nopeasti.

Kasvillisuusinventointi vuonna 2024

Kesällä 2024 korven kasvillisuus kartoitettiin pintapuolisesti. Rahkasammalet olivat edelleen vallanneet alaa. Läntisellä altaalla rahkasammalpeite oli jo varsin yhtenäinen, vain mättäillä oli ojitusvaiheen metsäsammalistoa. Putkilokasvisto oli painanteiden nopeasti kasvavassa rahkasammalikossa enimmäkseen niukkaa, kosteilla tasapinnoilla hyvinkin runsasta. Kuollutta puustoa oli paljon ja valoaukkoihin oli syntynyt runsaasti kuusen taimia, suurimmat jo noin viiden metrin mittaisia. Tiheä kuusitaimikko oli tukahduttamassa lupaavasti alueelle levinnyttä suokasvillisuutta. Monin paikoin kuusta oli niin tiheästi, että läpikulku oli hankalaa (kuva 130)

Kuusitaimikoissa oli kuitenkin jäljellä paljon pieniä, aukeita, märkiä rahkasammalpeitteisiä laikkuja, mättäiden reunoilla aluskasvillisuuden kilpailu kuusen kanssa oli tiukkaa.



Kuva 129. Jo vuonna 2007 luonnontilaisen korven kasvillisuutta oli runsaasti ja järeitä puita oli kuollut. Kuva: Tapani Sallantaus.

Täystiheissä, sopivasti vettyneissä kuusikoissa taimettuminen ei ollut ongelma ja suoputkilokasvilajistoa esiintyi hyvin (kuva 131). Läntisellä osavaluma-alueella puustoa kuoli selvästi eniten, mutta silti selvästi yli puolet oli edelleen hengissä.

Kuusen menestyminen selittynee korven kohtuullisen suurella, noin prosentin kaltevuudella. Vesi ei pääse nousemaan kovin korkealle eikä jää märkään aikaan seisomaan. Lämpimään kauteen osuva märkä jakso todennäköisesti niukentaisi Mustakorven kuusitaimikoita, kuten vuosien 2004 ja 2005 märkyys tappoi varttuneita puita. Noiden vuosien jälkeen on ollut kuivahkoa, ja kuusi on suollakin menestynyt. Inventointia edeltäneen kuudentoista vuoden jakson, 2009–2024, keskivaluma on ollut vain 222 mm, eikä runsasvaluntaisimmankaan vuoden 2016 valunta 339 mm ole kuin 63 % vuoden 2004 valunnasta.

Itäisen valuma-alueen suot olivat suhteellisen kapeita ja ojitetut vain yhdellä ojalla. Suurimmalla korpikuviolla oja oli suon matalalla puolella, ja kun kaltevuutta kohti ojaa on prosentin verran, ojan patoaminen vesitti vain pienen alueen ojan ympärillä. Ojituksen aikaista kasvillisuutta oli kuviolla suureksi osaksi jäljellä – isokastesammalen (*Plagiochila asplenioides*) runsaus kiinnitti huomiota. Kapeat korpijuotit Kelinsuolta ja pohjoisesta ovat myös viettäviä, kaltevuus kahden prosentin luokkaa ja vettymää on vähän. Kuusen taimia ei ollut suurten kuusien varjoon juuri ilmaantunut, vettyneet paikat olivat rahkasammaloituneet.

Pohjoisen valuma-alueen suoalasta noin puolet on rahkasuota, jonka keskusta on noin metrin laiteita korkeammalla. Mäntypuusto ei vaikuttanut kärsineen ennallistamisesta, laiteet olivat hyvin ennallistuneet. Muu suoala



Kuva 130. Puustokuolemissa syntyneet valoisat aukot alkoivat nopeasti taimettua ja puut olivat jo monimetrisiä vuonna 2024. Kuva: Tapani Sallantaus.



Kuva 131. Varjoisilla paikoilla kuusen taimia oli harvassa ja korven lajistoa esiintyi hyvin. Kuva: Tapani Sallantaus 2024.

koostuu kapeista korpijuoteista. Etenkin rahkasuon eteläisen laiteen tuntumassa oli kuollut runsaasti kuusia ja valoisuus oli lisääntynyt. Rahkasammal oli peittänyt entiset kasvittomat alueet ja kuusen taimia oli kasvanut aukkojen reunoille.

Ennallistamisen vesistökuorma

Mustakorven ennallistaminen aiheutti toimenpidepinta-alaa kohden huomattavan ravinne- ja hiilipäästön valumavesiin. Ennen ennallistamista huuhtoumat olivat metsätalousalueiden ja luonnontilaisten alueiden keskimääräisten arvojen (Finér ym. 2021, Nieminen ym. 2020, 2021b) välimaastossa. Orgaanisen hiilen huuhtouma oli 70 kg/ha vuodessa, typen 1,5 kg/ha vuodessa ja fosforin 0,06 kg/ha vuodessa. Kymmenen ennallistamisen jälkeisen vuoden summana huuhtouman lisäys oli ennallistettua hehtaaria kohden yhteensä 2 000 kiloa orgaanista hiiltä, 60 kiloa typpeä (josta 8 kg epäorgaanista typpeä) ja 4,5 kiloa fosforia.

Vuosien 2012–2021 ylimäärähuuhtouma oli enää murto-osa edellisestä kymmenvuotisjaksosta tai oli ohi kokonaan. Typen ylimäärähuuhtouman 10-vuotissumma ennallistettua hehtaaria kohden oli 7 kg ja fosforin oli jo nollilla. Hiilen huuhtouma oli tasaantunut, mutta oli edelleen noin 25 % lähtötasoa korkeampi.

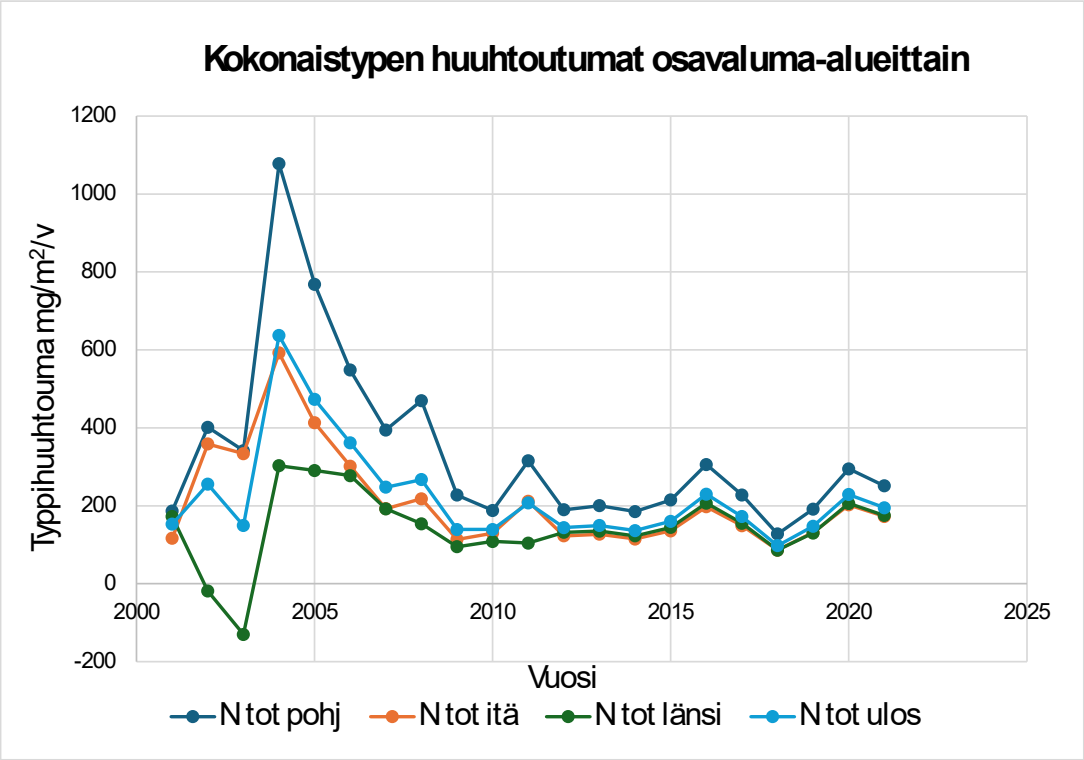
Etelä-Suomen metsäalueiden orgaanisen hiilen huuhtoutuminen on seurantajaksolla kasvanut yleisestikin (Vuorenmaa ym. 2006, Finér ym. 2021), esimerkiksi Lepistön ym. (2021) seuraamalla Vihdin Teeressuonojan valuma-alueella noin 50 %. Ennallistamisen vaikutusta orgaanisen hiilen huuhtoutumiseen ei kasvavien trendien vuoksi voi luotettavasti arvioida.

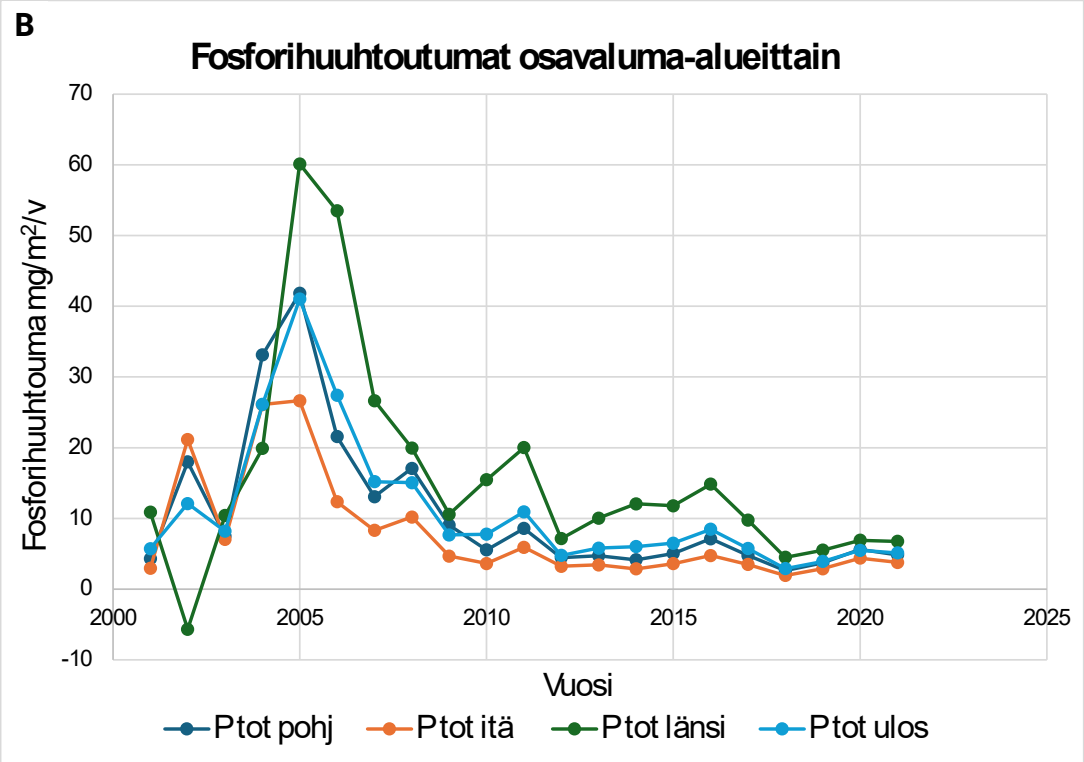
Huuhtoutumissa oli eroa osavaluma-alueittain (kuva 132). Typen huuhtoumasta pohjoiselta ja itäiseltä osavaluma-alueelta noin 30 % oli epäorgaanista ensimmäisellä kymmenvuotisjaksolla. Läntinen osavaluma-alue vastaanotti vedet ja poisti pääosan epäorgaanisesta typestä. Typen huuhtouma oli alueista pienin etenkin alkuvuosina. Ennallistamisesta aiheutui typpikuormitusta vain murto-osa siitä, mitä muilta osa-alueilta. Näin oli myös suurimman kuormituksen aikoina vuosina 2004 ja 2005. Yläpuolisen ojan eroosion vaikutuksesta syntynyttä lähtöpään ennallistumaa arveltiin pidättymisen mahdollistajaksi.

Sen sijaan fosforia huuhtoutui läntiseltä osa-alueelta valuma-alueista eniten kolmea alkuvuotta lukuun ottamatta (kuva 132B). Läntinen alue vastaanottaa pohjoisen ja itäisen valuma-alueen vedet ja vettyi siksi parhaiten. Puustoa kuoli läntisellä osa-alueella eniten. Fosforin huuhtoutumiselle oli hyvät edellytykset eikä puskuri pystynyt sitä riittävästi sieppaamaan. Läntisen osavaluma-alueen huuhtouma oli ennen ennallistamista jo korkea, yli kaksinkertainen muihin osavaluma-alueisiin nähden, joten ylimäärähuuhtouma ei noussut muita alueita korkeammaksi.

Myös vesistökuorman kehittyminen kertoo, että puustoisen korven ennallistuminen käynnistyi viiveellä, toden teolla vasta lämpimään aikaan osuneen voimakkaan vettymisen jälkeen. Tätä ennen puuston haihdutus todennäköisesti kompensoi vettymistä. Vastaavia havaintoja on myös Liesjärven kansallispuiston Soukonkorvesta, jossa märkä vuosi 1998 käynnisti ennallistumisen. Märkä vuosi on sattunut näissä tapauksissa varsin pian ennallistamisen jälkeen. Laaja-alaiset puuston kuolemiset ovat kuitenkin tavallisia korvenennallistamiskohteilla (Liutu 2023).

Ennallistamisen aiheuttamat fosforikuormat Mustakorvessa ovat suoalaa kohden laskettuna pienempiä kuin esimerkiksi Helvetinjärven tai Evon korpikohteilla, typen osalta samaa suuruusluokkaa (Kareksela ym. 2021, Koskinen ym. 2017).





Kuva 132. Typen (A) ja fosforin (B) huuhtoutumat osavaluma-alueittain. Vuoden 2001 huuhtoumat kuvaavat tilannetta ennen ennallistamista. Vuosien 2011, 2013 ja 2015–2019 pitoisuudet on saatu interpoloimalla ja kerrottu Teeressuonojan valunnoilla. Pohjoisen osa-alueen pinta-alasta ennallistettiin 33 %, itäisestä 14 %, läntisestä 27 % ja kolmen osa-alueen muodostamasta kokonaisuudesta 24 %.

Johtopäätökset

Mustakorven ennallistamisen voidaan katsoa onnistuneen. Pohjakasvillisuus muuttui nopeasti luonnontilaista korpikasvillisuutta vastaavaksi. Myös alueella kasvanut järeä kuusikko on monin paikoin harventunut, ja aukkoja on syntynyt lisäten korpien valoisuutta. Ennallistumisprosessi, rahkasammalten elpyminen ja suolajien ilmaantuminen, on vettymisen jälkeen edennyt vauhdilla, vaikka suo oli ojituksen seurauksena hyvin voimakkaasti muuttunut. Korpien vettäminen on melko helppoa niiden laajan valuma-alueen vuoksi. Kuusi kuolee ennallistamisen seurauksena herkästi etenkin ravinteisilla soilla (Liutu 2023).

Taimettuminen kuitenkin alkaa valaistuksen kasvaessa ja Mustakorvessa liiallinen kuusettuminen saattaa muodostua ongelmaksi. Märät jaksot kasvukaudella ja rahkasammalen kasvu voivat karsia liiallista puustoa. Mustakorvessa kuusi on menestynyt suon kaltevuuden ansiosta hyvin. Liesjärven Soukonkorvessa, jossa kaltevuus on pieni (luokkaa 0,1 %), kuusta kuoli paljon laaja-alaisemmin ja aukkoihin kasvoi koivua.

Mustakorven esimerkki vahvistaa, että korven ennallistaminen voi aiheuttaa valumavesiin huomattavan ravinne- ja hiilihuuhtoutuman lisääntymisen. Korvet ovat kuitenkin tyypillisesti sen verran pienialaisia, että vesistövaikutukset jäävät pieniksi. Voimakas vettyminen – turvekerroksen peittyminen laaja-alaisesti veden alle – on ollut yhteinen piirre vielä voimakkaammissa kuormitustapauksissa (Koskinen ym. 2017).

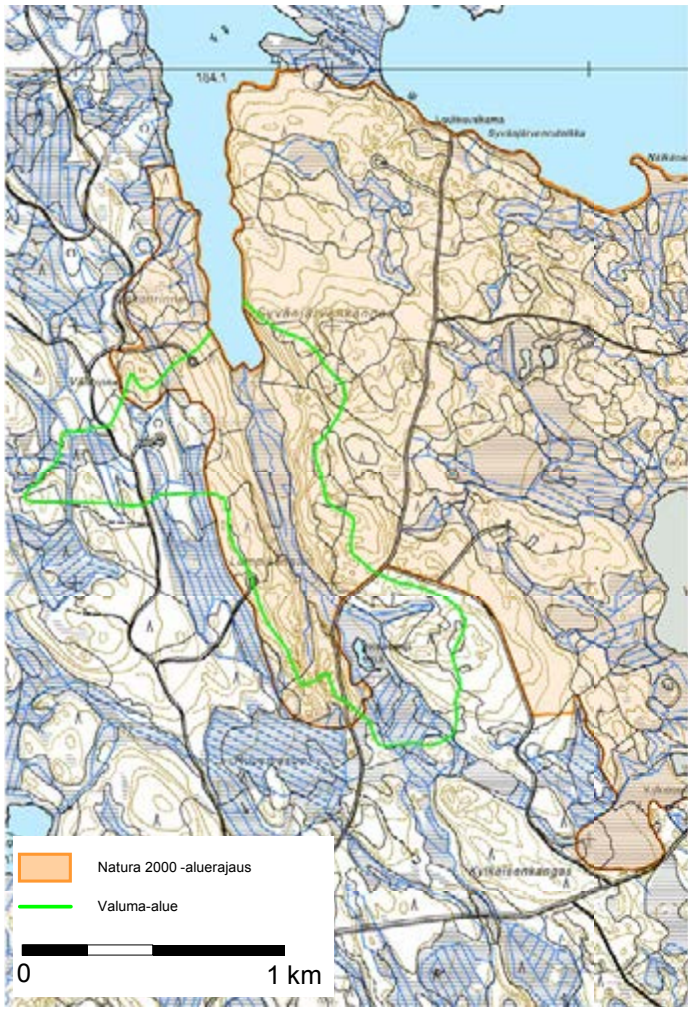
Vesitalouden optimointi korvessa on haasteellista. Suuri kaltevuus tuottaa usein ongelmia, vesiä ei saa helposti leviämään. Mustakorvessa vedet levisivät erittäin hyvin pääaltaalla, mutta heikosti itäisellä valuma-alueella. Vettymisen tuomille aukoille tuli nopeasti rahkasammalta ja myös muuta suokasvillisuutta, mutta kuusettuminen alkoi valoisuuden lisääntyessä. Rahkasammalet ovat vallanneet myös varjoisia suon osia. Muutakin suolajistoa niillä esiintyy eikä kuusen taimia ole merkittävästi ilmaantunut.

Suokasvillisuuden lisäksi alueelle on syntynyt erittäin runsaasti lahoavaa puuta. Luonnontilaisen metsän piirteitä on laajalti. Veden laatu on palannut hyvin lähelle luonnontilaisten soiden pitoisuuksia. Kaiken kaikkiaan Mustakorpi on erittäin lupaava suon ennallistamiskohde.

10.11 Viettävä, lähteinen puronvarsikorpi: Ilomantsin Hoikka

Maarit Similä ja Suvi Haapalehto

Ilomantsin Koitajoen Natura-alueen pohjoisin osa on metsä-, maankäyttö- ja rakennus- sekä maa-aineslaeilla toteutettava Hoikan alue, joka on pääosin Metsähallitus Metsätalous Oy:n hallinnassa. Vajaan kilometrin mittainen ja noin 130 metrin levyinen, maastonmuodoiltaan selvärajainen ennallistettu korpinotko on metsätalouden luontokohde. Korven maanpinnan korkeus laskee etelästä pohjoiseen kilometrin matkalla noin 15 metriä (kuva 133). Korpi on ohutturpeisen mustikkakangaskorven ja korpirämeen mosaiikkia. Korpi ennallistettiin osana Helmi-LIFE-hanketta vuonna 2006.



Kuva 133. Hoikan korven valuma-alue on noin 100 ha. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Korvessa virtaa puro, joka laskee suoraan pohjoispuolella olevaan Lakonjärveen. Puro saa vetensä valuma-alueen yläosien ojitetuilta soilta, korven yläosan tihkupintaisesta lähteestä ja ympäröivien rinteiden alaosien tihkupinnoista sekä rinteiden valumavesistä. Puroa oli ojituksen yhteydessä perattu ja oiottu. Oikaistu uoma oli syöpynyt voimakkaasti 150 metrin matkalta, ja vesi oli kuljettanut puron pohjalta hiekkaa Lakonjärveen. Syöpyneen puron pohja oli hiekkainen eikä siinä ollut merkittävässä määrin vakiintunutta purokasvillisuutta. Alkuperäistä purouomaa oli peratulla osalla näkyvissä enää muutama lyhyt ja matala mutka. Syöpynyttä osaa reunustava puusto oli lähes 100-vuotiasta korpikuusikkoa, jossa kasvoi myös mäntyjä ja koivuja.

Vuonna 2003 tehdyssä ennallistamissuunnitelmassa ehdotettiin ojien patoamista ja täyttämistä. Puron syöpyneet osat aiottiin jättää pääosin koskematta.

Kohteella vieraili suoasiantuntijaryhmä syksyllä 2004. Maastokeskusteluissa tultiin tulokseen, että pelkkä ojien patoaminen ei riitä, vaan ojat on täytettävä tavalla tai toisella kokonaan. Myös syöpyneen purouoman täyttämistä suositeltiin.

Korpi ennallistettiin elokuussa 2006 kolmen päivän aikana. Kaksi kaivinkonetta täytti ja patosi ojia, toinen kahdessa vuorossa. Purossa oli kuivan kesän seurauksena vähän vettä, joten vesi ei hankaloittanut ennallistamista. Koska korpi viettää paikoin voimakkaasti ja vettä liikkuu korven kautta runsaasti Lakonjärveen, viettäviin kohtiin tehtiin 18 puulla ja suodatinkankaalla vahvistettua patoa (kuva 134).

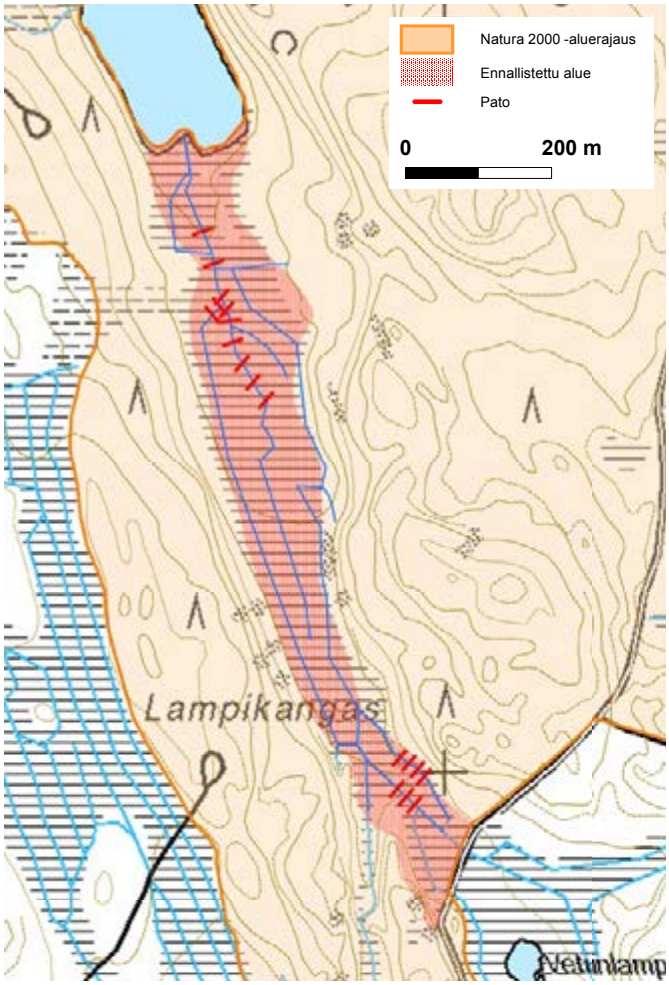
Työnjohto oli paikalla puroa ja viettävimpiä kohtia ennallistettaessa, ja pulmia (mm. täyttömaiden puute) ratkottiin sitä mukaa kuin niitä tuli eteen.

Ojien täyttö aloitettiin alueen yläosasta ja ojat täytettiin veden laskusuuntaan. Niskaojat täytettiin viettämään korven keskustaan, jotta kivennäismaalta valuva pintavesi pääsee luontaiselle reitilleen niskaojien ylitse. Lähteisyyttä ja tihkupintaa on ojien välisellä saralla. Korven yläosassa myös itäisempään ojaan tihkui 10 metrin matkalle rinteestä pohjavettä. Ojan täyttö lopetettiin tihkupinnan yläosaan. Tihkupinnan yläpuolella on viettävä kohta, johon rakennettiin kolme puuvahvisteista patoa varmistamaan vesien ohjautuminen täytetyn ojalinjan ylitse sen sijaan, että pintavedet valuisivat täytettyä ojaa pitkin tihkupinnalle.

Kun ojien täytössä ehdittiin syöpyneen peratun puron kohdalle, täyttö hankaloitui. Uoma oli syvä, vaikkakaan ei kovin leveä. Ojamaita ei ollut paikoin lainkaan ja kangaskorpi oli niin ohutturpeinen, ettei saroilta saatu merkittävästi lisää täyttömaata. Täytön jälkeen puron kohta jäikin laakeaksi painanteeksi. Tällä osalla korostuu puu- ja suodatinkangasvahvisteisten patojen tärkeys, jotta helposti huuhtoutuva maa-aines ei jatka huuhtoutumistaan. Kun vesi muutaman viikon kuluessa nousi takaisin purouomaan, se ohjautui patojen ansiosta jäljellä oleviin alkuperäisiin uoman pätkiin ja muuten luontevasti mutkaiseksi purouomaksi. Puron kohdalla vesi yleensä kiertää puuvahvisteisen padon matalamman pään kohdalta, mutta muuten padot ovat pysyneet ehjinä ja toimivat hyvin.

Hoitoseurantahavainnot 1–5 vuotta ennallistamisen jälkeen

- Korven keskustaa kohti viettävä niskaojien täyttötapa on tarkoituksenmukainen.
- Puuvahvisteisten patojen käyttäminen on ollut tarpeen ja padot ovat pysyneet hyvin paikoillaan.
- Lähellä Lakonjärven rantaa vesi ohjautuu ojien täytön ja patoamisen myötä laajalle alueelle ja osin pintavaluntaan, mikä vähentänee järveen joutuvan kiintoaineen määrää.



Kuva 134. Kaikki ennallistettavan alueen ojat täytettiin. Tarvittavien puuvahvisteisten patojen paikat merkittiin korpeen etukäteen kuitunauhalla. Patojen paikkoja hienosäädettiin työn edetessä. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

- Kuusia ja mäntyjä kuoli ensimmäisen viiden vuoden aikana ennallistamisen jälkeen 30 x 50 metrin alalla Lakonjärven rannassa.
- Kymmenkunta nuorta kuusta kuoli vedennousun myötä myös kohdassa, jossa purouoma muistutti luontaista eikä sille tehty ennallistamisen yhteydessä mitään.

Kaiken kaikkiaan puustoa on kuollut ennallistamisen intensiteettiin nähden vähän, mikä johtuu korven optimaalisista korkeuseroista: purolle ja tulvavesille on tilaa korven matalimmissa kohdissa ja vesi liikkuu viettävän korven kautta Lakonjärveen.

Hoitoseurantahavainnot 18 vuotta ennallistamisen jälkeen

- Ennallistaminen on onnistunut kokonaisuudessaan silmämääräisesti arvioiden hyvin, paikoin erinomaisesti. Korpinotkon molemmilla laidoilla on mm. palautunut tihkupintoja ja pienialaisia lähdesuolaikkuja (kuva 135).
- Ojalinjat erottuvat latvusaukkoina vielä pitkään. Ne ovat puustottumassa maltillisesti: paikoin on nuorta koivua jonkin matkaa, paikoin yksittäisiä kuusia tai pieniä kuusiryhmiä.
- Puustoa ei ole kuollut alkuaikojen vedennousun jälkeen.
- Paikoin vesi liikkuu edelleen epätoivotusti pitkin tukittuja ojia, mutta ohjautuu yksittäisten pintavallien tai notkelmien kohdalta ennen pitkää kohti korpinotkon keskiosaa.



Kuva 135. 18 vuotta ennallistamisen jälkeen pohjavesivaikutuksesta kertovaa lajistoa on palautunut korpinotkoon useisiin kohtiin. Täytetyt ojalinjat erottuvat pitkään latvusaukkona. Kuva: Maarit Similä.

10.12 Märän, luhtaisen aapasuon kuivatuskanavan tukkiminen: Siikajoen Revonneva

Sakari Rehell

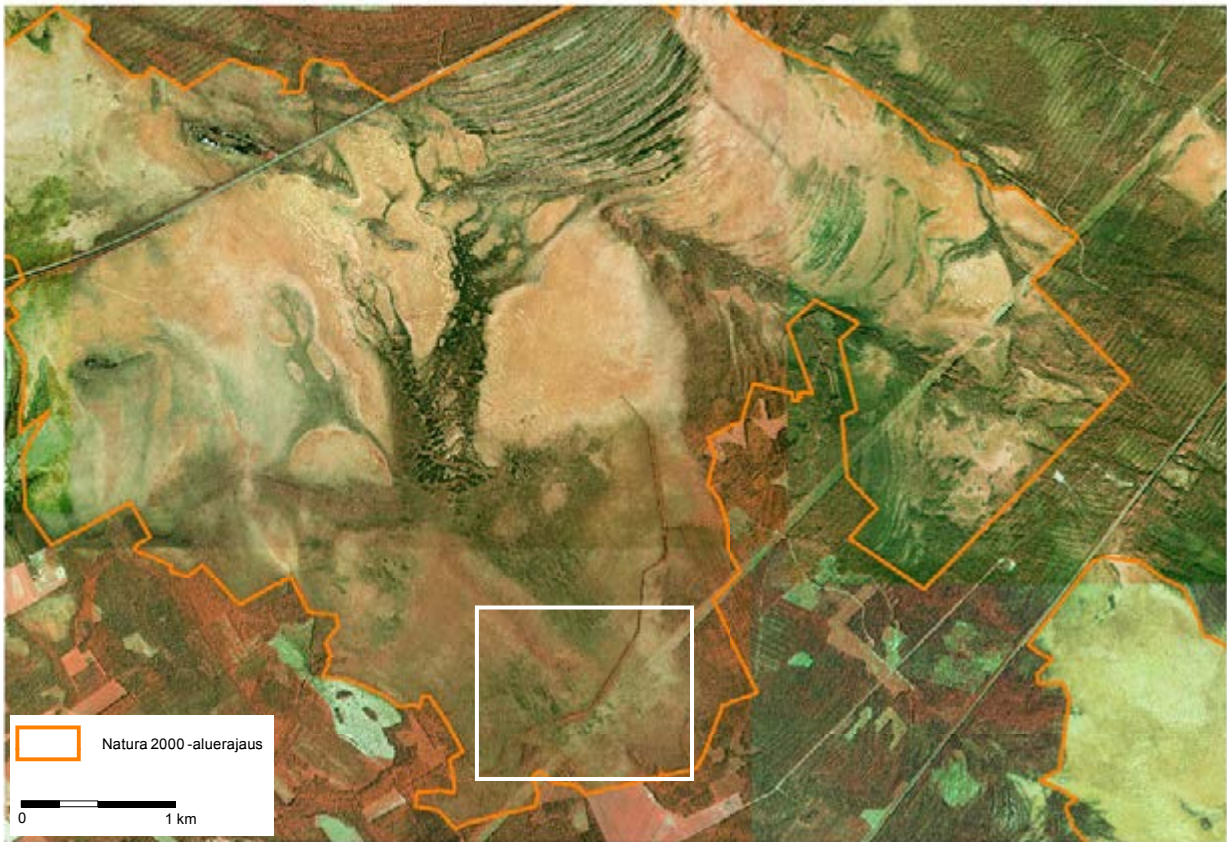
Revonnevan ominaispiirteet ja ennallistamistarve

Revonneva on sekakompleksi, jossa ruskorahkakeitaat ja aapasuo-osat peittävät suunnilleen yhtä suuren osan suoalasta (kuva 136). Revonneva on osa Revonnevan–Ruonnevan Natura-aluetta.

Suon itäpuolinen valuma-alue on suurelta osin ojitettu, pääosin 1960-luvulla. Ojitusalueiden vedet oli johdettu märän aapasuoosan läpi kaivettua kuivatuskanavaa pitkin suoraan lounaispuolella olevaan Siikajokeen.

Kuivatuskanava oli kuivattanut erittäin laajasti myös kanavan länsipuolista ojittamatonta aapasuota. Vielä noin 500 metrin päässä kanavan länsipuolella entinen märkä rimpisuo kasvoi männyntaimia ja vaivaiskoivua (kuva 137). Rimmet olivat kuivia, niiden kasvillisuus oli yksipuolistunut ja koko suon merkitys lintujen pesimä- ja levähtämisalueena oli kärsinyt.

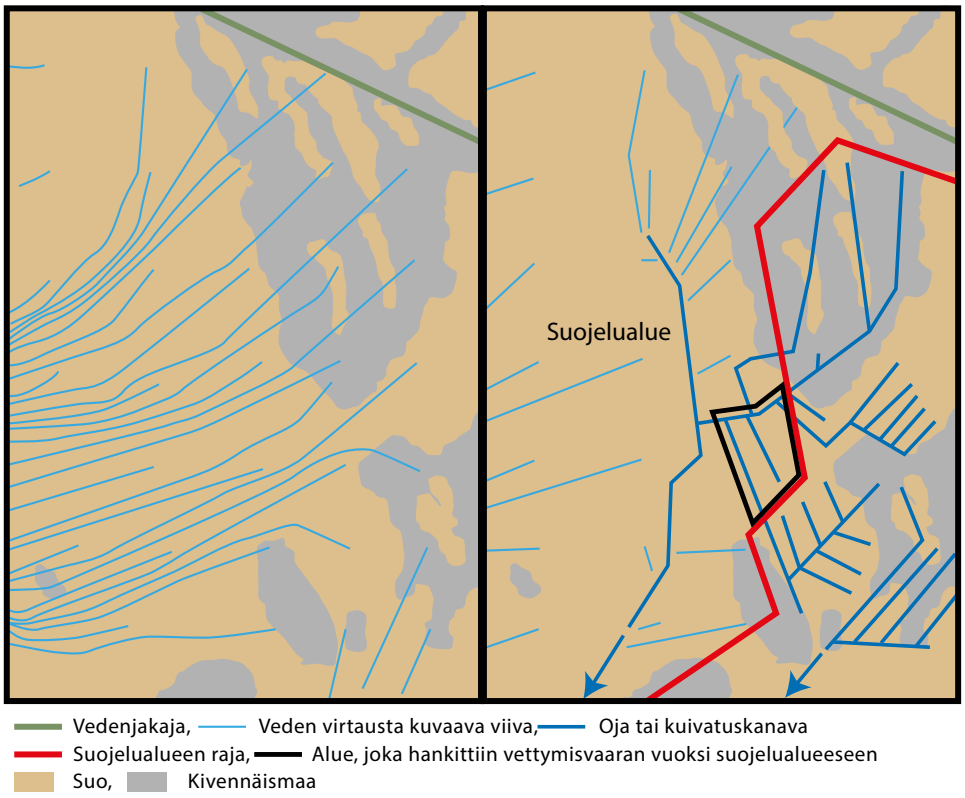
Luonnontilassa vesi on kerääntynyt noin 800 hehtaarin alueelta aapasuon keskiosiin (kuva 138), jossa vallitsevana suotyyppinä on ollut rehevä, luhtainen rimpineva. Laajan valuma-alueen vuoksi kanavassa virtasi hyvin paljon vettä. Revonnevan jännerakenne on ollut heikosti kehittynyt ja turvekerroksen paksuus paikoin yli kaksi metriä.



Kuva 136. Ilmakuva Revonnevan alueesta ennen ennallistamista. Sittemmin tukittu kuivatuskanava on kuvan keskiosassa, alaosiltaan valkoisen laatikon keskellä. Valkoinen laatikko osoittaa vinovalovarjosteen ottokohtaa kuvassa 141. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 137. Maisema ojittamattomalta, mutta pahoin kuivuneelta entiseltä rimpinevalta noin 200 metriä kuivatuskanavan länsipuolelta. Kuva: Päivi Virnes elokuu 2006.



Kuva 138. Veden virtaus Revonnevalla ennen ojitusta (vasemmalla) ja sen jälkeen (oikealla). © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Kuivatuskanava oli 1–2 metriä leveä ja ulottui monin paikoin kivennäismaahan asti. Kanavan varren pintaturve oli painunut kuivumisen myötä voimakkaasti (kuva 139), ja kanavan ympärille oli muodostunut noin 50 metriä leveä uoma.

Ennallistamisen suunnittelu

Syksyllä 2005 suon pinnan korkeuseroja vaaittiin painumisen mittasuhteiden selvittämiseksi. Laajan painumisen vuoksi ojauoman poikki päätettiin tehdä niin mittavia turvevalleja, että ne ulottuisivat koko painuneen alan poikki. Pelkän uoman tukkiminen olisi jättänyt ennallistamistuloksen puolitiehen.

Revonnevan suojelualuetta ympäröivät yksityismaat. Suunnittelun aikana neuvoteltiin tiiviisti naapurimaanomistajien kanssa. Suunnittelun yhteydessä järjestettiin laaja tiedotus- ja neuvottelutilaisuus, johon kutsuttiin ennallistamisalueen lähiseudun maanomistajat sekä viranomaisia. Maanomistajat saivat kommentoida alustavia suunnitelmavaihtoehtoja ja kommentit huomioitiin suunnittelussa.

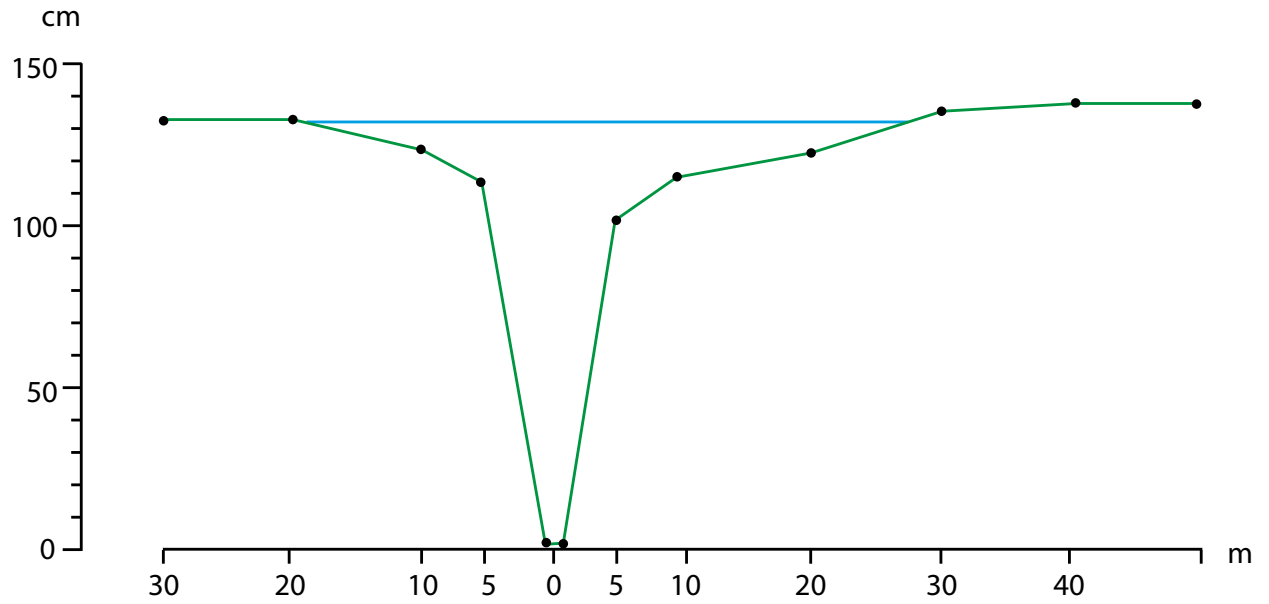
Ennen töiden aloittamista saatiin hankittua valtiolle noin 10 hehtaaria vettymisuhan alaista yksityismaan ojitettua suota (kuva 138).

Ennallistaminen

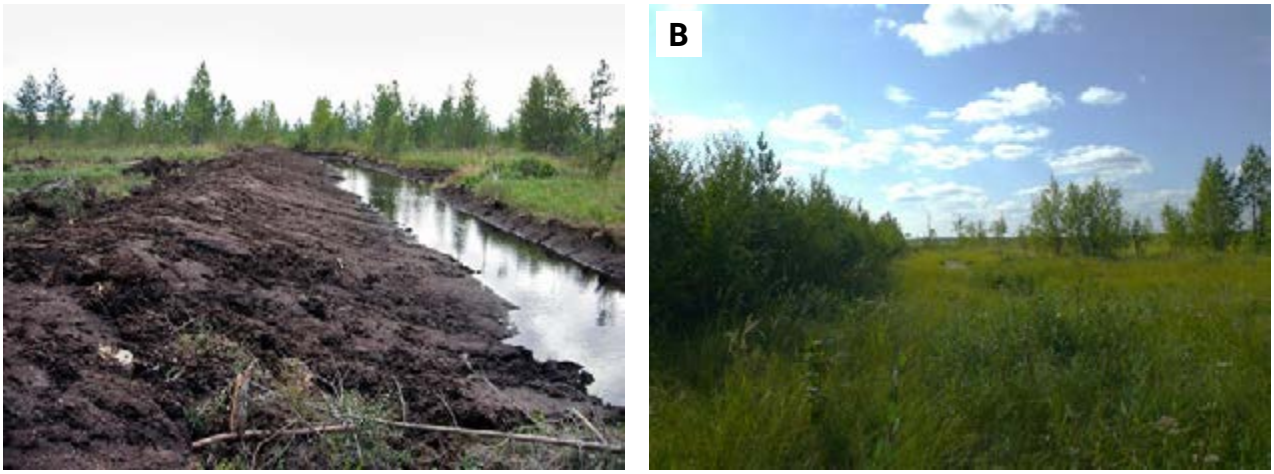
Ennallistaminen aloitettiin puuston hakkuulla kevättalvella 2006. Ojien varrelle kasvanut puusto korjattiin kokopuuna energiaksi, ja ojien tukkimisen jälkeen puustoa harvennettiin vielä metsurityönä avohakattujen ojalinjojen väleistä.

Elokuussa 2007 kuivatuskanava tukittiin tekemällä noin 70 metrin välein noin 50 metrin levyisiä turvevalleja (kuva 140). Samassa yhteydessä tukittiin pienimpiä metsäojia kanavaan laskevilta ojitusalueilta.

Kanava saatiin padottua suunnitelmien mukaisesti (Rehell 2013b). Lopputuloksena oli noin 2,5 kilometriä pitkä, peräkkäisistä lammista muodostunut helminauha. Avovesipinta-ala kasvoi koko suolla merkittävästi. Altaiden täytyttyä vedenpinnan nousu alkoi koko kanavan länsipuolisella alueella.



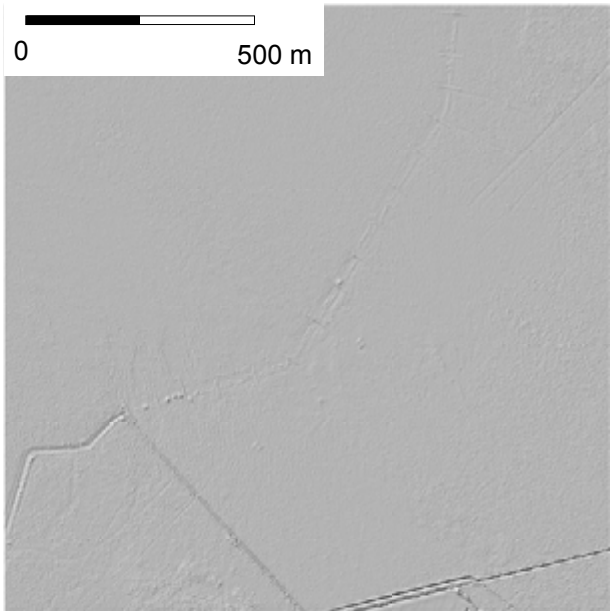
Kuva 139. Kuivatuskanavan keskiosista vaaittu poikittaisprofiili, joka ulottuu kanavasta noin 30 m länteen ja 50 m itään. Nollatasona on kanavan veden pinta, joka tällä kohdalla on ollut noin 130 cm ympäröivien soiden pinnan alapuolella. Sininen viiva kuvaa tasoa, jolle veden pinta pitäisi nostaa, jotta se pääsisi virtaamaan länteen kohti suon keskiosia.



Kuva 140. Patovalli pari viikkoa työn tekemisen jälkeen (A). Kaivettu lammikko ei ole vielä täyttynyt vedellä. Seitsemäntoista vuotta myöhemmin patovallilla kasvaa lehtipuustoa ja mäntyä (B). Kuvat: Päivi Virnes, elokuu 2007 (A), Sakari Rehell, 2024 (B).

Ennallistamisen vaikutukset kahden vuoden kuluttua

- Vesi oli noussut koko kuivahtaneella länsipuolen alueella.
- Vettymisen vuoksi kuolleiden männyn taimien alue ulottui noin 500 metrin päähän entisestä kanavasta.
- Yksityismaille ei aiheutunut vettymishaittoja. Niiden välttämiseksi tehdyt toimenpiteet heikensivät kuitenkin ennallistamisen tulosta paikoin suojelualueen reunaosissa. Vesiä purkautui suolle auki jätettyjen ojien päistä paikoin pistemäisesti, ja muualla suo pysyi paikallisesti kuivana.
- Myös kanavan alaosasta jouduttiin alapuolisten peltojen kuivatuksen vuoksi jättämään muutama sata metriä auki (kuva 141). Näin lähes parikymmentä hehtaaria suojelusuota jäi ennallistetun suokokonaisuuden ulkopuolelle. Sittemmin tämäkin ala on ennallistettu.
- Kaikkiaan saatiin palautettua noin 200 hehtaaria kuivunutta suota vesitaloudeltaan luontaisen kaltaiseksi (kuva 142). Suon keskiosiin pääsee ennallistamisen jälkeen vesiä noin 4/5 luonnontilaisesta määrästä.
- Kasvillisuusseurantojen perusteella suokasvilajisto on kahden ensimmäisen vuoden aikana alkanut palautua varsin nopeasti luontaisen rimpinevan suuntaan.



Kuva 141. Korkeussuhteita kuvaava vinovalovarjoste Revonnevan padotun kanavan alapäästä vuodelta 2010. Auki jätetyt ojat (kanavan alaosa aivan kuvan vasemmassa reunassa sekä pellon kuivatusojat kuvan oikeassa alakulmassa) erottuvat syvinä. Kanavan poikki noin 70 metrin välein tehdyt, noin 50 metriä pitkät turvevallit erottuvat heikosti, eikä entinen kanava muodosta enää yhtenäistä uomaa. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 142. Maisema tukitun kanavan yli kohti länsipuolista avosuokeskustaa noin vuosi toimenpiteiden jälkeen. Kuva: Sakari Rehell, heinäkuu 2008.

Ennallistamisen vaikutukset 17 vuoden kuluttua

Revonnevan nykytila käytiin tarkastamassa elokuussa 2024. Ennallistamisesta oli aikaa 17 vuotta. Ennallistamisen tavoitteet oli saavutettu hyvin, ja aapasuolle ominainen hydrologia, jossa ympäröivän valuma-alueen vedet kerääntyvät rimpiseen keskiosaan, oli saatu palautettua.

- Suoyhdistymän keskiosan padottua kanavaa myöten ei enää virrannut vesi.
- Pitkien patovallien (kuva 140) viereen kaivettujen lammikoiden päistä vesi pääsi virtaamaan aapasuon keskiosaa kohti.
- Isojen patovallien päällä kasvoi tiheässä noin 2 metriä korkeita männyn ja koivun taimia (kuva 140).
- Vallien ympäristöt olivat kauttaaltaan märkää avosuota (kuva 143).
- Lammikot, joista oli otettu materiaali patovalleihin, olivat vielä avoimia, joten avovesialue oli lisääntynyt. Lammikoiden reunoille kasvanut sara- ja ruohoreunus oli hieman supistanut avovesialaa.
- Puut, joita ei korjattu pois tai kaadettu ennallistamisen yhteydessä, olivat keloutuneet (kuva 143).
- Uusia taimia ei ollut märimpiin osiin tullut (kuva 144), ja noin 600 metrin päässä padotusta kanavasta aapasuon keskustaan päin avosuopinnoilla männyn taimet olivat kuolleet veden noustua (kuva 145).
- Kaikkialla oli luhtaista ja kasvoi ravinteisuutta vaativia suursaroja ja ruohoja, esimerkiksi pullosaraa (*Carex rostrata*), jouhisaraa (*C. lasiocarpa*), järvikortetta (*Equisetum fluviatile*), raatetta (*Menyanthes trifoliata*), kurjenjalkaa (*Comarum palustre*), luhtasuoputkea (*Peucedanum palustre*) ja paikoin myös kastikoita (*Calamagrostis* sp.).
- Lähimpänä tukittua kanavaa, missä veden nousu ja ravinteiden lisääntyminen on ollut voimakkainta, sammalkerros oli

heikko ja kasvillisuus muistutti avoluhtaa. Sinne oli ilmaantunut luhdille ominaisten lehtisammalien lisäksi yksittäisiä rahkasammallaikkuja (sararahkasammal *Sphagnum fallax*, viitarahkasammal *S. fimbriatum*).

- Kauempana tukitusta kanavasta, aiemmin ojituksen kuivattamilla rimpipinnoilla, olivat runsastuneet rimpipintojen rahkasammalet. Aiemmin osin ruoppaiset rimmet olivat rahkasammalpeitteisiä, ja jännerakenne näytti muuttuneen aiempaa epäselvemmäksi.
- Vasta noin 600 metrin päässä tukitusta kanavasta kasvillisuus oli tyypillistä jänteiselle ja ruoppaiselle, mesotrofiselle rimpinevalle (kuva 145).



Kuva 143. Luhtaiseksi kehittynyttä avonevaa tukitun ison kanavan vieressä. Hakkuissa jätetyt männyt ovat kaikki kuolleet ja kaatuneet. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 144. Kanavan tukkimisen jälkeen männyntaimet ovat kuolleet ja suursarat ovat runsastuneet 200 metrin päässä kanavasta. Rimpipintaa ei juuri ole. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 145. Ennallistamisen myötä kuolleita männyntaimia näkyy vielä 600 metrin päässä tukitusta kanavasta. Luontaiselle rimpinevalle ominaisia selkeitä, osin ruoppaisia rimpipintoja on palautumassa epäselvien jänteiden väleihin. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 146. Revonnevan reunan ennallistettu, luontaisesti puustoisempi alue alkaa 17 vuotta toimenpiteiden jälkeen muistuttaa luontaista, ruohoista sararämettä. Etualalla on tukittu oja, joka muistuttaa märimmissä osissa kasvillisuudeltaan korteluhtaa. Vasemmassa laidassa oleva pintavalli on maastoutunut lähes huomaamattomaksi. Kuva: Sakari Rehell.

- Suoyhdistymän reunaosan osin luontaisesti puustoinen sararämealue oli palautunut hyvin ja alkoi muistuttaa ruohoista sararämettä (kuva 146). Luhtaruohot kukoistivat. Puusto, jota ennallistamisen yhteydessä harvennettiin voimakkaasti, oli muuttunut lehtipuustoisemmaksi. Puolet pystyyn jätetyistä männyistä oli keloutunut. Pystyyn jätetyt koivut olivat hengissä, mutta niiden kasvu oli heikkoa. Uusia koivun ja pajujen taimia oli tullut paikoitellen, mutta varsin vähän.

Johtopäätöksiä

- Yksittäisen hyvin syvän märälle avosuolle kaivetun kuivatusojan vaikutus voi ulottua yli puolen kilometrin päähän, näennäisesti ojittamattomalle nevalle.
- Kanavan tukkiminen siten, että vesi ei pääse kiertämään patoja, vaan virtaa luontaiseen suuntaan, pystyy palauttamaan avosuoluonteen koko muuttuneelle alueelle suolla, jossa virtaavat vesimäärät ovat suuria.
- Voimakas vedenpinnan nousu ja voimakkaan virtauksen palautuminen aiheuttavat ravinteisuuden lisääntymistä, mikä näkyy kasvillisuudessa etenkin suursarojen ja luhtaruohojen rehevöitymisenä. Suo voikin alkaa muistuttaa kasvillisuudeltaan luhtaa. Aapasoiden tilan heikkenemisessä keskeistä on usein ruoppaisen rimpipinnan häviäminen. Tämä ei välttämättä palaudu, vaikka vedenpinnantaso ja virtaus palautuisivat, koska rahkasammal on ehtinyt kasvaa aiemmille rimpipinnoille.
- Luhtaisuuden lisääntyminen voi haitata keskustavaikutteisia soita suosivia kasvilajeja, jos rehevöityvä kasvillisuus tukahduttaa ne. Tästä ei kuitenkaan Revonnevalla liene ollut haittaa, koska kuivatuskanavan tuntumassa ei ollut keskustavaikutteisia soita suosivia lajeja. Koko suon lajistolliseen monimuotoisuuteen rehevöitymisellä voi olla positiivisia vaikutuksia: märät, luhtaiset ja rehevät alueet ovat hyvää ruokailu- ja pesimäympäristöä esimerkiksi hirville sekä kahlaaja- ja vesilinnuille. Rehevöitymisvaihe voi olla väliaikainen. Esimerkiksi primäärisessä soistumisessa alkuvaiheelle on tyypillistä voimakas luhtaisuus, joka hiljalleen heikkenee.

10.13 Soiden ja pienvesien kokonaisuus: Pihtiputaan Suurisuo

Reijo Hokkanen ja Anneli Suikki

Pihtiputaan Suurisuolla ennallistettavana oli laskettu lampi, kuivunut puro, ojitettuja nevoja ja ojittamattomia – mutta kuivuneita – nevoja.

Suurisuo kuuluu Pohjanmaan aapasoihin ja Suurisuon–Sepänsuon soidensuojelualueeseen. Suurisuon pinnanmuodot ovat melko heikosti kehittyneet, eikä suuria avovesirimpiä ole. Aapasoiden keskiosat ovat pääosin mesotrofisia rimpinevoja. Keidassuo-osat ovat melko pienialaisia ja karuja lyhytkortisia rämeitä. Suojelualueella on myös lähes kaksi kilometriä pitkä, soiden ympäröimä harju. Ennallistettavan alueen keskellä sijaitseva Vuosiaissalo on samaan harjujaksoon kuuluva, kahdeksan hehtaarin laajuinen kivennäismaasaareke.

Vuoden 2009 aikana ennallistettiin Neva-Kukko-lammen ja Vuosiaissalon ympäristön noin 39 hehtaarin laajuinen ojikko (kuva 147). Ennallistettava alue on kokonaan Metsähallituksen hallinnassa.

Tilanne ennen ojitusta

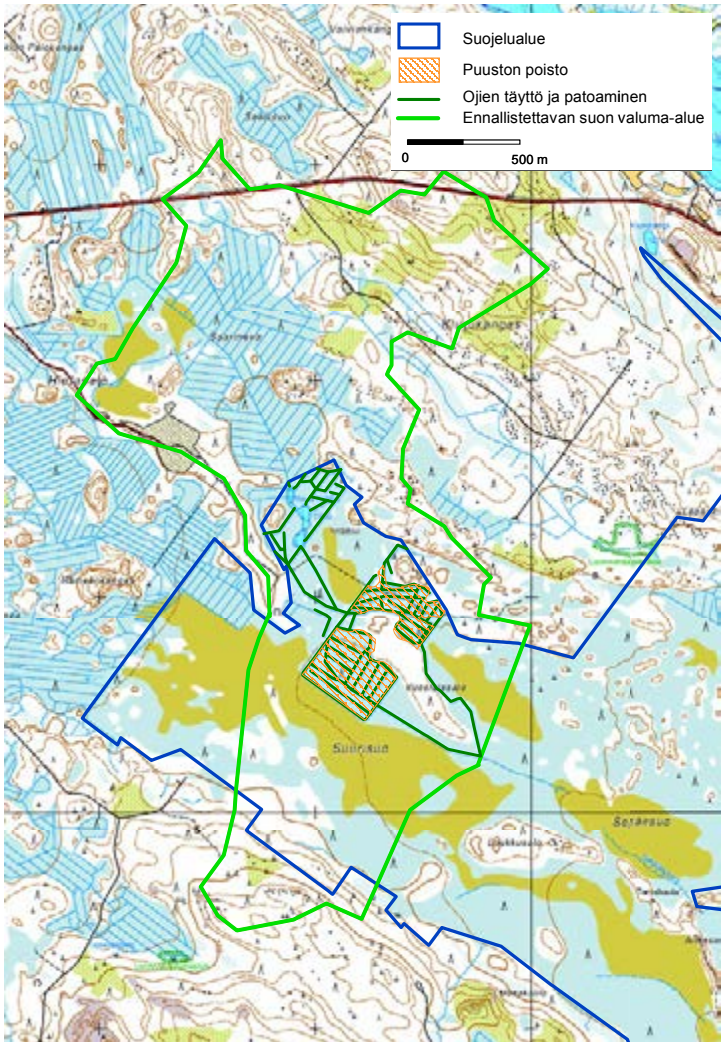
Vesien liikkuminen ennen ojitusta selvitettiin vertaamalla vanhoja ja uusia ilmakuvia, ja maastosta kerättiin lisää tietoa.

Alueen ojien virtaussuunnat tarkastettiin. Suurisuolla on rimpinevajuotteja, joita seuraamalla voitiin selvittää vesien alkuperä esimerkiksi Isomäen lähteisiin (kuva 149). Kohtiin, joissa oja läpäisi rimpinevajuotin, suunniteltiin padot, jotta veden kulku jatkuisi täytetyn ojan yli.

Ennallistettavan alueen vedet ovat peräisin pääosin luoteesta (Neva-Kukon valuma-alue) ja lounaasta (Isomäen lähteiden valuma-alue, kuva 147). Vuosiaissalo erottaa nämä vedet, kunnes ne osin yhtyvät metsäsaarekkeen itäpuolella.

Koska alueella on harjuja, on todennäköistä, että suolle purkautuu jossain määrin myös pohjavesiä. Selkeitä purkautumispaikkoja ei löytynyt, mutta ilmeisesti Vuosiaissalon länsi-lounaispuolella oleva rimpineva on pohjavesivaikutteinen.

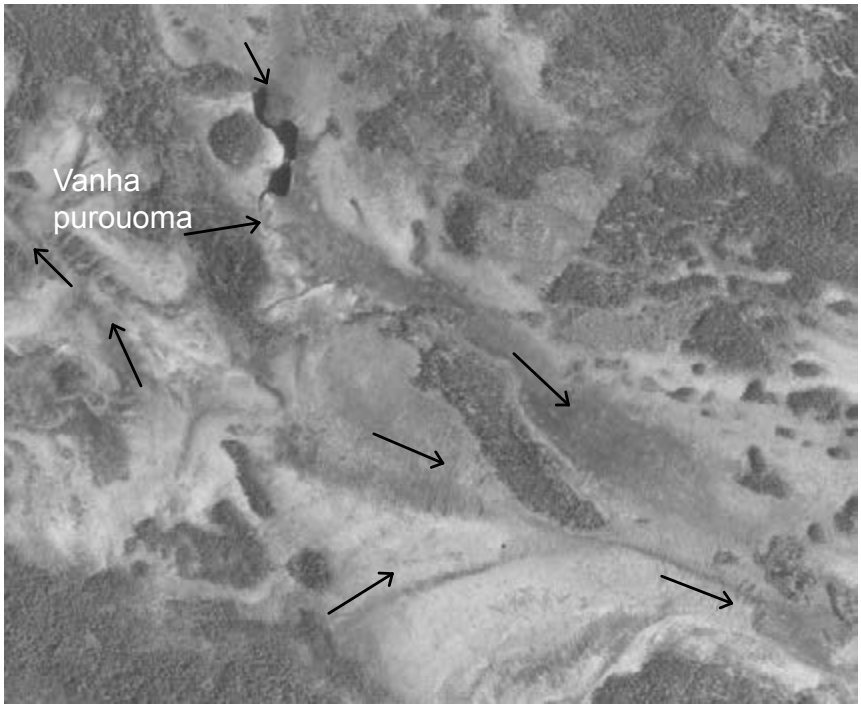
Neva-Kukko on vanhan ilmakuvan perusteella ollut nevarantainen lampi (kuva 148). Lammesta on laskenut puro, joka näkyy vanhassa ilmakuvassa Vuosiaissalon metsäsaarekkeen luoteispäähän asti, noin 500 metrin matkalla. Tästä vedet ovat pääosin kääntyneet Vuosiaissalon koillispuolen rimpinevajuottiin. Vedet ovat lopulta levittäytyneet laa-



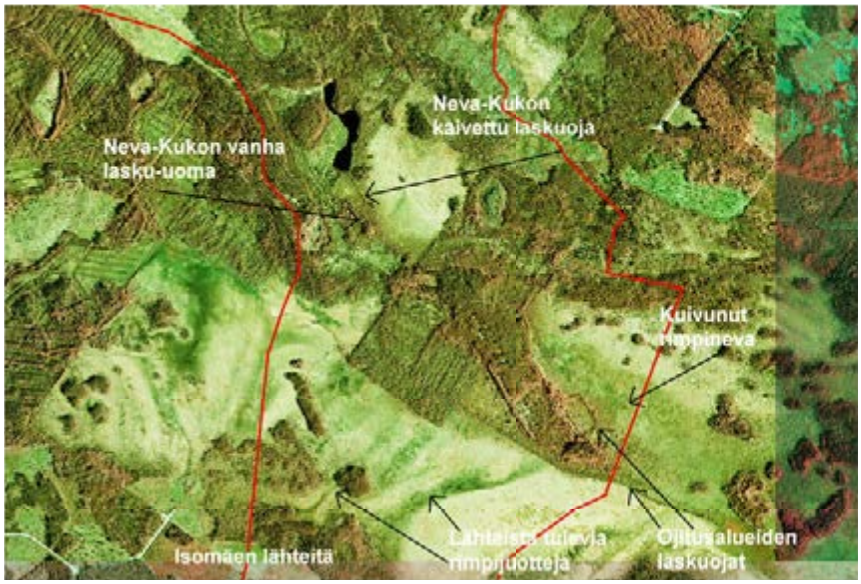
Kuva 147. Ennallistettava alue Vuosiaissalon metsäsaarekkeen ja Neva-Kukko-lammen ympäristössä. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

jalle rimpinevalle Vuosiaissalon koillis-itäpuolelle.

Vuosiaissalon eteläpuoliselle nevalle ei ole vanhan ilmakuvan perusteella tullut merkittäviä määriä vesiä Neva-Kukosta, vaan lounaasta Isomäen suunnasta sekä osin myös pohjavetenä. Isomäki on Suurisuon eteläpuolen korkea mäki, jonka kupeessa on Suurisuon reunassa useita lähteitä. Niistä purkautuva vesi muodostaa rimpinevajuotteja, jotka



Kuva 148. Vanhassa ilmakuvassa näkyy Neva-Kukosta laskeva purouoma, jonka vedet levittäytyvät lopulta Vuosiaissalon koillispuolen rimpinevalle. © Metsähallitus 2013, © Puolustusvoimien tiedustelukeskus 2013.



Kuva 149. Ennen ennallistamista otetussa ilmakuvassa Neva-Kukon vanhan lasku-uoman varrelle kasvaneet hieskoivut erottuvat punertavina. Myös Vuosiaissalon molemmin puolin olevat suorakaiteen muotoiset ojitusalueet erottuvat selvästi. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

muodostavat Vuosiaissalon lounaispuolella laajemman mesotrofisen rimpinevan. Tällä rimpinevalla vedet kääntyvät kaakkoon Vuosiaissalon suuntaisesti. Vuosiaissalon jälkeen vedet ovat kulkeutuneet hyvin kapeassa rimpinevapainanteessa itään päin.

Tilanne ojituksen jälkeen

Suurisuon ennallistettavien alueiden valuma-alueen kaikki suot on ojitettu suojelualueen ulkopuolella. Valuma-alueen vedet ohjautuivat kuitenkin edelleen Suurisuolle. Suurisuon ojat on kaivettu 1970-luvulla.

Neva-Kukosta on kaivettu oja Vuosiaissalon luoteispuolelle ja edelleen koko Suurisuon läpi, jolloin lammen pinta on laskenut (kuva 149). Lammen rantanevalle on istutettu mäntyä, ja puusto oli ennallistamisen aikaan noin 40-vuotiasta. Vanha purouoma oli kuivunut ja näkyi maastossa lähinnä painanteena ja ympäristöstään poikkeavana kasvillisuutena. Uoman reunoille oli kasvanut paikoin tiheää hieskoivuvesakkoa. Vuosiaissalon pohjois- ja eteläpuolelle oli kaivettu suorakaiteen muotoiset, selvästi maisemassa erottuvat ojitusalueet. Näille ojitusalueille oli istutettu mäntyä, joka oli ehtinyt ensiharvennusvaiheeseen. Vuosiaissalon pohjoispuolella, entisellä rimpinevalla, oli myös hieskoivua sekapuuna. Alueella oli myös yksittäisiä kontortamäntyjä.

Lammen laskuvedet oli ohjattu Vuosiaissalon eteläpuolisiin ojiin, kun ne luonnontilassa olivat liikkuneet Vuosiaissalon pohjoispuolelta. Ojat oli kaivettu Vuosiaissalon ympäri ja ne yhtyivät saaren kaakkoispuolella. Ojaa oli kaivettu vielä muutama sata metriä, minkä jälkeen kaivu oli lopetettu keskelle nevaa. Se oli muuttunut luhtaiseksi.

Ojitukset kuivattivat myös suon ojittamattomia osia, varsinkin Vuosiaissalon koillispuolella, missä ojat katkaisivat vesien kulun rimpinevalle. Vuosiaissalon eteläpuolella kuivatusvaikutus ojituksen ulkopuolella ei ollut yhtä laajaa, koska ojat oli kaivettu rimpinevan keskelle luontaisen valumissuunnan mukaisesti.

Ennallistamisen tavoitteet

Tärkeimmäksi tavoitteeksi nousi vesien luontaisen liikkumisen palauttaminen, mikä vaati seuraavat toimenpiteet:

- Vedet oli ohjattava vanhaan Neva-Kukon lammen lasku-uomaan. Tällöin myös lammen pinta nousisi.
- Neva-Kukon laskuvedet oli ohjattava Vuosiaissalon pohjoispuolelle ja ne tuli saada leviämään entisen rimpinevan laajuiselle alueelle.
- Vedet oli ohjattava ojittamattomalle rimpinevalle, erityisesti Vuosiaissalon koillispuolella.
- Vuosiaissalon molemmin puolin olevat yhtenäiset ojitusalueet oli palautettava avosuoksi, jolloin puuston haihdutus vähenisi.

Neva-Kukon vedenpinnan nousun seurantaa varten lammen rannoille upotettiin kolme merkkikeppiä.

Ennallistaminen

Ennallistaminen aloitettiin helmikuussa 2009 puuston poistolla (kuva 150). Vuosiaissalon molemmin puolin poistettiin 17 hehtaarin alalta kaikki ojituksen jälkeen kasvaneet männyt kuitu- ja energiapuuksi (kuva 151), pääasiassa monitoimikoneella, mutta osin myös metsurityönä. Alkuperäistä suopuustoa ei ollut, koska alueet olivat olleet puuttomia. Kaikki koivut jätettiin pystyyn vesakoitumisen ehkäisemiseksi. Myös kivennäismaasaarekkeiden puusto jätettiin pystyyn.

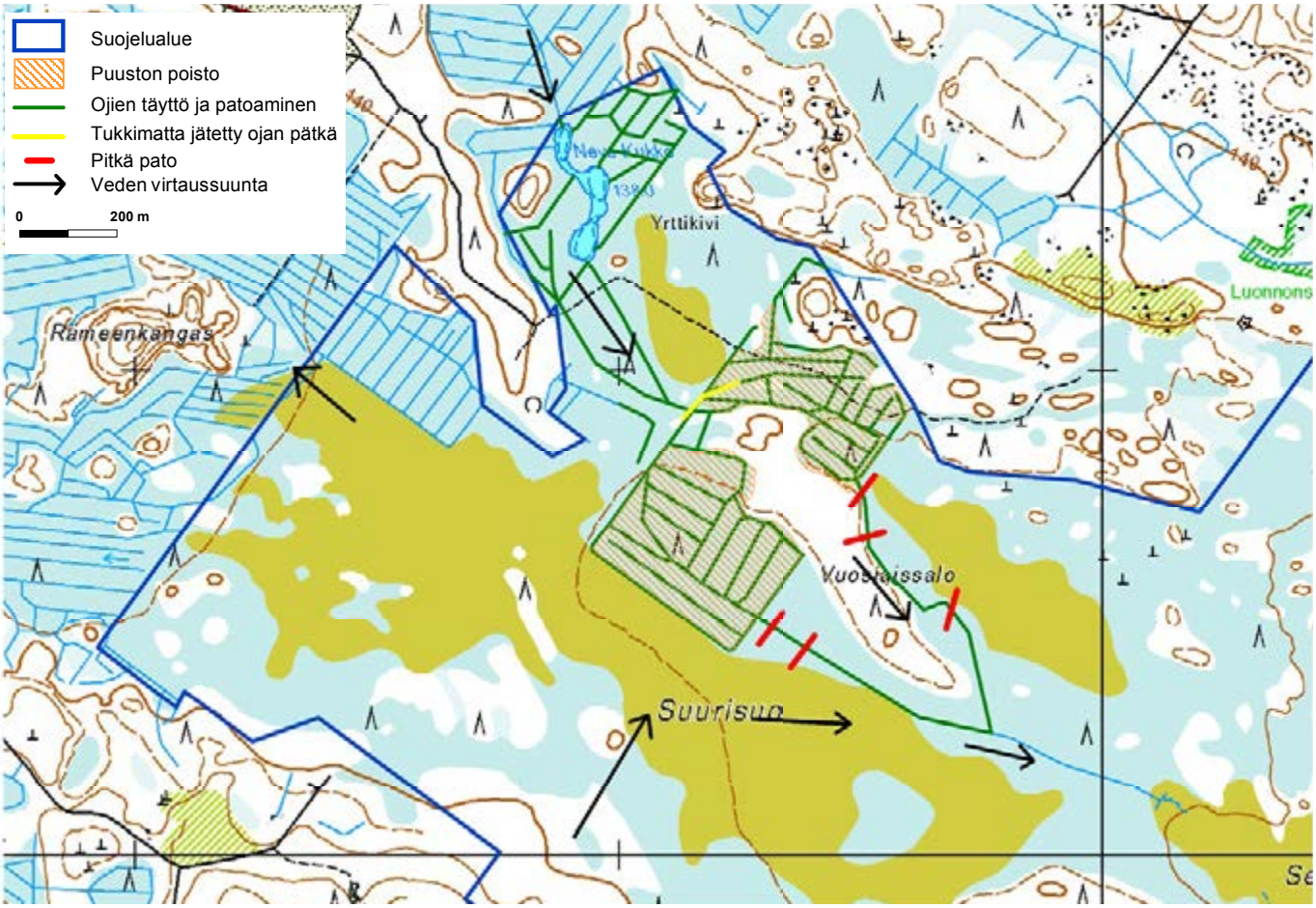
Ojien täyttäminen aloitettiin syyskuussa 2009 kaivinkoneella. Täyttöjärjestys mietittiin tarkkaan, sillä alueen läpi laskeva vesimäärä oli suuri, ja täyttäminen väärässä järjestyksessä olisi hankaloittanut kaivinkoneen työtä. Ensin täytettiin Neva-Kukon ranta-alueiden ojat. Tämän jälkeen täytettiin Neva-Kukon laskuoja, jolloin lammen pinta alkoi välittömästi nousta. Sitten tukittiin Vuosiaissalon eteläpuoleiset ojat, jolloin vesi ohjautui

Vuosiaissalon pohjoispuolelle. Vuosiaissalon eteläpuolen avosuolle tehtiin patojen yläpuolelle muutamia isompia altaita, joihin jätettiin keskelle pesimäsaari lintuja varten.

Tämän jälkeen tukittiin Vuosiaissalon pohjoispuolen ojat, ja lopulta täytettiin Vuosiaissalon kaakkoispään ympäri kaivetut laskuojat. Tukkimistyön aikana (2 viikkoa) vesi ei vielä ehtinyt nousta lammessa niin paljon, että se olisi alkanut virrata vanhassa Neva-Kukon lasku-uomassa. Vanhaa purouomaa ei perattu, vaikka se olikin todennäköisesti hieman kasvanut umpeen, kun virtaus oli loppunut.

Vuosiaissalon luoteispäähän jätettiin noin 50 metriä ojaa auki kohtaan, johon purouoma loppuu (kuva 150). Sillä varmistettiin, että purovedet ohjautuvat Vuosiaissalon pohjoispuolelle. Vesien ohjailu pelkkien patojen avulla tässä kohdassa olisi ollut vaikeaa, sillä puron suu levittäytyy laajalle.

Tärkeimpien patojen paikat nauhoitettiin kaivinkoneen kuljettajaa varten. Padot tehtiin jänteiden tai muiden ympäristöä korkeampien mättäiden kohdalle. Suurimmat, noin 20–50 metriä pitkät padot tehtiin molempien ojikkoalueiden laskuojaan (kuva 150). Vuosiaissalon pohjoispuolella ne ohjaavat vettä keskemmälle suota entisen rimpinevan laajuiselle alueelle. Vuosiaissalon eteläpuolella laskuoja oli kaivettu keskelle rimpinevaa. Myös täällä oli tavoitteena levittää vettä entiselle rimpinevalle. Muualla ojiin tehtiin lyhyempiä (noin 8 metrin) patoja.



Kuva 150. Puusto poistettiin Vuosiaissalon molemmin puolin olevilta ojitusalueilta. Muualle puustoa oli kasvanut vain vähän. Pitkillä padoilla vesi pyrittiin ohjaamaan ojittamattomille nevoille, ja Vuosiaissalon luoteiskulmasta jätettiin tukkimatta pätkä ojaa, jotta vesi saatiin ohjattua kulkemaan salon pohjoipuolelle. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 151. Vuosiaissalon eteläpuolinen ojikko syyskuussa 2009. Puut on poistettu edellisenä talvena ja ojat ovat vielä tukkimatta. Kuva: Reijo Hokkanen.



Kuva 152. Vuosiaissalon ennallistettua eteläpuolta syyskuussa 2023. Kuva on otettu noin 100 metriä koillisempaa kuin kuva 151. Kuva: Anneli Suikki.

Tilanne pian ennallistamisen jälkeen

- Ennallistamisen jälkeen, keväällä 2010, Neva-Kukko-lammen pinta oli merkkikeppien mukaan noussut noin puoli metriä.
- Vesi oli ohjautunut lammen alkuperäiseen lasku-uomaan (kuva 153), joka oli korkeammalla kuin kaivettu oja oli ollut. Uoma ja sen ympäristö oli vettynyt noin parin metrin leveydeltä ja uoman varrelle kasvaneiden puiden arveltiin kuolevan.
- Vesi oli noussut myös lammen rantasoille, missä oli kuolemassa jonkin verran puustoa (kuva 154).
- Vuosiaissalon luoteispäässä purovedet ohjautuivat valtaosin saarekkeen pohjois-koillispuolelle. Pieni osa vedestä näytti kuitenkin ohjautuvan ainakin tulva-aikana myös Vuosiaissalon eteläpuolelle.
- Vuosiaissalon pohjoispuolella vesi virtasi hakatun alueen pinnalla kiertäen padot, mutta levisi suunnilleen entisen rimpinevan laajuiselle alueelle.
- Vuosiaissalon koillispuolella ojikkoalueen laskuojan suulle tehty pitkä pato ohjasi kaikki vedet suon reunan vanhasta niskaojasta keskemmälle suota. Myös alempana vesi ohjautui ojalinjalta entiselle kuivuneelle nevalle.
- Vuosiaissalon eteläpuoleinen alue näytti vettyneen tasaisesti. Märimmät kohdat olivat ojikon laskuojan suulla, missä pitkät padot levittävät veden rimpinevalle. Sinne oli myös syntynyt laajoja avovesipintoja.



Kuva 153. Veden virtaus palautui Neva-Kukko-lammen lasku-uomaan. Kuva: Reijo Hokkanen 2009.



Kuva 154. Neva-Kukko-lammen vedenpinta nousi noin 50 cm ennallistamisen jälkeen. Kuva on lammen itäpuolelta pohjoista kohti. Kuva: Reijo Hokkanen 2009.

Tilanne vuonna 2023

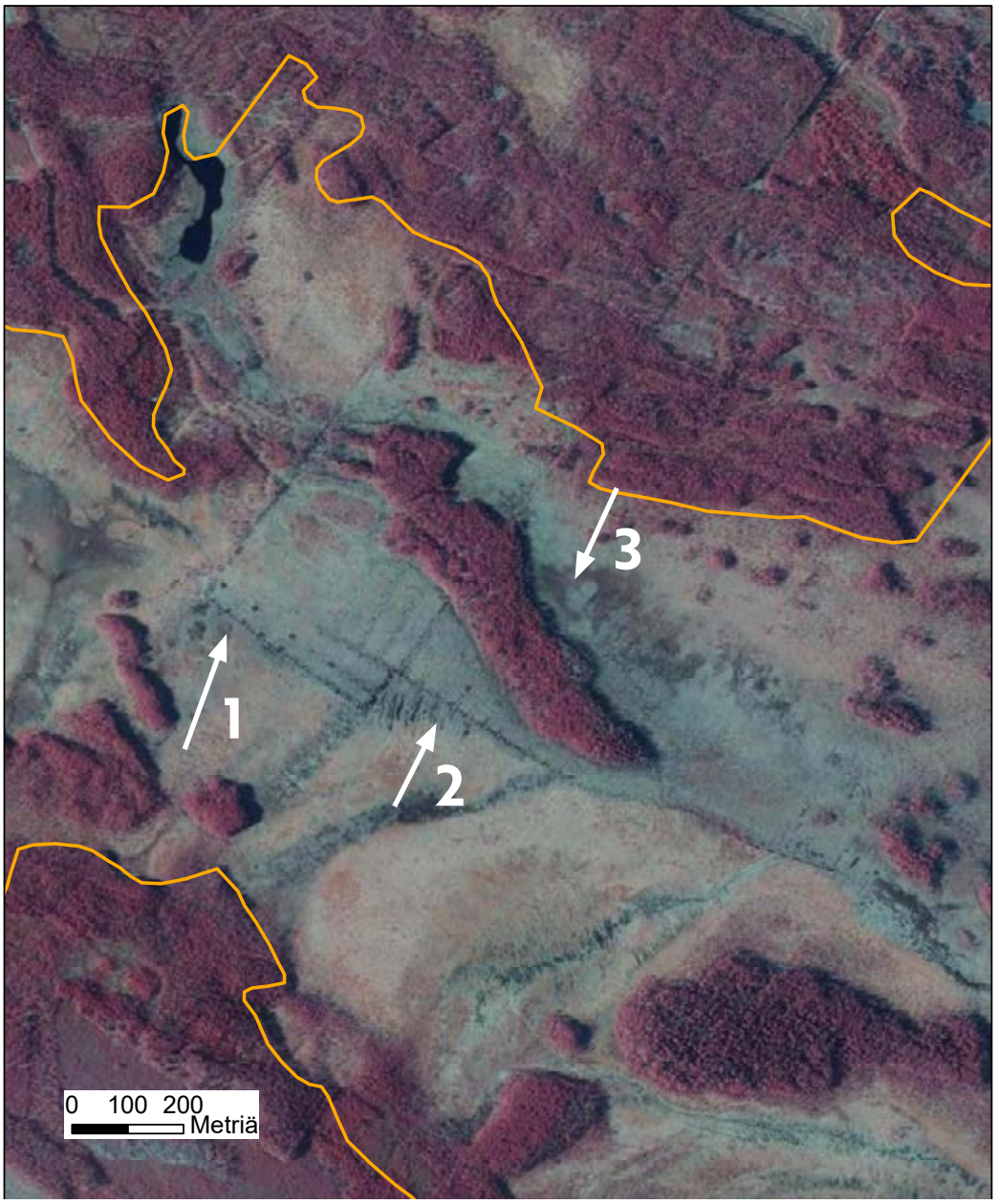
Ennallistamisesta oli kulunut 14 vuotta (kuva 156).

- Entisten ojien paikat eivät enää erottuneet, vain kaivuukuopat siellä täällä kielivät kaivinkoneen reitistä.
- Hieskoivua oli noussut suolle paikoin sankaksi pensaikoksi, esimerkiksi Neva-Kukon eteläpuolella tukitun ojan kohdalle ja paikoin Vuosiaissalon etelä- ja pohjoispuolen osille, joista puustoa oli ennen ojien tukkimista poistettu runsaammin (kuva 152).
- Vuosiaissalon etelä- ja pohjoispuoliset ennallistetut alueet olivat vettyneet niin hyvin, että alueilla kulkeminen oli hankalaa.
- Vuosiaissalon eteläpuolelle oli kasvanut paikoin tiheähkö männikkö, mutta puiden kasvu oli heikentymässä ja neulaset olivat kellastuneita.
- Eteläisemmille ojille, joille oli tehty lintujen pesimäsaarekkeita, ei päässyt suon märkyyden takia kulkemaan. Ojien kohdat ja pesimäsaarekkeet erottuvat tuoreessa ilmakuvassa (kuva 156).



Kuva 155. Neva-Kukko-lammen rantamilla on kuollut puustoa vedenpinnan nousun myötä. Kuva on otettu syyskuussa 2023 lammen luoteiskulmalta kaakkoa kohti. Kuva: Anneli Suikki.

- Vuosiaissalon pohjoispuolelle jätettiin puuston poiston yhteydessä vuonna 2009 kaikki hieskoivut kasvamaan. Koivut selkeästi kärsivät korkeasta vedenpinnasta, eikä mäntyjen taimia näkynyt. Tuoreessa ilmakuvassa näkyy suon keskiosan vettyminen. Kivennäismaan reunassa olleeseen niskaojaan tehdyt padot ohjaavat vettä hyvin pohjoispuolen suolle, ja kasvillisuudessa suon vettyminen näkyy suursarojen elpymisenä.
- Vesi virtaa edelleen Neva-Kukon entisessä lasku-uomassa, joka erottuu hyvin myös tuoreessa ilmakuvassa. Lammen reunamien vettyminen erottuu hyvin eri-ikäisiä ilmakuvia vertailemalla. Heti ennallistamisen jälkeen on ollut korkean veden vaihe, joka on tasaantunut, mutta nevareunukset ovat säilyneet huomattavan märkinä. Lammen reunamilla on kuollut puustoa vedenpinnan nousun seurauksena (kuva 155).
- Neva-Kukon ja Vuosiaissalon välinen suoalue lasku-uoman pohjoispuolella ei vielä ole vettynyt kovin paljon. Jäkälää esiintyi yhä välipinnoillakin, tosin heikentyneenä.
- Yleensä ottaen ojat on tukittu hyvin. Ne ovat kasvittuneet, eikä virtauksia näkynyt. Vesi on levinnyt hyvin soille. Kasvillisuudessa jäkälät ja metsäsammalet ovat taantuneet, ja tupasvilla ja rahkasammalet vallitsevat tällä hetkellä. Täytetyillä ojilla kasvaa paikoin männyn taimia ja hieskoivua, saroilla kasvavien mäntyjen kasvu on taantumassa.



Kuva 156. Ilmakuvassa vuodelta 2022 erottuvat ennallistamisen jälkeen uudelleen vettyneet alueet. Lintujen pesimäsaaria tehtiin Vuosiaissalon länsipuolelle (1). Vuosiaissalon eteläkärjen länsipuolella erottuvat edelleen isot padot (2). Ojittamattomalle, mutta kuivuneelle rimpinevalle ohjautuu jälleen vettä (3). © Maanmittauslaitos 2025.

10.14 Seitsemisen kansallispuiston suot

Pekka Vesterinen ja Tapio Lindholm

Seitsemisen kansallispuisto perustettiin monivaiheisen prosessin jälkeen vuonna 1982 silloisten Kurun ja Ikaalisten kuntien alueelle. Nykyisin Kuru on osa Ylöjärven kaupunkia. Puiston tämänhetkinen pinta-ala on noin 4 500 hehtaaria. Perustettaessa puistoon sisällytettiin arvokkaiden alueiden lisäksi alueita, joihin metsätalous oli vaikuttanut voimakkaasti. Kansallispuiston pinta-alasta yli puolet on soita. Niistä 60 % on ojitettu, ja valtaosa metsistä on ollut metsätalouskäytössä. Vuonna 1989 puiston kaakkoisosaan liitettiin luonnontilainen Soljasten suoalue ja vuosina 2000–2024 joitain suovaltaisia alueita.

Seitsemisen luonnontilaisina säilyneet suot ovat pääasiassa pieniä, kuivahkoja metsäkeitaita. Ojitetut suot ovat olleet vanhojen ilmakuvien perusteella suurelta osin märkiä, vähäpuustoisia tai avoimia minerotrofisia nevoja tai nevarämeitä. Korpia on noin 10 % pinta-alasta. Ne ovat lähinnä kangaskorpia, joista suurin osa on ojitettuja.

Seitsemisessä alettiin opetella ennallistamista vuonna 1987 (Seppä ym. 1993), ja työn mittavuuden vuoksi tarvittiin kokonaisvaltainen suunnitelma. Silloiselta Vesi- ja ympäristöhallituksen luonnonsuojelututkimusyksiköltä tilattiin Seitsemisen kansallispuiston soiden ennallistamissuunnitelma vuonna 1993. Tavoitteena oli tehdä samalla malli muiden suojelualueiden soiden ennallistamissuunnitelmille. Samanaikaisesti Seitsemisen ennallistamissuunnitelman kanssa tehtiin ensimmäistä soiden ennallistamisopasta (Heikkilä & Lindholm 1995a), joten näitä kahta edistettiin tiiviissä vuorovaikutuksessa.

Kattava Seitsemisen kansallispuiston soiden ennallistamissuunnitelma valmistui vuonna 1993 (Heikkilä & Lindholm 1994). Suunnitelmassa esitetyt noin 1 250 hehtaaria ennallistettiin lähes kokonaisuudessaan vuosina 1993–2015. Lisäksi puiston laajennusalueelta ennallistettiin noin 100 hehtaaria soita. Suunnitelma ja sen toteuttaminen olivat ensimmäinen laaja luonnonsuojelualueen soiden ennallistamishanke Suomessa. Tavoitteena oli tehdä Seitsemisestä todellisuudessakin Suomenselän Helmi (Lindholm 1995a, b). Seitsemisestä aloitettiin myös ennallistamisen vesistövaikutusten seurantatutkimukset (Sallantaus 2013).

Ainutlaatuisuutensa vuoksi hanke herätti laajaa mielenkiintoa ja siitä saatuja kokemuksia on hyödynnetty niin Suomessa kuin ulkomailla. Seitsemisen ennallistettuja soita on käyty katsomassa ainakin Karjalan tasavallasta, Liettuasta, Latviasta, Virosta ja Ruotsista. Kansainvälisen soidensuojeluryhmän (IMCG) retkikunta vieraili alueella kesällä 2006. Ennallistamistyön alussa tavoitteita ja tuloksia esiteltiin myös tiedeyhteisölle (Heikkilä & Lindholm 1995b, c).

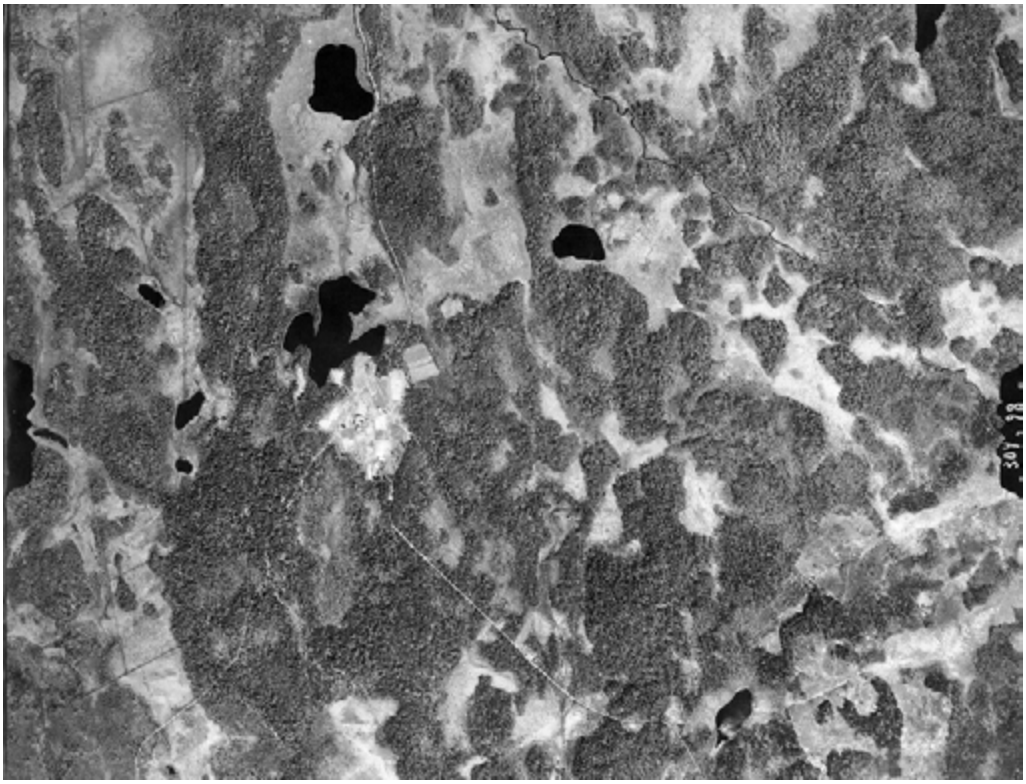
Ennallistamisen suunnittelu

Suunnitelman rungoksi laadittiin valuma-alueisiin perustuva aluejako. Valitulla tarkastelutasolla alueita oli 28, jotka muunnettiin 17:ksi toteutuksen kannalta mielekkääksi käsittelyalueeksi: pieniä valuma-alueita yhdisteltiin ja suurempia jaettiin.

Ennallistamissuunnitelma tehtiin vanhojen, ojitusta edeltävän ajan, ja uusien, ojitusten jälkeisten, ilmakuvien avulla (kuvat 157 ja 158). Ilmakuvatulkinta varmennettiin maastossa.

Ennallistamisessa oli kaksi perusperiaatetta. Ekologinen tavoite oli palauttaa soille luontaisen kaltainen hydrologia. Maisemallinen tavoite oli palauttaa Seitsemisen alueelle ominainen suon ja metsän mosaiikki.

Hydrologisen tavoitteen saavuttamiseksi päädyttiin ojien täyttämiseen ja vain poikkeustapauksessa niiden patoamiseen. Tavoitteena oli, että vesi kulkisi alkuperäisiä reittejään eikä ojia myöten.



Kuva 157. Ilmakuva ennen Seitsemisen alueen laajamittaisia ojituksia vuodelta 1941. © Metsähallitus 2013, © Puolustusvoimien tiedustelukeskus 2013.



Kuva 158. Ilmakuva vuodelta 1995, kolme vuotta ennallistamisen jälkeen. Nuoli osoittaa Kirkkaanlamminnevan sijainnin. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Erityisen tärkeänä pidettiin niskaojia pitkin tapahtuvan vesien virtauksen estämistä täyttämällä ojat. Ojituksen jälkeen kasvanutta puustoa poistettiin toisaalta alkuperäisen avoimuuden saavuttamiseksi, toisaalta puuston haihduttamisen vähentämiseksi. Lisäksi suunnitelmassa kiinnitettiin erityistä huomiota märkien avointen soiden reunojen, korpijuottien, lähteiden ja purojen ennallistamiseen.

Suunnitelmassa ei puututtu soiden metsätaloudellisen lannoittamisen vaikutuksiin. Tiedettiin, että suot oli ojituksen yhteydessä lannoitettu PK-lannoittein, ehkä paikoin myös NPK-lannoittein. Lannoitushistoriasta ei kuitenkaan ollut tarkkoja tietoja. Myöhemmin on todettu, että lannoittamisella on selviä kasvistovaikutuksia ennallistetullakin suolla, muun muassa tupasvillan (*Eriophorum vaginatum*) voimakas runsastuminen muutaman vuoden kuluessa ennallistamistoimista. Lannoituksella on vaikutusta myös puuston määrään ja laatuun, minkä lisäksi se vaikuttaa ennallistamiskohteilta valuvien vesien ravinnepitoisuuksiin. Tarkkaa tutkimusta lannoitusten vaikutuksesta ennallistamistoimien jälkeiseen sukkessioon ei ole edelleenkään tehty, eikä vieläkään ole keinoja eliminoida lannoituksen vaikutuksia.

Ennallistaminen

Ojien täyttö

Ensimmäiset ojat täytettiin Kirkkaanlamminnevalla (kuva 158) kaivinkonetyönä loka-marraskuussa 1992. Täytettäviin ojiin laitettiin turpeen lisäksi ojanvarsilla kasvanutta pieniläpimittaista puustoa. Pintavalleja ei tehty.

Pian havaittiin, että Kirkkaanlamminnevalla ojiin laitettu puutavara toimi salaojituksen tavoin ja vettä kulki edelleen ojalinjoja pitkin. Ojien huolellinen täyttö pelkällä turpeella todettiin tehokkaammaksi veden kulun hidastajaksi. Pintavallien puuttumisen takia vesiä liikkui ojien suuntaisesti myös turpeen pinnalla.

Toisesta toteutusvuodesta lähtien ojat täytettiin ojamailla ja saroilta otetulla turpeella. Kivennäismaata käytettiin ainoastaan joidenkin niskaojien ja kivennäismaiden ojien täyttöön. Ensimmäisten hoitoseurantojen johtopäätösten perusteella alettiin tehdä myös pintavalleja, jotka hidastavat pintavesin virtausta. Pintavallien paikka ja koko ratkaistiin tapauskohtaisesti.

Pelkkää patoamista tehtiin vain paikoitellen muun muassa pitkälle umpeutuneilla ojilla, polkujen lähellä ja hyvin märillä paikoilla, missä ojien täyttäminen kokonaan oli upottavuuden takia vaikeaa. Joidenkin ojituksen yhteydessä laskettujen suolampien veden pintaa nostettiin patojen avulla, jotta turvattiin lampia ympäröivien soiden ennallistuminen.

Ojia täyttäneet kaivinkoneet olivat 12–19 tonnin painoisia ja niiden telaleveys oli 900–1 200 millimetriä.

Puuston käsittely

Ennallistamisen alkuvuosina puustoa poistettiin miestyönä ojien täytön jälkeisenä talvena. Ainespuu kuljetettiin tien varteen metsätraktorilla. Kustannusten kohoamisen ja hakkuun hitauden vuoksi siirryttiin myöhemmin konehakkuuseen, mutta ojalinjapuusto raivattiin lähes kaikilla alueilla edelleen metsurityönä. Viimeisinä vuosina myös ojalinjojen ainespuusto poistettiin konehakkuualueilla koneellisesti. Parin poikkeuksellisen lauhan talven jälkeen puusto alettiin korjata ennen ojien tukkimista.

Pieniläpimittainen puusto ja ainespuun hakkuutähteet kasattiin suolle. Kasat poltettiin yleensä ojien tukkimisen jälkeisenä syyskesänä. Viimeisinä vuosina pieniläpimittaista puustoa kerättiin teiden läheisiltä alueilta myös energiapuuksi, mutta valtaosin sen poiskeräämisestä luovuttiin.

Ainespuun autokuljetusta varten rakennettiin useita talviteitä. Niiden sijainti ratkaistiin toteutuksen yhteydessä. Talviteitä käyttämällä korjuukustannuksia saatiin alennettua huomattavasti.

Korjuukalustona käytettiin keskiraskasta hakkuukonetta ja metsätraktoria. Poikkeustilanteissa, esimerkiksi upottavuuden takia, käytettiin myös kevyempää kalustoa. Puusto korjattiin tammi-maaliskuulla. Talviteiden varsille ajetut puut pyrittiin kuljettamaan tehtaille heti, kun talvitiet alkoivat kantaa autoja. Näin saatiin käytettyä suotuisimpien talvien olosuhteet tehokkaasti hyväksi. Joskus kevät koitti kuitenkin niin nopeasti, että puutavara jouduttiin kuljettamaan talvitievarastoista kesäajokelpoisen tien varteen välivarastoon.

Kustannukset ja puunmyyntitulot

Seitsemisen ennallistamistöiden kokonaiskustannukset olivat noin 1,2 miljoonaa euroa (sisältää henkilöstökulut ja yrittäjämaksut). Keskimääräinen hehtaarikustannus vuoden 2005 hintatason mukaan oli 888 euroa. Yksittäisten soiden välillä oli kuitenkin isoja kustannuseroja johtuen lähinnä poistettavan puuston määrästä. Yksi merkittävimmistä kustannuksia lisäävistä työvaiheista oli hakkuutähteiden kasaaminen ja polttaminen.

Myytävää ainespuuta kertyi noin 17 000 m^3 ja siitä saatiin tuloa noin 0,75 miljoonaa euroa.

Keskeiset tulokset ja johtopäätökset

Ennallistumiskehityksen voidaan katsoa edenneen pääosin tavoitteiden mukaisesti. Paras tilanne näyttää olevan alueilla, joihin merkittävä määrä vesistä ohjautuu yläpuolisilta luonnontilaisilta soilta. Myös mahdollisuus ennallistaa valuma-aluekokonaisuuksia näyttää tuottavan hyviä tuloksia (kuva 159).

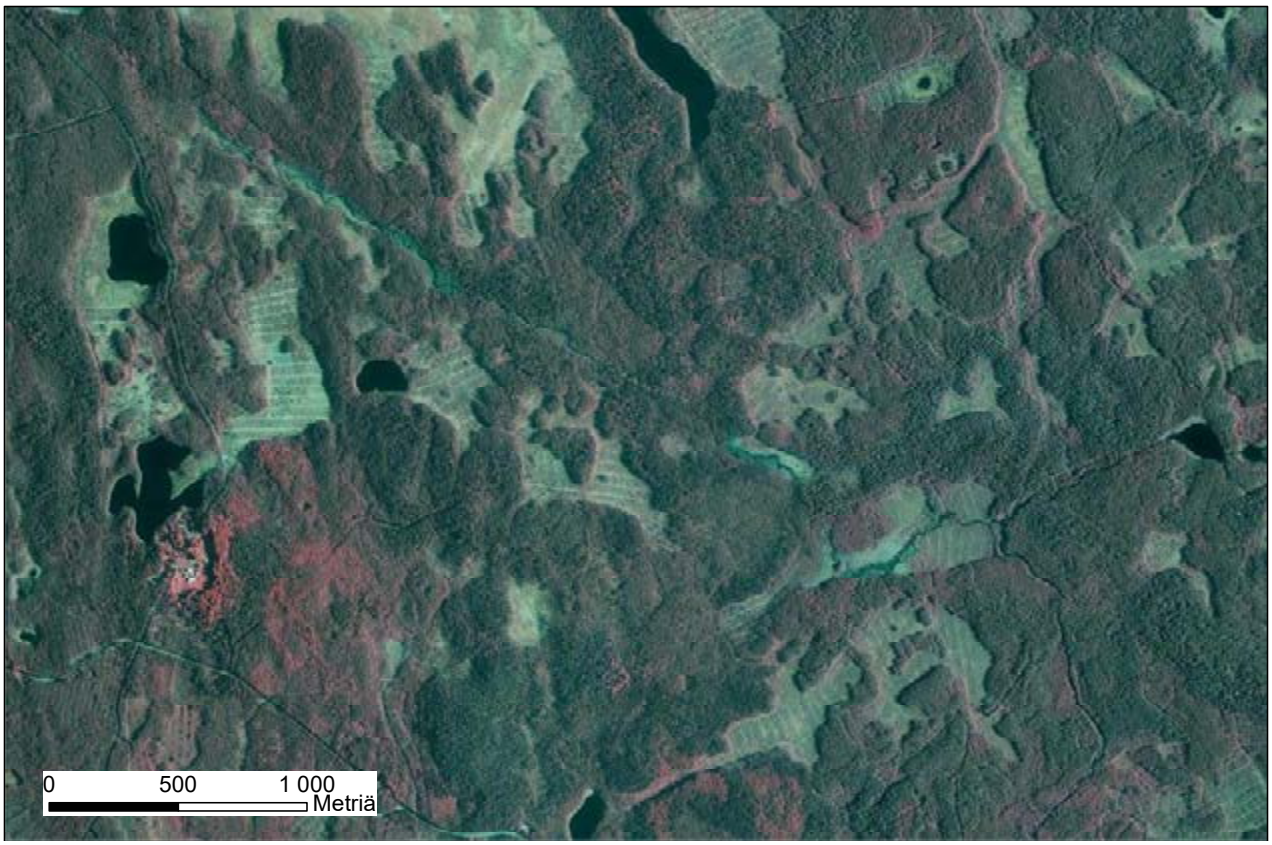
Ennallistamistyöstä kertyvää kokemusperäistä tietoa ojien tukkimisen menetelmistä, ajanmenekistä ja kustannuksista hyödynnettiin sitä mukaa kuin kokemusta kertyi. Ennallistamismenetelmät kehittyivätkin selvästi kansallispuiston soiden ennallistamisen aikana. Koneelliseen puunkorjuuseen siirtyminen mahdollisti kunnollisen työjäljen ja kustannustehokkaan toteutuksen. Ojien tukkimisessa alettiin kiinnittää huomiota pintavallien tekemiseen ja puiden käyttäminen ojien tukkimisessa lopetettiin.

Merkittävimmät ongelmat liittyvät alkuvaiheen toteutukseen, taimettumiseen ja ravinteiden vapautumiseen: Kirkkaanlamminnevalla vesiä liikkui tukittujen ojien kohdilla niin paljon, että kosteus ei lisääntynyt riittävästi, männyn ja koivun taimettuminen oli monin paikoin runsasta ja joidenkin järvien ja lampien veden laatu heikentyi tilapäisesti. Joillain soilla, mm. Koveronnevalla, taimikon kasvu on taantunut 25 vuoden kuluttua ennallistamisesta. Märimmillä alueilla taimia kuolee ja avoimuus palautuu vähitellen. Joillain luontaisesti vähävetisillä soilla taimikot ovat kuitenkin edelleen elinvoimaisia.

Kasvillisuuden muutokset ovat olleet vaihtelevia: joillain soilla muutokset ovat olleet nopeita ja tavoitteen mukaisia, joillain hitaita ja paikoittaisia. Valtaosin suolajisto, mm. rahkasammalet, sarat ja tupasvilla, on kuitenkin elpynyt ja metsälajisto, mm. seinäsammal (*Pleurozium schreberi*), kanerva (*Calluna vulgaris*) ja puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*), taantunut.

Suoperhosten osalta tilanne on parantunut (Pöyry & Loukola 2013). Linnuston muutoksen arviointi on vaikeaa, koska lähtötilannetta ei kartoitettu ennallistamisseurantaa ajatellen vaan yleispiirteisesti. Yksittäisiä havaintoja on mm. kurjen pesinnöistä. Seitsemisen riekkokanta on taantunut ennallistamisesta huolimatta, mutta syy siihen voi olla myös alueen eristyneisyydessä. Talvisin riekkoja on tavattu myös ennallistetuilla soilla.

Vuonna 2018 Kirkkaanlamminnevan ennallistamista täydennettiin lisäämällä patoja vuonna 1992 täytettyihin ojiin. Patoaminen pysäytti veden virtauksen ja kosteus alkoi lisääntyä alueella. Samana vuonna siellä kaadettiin tiheimpien taimikkoalueiden puustoa giljotiinilla. Kaadettu puusto poltettiin suolla talviaikaan. Täydentävien toimenpiteiden positiivinen vaikutus oli nähtävissä myös viiden vuoden kuluttua.



Kuva 159. Ilmakuva vuodelta 2022. © Maanmittauslaitos 2025.

10.15 Laaja pohjavesivaikutteinen aapasuokokonaisuus: Olvassuo

Sakari Rehell

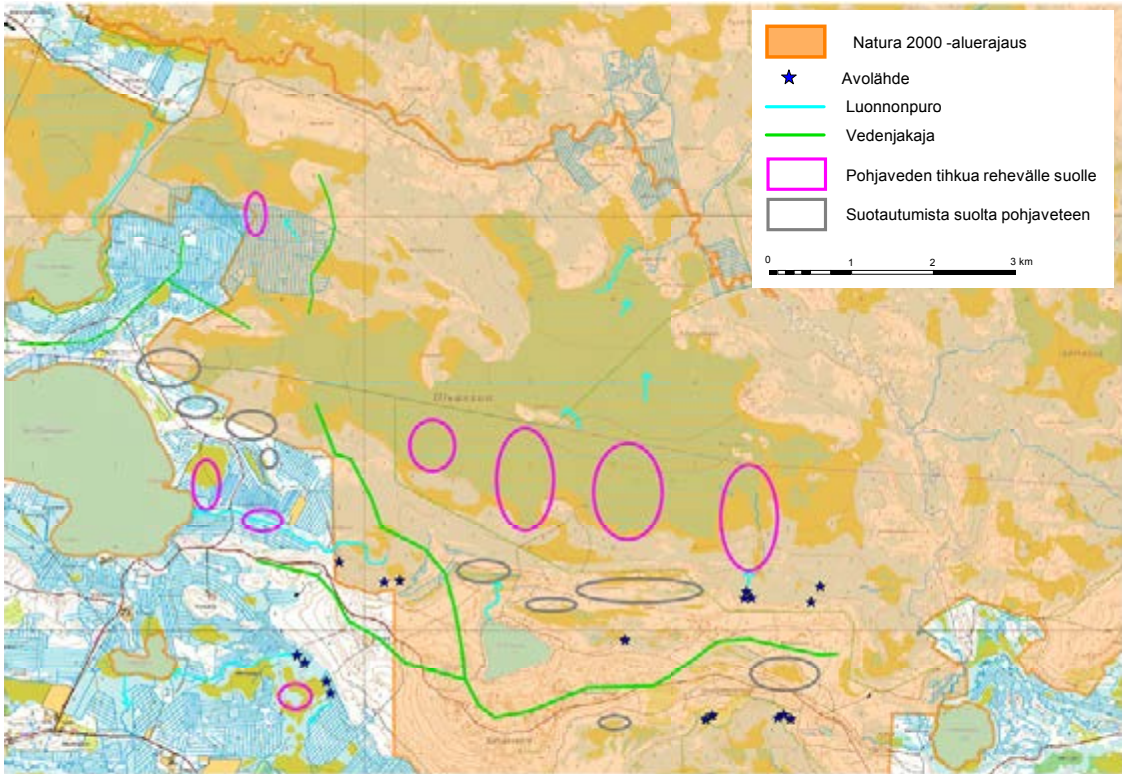
Olvassuo on laaja aapasuokokonaisuus Pohjois-Pohjanmaalla, Pudasjärven, Puolangan ja Utajärven kuntien alueella. Olvassuo on keskeinen osa noin 26 000 hehtaarin laajuista Olvassuon Natura-aluetta. Suon hydrologiaan vaikuttaa voimakkaasti sen eteläpuolella sijaitseva laaja, paksuista hiekka-, sora- ja moreenikerroksista muodostunut saumamuodostuma, Kälväsvaara, jolla muodostuvat valtavat pohjavesimäärät purkautuvat Olvassuolle eri kerroksista lähteinä ja tihkuvyöhykkeinä (kuvat 160 ja 161).

Olvassuon kasvillisuus on erittäin monipuolinen. Uhanalaista lajistoa esiintyy erityisesti suon keskiosassa pohjaveden purkautumisvyöhykkeen laajoilla koivulettomaisilla osilla, mutta myös reunan kausivaihtelevien altaiden kasvisto on mielenkiintoista.

Olvassuon kokonaisuutta voidaan pitää parhaiten hydrologisen luonnontilansa säilyttäneenä kokonaisuutena koko Pohjanmaan aapasuovyöhykkeellä. Olvassuon alueella on monia laajojakin valuma-aluekokonaisuuksia lähes ilman ojituksia tai muita hydrologisia muutoksia. Joitakin alueen keskeisiä osia on kuitenkin ojitettu 1970-luvun puolivälissä.

Ennallistaminen

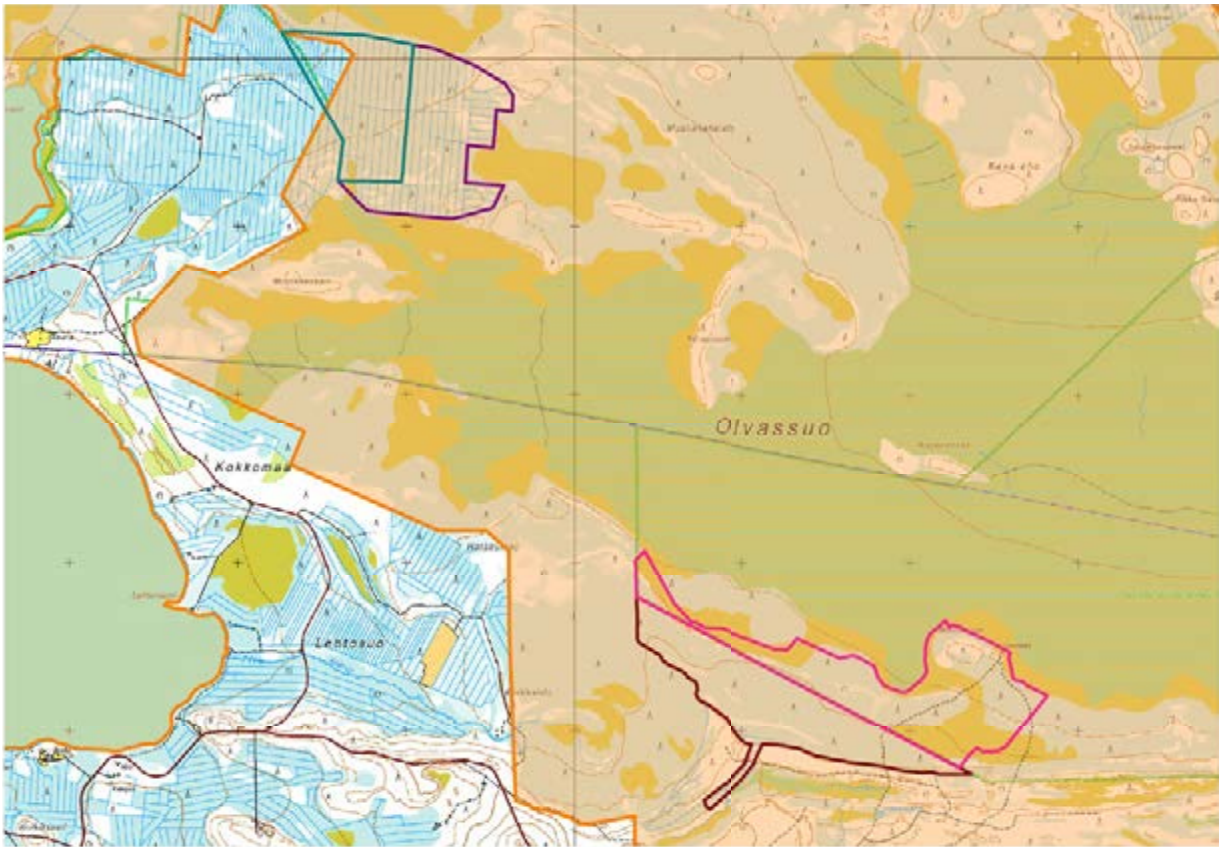
Olvassuon eteläreunalla on 140 hehtaarin ojitusalue, joka on ennallistettu kahdessa osassa (kuva 162). Ojitusalueen yläosa on Kälväsvaaran reunan rantavallimaastossa, jossa ojat on kaivettu suoraan hiekkaisten rantavallien läpi. Tämä osa on ollut karuhkoa mutta hyvin vaihtelevaa, sillä suotyypit vaihtelevat pienipiirteisesti ohutturpeisista avorimpinevoista puustoisiin rämeisiin ja nevakorpiin. Ojitusalueen alareuna ulottuu yhtenäisen avosuon reunaan, vyöhykkeelle, joka on purkautuvien



Kuva 160. Olvassuon–Kälväsvaaran vedenvirtaussysteemit. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 161. Olvassuon keskiosissa on pohjaveden purkautumisalueita (a), joissa kasvillisuus on rehevää ja rimpi-jännetopografia puuttuu. Vesi virtaa osittain perkolaatiosuon tapaan: pintakerros on paksu ja huokoinen. Karuimmat pintavedet virtaavat pinnalla ja pohjavedet sen alapuolella. Eteläreunalla on rantavallimaastoa (b), jossa on erilaisia kausivaihtelevia altaita. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 162. Olvassuon ennallistamistoimenpiteet vuosina 1998–2012. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

pohjavesien ansiosta meso-eutrofista osittain koivulettomaista nevakorpea ja luhtanevaa.

Ojitus oli toteutettu kapealla 12 metrin sarkavälillä. Ennallistamisen aikaan suo oli pitkälle muuttunutta ja tiheäpuustoista. Ojitusalueen vedet purkautuivat paria syöttöojaa myöten keskustan luhtanevalle, johon oli muodostunut lajistoltaan yksipuolisempi vettynyt saraikko. Suon puusto oli avohakattu ojituksen yhteydessä, ja pääosa ojitusalueesta lienee lannoitettu. Ennallistamisvaiheessa puusto oli tasaikäistä nuorta männikköä. Alue ennallistettiin kahdessa vaiheessa.

Alareunan 70 hehtaaria ennallistettiin syksyllä 1998 (kuva 162). Männyt poistettiin kokopuukorjuuna ja ojat täytettiin kaivinkoneella. Ojitusalueen ylempi puolisko ennallistettiin vastaavalla tavalla vuonna 2004 (kuva 162).

Ensimmäiselle ennallistamisalueelle perustettiin koealoja, joilla seurattiin kasvillisuuden kehittymistä vuosina 1997–2003. Seurannan tuloksia on esitelty vuonna 2013 julkaistussa Ojitettujen soiden ennallistamisoppaassa (Rehell 2013c).

Hoitoseurantahavaintoja 10 vuoden sisällä ennallistamisesta

Olvassuon eteläreunan ennallistuminen ei sujunut aivan tavoitteiden mukaisesti.

- Keskiosien nevoilla ja nevarämeillä kasvoi voimakas mäntytaimikko. Tämä johtunee siitä, että ojia tukittaessa tehtiin vain lyhyet ja matalat pintavallit, jotka hävisivät muutamassa vuodessa.
- Entiset ojat erottuivat selvästi ympäröivää suota matalampina uomina (kuva 130 julkaisussa Rehell 2013c), joita pitkin ylhäältä tulevat pintavedet virtasivat, eikä vesi päässyt leviämään saroille. Ennallistetun alueen alareunassa oli laaja, yksitoikkoinen rahkasammalmatto, mutta heti sen alapuolisella ojittamattomalla nevalla kasvoi pohjavettä indikoivaa lajistoa.

Olvassuolla ennallistettu alue on vain pieni osa laajasta kokonaisuudesta, eikä ennallistetulla alueella ollut esimerkiksi uhanalaista lajistoa. Millaisilla toimenpiteillä olisi saatu parempi ennallistamistulos?

- Toteutusjärjestys: pohjavesivaikutteinen alareuna ennallistettiin ensin, jolloin karumman yläosan vielä auki olleet ojat toivat ennallistetulle alueelle happamia pintavesiä. Alareunan ojien tukkiminen nosti vedenpinnan nopeasti, jolloin humuspitoinen ja hapan vesi levisi alueelle, jossa pohjaveden purkautuminen oli vielä pitänyt hengissä meso-eutrofista lajistoa. Äkillinen veden laadun muutos tarjosi rahkasammalille voimakkaan kilpailuedun suhteessa vaativampiin lehtisammaliin.
- Tärkein syy heikkoon tulokseen lienee pintavallien riittämättömyys. Karumman yläosan ennallistamisen yhteydessä uusi hapan ja humuspitoinen valuntapiikki on todennäköisesti päässyt ojauomia myöten alapuolisen ennallistetun alan rehevimmille osille, sillä yläosassa pintavallit olivat liian pienet ohjaamaan veden pois ojauomista.
- Suolle jätettävään puustoon olisi voinut jättää enemmän vaihtelua. Nyt puustoltaan luontaisesti vaihtelevia soita on laajalti lähes puuttomina, mutta tasaisesti taimettuneina.

Ensimmäinen ennallistamisalue oli poikkeuksellisen vaikeasti toteutettava monessakin mielessä. Kun on ennallistettu vastaavia ojitusalueita myöhemmin, esimerkiksi Olvassuon länsiosassa, on toimenpidejärjestystä muutettu. Ensin ennallistettiin karut yläosat ja vasta myöhemmin pohjavesivaikutteiset alaosat.

Korjaustoimenpiteitä

Vuonna 1998 ennallistetulta osalta raivattiin mäntytaimikkoa vuonna 2009. Lisäksi sinne tehtiin vuonna 2014 täydentäviä pintavalleja kaivinkonetyönä (kuva 165).

Alueen monimuotoisuuden perustana oleva pohjaveden purkautuminen Kälväsvaaralta jatkuu luontaisessa laajuudessa, mikä antaa toivoa, että vaatelias lajisto voi ajan myötä palautua ennallistetulle alueelle sen alapuoliselta ojittamattomalta suolta.

Hoitoseurantahavaintoja 20–25 vuotta ennallistamisen jälkeen

Vuonna 2024 Olvassuon eteläosan ennallistamisalueilla tehtiin hoitoseurantaa. Ennallistetun suon muutoksia ja tilaa havainnollistetaan kuvapareilla (kuvat 163–169). Vasemmanpuoleisissa kuvissa on yläosan eli vuonna 1998 ennallistetun suon tilanne vuonna 2024 ja oikeanpuoleisissa kuvissa vuonna 2004 ennallistetun suon tilanne vuonna 2024.



Kuva 163. Vuonna 1998 ennallistetulla osalla männyntaimet kasvavat edelleen. Taimia raivattiin reilu 15 vuotta sitten, mutta puuttomuutta ei ole onnistuttu palauttamaan. Tukittu oja (keskellä kuvaa) erottuu edelleen ympäristöä matalampana uomana, josta vesi ei leviä mätäspintaisiksi kehittyneille saroille. Riittämättömät pintavallit ovat yksi syy. Voimakas hakkuu, jossa kaikki ojituksen seurauksena kasvanut puusto hakattiin energiapuuksi, ei ole ainakaan vähentänyt taimettumista. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 164. Vuonna 2004 ennallistetulle suolle puustoa jätettiin enemmän, koska suo on alun perinkin ollut puustoisempi ja karumpi. Männyn taimia on kasvanut lähinnä täytettyjen ojien kohdille (kuvassa keskellä entinen oja ja pintavalli), saroille taimia on tullut vain vähän. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 165. Konetyönä 2014 tehdyt täydentävät pintavallit ovat paikallisesti lisänneet monimuotoisuutta laajentamalla avoimia välipintoja. Rimpipinnat eivät silti ole palautuneet vuonna 1998 ennallistetulle osalle. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 166. Vuonna 2004 ennallistetulle osalle tehtiin selvemmät pintavallit. Niiden yhteyteen on palautunut pieniä rahkasammaleisia rimpipintoja, eikä täydennystoimille ole ollut tarvetta. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 167. Vuonna 1998 ennallistetulla osalla on märimmillä entisillä rimpinevoilla, joihin kertyy vettä laajalta alueelta, avoimia pintoja enemmän kuin kuivemmilla osilla. Taimia on täälläkin laajasti niillä saroilla, joilla mätäspintaa oli ehtinyt kehittyä ojituksen aikana. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 168. Vuonna 2004 puustoa poistettiin kevyemmin myös alun perin saraisilta avosoilta. Lopputulos on vaihteleva: eläviä puita ja lahopuuta on siellä täällä. Taimettuminen ei ole sen runsaampaa kuin avoimeksi hakatulla osalla. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 169. Vuonna 1998 ennallistetulla osalla on ollut pieni puro harvapuustoisen, rehevän nevakorpimaisen suon keskellä. Koska täytetyt ojat ovat painuneet ja vesi virtaa niissä, puro on nykyisin hajautunut useisiin pieniin uomiin. Taimet kasvavat voimakkaasti. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 170. Vuonna 2004 ennallistetulla osalla saman puron kohta on palautunut huomattavasti paremmin. Koivut on pääosin jätetty hakkaamatta ja ovat osin elossa, osin pökkelöinä. Yksittäiset säästetyt männyt ovat keloutuneet. Taimettuminen on vähäistä, ja puro virtaa selvästi luontaisessa uomassaan eikä pääse täytettyihin ojiin. Kuva: Sakari Rehell.

Johtopäätöksiä

- Puuttomaksi hakatulla alueella taimettuminen voi muodostua ongelmaksi. Jos hakkuussa olisi jätetty enemmän puita, elävät, keloutuvat ja pökkelöityvät puut lisäisivät suon monimuotoisuutta. Taimettuminen voi toki olla runsasta myös kevyemmin hakatuilla kohteilla, jos vedenpintaa ei saada nousemaan riittävän ylös.
- Mätäspintaiseksi muuttunutta, tiheään ja syvään ojitettua suota on vaikea saada palautettua avosuoksi. Tarvitaan riittävän isot ja tiheään sijoitetut pintavallit, jotta edes paikoin saadaan vesi nostettua niin ylös, että se pääsee pois ojauomista.
- Sarkapintaa alemmaksi jääneet täytetyt ojat eivät vuosien kuluessakaan näytä luontaisesti korjaantuvan, vaan tarvitaan ennallistamisen täydentämistä esimerkiksi lisäämällä ojiin riittävän isoja pintavalleja.
- Pieniä suopuroja palautettaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että vesi ohjataan alkuperäiseen uomaansa ja estetään veden karkaaminen täytetyille ojille esimerkiksi padoilla, jos täytetyt ojat ovat täytön jälkeenkin luontaista purouomaa matalammalla.

10.16 Vedenlaatuongelmia ennallistamisen jälkeen: Siikaisten Ylinenkeidas

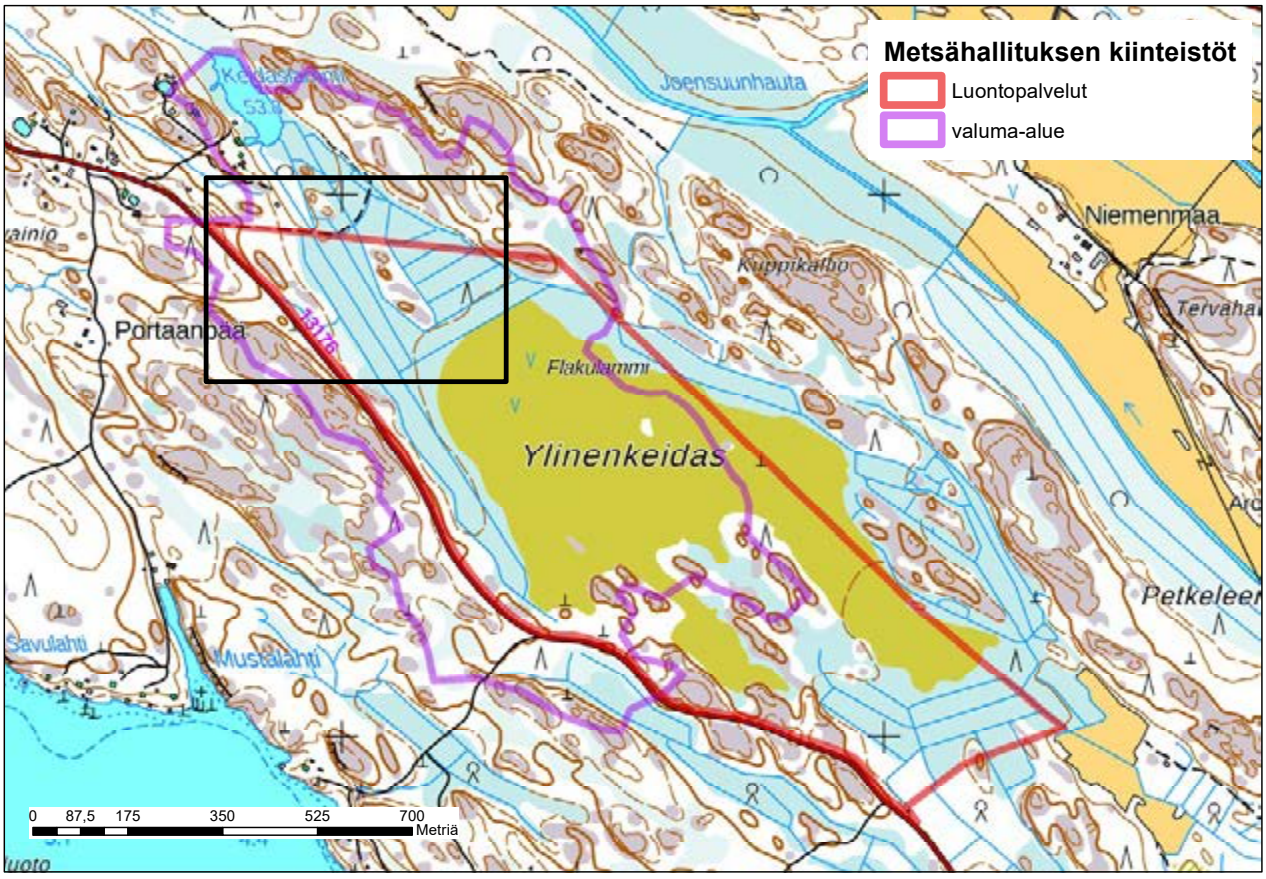
Johanna Ruusunen

Ylinenkeidas sijaitsee Satakunnassa Siikaisten Saarikoskella. Suosta 64 hehtaaria on suojeltu (kuva 171) kaavalla ja alue on valtion omistuksessa.

Alueen pohjoisosan vedet laskevat Keidaslammen kautta Leväsjokeen, joka laskee edelleen Isojärveen. Keidaslammin valuma-alue on 68 hehtaaria.

Vanhojen ilmakuvien perusteella keidassuo on ollut ojittamaton vielä 1967. Vain suojelukiinteistön eteläosassa on pienialainen pelto. Suo lienee ojitettu 1970–1980-luvuilla, koska vuoden 1995 ilmakuvassa ojat jo näkyvät ja puustossa on tapahtunut muutoksia. Ojitettu osa on ollut keidassuon laidetta, johon vesi on luontaisesti valunut sekä kivennäismaalta että suon keskiosista ja purkautunut sitten pohjoiseen kohti Keidaslammia.

Osa ojitetusta suoaltaasta on suojelukiinteistön ulkopuolella, joten kaikkia suoaltaan ojia ei voitu tukkia. Suojelualueelle tehtiin tavalliseen tapaan työkohdekohtainen suunnitelma, joka sisälsi ojalinjan raivaukset ja ojien tukkimisen patoineen ja pintavalleineen. Tavoitteena oli suoluonnon luonnontilaan palauttaminen eli suon vedenpinnan nosto.



Kuva 171. Ylisenkeitaan suojelualuerajaus ja Keidaslammin valuma-alue. Musta ruutu osoittaa kuvan 175 (korjaavat toimenpiteet) sijaintia alueella. © Metsähallitus 2025, © Maanmittauslaitos 2025.

Ennallistaminen

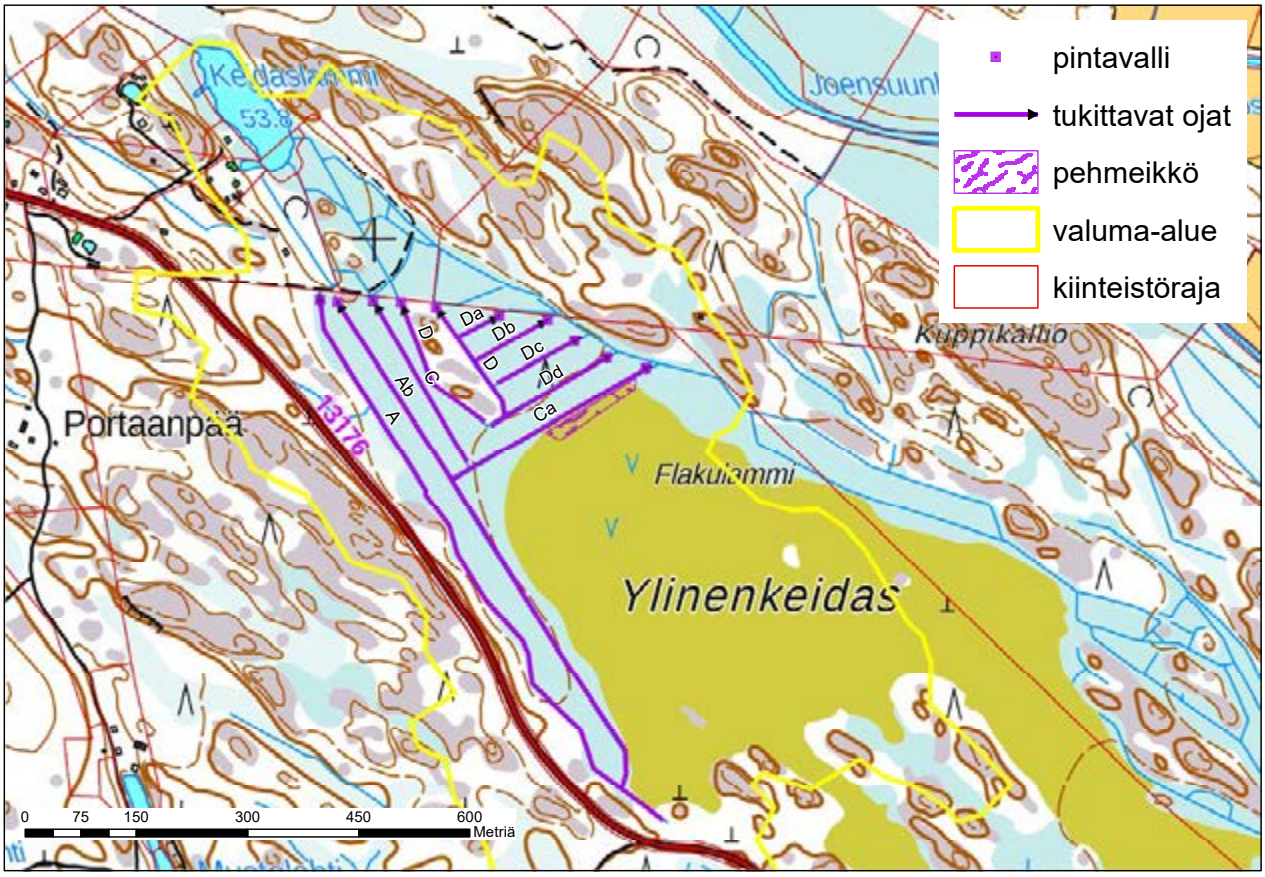
Ennallistamistyöt toteutettiin loppukesällä 2023 noin 14 hehtaarin alalla. Tästä 10 hehtaaria on yhden hehtaarin laajuisen Keidaslammin valuma-alueella (kuva 172). Tämä on noin 15 % lammen valuma-alueen pinta-alasta (68 ha).

Ojalinjat raivattiin giljotiinipäällä ja puut jätettiin maastoon. Ojat täytettiin kaivinkoneella ja niihin tehtiin pintavalleja. Lähellä avosuon reunaa suo oli märkä ja pehmeä, joten avosuon pohjoislaidan ojaa Ca (kuva 172) ei saatu tukittua. Työmaan lopputarkastuksessa työt todettiin tehdyksi suunnitelman mukaisesti.

Viitteitä ongelmista

Lokakuu 2023 oli Etelä-Suomessa runsassateinen. Porin lokakuun sademäärä oli 82,4 mm, mikä on 118 % vuosien 1991–2020 lokakuun keskiarvosta.

Joulukuussa 2023 tuli paikallisilta palaute, että Keidaslammin vesi oli tummunut syksyllä ja siinä oli havaittu kiintoainesta. Ennallistetulle alueelle tehtiin maastotarkastus joulukuussa, mutta toteutuksessa ei havaittu poikkeamia. Maassa oli silloin jo lumipeite, eivätkä pintapadot ja muut rakenteet olleet selvästi nähtävissä.



Kuva 172. Työmaakartta pohjoisosan ojien tukkimisesta. © Metsähallitus & ympäristöhallinto 2025, © Maanmittauslaitos 2025.

Ensimmäinen hoitoseuranta

Alueelle tehtiin tekninen hoitoseuranta huhtikuun 2024 lopulla. Maassa oli edelleen lunta, osittain vielä uutta lunta. Valtaosa tukkimisista ja pintapadoista toimi hyvin.

Länsiosan kivennäismaalta ja avosuolta tulee paljon vettä länsilaidalle, josta pitkät reunaojat (A ja Ab) johtivat vedet aiemmin luoteeseen. Tukkimisen jälkeenkin vesi hakeutuu ojalinjoille. Ab-ojan pohjoispäässä pintavalli oli jäänyt liian lyhyeksi, joten vesi ohjautui saran kautta tienvarsiojaan (kuva 173) ja siitä edelleen Keidaslammiin. A-ojan pintavallit olivat painuneet ja osasta vesi virtasi läpi.

Keväällä vesi oli kirkasta sulamisvettä. Ilmeisesti syksyllä iso sademäärä oli huuhdellut suon ennallistamisen yhteydessä rikottua turvepintaa, oli vienyt mennessään osan pintapadoista ja sai aikaan kiintoainesryöpyn.

Muilta osin ennallistaminen oli onnistunut hyvin eli vedenpinta nousi suolla ja pintavallit pitivät. Puustoa oli paikoin alkanut kuolla vettymisen seurauksena.



Kuva 173. Ab-ojan pohjoispään pintavalli oli osin pettänyt voimakkaiden syystulvien seurauksena. Kuva: Johanna Ruusunen.

Ylimääräinen hoitoseuranta

Tilanne tarkastettiin maastossa jälleen elokuussa 2024. Etenkin A-ojassa useat pohjoisosan pintavallit olivat mataloituneet ja päästivät vettä läpi (kuva 174). Turvepinta ei ollut vielä ehtinyt kasvittumaan. Tämän seurauksena kiintoainesta ja humusta huuhtoutui veden mukaan.

Korjaustoimenpiteet

Seurantojen johtopäätöksenä suunniteltiin korjaustoimenpiteitä (kuva 175), jotta vesi viipyisi suolla pidempään. Erityisen painava perustelu korjauksille oli Keidaslammin kuormituksen vähentäminen.

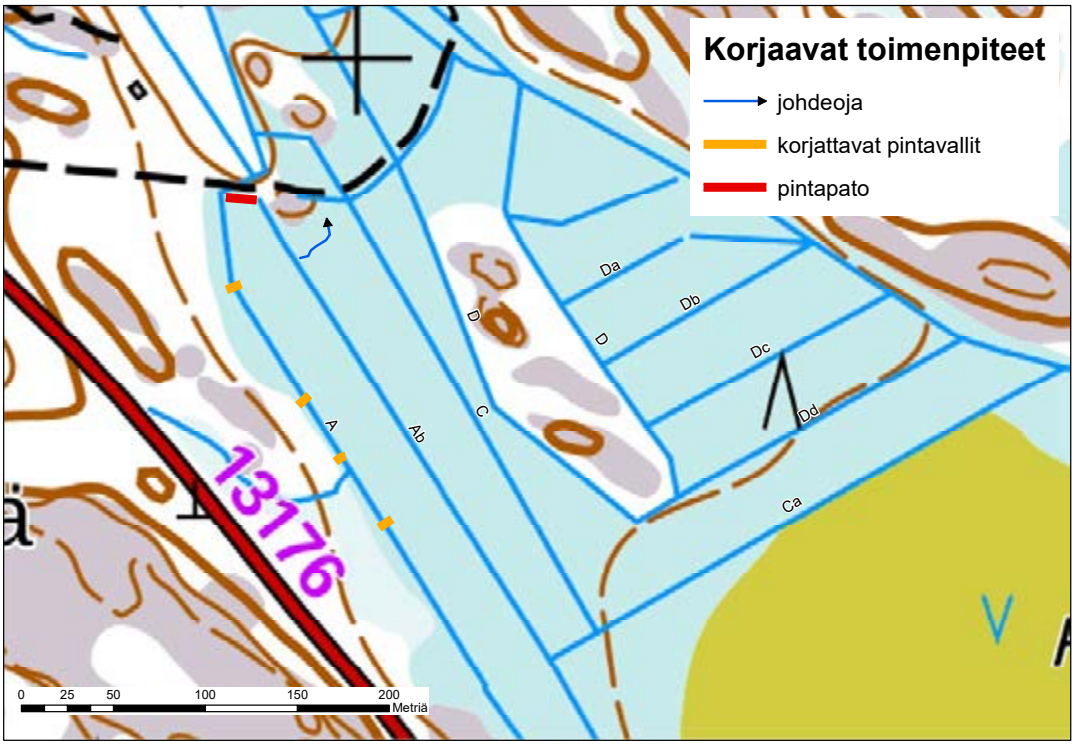
Korkeusmalleja apuna käyttäen maastoon merkittiin vahvistettavien pintavallien paikat. Lisäksi A- ja Ab-ojien päähän suunniteltiin niitä yhdistävä pintapato. Pato tehtäisiin kivennäismaasta, koska turvepintaan ei haluttu kajota enempää lisähuuhtoutumisriskin vuoksi. Ab-ojalta vesi ohjattiin johdeojalla pintavalunnan kautta sammaloituneeseen tienvarsiojaan. Pintapato tehtiin hieman korkeammaksi kuin mikä on johdeojan mitoitus.

Korjaustoimenpiteet onnistuivat helposti, koska korjattava kohta oli lähellä tietä ja koneella liikkuminen onnistui kivennäismaan kautta.

Korjaustoimenpiteet tehtiin kuivan jakson jälkeen syyskuussa 2024. A-ojan pintavallit korjattiin kivennäismaan kautta niin pitkälle kuin puomilla ylettyi. A- ja Ab-ojien välistä pintapadon tieltä raivattiin puusto. Puut jätettiin suon puolelle hidastamaan virtausta. Kaivinkone kuljetti kauhalla kankaalta kivennäismaata osittain padon päällä edeten. Työn loppuvaiheessa suo alkoi pettää, mutta silloin patorakenne oli jo valmis. Matala johdeoja avattiin Ab-ojasta tienvarsiojaan suunnitellusti.



Kuva 174. Suon länsireunalla ojien tukkiminen nosti veden korkealle. Voimakas syystulva vuonna 2023 sai reunaojan pintavallit vuotamaan. Kuvausajankohtana elokuussa 2024 vesi liikkui edelleen vanhalla ojalinjalla. Kuva: Johanna Ruusunen.



Kuva 175. Pohjoisosan ennallistamisalueen (kuva 172) korjaussuunnitelma. Tämän kartan sijainti on esitetty kuvassa 171 mustareunaisella ruudulla. © Metsähallitus & ympäristöhallinto 2025, © Maanmittauslaitos 2025.

Tilanne korjausten jälkeen

Marraskuussa 2024 satoi noin 20 cm lunta. Sitä seurasi lämmin jakso, jonka aikana suo tulvi. Marraskuun sademäärä Porissa oli 93,7 mm (162 % pitkän ajan keskiarvosta). Joulukuun maastokäynnillä havaittiin veden vuotaneen uuden pintapadon yli (kuva 176), koska johdeoja ei ollut vetänyt kaikkea tulvavettä (kuva 177). Pintapadon kuntoa on seurattava keväällä 2025. Talvi 2024–2025 on ollut haastava lumi- ja vesisateiden vuorotellessa.



Kuva 176. Vesi söi tiensä myös uuden pintapadon yli. Kuva: Johanna Ruusunen.

Johtopäätöksiä

Tämän keidassuon ennallistamisen vaikutukset ja vedenpaljous yllättivät. Jälkiviisaasti voidaan todeta, että yhdellä kertaa ennallistettava alue oli näin tulvaisissa olosuhteissa liian iso osa yhden hehtaarin laajuisen Keidaslammin valuma-alueesta. Vastaavilla kohteilla tulee jatkossa tehdä huolellinen arvio vastaanottavien vesien tilanteesta vesiensuojelun näkökulmasta.

Lisäksi jatkossa on huomioitava äärevät sääilmiöt, jotka ainakin eteläisimmässä Suomessa lisäävät talvisadantaa ja tulvia. Suuret vesimäärät pitäisi pystyä ennakoimaan ja varmistamaan, että ne mahtuvat liikkumaan haitoitta.

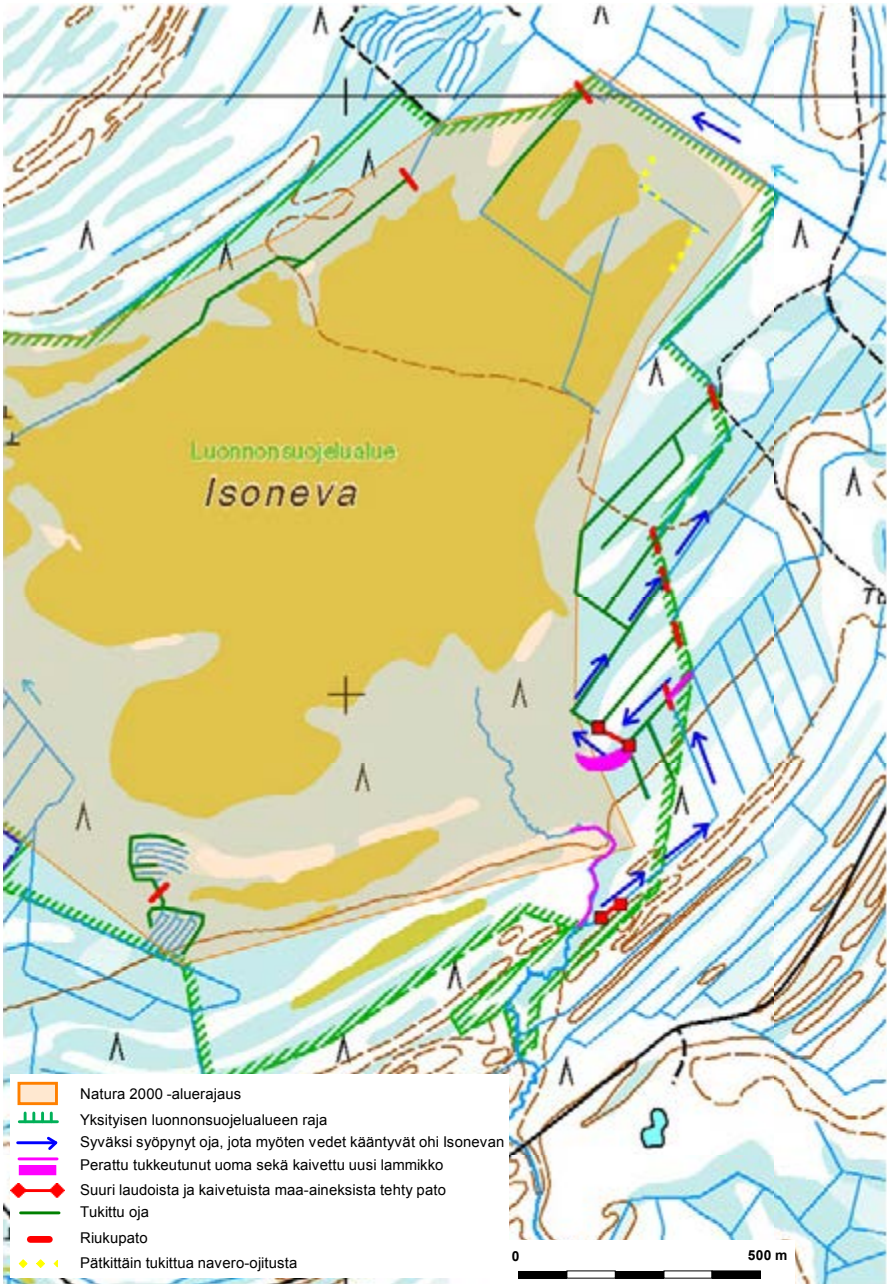


Kuva 177. Johdeoja ei riittänyt vetämään loppusyksyn 2024 tulvavesiä. Kuva: Johanna Ruusunen.

10.17 Ison syöpyneen ojan patoaminen: Siikajoen Isoneva

Sakari Rehell

Siikajoen Isoneva on rehevä luhta- ja letto-alue, joka kuuluu Siikajoen lintuvedet ja suot -Natura-alueeseen. Isonevan kaakkois-kulmaan laskeva Iso-oja on suurehko puro tai pieni joki (kuva 178), jonka valuma-alue on noin 1 400 hehtaaria, pääosin soistuneita hiekkamaita. Alajuoksullaan puro on levinnyt Isonevalle, jonne on muodostunut rehevää metsä- ja pensasluhtaa. Näiden alapuolella aukeavat luhtaiset rimpiletot, joita myöten vedet ovat virranneet kohti suon länsi- ja pohjoislaitoja (kuva 179).



Kuva 178. Isonevan ennallistamistoimenpiteet. Siniset nuolet osoittavat virtaussuuntaa syväksi syöpyneessä ojassa, jota myöten vedet ennen ennallistamista kääntyivät Isonevan ohi. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Tilanne ennen ennallistamista

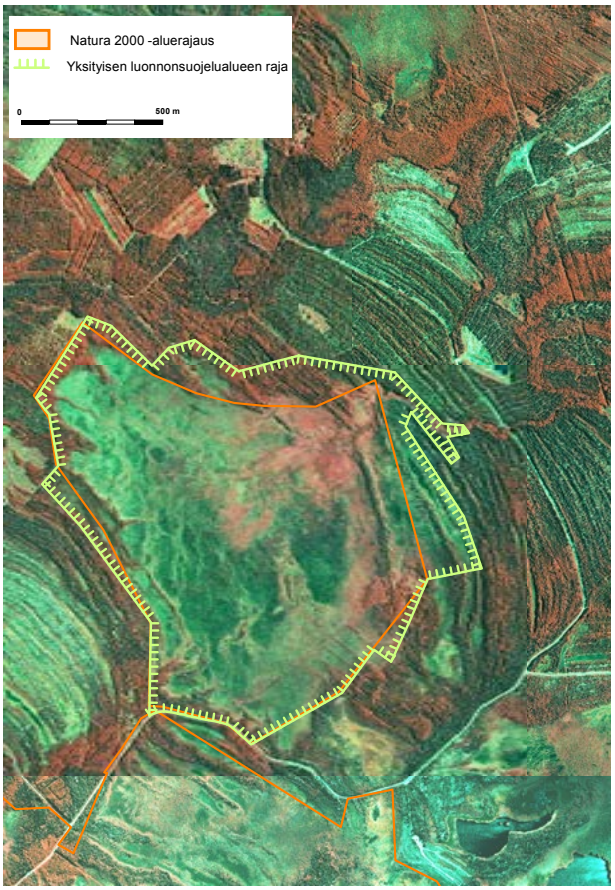
Isonevan valuma-alueella on tehty runsaasti ojituksia ja kunnostusojituksia. Kunnostusojituksiin liittyen oli Isonevan itälaidalla kaivettu 1990-luvun lopulla suunnitelmista poiketen pieni, kaksi ojanpäätä yhdistävä oja. Tämä oja muutti koko Iso-ojan alajuoksun virtausta niin, että vedet siirtyivät pois luontaisesta uomastaan ja virtasivat Isonevan ohi pohjoispuoliseen Majavaojaan (kuva 180).

Oja oli syöpynyt erittäin voimakkaasti muutaman vuoden aikana. Vuonna 1999 pääosa virtauksesta tuli vielä luontaista uomaa myöten Isonevalle, mutta vuonna 2005 enää pieni osa. Yhdysoja oli yli kolme metriä syvä ja seitsemän metriä leveä rotko, johon oli kaatunut melkoisesti puustoa reunojen sortuessa.

Kesällä 2007 syöpymisen huomattiin edenneen niin, että luontaiseen uomaan ei tullut enää lainkaan vettä edes tulva-aikoina.

Iso-ojan latvoilla oli toteutettu myös laaja kunnostusojitushanke, jolloin virran mukana tuli hiekkaa ja muuta kiintoainetta. Ne sedimentoituivat paksuksi kerrokseksi vanhan uoman kohdalle. Iso-ojan vesien virtauksen siirtyminen kokonaan Isonevan ulkopuolelle vaikutti erittäin voimakkaasti koko suon vesitalouteen. Muutos oli kuitenkin niin tuore, ettei kasvillisuus ollut ehtinyt merkittävästi muuttua. Uhattuja luontotyyppejä olivat ainakin aapasuot, metsäluhdat, letot sekä puustoiset suot.

Vuonna 2007 Isoneva perustettiin yksityiseksi luonnonsuojelualueeksi. Alueellinen ympäristökeskus neuvotteli maanomistajan kanssa suojelualuerajauksen jonkin verran Natura-rajausta laajemmaksi (ks. kuvat 178 ja



Kuva 179. Ilmakuva hiekkakaartojen luonnehtimalta Isonevan alueelta. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 180. Metsäoja, jota myöten koko Iso-ojan vesimäärä oli siirtynyt virtaamaan Isonevan ohi. Virtaus oli kuluttanut uoman syväksi ja leveäksi. Kuva on otettu ennen ennallistamistoimenpiteitä toukokuussa 2005. Kuva: Sakari Rehell.

179). Tämä mahdollisti ennallistamistoimien toteuttamisen.

Ennallistaminen

Metsähallituksen Luontopalvelut laati Isonevalle ennallistamissuunnitelman, jonka olennainen osa oli patojen rakentaminen syöpyneen ojan kynnyskohtiin sekä alkuperäisen uoman aukaisu, jotta vedet pääsisivät taas virtaamaan luontaiseen suuntaansa (kuva 178).

Isoneva ennallistettiin sateisena kesänä 2008. Hiekalla ja siltillä tukkeutunut vanha uoma perattiin auki noin 150 metrin matkalta. Työ aloitettiin alaosasta. Samalla kun kone perkasi tukkeutunutta uomaa, se siirsi kasvavaa maakasaa edellään ylöspäin, kohti padottavaa kohtaa. Tällä välin metsurit rakensivat filmivanerista ja lankuista kaksi riittävän isoa ja tukevaa seinää valmiiksi odottamaan asennusta.

Kun kone pääsi ensimmäisen rakennettavan padon kohdalle, se aukaisi vedelle reitin perattuun alkuperäiseen uomaan. Padottavaan ojaan pystytettiin kaksi ”seinää” noin 20 metrin päähän toisistaan. Kaivinkoneella kaivettiin seinälevyjä varten kuoppa, jonka reunat ulottuivat syöpymättömään maahan. Levyjen reunat ylsivät joka puolelta vähintään puoli metriä syöpymättömän maahan. Levyt peitettiin suodatinkankaalla, ja avatusta uomasta kaivettu maamassa siirrettiin patojen väliin. Lopputuloksena oli reilun parinkymmenen metrin pituinen, ympäröivän kangasmaan pinnan tasalle ulottuva tiivis maapato (kuva 181), jonka ansiosta pienen joen luokkaa oleva veden virtaus saatiin ohjattua alkuperäiseen uomaan.

Syväksi syöpynyt oja jäi lähes kuivaksi, siihen jäi virtaamaan vain jonkin verran pohjavettä. Muutaman sadan metrin päässä tästä, alavirran puolella, syöpynyt oja sivusi seuraavan kerran Isonevan luhta-aluetta, johon Isoojan vedet nyt taas pääsivät leviämään. Syöpyneeseen ojaan tehtiin hiekkakaarron kohdalle toinen massiivinen maapato. Tämä paikka ei ollut aivan vanhan uoman lähellä, vaan lähimpään luontaiseen purouomaan oli lähes sata metriä matkaa. Jotta padon taakse kertyvä vesimäärä saatiin ohjattua luontaiseen uomaan, väliin kaivettiin pitkä, kapea lampi



Kuva 181. Isoin vuonna 2008 tehty pato kesällä 2024. Pato on kestänyt hyvin, ja paikalla on nyt nuori lepikko. Kuva: Sakari Rehell.

(kuva 182). Lammen kaivamisesta kertyneet maa-ainekset käytettiin padon rakentamiseen. Kun tärkein ongelma oli ratkaistu, eli puron valtava vesimäärä oli saatu ohjattua luontaiseen suuntaan Isonevan keskiosiin, voitiin tukkia muita suon reunan ojia.

Myöhemmin huomattiin, että vanha uoma oli peratun uoman alapuolellakin niin liettynyt, ettei se pystynyt vetämään kaikkea Isoojan vettä, vaan osa vedestä kulkeutui kaartojen välistä tasaista rimpinevaa myöten suon eteläosan lahdekkeeseen, mihin uhkasi kertyä



Kuva 182. Alemman suuren padon yläpuolinen lammikko, josta saatiin ainekset taustalla vasemmalla olevan suuren maapadon rakentamiseen. Kuva on otettu vuonna 2010, kaksi vuotta toimenpiteiden jälkeen. Lammikko ohjaa vedet alueelta katsojan suuntaan, kohti Isonevalle johtavaa purouomaa. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 183. Ennallistamisen yhteydessä kaivetun altaan vettä värjäsi vuonna 2024 ruoste. Kasvillisuus oli tavanomaista luhtalajistoa, mutta on mahdollista, että jossain vaiheessa myös lettolajistoa voisi tulla tämän tapaiseen ympäristöön. Kuva: Sakari Rehell.

liikaa vettä. Uomaa perattiin seuraavana talvena vielä noin sadan metrin matkalta, minkä jälkeen vesi ohjautui tavoitteiden mukaisesti luhta-alueella oleviin vanhoihin uomiin. Lisäperkaus ei juuri lisännyt kokonaistyömäärää, sillä Isonevan länsilaidan märkien rimpinevojen keskellä oleva pienempi ojitusalue oli joka tapauksessa ennallistettava talvityönä.

Suuren maapadon tekemiseen meni kaivinkoneelta noin kahdeksan tuntia. Lisäksi kumpaankin patoon tarvittiin kahden miehen päivän työpanos.

Havaintoja kahden vuoden kuluessa ennallistamisesta

Vajaan kahden vuoden kuluttua ennallistamisesta tehdyssä hoitoseurannassa havaittiin, että työ oli onnistunut kaikin puolin tavoitteiden mukaisesti:

- Iso-ojan vesi pääsi leviämään Isonevalle, ja suon reunan muuttuneet korvet ja letot olivat palautuneet hyvin.
- Kaivettu uoma ja lammikko sopivat maisemaan suhteellisen hyvin. Varsinkin lampi oli muuttunut kauniiksi ja merkittäväksi lintujen elinympäristöksi.

Havaintoja 17 vuoden kuluttua ennallistamisesta

Vuonna 2024 ennallistamisesta oli kulunut 17 vuotta, ja alueella tehtiin hoitoseuranta.

- Seurannassa todettiin, että hydrologialtaan palautetun metsäluhdan puusto pystyy kasvamaan hyvinkin märässä ympäristössä, jos vesi virtaa (kuva 184).
- Suon reunassa, jossa ojat tukittiin ilman pintavalleja, ruohoinen korpi oli palautunut erinomaisesti. Puusto oli pysynyt elossa ja se oli kehittynyt vaihtelevaksi ja monimuotoiseksi (kuva 185).
- Paikoin luhta-alueiden reunan tuntumassa on luhtaisen kasvillisuuden lomassa niukasti vaatimatonta lettosammalikkoa (*Campylium stellatum*). Suotyyppi on lähinnä luhtalettoa. Lettokasvillisuus on saattanut paikallisesti myös niukentua luhtaisuuden lisääntyessä. Ennallistamisen toimenpide- ja vaikutusalueet olivat Isonevalla pääosin lettoalueiden ulkopuolella.
- Paikka, johon oli sedimentoitunut kunnostusojituksista tullutta hiekkaa ”deltaksi” on kehittynyt pajukkoiseksi heinikoksi (kuva 186). Vesi virtaili alueella luhtaisissa uomissa.
- Allas, joka ennallistamisen yhteydessä kaivettiin kuivuneelle suonreunalle ohjaamaan vettä luontaiseen suuntaan, on kehittynyt pieneksi lammeksi. Sen vesi oli ruosteen ruskeaksi värjäämää (kuva 183), mikä osoittaa, että yläpuolisilta hiekkakankailta tulee altaaseen rautapitoista pohjavettä.



Kuva 184. Metsäluhta-alueella Iso-ojan vesi leviää pieniin uomiinsa. Luhtaruohot ja erityisesti järvikorte ovat rehevöityneet voimakkaasti. Harmaaleppä, hieskoivu ja puumaiset pajut kasvavat erinomaisesti, vaikka vesi on paikoin pinnassa. Puusto on eri-ikäistä ja alueella on myös lahopuuta. Kuva: Sakari Rehell elo-syyskuun vaihteessa 2024.



Kuva 185. Ruohoisessa korvessa tukittu oja erottui saraisena ja märkänä pintana elo-syyskuun vaihteessa 2024. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 186. Kasvillisuus peittää hiekka-alueen, jonka kunnostusojitus on kuljettanut suojelualueelle ulkopuolisilta mailta. Kuva: Sakari Rehell.

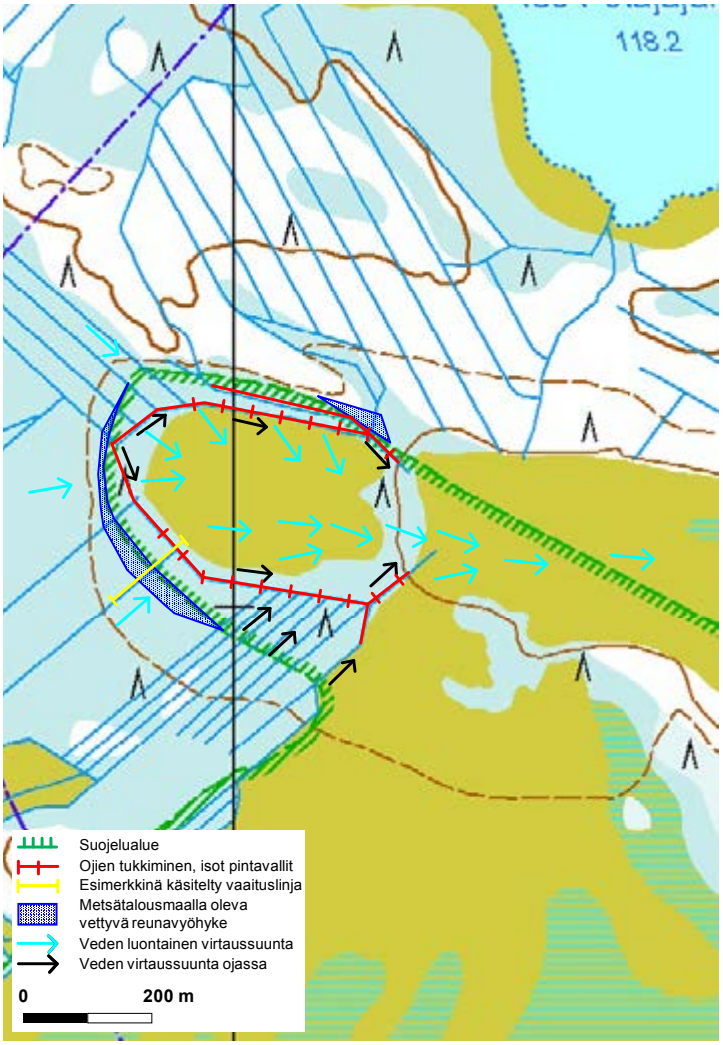
10.18 Talousmetsän kunnostusojituksen ja suojelualueen ennallistamisen yhteensovittaminen Oulun ja Pudasjärven Hirvisuolla

Sakari Rehell

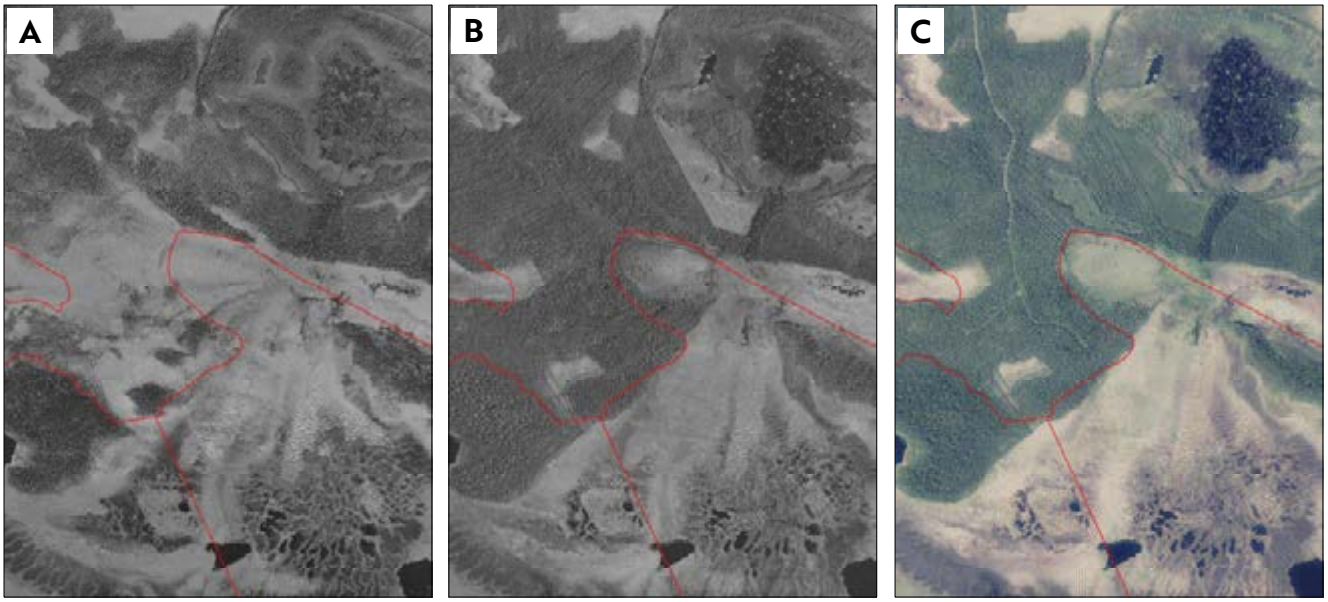
Oulun ja Pudasjärven Hirvisuo on laaja aapasuovaltainen suokokonaisuus, jonka pääosa on suojeltu lähes 4 500 hehtaarin laajuisena soidensuojelualueena. Suojelualueeseen rajautuvia talousmetsiä hallinnoiva Metsähallitus Metsätalous Oy suunnitteli suojelualueen pohjoispuolisten ojitettujen soiden hakkuita ja kunnostusojitusta vuonna 2008 ja otti yhteyttä suojelualuetta hallinnoivaan Metsähallituksen Luontopalveluihin. Yhteistyönä laadittiin ennallistamissuunnitelma, jossa tarkasteltiin koko Hirvisuon Natura-aluetta. Kunnostusojitusalueeseen rajautuva Nauruanperän lahdeke arvioitiin luonnontilansa menettäneeksi ja sitä esitettiin ennallistettavaksi (kuva 187). Lahdeke haluttiin palauttaa osaksi linnustoltaan hyvin arvokasta suokokonaisuutta, pääosin saraiseksi rimpipintasuoksi.

Lahdeketta ympäröivät puustoiset ja rehevät räme- ja korpialueet ja avosuot on ojitettu 1960-luvun lopussa, ja ojitusalueet on todennäköisesti myös lannoitettu. Ojitusalueiden vedet on ohjattu kahta syvää kokoojaojaa myöten Nauruanperän avosuolahdekkeen laitojen läpi. Suojelualueella olikin lähes 20 hehtaaria entistä avosuota, jonka reunaojat olivat kuivattaneet perusteellisesti, vaikka itse lahdeketta ei ollut ojitettu. Kokoavat ojat johtivat vetensä Nauruanperän lahdekkeen itäpuolelle märälle nevalle, jonne oli syntynyt laaja vettynyt saraikko lisääntyneen pistemäisen virtauksen vuoksi.

Vanhan ilmakuvan perusteella nykyisin suojelualueeseen kuuluva lahdeke on luontaisesti ollut lähes avointa, märkää nevaa: eteläosista ilmeisesti rehevää luhtanevaa, pohjoisempana rimpinevaa (kuva 188). Ennen ennallistamista alue oli kauttaaltaan puustoista muuttumaa, vaikka kuivattavat ojat olivat noin 200 metrin päässä suon keskiosista. Suon keskiosissa mäntytaimikko oli pientä ja harvaa, reunamilla kookkaampaa (kuva 189). Kasvillisuudessa huomiota herättivät tiheät vaivaiskoivu- ja tupasvillakasvustot. Etelälaidan rehevimmässä osassa ravinteisuudesta kieli viitakastikan runsaus. Alkuperäinen kasvillisuus oli pääosin hävinnyt. Voimakkaimmin olivat muuttuneet ojien reunamat sekä ete-



Kuva 187. Veden virtaus ja ennallistamistoimenpiteet Nauruanperän lahdekkeella. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 188. Nauruanperän lahdeke ilmakuvalla ennen ojitusta vuonna 1950 (A), ennen ennallistamista vuonna 2007 (B) ja 14 vuotta ennallistamisen jälkeen vuonna 2024 (C). © Verotoimisto 2013, © Maanmittauslaitos 2013 ja 2025.



Kuva 189. Nauruanperän lahdekkeen entinen märkä avosuo oli kuivunut ja taimettunut kaukana ojien ulkopuolella. Kuva on otettu ennen hakkuita suojelualueelta, reilun sadan metrin päässä kuivattavista ojista. Maaliskuu 2010, kuva: Sakari Rehell.

läisemmän kokoojaojan eteläpuoli, jotka olivat jo osin turvekangasmaisia männiköitä.

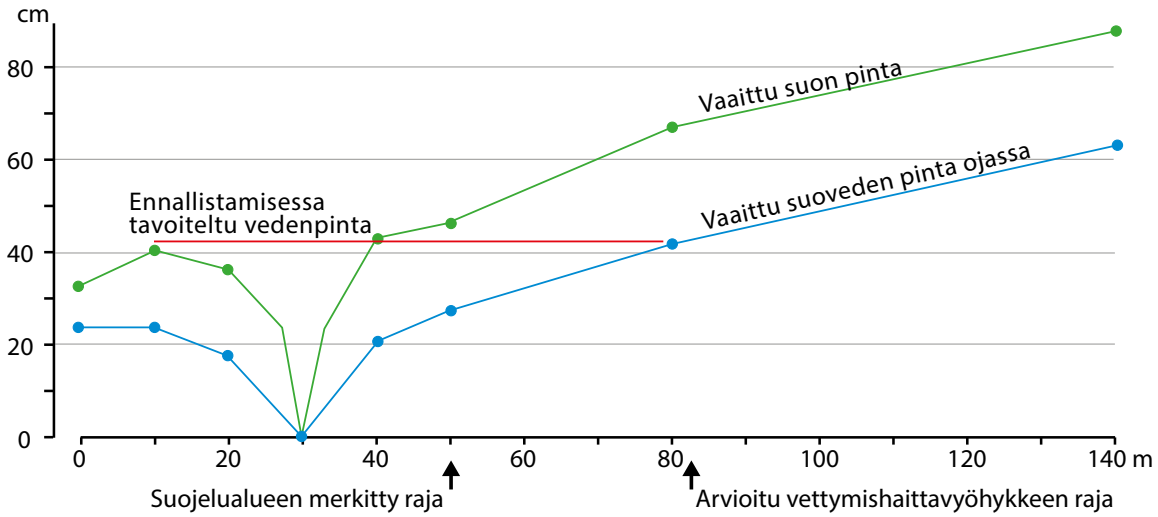
Alue vaaittiin ja todettiin, että veden nostaminen riittävälle tasolle suojelualueella merkitsisi väistämättä vettymishaittoja noin kahdelle metsätalousmaahehtaarille (luokiteltu kasvulliseksi metsämaaksi) (kuvat 187 ja 190). Vettymishaitoista huolimatta ojat sovittiin tukittavaksi ja työmaa toteutettavaksi Metsähallituksen metsätalouden ja luontopalvelujen yhteistyönä.

Ennallistaminen

Ennallistaminen aloitettiin puuston hakkuulla maaliskuussa 2010. Männyt hakattiin kokonaan suurimmalta osalta aluetta (kuva 191). Yhdeltä rämekuviolta hakattiin noin 3/4 mäntyjen runkoluvusta siten, että isoimmat männyt jätettiin pystyyn. Koivut ja kuuset jätettiin kaikilla kuvioilla hakkaamatta, mutta niiden määrä oli vähäinen.

Ojat tukittiin elokuussa 2010, ja samassa yhteydessä kunnostusojitettiin viereiset metsätalouskuviot. Nauruanperän lahdeketta reunustavat kokoojaojat tukittiin. Noin 50 metrin välein tehtiin isoja turvevalleja, jotka ulottuvat vähintään 15 metriä ojan molemmille puolille, jotta vesi ohjautui virtaamaan ojauomasta suon keskustaan (kuva 193). Aines tukkimiseen ja valleihin otettiin vallin viereen kaivetusta lammikosta. Työtä tehtäessä tarkistettiin, että veden virtaus todella kääntyi suon keskiosiin päin. Parissa kohdassa kaivettiin kuokalla ja lapiolla turvevallien patoamista altaista pieniä viiksiojia keskustaan päin.

Pian toimenpiteiden jälkeen työn arvioitiin onnistuneen tavoitteiden mukaisesti. Padot pitivät syksyn sateiden jälkeen, vedenpinta oli noussut laajasti ja vesi oli lähtenyt virtaamaan kohti suon keskiosaa.



Kuva 190. Esimerkki ennen ennallistamista tehdystä vaaituslinjasta Hirvisuolla. Vaaittaessa otettiin lukemat sekä suon pinnalta että viereisen ojan vedenpinnasta. Profiileista näkyy, kuinka tässä kohdassa tarvitaan noin 30 metriä pitkä pintavalli ohjaamaan vedet reunaojan yli lahdekkeen keskiosiin. Tämän tavoitteen mukainen vedenpinnan taso nostaisi veden suojelualueen rajan ojitetulla metsämaalla hyvin lähelle pintaa, mutta jo vajaan 40 metrin päässä rajasta suolle jäisi kuivavaraa suunnilleen saman verran kuin nykytilassa (noin 30 cm).



Kuva 191. Maisema hakatun lahdekkeen keskeltä kohti suojelualueen reunaa, jossa näkyy kaivuri tukkimassa ojaa elokuussa 2010. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 192. Kuvan 191 seutu 14 vuotta ennallistamisen jälkeen vuonna 2024. Vedenpinta on noussut ja tupasvilla runsastunut, mutta myös puiden taimet kasvavat edelleen. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 193. Nauruanperän lahdeketta ympäröivät isot laskuojat tukittiin ja niihin tehtiin säännöllisin välein pitkiä pintavalleja. Vallien rakentamista varten kaivetuista lammikoista vedet lähtivät virtaamaan suon keskiosiin päin. Kuva: Sakari Rehell, syyskuu 2010.



Kuva 194. Kuvassa oikealla on lähes 15 vuotta aiemmin tehty patovalli. Vasemmalle puolelle on muodostunut lammikko kohtaan, josta patoaines on otettu. Vedenpinta on noussut suolla paikallisesti, ja monet ravinteisuutta suosivat suokasvit, kuten tupasvilla ja kastikat, ovat runsastuneet. Suolle on silti ilmaantunut taimikko. Kuva: Sakari Rehell.

Ennallistamisen vaikutukset vuonna 2024

Alueella tehtiin hoitoseuranta vajaa 15 vuotta ennallistamistoimenpiteiden jälkeen (kuvat 192 ja 194–198).

- Lahdekkeen keskiosissa suo oli kuivunut yli 200 metrin päässä reunaojista. Turpeen lisääntynyt kasvu on todennäköisesti kohottanut koko karuuntunutta keskustaa (kuva 192).
- Ohjaukset (kuvat 193 ja 194) ovat palauttaneet veden virtauksen valuma-alueelta suolle päin, mutta vaikutus on jäänyt paikalliseksi ojittamattomalla, kuivahtaneella osalla. Rimpipinta ei ole palautunut.
- Lahdekkeen keskiosan nevoille vettä on tullut noin 45 hehtaarin valuma-alueelta. Suot ovat olleet alun perin reheviä ja reunavaikutteisia. Kuivattaminen on muuttanut kasvillisuutta laajalti ja voimakkaasti, mikä on näkynyt etenkin taimettumisena. Ennallistamisen vedenpalautustoimissa vedet saatiin palautettua kahdeksasta kohdasta (kuva 197) noin 300 metrin matkalla suolle.
- Luonnonsuojelualueen ja metsätalousalueen rajan tienoilla varauduttiin siihen, että nouseva vedenpinnan taso voi heikentää puuston kasvua talousmetsässä, minkä vuoksi sieltä poistettiin lähinnä mäntyä. Nyt tällä paikalla on kuivavaraa noin 20 cm eli vedenpinta on noussut yli suositellun tason, mutta hakkuissa jätetyt koivut kasvavat hyvin ja uusia taimiakin on tullut (kuva 198). Vaikutukset talousmetsään näyttävät vähäisiltä.



Kuva 195. Lahdekkeen pohjoislaidalla suolle on luontaisesti tullut vettä vain noin 10 hehtaarin alalta ja vesi on levinnyt noin 400 metrin matkalle. Suot ovat olleet karuja ja keskustavaikutteisia. Myös reunaojituksen aiheuttama muutos on jäänyt heikoksi. Kun vedenpinta on noussut ennallistamisen jälkeen, tämän osan kasvillisuus muistuttaa luontaista kalvakkanevaa. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 196. Vajaan sadan metrin päässä tukitusta ja pintavallitetusta reunaojasta entiselle avosuolle kasvaneet männyntaimet ovat pääosin hengissä. Niiden kasvu on kyllä heikentynyt. Alueelta kerättiin energiapuuta ennallistamishakkuiden yhteydessä. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 197. Itäosassa kuivatusojan varsille oli kasvanut kookas puusto. Tällä osalla noin 80 hehtaarin valuma-alueen vedet kerääntyvät suppealle alalle (noin 100 metrin matkalle vanhan ojan lähelle). Ennallistamisen jälkeen isot puut ovat kuolleet ojan lähellä, missä suon pinta oli painunut, mutta taimet menestyvät. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 198. Luonnonsuojelualueen rajan tienoilla kuivavaraa on noin 20 cm, mutta hakkuissa jätetyt koivut kasvavat hyvin ja myös taimia on tullut. Kuva: Sakari Rehell.

Johtopäätelmiä

- Vedenpalautustoimet sopivat parhaiten laajemmille kokonaisille suoyhdistymille. Suppeilla suoyhdistymän osilla keskiosan kuivuneet nevat palautuvat vain kohdissa, joihin vettä kertyy riittävästi. Vesiensuojeluhyötyjä saadaan kuitenkin pienemmänkin kokoluokan töissä.
- Vedenpinnan nousu ja virtauksen lisääntyminen näkyvät eräiden putkilokasvilajien rehevöitymisenä lähellä ohjauskohtia. Mikäli mätäs-välipintaa on kuivatusvaiheessa tullut paljon lisää, se voi rajoittaa veden pääsyä laajemmin suolle.
- Voimakas reunaojien aiheuttama kuivuminen lisää rimpisillä nevoilla rahkasammalten kasvua. Sen seurauksena suon pinta kohoaa, eikä ennallistaminen riitä nostamaan veden pintaa riittävästi. Tämä on esimerkki ojitusten aiheuttamasta palautumattomasta muutoksesta, joka estää kasvillisuuden palautumisen ”alkuperäiseksi”. Mikäli kehitys jatkuu, lahdekkeen keskusta kehittyy ombrotrofiseen suuntaan ja vesien palautuksen vaikutus rajoittuu kapeahkolle reuna-alueelle.
- Mikäli ennallistettavaan alueeseen rajoittuvalla metsätalousalueella vesi todennäköisesti nousee suositeltua 40 cm kuivavaraa ylemmäs, on mahdollista hakata ainespuiksi kelpaavia puita etukäteen pois. Lyhyellä aikavälillä voi taloudellinen tulos maanomistajalle olla samaa luokkaa kuin normaalissa metsänkasvatuksessa, ja mikäli vesi ei nouse aivan pintaan, voi puuston kasvu olla jatkossakin hyvä.

10.19 Naavakorpi, Lapinlahti

Jarmo Laitinen

Naavakorven ennallistaminen on esimerkki luonnonhoitohankkeesta, jonka tavoitteena oli toteuttaa ympäristötukihankkeen yhteydessä sovitut ennallistamistyöt. Naavakorven vesitaloutta ennallistettiin ojia tukkimalla.

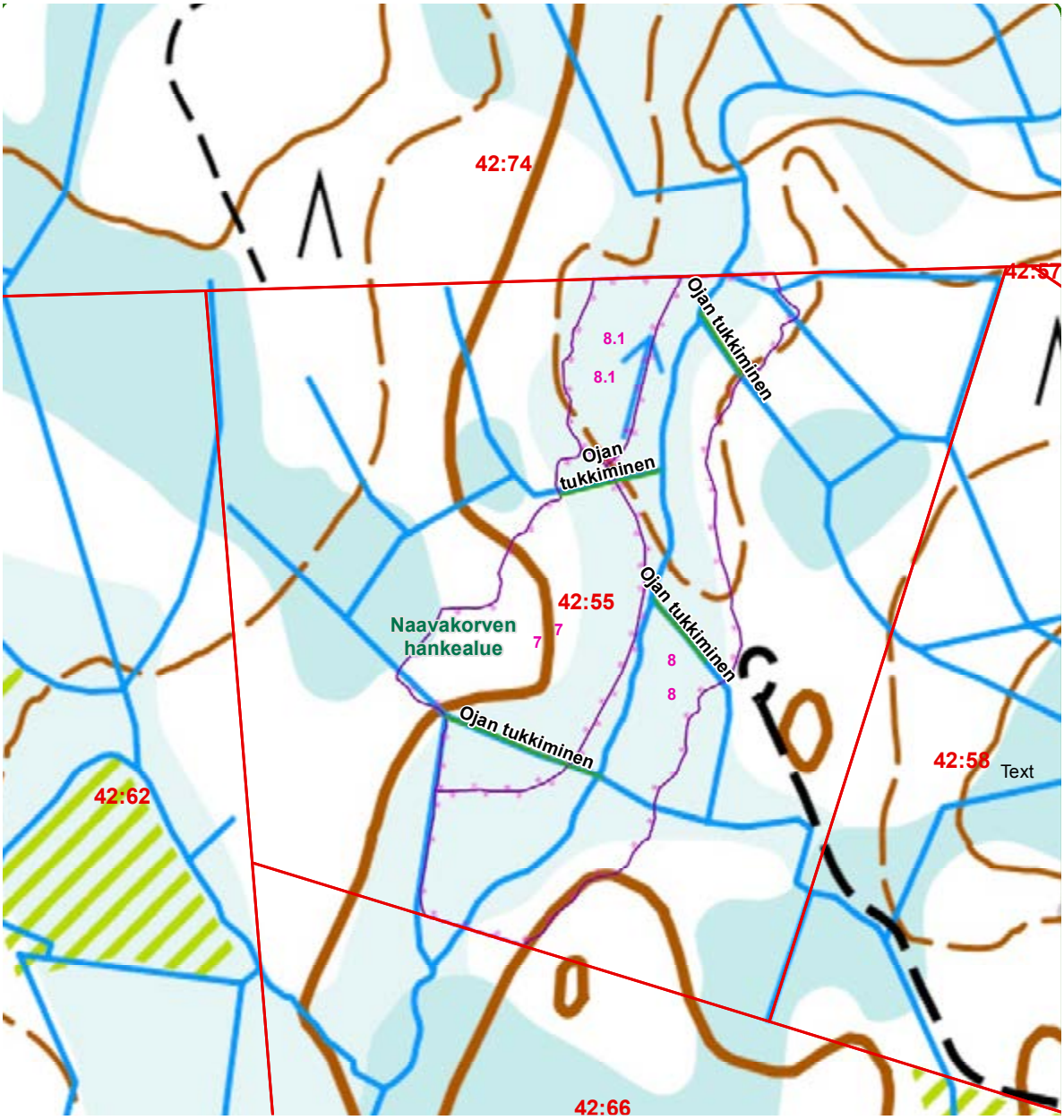
Naavakorven hankealue on noin kolmen hehtaarin korpialue Pohjois-Savossa. Alue ei ole ollut pitkään metsätalouskäytössä, joten maanomistajien hakemuksesta kohteelle myönnettiin ympäristötukea Metso-ohjelman ja metsälain 10 §:n kriteerien mukaisesti ja lisäksi suunniteltiin kohteelle ennallistamistyöt.

Naavakorpi-tilan halki virtaa luonnontilainen puro, ja siihen rajoittuva metsikkökuvio on luokiteltu ruohokorveksi. Aivan puron varressa on myös kosteaa lehtoa (kuva 199). Korpialue on aikaisemmin ojitettu (kuvat 200 ja 201), mutta ojituksen jälkeen puustoa ei ole käsitelty useaan vuosikymmeneen ja puusto on hyvin luonnontilaista (kuva 202). Metsänomistajat halusivat ennallistaa ympäristötukialueen suot ympäristötuen uusimisen yhteydessä. Korvet ennallistettiin loppuvuonna 2023 täyttämällä suolta puroon johtavat ojat vanhoilla kaivumailla ja tiivistämällä kaivinkoneella (kuva 203). Ojalinjoja ei tarvinnut raivata, koska ne eivät olleet vesakoituneet. Täytettäviä ojia oli neljä kappaletta, ja niiden yhteispituus on noin 200 metriä. Koska puron varren korpi oli tulkittu metsälain turvaamaksi ruohokorveksi, liikkuminen ojalinjoille ja ojien täyttäminen tällä kuviolla oli tehtävä maan ollessa jäässä. Toteuttaja sopi liikkumisen ennen töiden aloittamista maanomistajan sekä Metsäkeskuksen rahoitus- ja tarkastusasiantuntijan kanssa.



Kuva 199. Puronvarren lehtoa vuonna 2024. Kuva: Jarmo Laitinen.

Ojien täyttäminen kaivinkoneella onnistui lumesta huolimatta hyvin. Vanhat kaivumaat riittivät, eikä täytetyistä ojista jäänyt vedenkulku-uomia puroon. Pisimmän ojalinjan päähän lisättiin varmuuden vuoksi kiviä estämään maa-ainesten liikkumista (kuva 204). Ennallistamisen pitkäaikaista vaikutusta on vielä vaikea arvioida, mutta ojien täyttäminen nopeuttanee suoalueen vettymistä ja samalla se paransi puron luonnontilaisuutta.



Kuva 200. Naavakorven hankealue ja neljä tukittua ojaa. © Suomen metsäkeskus 2025, © Maanmittauslaitos 2025.



Kuva 201. Naavakorven oja ennen täyttöä vuonna 2023. Kuva: Jarmo Laitinen.



Kuva 202. Korven puusto on rakenteeltaan luonnontilaista, 2024. Kuva: Jarmo Laitinen.



Kuva 203. Yksi täytetyistä ojista elokuussa 2024. Kuva: Jarmo Laitinen.



Kuva 204. Täytetyn ojan loppupäähän laitettiin kiviä estämään maa-ainesten liikkumista, 2024. Kuva: Jarmo Laitinen.

10.20 Purovaluma-alueen kunnostaminen yksityismaan luonnonhoitohankkeena, Pihlajaoja, Pudasjärvi

Ville Koukkari ja Riikka Salomaa

Tervonsuon ja Pihlajaojan ennallistaminen on esimerkki yksityismaalla toteutetusta luonnonhoitohankkeesta, jossa tavoitteena oli purovaluma-alueen kunnostaminen kahden maanomistajan kiinteistöjen sisällä. Metsäojitusalueita ennallistettiin ojia tukkimalla, palauttamalla vesiä ympäröivien ojitusten kuivattamalle ojittamattomalle suoalueelle sekä tekemällä erilaisia vesiensuojelurakenteita. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus hyväksyi hankkeen toteutuksen suunnitelman mukaisesti.

Hankealue sijaitsee Pudasjärvellä ja sen kokonaispinta-ala on noin 200 hehtaaria. Suota ennallistettiin noin 20 hehtaaria Tervonsuon eteläosassa, Pihlajaojan latvaosien valuma-alueella (kuva 205). Pihlajaojassa esiintyy purotaimenta.

Luonnonhoitohanke sai alkunsa toisen ennallistamisalueen maanomistajan aloitteesta, kun hän huomasi maillaan kulkevan puron pohjan liettyneen ja veden samentuneen. Vanhoista metsäojista valui puroon ravinteita ja hienojakoista maata, jotka olivat muuttaneet puroveden rusehtavaksi. Lisäksi osa purouomasta oli kuivunut. Myös Pihlajaojan purotaimenkanta oli taantunut.

Tavoitteena oli ennallistaa alun perin avoimia, mutta ojituksen myötä pääosin puustottuneita soita. Sillä parannettaisiin alueen riekkojen elinolosuhteita. Pihlajaojan taantunutta purotaimenkantaa puolestaan hyödyttäisi alapuolisen vesistön ravinne- ja kiintoainekuormituksen väheneminen.

Metsäojitukset olivat muuttaneet vesien luontaisia virtausreittejä. Voimakkaat virtaukset olivat syövyttäneet hienojakoista maata, jolloin kiintoainesta ja ravinteita oli valunut runsaasti alapuoliseen vesistöön. Ennen ojituksia vaaran valumavedet olivat suotautuneet Tervonsuon läpi. Ojituksen myötä osa Pihlajaojan vanhasta uomasta oli jäänyt kuivaksi.

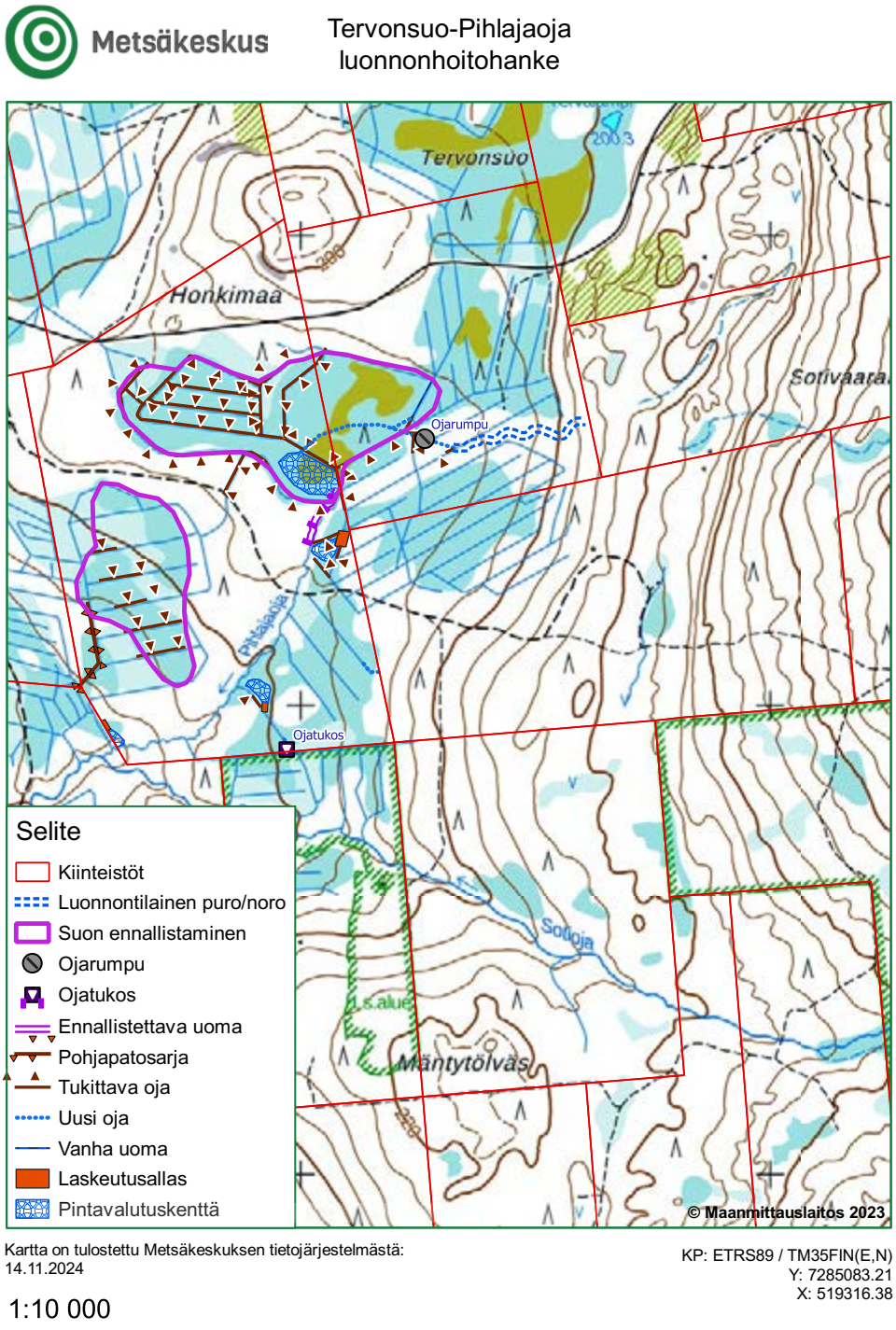
Ennallistamistyöt

Tervonsuota ennallistettiin metsäojia tukkimalla (kuva 206). Ennen tukkimista poistettiin suurin osa puustosta. Ojien tukkimiseen käytettävä maa-aines otettiin vanhoista ojien kaivupenkoista. Muutamilla uusilla ojilla johdettiin Tervonsuon pohjoispuolelta tulevista metsäojista vettä Tervonsuolle, josta vesi valuu luontaista reittiä pintavaluntana ennallistettavan Pihlajaojan vanhaan luonnonpurouomaan (kuvat 207 ja 208). Suunnittelussa ja toteutuksessa huolehdittiin, että vesi ei pääse jatkossa mistään kohtaa vanhoihin ojitusuomiin, vaan se virtaa uutta ojaa myöten Tervonsuon ojittamattomaan osaan pintavalutukseen (kuva 209).

Hankkeessa tehtiin myös muutamiin Pihlajaojaan laskeviin ojiin laskeutusaltaita, pintavalutuskenttiä sekä pahiten syöpyneisiin paikkoihin pohjapatosarjoja. Idän ja etelän suunnasta tulevien ojien vesi johdettiin laskeutusaltaisiin, joista vedet valuvat pintavaluntana Pihlajaojaan. Tilan eteläpuolella olevan yksityisen luonnonsuojelualueen rajaojan vedet käännettiin ojatukoksen avulla pohjoiseen laskevaan ojaan, joka johdattaa vedet laskeutusaltaan ja pintavaluntakentän kautta Pihlajaojaan. Metsäojitusten vesiä jaettiin useampaan ojaan, millä vähennettiin Tervonsuon eteläpuolella olevan piennartien ojien jatkuvaa syöpymistä. Lännen suunnasta päälaskusuuntaan jyrkästi laskevaan pahasti syöpyneeseen metsäojaan rakennettiin pohjapatosarja.

Työt toteutettiin vuonna 2021 ja heti havaittiin, että kiintoaineen kulkeutuminen hankealueelta Pihlajaojaan loppui. Tervonsuolta valuvat vedet löysivät myös kuivuneen Pihlajaojan alkuperäisen uoman, ja näin myös puroelinympäristö ennallistuu. ELY-keskuksen purokunnostajien havainnot syksyn 2024

maastokäynniltä kertovat, että Pihlajaojan uoman pohja on puhdistunut hiekasta useammassa kohtaa (kuva 210). Ilmeisesti vanhat kiintoaineskertymät ovat lähteneet liikkeelle, ja kun uusia ei ole valuma-alueen kunnostustoimien ansiosta tullut, on uoman pohja puhdistunut. Uoman kunnostustarvetta arvioitiin olevan enää muutamassa kohdassa ja tämä työ hoitunee käsityönä.



Kuva 205. Kartta Tervonsuosta ja Pihlajaojasta ympäristöineen sekä ennallistamistoimenpiteiden ja muiden luonnonhoitotoimien sijainti.



Kuva 206. Tukittuja ojia Tervonsuolla. Taustalla näkyvät ojittamattoman suon osalle kaivettu uusi oja ja vettynyt pintavalutuskenttä vuonna 2024. Kuva: Mika Tuovila.



Kuva 207. Uudelleen vettyneen suon alaosassa vesi alkaa kerääntyä Pihlajaojaan, vuosi 2023. Kuva: Riikka Salomaa.



Kuva 208. Vesi on palannut vanhaan purouomaan, vuosi 2023. Kuva: Riikka Salomaa.



Kuva 209. Kuivunut suon osa vettyi uudelleen, kun sinne ohjattiin syöttöojalla vettä pintavalutukseen, vuosi 2023. Kuva: Ville Koukkari.



Kuva 210. Pihlajaojan valuma-alueella toteutetut ennallistamis- ja vesiensuojelutoimenpiteet ovat vähentäneet kiintoainekuormitusta, ja uoman pohja on puhdistunut. Kuvan puro on inventoitu osana ympäristöministeriön Helmi-ohjelmaa. Kuva: Juhani Aho, lokakuu 2024.

Lähteet

Aalto, M. & Aalto, A. 2018: Opas soiden ennallistamiseen käsityönä. – <aallokas.fi/documents/Opas-soiden-ennallistamiseen-kasityona.pdf>. 18 s.

Aaltonen, H., Tuukkanen, T., Palviainen, M., Laurén, A., Tattari, S., Piirainen, S., Mattsson, T., Ojala, A., Launiainen, S. & Finér, L. 2021: Controls of organic carbon and nutrient export from unmanaged and managed boreal forested catchments. – Water 13(17): 2363.

Aapala, K. (toim.) 2001: Soidensuojelualueverkon arviointi. – Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 490/2001. 285 s.

— & Tukia, H. 2006: Restoration of the spruce mire Soukonkorpi in Liesjärvi National Park. –Teoksessa: Heikkilä, R., Lindholm, T. & Tahvanainen, T. (toim.), Mires of Finland: daughters of the Baltic Sea. Finnish Environment Institute, Helsinki. The Finnish Environment 28/2006. S. 144–146.

— & Tukia, H. 2008: Restoration as a tool to improve the quality of drained spruce mires in conservation areas. – Teoksessa: Farrell, C. & Feehan, J. (toim.), After wise use – the future of peatlands. Volume 1, Oral Presentations. Proceedings of the 13th International Peat Congress. Tullamore, Ireland, 8.–13 June 2008. Jyväskylä, International Peat Society. S. 17–20.

— , Similä, M. & Penttinen, J. (toim.) 2013: Ojitettujen soiden ennallistamisopas. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. 301 s.

— , Rehell, S., Kokko, A., Sallantaus, T. & Lindholm, T. 2013: Voidaanko uhanalaisten suoluontotyyppien tilaa parantaa ennallistamalla? – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 108–112.

— , Haltia, E., Kettunen, M., Heikkilä, R., Ohtonen, A., Hokkanen, T., Horne, P., Jäppinen, J., Lilja-Rothsten, S., Luotonen, H., Maanavilja, L., Saaristo, L., Sallantaus, T., Silvennoinen, S., Tuittila, E.-S., Tukia, H. & Vihervaara, P. 2015: Pohjois-Karjalan biosfäärialueen soiden ja turvemaiden ekosysteemipalvelujen tunnistaminen ja arvottaminen. – PTT työpapereita 152: 1–73.

— , Similä, M., Kokko, A., Leikola, N. & Määttänen, A.-M. 2022: Suot. – Teoksessa: Kuusela, S., Annala, M., Kontula, T., Leikola, N., Määttänen, A.-M., Virkkala, R. & Virtanen E. (toim.), Kohti kattavaa suojelualueverkostoa. Luonnon monimuotoisuuden turvaamisen painopisteet Suomessa. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 18/2022. S. 79–120.

Ahola, M. & Havumäki, M. (toim.) 2008: Purokunnostusopas. Käsikirja metsäpurojen kunnostajille. – Kainuun ympäristökeskus ja Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 89 s.

Ahti, E. 1980: Ditch spacing experiments in estimating the effects of peatland drainage on summer runoff. – Teoksessa: The influence of man on the hydrological regime with special reference to representative and experimental basins IAHS-AISH Publication 130: 49–53.

— 1987: Water balance of drained peatlands on the basis of water table simulation during the snowless period. – Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 141. 64 s.

— 2005: Kunnostusojitus. – Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947: 114–120.

Ahtiainen, M. & Huttunen, P. 1999: Long-term effects of forestry managements on water quality and loading in brooks. – Boreal Environment Research 4: 101–114.

Albert-Saiz, M., Lamentowicz, M., Rastogi, A. & Juszczak, R. 2025: Unveiling water table tipping points in peatland ecosystems: Implications for ecological restoration. – Catena 257 (2025) 1091 49.

Alderson, D. M., Evans, M. G., Shuttleworth, E. L., Pilkington, M., Spencer, T., Walker, J. & Allott, T. E. H. 2019: Trajectories of ecosystem change in restored blanket peatlands. – Science of the Total Environment 665: 785–796.

Alsila, T., Elo, M., Hakkari, T. & Kotiaho, J. S. 2021: Effects of habitat restoration on peatland bird communities. – Restoration Ecology 29 (1): e13304.

Andersen, A. N. & Majer, J. D. 2004: Ants show the way down-under: invertebrates as bioindicators in land management. – Frontiers in Ecology and the Environment 2(6): 291–298.

Anderson, R., Vasander, H., Geddes, N., Laine, A., Tolvanen, A., O'Sullivan, A. & Aapala, K. 2016: Afforested and forestry-drained peatland restoration. – Teoksessa: Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (eds), Peatland restoration and ecosystem services. Science, Policy and Practice. Cambridge University Press. S. 213–233.

Annila, E. 1969: Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). – Annales Zoologici Fennici 6: 161–208.

— & Petäistö, R.-L. 1978: Insect attack on windthrown trees after the December 1975 storm in western Finland. – Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 94: 1–24.

Anttila, S., Koskela, T., Aapala, K. & Muttilainen, H. (toim.) 2025: METSO-tilannekatsaus 2024: Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelma 2008–2025. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 52/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 49 s.

Aro, L., Jylhä, P., Järvenranta, K., Matila, A., Ramstadius, U., Ronkainen, T., Räsänen, A., Silvan, N., Silvenius, F., Virkajärvi, P., Wall, A. & Tolvanen, A. 2023: Turvetuotannosta poistuvien alueiden jatkokäytön vaihtoehdot Suomessa sekä arvio niiden ympäristö- ja talousvaikutuksista. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 120/2023. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 71 s.

Assandri, G. & Bazzi, G. 2022: Natural and anthropogenic determinants of peatland dragonfly assemblages: Implications for management and conservation. – Biodiversity and Conservation 31: 703–722.

Atlegrim, O. & Sjöberg, K. 2004: Selective felling as a potential tool for maintaining biodiversity in managed forests. – Biodiversity and Conservation 13: 1123–1133.

Autio, O. 2008: Ennallistamisen vaikutuksia soiden vesitalouteen ja vaaksiaisten (Diptera, Nematocera) monimuotoisuuteen. – Pro gradu, Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Jyväskylä. 36 s.

Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S., Napari, M., Nylund, M., Kupiainen, V., Vienonen, S., Forsman, J., Suikkanen, T., Auri, J., Boman, A. & Mattbäck, S. 2022: Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin. Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan. – Ympäristöministeriön julkaisuja 2022:3. 152 s.

Auvinen, A.-P., Hildén, M., Toivonen, H., Primmer, E., Niemelä, J., Aapala, K., Bäck, S., Härmä, P., Ikävalko, J., Järvenpää, E., Kaipiainen, H., Korhonen, K. T., Kumela, H., Kärkkäinen, L., Lankoski, J., Laukkanen, M., Mannerkoski, I., Nuutinen, T., Nöjd, A., Punttila, P., Salminen, O., Söderman, G., Törmä, M. & Virkkala, R. 2007: Evaluation of the Finnish national biodiversity action plan 1997–2005. – Monographs of the Boreal Environment Research 29: 1–54.

— , Lehikoinen, A., Sirkiä, P., Jukarainen, A., Kahilainen, A., Lindén, A., Mikkola-Roos, M., Piha, M., Pessa, J., Krüger, H., Holopainen, S., Alhainen, M. & Below, A. 2023: Kuinka paljon lintukantoja voidaan elvyttää? – Linnut-vuosikirja 2022: 132–139.

Bain, C. G., Bonn, A., Stoneman, R., Chapman, S., Coupar, A., Evans, M., Gearey, B., Howat, M., Joosten, H., Keenleyside, C., Labadz, J., Lindsay, R., Littlewood, N., Lunt, P., Miller, C. J., Moxey, A., Orr, H., Reed, M., Smith, P., Swales, V., Thompson, D. B. A., Thompson, P. S., Van de Noort, R., Wilson, J. D. & Worrall, F. 2011: IUCN UK Commission of Inquiry on Peatlands. – IUCN UK Peatland Programme, Edinburgh. 109 s.

Batzer, D. P. & Wissinger, S. A. 1996: Ecology of insect communities in nontidal wetlands. – Annual Review of Entomology 41: 75–100.

— & Wu, H. 2020: Ecology of terrestrial arthropods in freshwater wetlands. – Annual Review of Entomology 65: 101–119.

— , Wu, H., Wheeler, T. & Eggert, S. 2016: Peatland invertebrates. – Teoksessa: Batzer, D. & Boix, D. (toim.), Invertebrates in freshwater wetlands. Switzerland, Springer International Publishing. S. 219–250.

Beadle, J. M., Holden, J. & Brown, L. E. 2023: Landscape-scale peatland rewetting benefits aquatic invertebrate communities. – Biological Conservation 283, 110116.

Benayas, J. M., Newton, A. C., Diaz, A. & Bullock, J. 2009: Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: A meta-analysis. – Science 325: 1121–1124.

Bengtsson, F., Rydin, H., Baltzer, J. L., Bragazza, L, ... & Granath, G. 2021: Environmental drivers of *Sphagnum* growth in peatlands across the Holartctic region. – Journal of Ecology 109: 417–431.

Berry, G. J. & Jeglum, J. K. 1991: Hydrology of drained and undrained black spruce peatlands: groundwater table profiles and fluctuations. – Forestry Canada, Ontario Region, Sault Ste. Marie. COFRDA Report No. 3307. 31 s.

Beven, K. J. & Kirkby, M. J. 1979: A physically based variable contributing area model of basin hydrology. – Hydrological Sciences Bulletin 24: 43–69.

Boman, A., Fröjdö, S. & Åström, M. 2008: Sulfur dynamics in boreal acid sulfate soils rich in metastable iron sulfide – the role of artificial drainage. – Chemical Geology 255: 68–77.

Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (toim.) 2016: Peatland restoration and ecosystem services. Science, Policy and Practice. – Cambridge University Press. 493 s.

Brigić, A., Bujan, J., Alegro, A., Šegota, V. & Ternjej, I. 2017: Spatial distribution of insect indicator taxa as a basis for peat bog conservation planning. – Ecological Indicators 80: 344–353.

Bujan, J., Brigić, A. & Ješovnik, A. 2010: Ant diversity in Croatian peat bogs. – Teoksessa: Nash, D. R., den Boer, S. P. A., De Fine Licht, H. H. & Boomsma, J. J. (toim.), Abstracts for the XVI Congress of the International Union for the Study of Social Insects. Copenhagen, Denmark, 8–13 August 2010. 18 s.

— , Brigić, A., Sedlar, Z. & Šoštarić, R. 2015: Progressive vegetation succession of fen habitats promotes the lack of habitat specialist ants. – Insectes Sociaux 62(4): 415–422.

Bullock, J. M., Aronson, J., Newton, A. C., Pywell, R. F. & Rey-Benayas, J. M. 2011: Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. – Trends in Ecology and Evolution 26: 541–549.

Cameron, R. A. D. 2003: Lifecycles, molluscan and botanical associations of *Vertigo angustior* and *Vertigo geyeri* (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). – Heldia 5: 95–110.

CBD 2010: Decision X/2, The Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020 and the Aichi Biodiversity Targets, Nagoya, Japan, 18 to 29 October 2010.

CBD 2022: Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. – CBD/COP/DEC/15/4; Convention on Biological Diversity: Montreal, QC, Canada, 2022.

Collingwood, C. A. 1963: Three ant species new to Norway. – Entomologist's Record and Journal of Variation 75: 225–228.

— 1979: The Formicidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark. – Fauna Entomologica Scandinavica 8: 1–174.

— 1999: Changes in the ant (Hym.: Formicidae) fauna of a Swedish bogland area 1986–1997. – Entomologist's Record and Journal of Variation 111: 233–234.

Convention on Wetlands 2021: Global guidelines for peatland rewetting and restoration. – Ramsar Technical Report No. 11. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands. 77 s.

Deacon, C., Samways, M. J. & Pryke, J. S. 2023: Interplay between pond size and matrix extent drives odonate diversity patterns in a fragmented landscape. – Biodiversity and Conservation 32: 4767–4785.

Desrochers, A. & van Duinen, G.-J. 2006: Peatland fauna. – Teoksessa: Wieder, R. K. & Vitt, D. H. (toim.), Boreal peatland ecosystems. Springer. Ecological Studies 188. S. 67–100.

Dlussky, G. M. 2001: Structure of ant community (Hymenoptera, Formicidae) from an oligotrophic peat bog. (venäjäksi; yhteenveto englanniksi). – Zoologičeskij Žurnal 80: 976–985.

Ecke, F. & Rydin, H. 2000: Succession on a land uplift coast in relation to plant strategy theory. – Annales Botanici Fennici 37: 163–171.

Eisto, K. & Kondelin, H. 2013: Suopellosta takaisin letoksi: Juuan Polvela. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188: 192–195.

Ellison, A. M., Farnsworth, E. J. & Gotelli, N. J. 2002: Ant diversity in pitcher-plant bogs of Massachusetts. – Northeastern Naturalist 9(3): 267–284.

Elo, M., Penttinen, J. & Kotiaho, J.S., 2015: The effect of peatland drainage and restoration on Odonata species richness and abundance. – BMC ecology 15, 11.

— , Kareksela, S., Ovaskainen, O., Abrego, N., Niku, J., Taskinen, S., Aapala, K. & Kotiaho, J. S. 2024: Restoration of forestry-drained boreal peatland ecosystems can effectively stop and reverse ecosystem degradation. – Communications Earth & Environment 5, 680 (2024).

— , Isoaho, A., Korhonen, P., Marttila, H., Ovaskainen, O., Päkkilä, L., Rana, P. & Räsänen, A. 2025a: Effective hydrological restoration is a prerequisite, but not a guarantee, for the recovery of vegetation communities in boreal forestry-drained peatlands. – Julkaisematon käsikirjoitus.

— , Niku, J., Noreika, N., Ovaskainen, O., Punttila, P., Vähätalo, A., Vähätalo, L. & Kotiaho, J. S. 2025b: Can restoration counteract biotic homogenization? A long-term study of boreal peatland butterflies. – Julkaisematon käsikirjoitus.

ELY-keskus 2021: Vesienhoidon toimenpideohjelmat. – Valtakunnallinen tietopalvelu. <etpo.fi>.

Envibio 2024: Salon Kiskon Etu-Haukilammin leton putkilokasvi- ja sammalselvitys 2024. – Julkaisematon. 10 s.

Eriksson, M., Lilja, S. & Roininen, H. 2006: Dead wood creation and restoration burning: Implications for bark beetles and beetle induced tree deaths. – Forest Ecology and Management 231: 205–213.

— , Neuvonen, S. & Roininen, H. 2007: Retention of wind-felled trees and the risk of consequential tree mortality by the European spruce bark beetle *Ips typographus* in Finland. – Scandinavian Journal of Forest Research 22: 516–523.
— , Neuvonen, S. & Roininen, H. 2008: *Ips typographus* (L.) attack on patches of felled trees: "Wind-felled" vs. cut trees and the risk of subsequent mortality. – Forest Ecology and Management 255: 1336–1341.
Eskelinen, I. & Juutinen, R. 2023: Lähteikköjen ennallistamisopas. – Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Opas 6/2023. 192 s.
Eurola, S., Huttunen, A. & Kukko-oja, K. 1995: Suokasvillisuusopas. 2. korj. p. – Oulanka reports 14. 85 s.
— , Huttunen, A., Kaakinen, E., Kukko-oja, K., Saari, V. & Salonen, V. 2015: Sata suotyyppiä. Opas suokasvillisuuden tuntemiseen. – Thule-instituutti & Oulangan tutkimusasema & Oulun yliopisto, Oulu. 112 s.
Euroopan komissio 2020: Vuoteen 2030 ulottuva EU:n biodiversiteettistrategia. Luonto takaisin osaksi elämäämme. – Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. COM(2020) 380 final.
Euroopan unioni 2010: The EU Biodiversity Strategy to 2020.
Evans, C. R., Mullan, D. J., Roe, H. M., Fox, P. M., Gray, S., & Swindles, G. T. 2024: Response of testate amoeba assemblages to peatland drain blocking. – Wetlands Ecological Management 32 (1): 1–18.
Fenner, N. & Freeman, C. 2011: Drought induced carbon loss in peatlands. – Nature Geoscience 4: 895–900.
Finér, L., Lepistö, A., Karlson, K., Räike, A., Tattari, S., Huttunen, M., Härkönen, L., Joensuu, S., Kortelainen, P., Mattson, T., Piirainen, S., Sarkkola, S., Sallantaus, S. & Ukonmaanaho, L. 2020: Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020. – MetsäVesi-hankkeen loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:6.
— , Lepistö, A., Karlsson, K., Räike, A., Tattari, S., Huttunen, M., Härkönen, L., Joensuu, S. Kortelainen P., Mattsson, T., Piirainen, S., Sallantaus, T., Sarkkola, S. & Ukonmaanaho, L. 2021: Drainage for forestry increases N, P and TOC export to boreal surface waters. – Science of the Total Environment 762, 144098.
Fisk, M., Ruether, K. & Yavitt, J. 2003: Microbial activity and functional composition among northern peatland ecosystems. – Soil Biology & Biochemistry 35: 591–602.
Fox, A. D. 1986: Effects of ditch-blockage on adult Odonata at a coastal raised mire site in central west Wales, United Kingdom. – Odonatologica 15(3): 327–334.
— & Lehikoinen, A. 2025: Disappearing aapa mires and why we should care: unnoticed climate change exacerbates drainage effects on birds. – Ibis 167: 591–598.
Fraixedas, S., Lindén, A., Meller, K., Lindström, Å., Keiss, O., Kålås, J.A., Husby, M., Leivits, A., Leivits, M. & Lehikoinen, A. 2017: Substantial decline of northern European peatland bird populations: Consequences of drainage. – Biological Conservation 214: 223–232.
Franch, J. & Espadaler, X. 1988: Ants as colonizing agents of pine stumps in San Juan de la Peña (Huesca, Spain). – Vie et Milieu 38: 149–154.
Freibauer, A., Drösler, M., Augustin, J., Bergmann, L., Fiedler, S., Hoell, B. & Jungkunst, H. 2008: The methane fraction of the carbon balance in restored temperate peatlands. – Geophysical Research Abstracts 10, EGU2008-A-10958. 2 s.

Frolking, S., Roulet, N., Moore, T., Ruchard, P. J. H., Lavoie, M. & Muller, S. D. 2001: Modeling northern peatland decomposition and peat accumulation. – Ecosystems 4: 479–498.

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J. Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K. & Dixon, K. W. 2019: International principles and standards for the practice of ecological restoration. – Restoration Ecology 27: S1–S46.

Geomatikk Finland 2025: Kaivulupa.fi-verkkopalvelu. – <kaivulupa.fi>.

Gorham, E. 1991: Northern peatlands: Role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming. – Ecological Applications 1: 182–195.

Gotelli, N. J. & Ellison, A. M. 2002a: Assembly rules for New England ant assemblages. – Oikos 99(3): 591–599.

— & Ellison, A. M. 2002b: Biogeography at a regional scale: Determinants of ant species density in New England bogs and forests. – Ecology 83(6): 1604–1609.

Granqvist, A.-L. 2024: Vesienpalautus suojelusoille. Opas käytännön toimijoille. – Opas 4/2024. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 70 s.

Guilfoyle, C., Lusby, J., de Eyto, E., Lally, H. T., & Graham, C. T. 2025: Avian communities show distinct responses to forest-to-bog restoration. – Journal of Environmental Management 373, 123763.

Haapakoski, J., Hotanen, J.-P., Miina, J., Korpela, L. & Mäkipää, R. 2021: Erirakenteishakkuiden vaikutus aluskasvillisuuden rakenteeseen metsäojitetuissa korvissa. – Suo 72(1): 1–27.

Haapalehto, T., Vasander, H., Jauhiainen, S., Tahvanainen, T. & Kotiaho, J. S. 2011: The effects of peatland restoration on water-table depth, elemental concentrations and vegetation: 10 years of changes. – Restoration Ecology 19(5): 587–598.

— , Kotiaho, J. S., Matilainen, R. & Tahvanainen, T. 2014: The effects of long-term drainage and subsequent restoration on water table level and pore water chemistry in boreal peatlands. – Journal of Hydrology 519: 1493–1505.

— , Juutinen, R., Kareksela, S., Kuitunen, M., Tahvanainen, T., Vuori, H. & Kotiaho, J. S. 2017: Recovery of plant communities after ecological restoration of forestry-drained peatlands. – Ecology and Evolution 7(19): 7848–7858.

Hájek,M., Těšitel, J., Tahvanainen, T., Peterka, T., Jiménez-Alfaro, B., Jansen, F., Pérez-Haase, A., Garbolino, E., Carbognani. M., Kolari, T. H. M., Hájková, P., Jandt, U., Aunina, L., Pawlikowski, P., Ivchenko, T., Tomaselli, M., Tichý, L., Dítě1, D., Plesková, Z. & Mikulášková, E. 2022: Rising temperature modulates pH niches of fen species. – Global Change Biology 28:1023–1037.

Hakala, S. M., Seppä, P., Heikkilä, M., Punttila, P., Sorvari, J. & Helanterä, H. 2018: Genetic analysis reveals Finnish *Formica fennica* populations do not form a separate genetic entity from *F. exsecta*. – PeerJ 6: e6013.

Hamard, S., Planchenault, S., Walcker, R., Sytiuk. A., ... & Jassey, V. E. J. 2025: Microbial photosynthesis mitigates carbon loss from northern peatlands under warming. – Nature Climate Change 15: 436–443.

Hamberg, L., Hotanen, J.-P., Nousiainen, H., Nieminen, T. M. & Ukonmaanaho, L. 2019: Recovery of understorey vegetation after stem-only and whole-tree harvesting in drained peatland forests. – Forest Ecology and Management 442: 124–134.

Hannigan, E., Mangan, R. & Kelly-Quinn, M. 2011: Evaluation of the success of mountain blanket bog pool restoration in terms of aquatic macroinvertebrates. – Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy 111B(2): 95–105.

Hanski, I. 1999: Metapopulation ecology. – Oxford University Press. 324 s.

Hansson, J. & Gunnarsson, U. 2022: Handbok för skötsel och restaurering av rikkärr. – Länsstyrelsen Dalarnas rapport 2022:11. 118 s.

Harpenslager, S. F., van Den Elzen, E., Kox, M. A., Smolders, A. J., Ettwig, K. F. & Lamers, L. P. 2015: Rewetting former agricultural peatlands: Topsoil removal as a prerequisite to avoid strong nutrient and greenhouse gas emissions. – Ecological Engineering, 84: 159–168.

Hedberg, P., Kotowski, W., Saetre, P., Mälson, K., Rydin, H. & Sundberg, S. 2012: Vegetation recovery after multiple-site experimental fen restoration. – Biological Conservation 147: 60–67.

Heikkilä, H. 1998: Ihminen muuttaa lettoja. – Teoksessa: Lappalainen, I. (toim.), Suomen luonnon monimuotoisuus. Suomen ympäristökeskus & Edita, Helsinki. S. 178.

— & Lindholm, T. 1994: Seitsemisen kansallispuiston ojitettujen soiden ennallistamissuunnitelma. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 13. 127 s.

— & Lindholm, T. 1995a: Metsäojitettujen soiden ennallistamisopas. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 25. 101 s.

— & Lindholm, T. 1995b: Mires of Seitseminen – How to make a national park. – Teoksessa: Heikkilä, H. (toim.), Finnish-Karelian symposium on mire conservation and classification. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja A 207. S. 70–77.

— & Lindholm, T. 1995c: The basis of mire restoration in Finland. – Teoksessa: Wheeler, B. D., Shaw, S. C., Fojt, W. J. & Robertson, R. A. (toim.), Restoration of temperate wetlands. Wiley & Sons, Hoboken. S. 549–556.

— , Kukko-oja, K., Laitinen, J., Rehell, S. & Sallantaus, T. 2001: Arvio Viinivaaran pohjavedenottohankkeen vaikutuksesta Olvassuon Natura 2000 -alueen luontoon. – Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 799. 55 s.

Heikkinen, K., Saari, M., Heino, J., Ronkanen, A.-K., Kortelainen, P., Joensuu, S., Vilmi, A., Karjalainen, S. M., Hellsten, S., Visuri, M. & Marttila, H. 2022: Iron in boreal river catchments. Biogeochemical, ecological and management implications. – Science of the Total Environment 805 (2022) 150256.

Heikurainen, L., Kenttämies, K. & Laine, J. 1978: The environmental effects of forest drainage. – Suo 29: 49–58.

Hendriks, D. M. D., van Huissteden, J., Dolma, A. J. & van der Molen, M. K. 2007: The full greenhouse gas balance of an abandoned peat meadow. – Biogeosciences 4: 411–424.

Herranen, T. 2009: Turpeen rikkipitoisuus Suomessa. – Geologian tutkimuskeskus, Turvetutkimusraportti 398. 55 s.

Hiltula, O., Lensu, T., Kotiaho, J. S., Saari, V. & Päivinen, J. 2005: Voimajohtoaukeiden raivauksen merkitys soiden päiväperhosille ja kasvillisuudelle. – Suomen ympäristö 795. 38 s.

Hirst, V., Bain, C., Bonn, A., Evans, C., Glenk, K., Holden, J., Martin-Ortega, J. & Reed, M. 2012: Catchment management using payments for ecosystem services to restore and maintain upland peat. – Briefing Note, August 2012, Valuing Nature Network. 5 s.

Hokkanen, R. & Haapalehto, T. 2013: Lähteinen korpi: Kannonkosken Kismanniemi. – Teoksessa: Aapala, K. ym. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 220–224.

Holden, J., Chapman, P. J. & Labadz, J. C. 2004: Artificial drainage of peatlands: hydrological and hydrochemical process and wetland restoration. – Progress in Physical Geography 28(1): 95–123.

Hotanen, J.-P. 2003: Multidimensional site description of peatlands drained for forestry. – Silva Fennica 37(1): 55–93.

Hynninen, P. & Sepponen, P. 1983: Erään suoalueen ojituksen vaikutus purovesien laatuun Kiiminkijoen vesistöalueella, Pohjois-Suomessa. – Silva Fennica 17(1): 23–43.

Hyvärinen, E. & Aapala, K (toim.) 2009: Metsien ja soiden ennallistamisen sekä harjumetsien paahdeympäristöjen luonnonhoidon seurantaohje. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 118. 114 s.
— , Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019: Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. – Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 704 s.
Hyvärinen, V. & Vehviläinen, B. 1980: The effect of climate fluctuation and man on discharge in Finnish river basins. – Teoksessa: The influence of man on the hydrological regime with special reference to representational and experimental basins. IAHS-AISH Publication 130: 97–103.
Härkönen, L., Nieminen, T. M., Hadcik, M., Ilvesniemi, H. & Joensuu, S. 2020: Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen torjunta metsätaloudessa. – Vesitalous 2/2020. S. 17–20.
— , Lepistö, A., Sarkkola, S., Kortelainen, P. & Räike, A. 2023: Reviewing peatland forestry: Implications and mitigation measures for freshwater ecosystem browning. – Forest Ecology and Management 531 (2023) 120776.
Hökkä, H., Salminen, H., Ahtikoski, A., Kojola, S., Launiainen, S. & Lehtonen, M. 2017: Long-term impact of ditch network maintenance on timber production, profitability and environmental loads at regional level in Finland: A simulation study. – Forestry 90: 234–246.
Hölldobler, B. & Wilson, E. O. 1990: The ants. – Harvard University Press, Cambridge, Mass. xii + 732 s.
Hörnberg, G., Ohlson, M. & Zackrisson, O. 1995: Stand dynamics, regeneration patterns and long-term continuity in boreal old-growth *Pice abies* swamp forest. – Journal of Vegetation Science 6: 291–298.
— , Zackrisson, O., Segerström, U., Svensson, B.W., Ohlson, M. & Bradshaw, R. 1998: Boreal swamp forests. Biodiversity "hotspots" in an impoverished forest landscape. – BioScience 48: 795–802.
Ikkala, L. & Similä, M. 2024: Ennallistettujen soiden seurannan kehittämisehdotukset – Hydrologia-LIFE-hankkeessa kertyneitä kokemuksia hoitoseurannan ja hydrologisen seurannan parantamiseksi ja kaukokartoitusseurannan perustamiseksi. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 251. 148 s.
Ilmonen, J. 2023: Lähteikköjen pohjaeläimet. – Raportteja 9/2023. Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 39 s.
— , Paasivirta, L. & Muotka, T. 2006: Changes in benthic macroinvertebrate assemblages following watershed-scale restoration: first results. – Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie Verhandlungen 29: 1487–1491.
— , Virtanen, R., Paasivirta, L. & Muotka, T. 2013: Detecting restoration impacts in interconnected habitats: spring invertebrate communities in a restored wetland. – Ecological Indicators 30: 165–169.
Ingram, H. A. P. 1983: Hydrology. – Teoksessa: Gore A. J. P. (toim), Mires. Swamp, bog, fen and moor. Elsevier. Ecosystems of the World. 4A. S. 67–158.
IPBES 2018: The IPBES assessment report on land degradation and restoration. – Montanarella, L., Scholes, R. & Brainich, A. (toim.), Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 744 s.
— 2019: Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. – Brondízio, E. S., Settele, J., Díaz, S. & Ngo, H. T. (toim.), IPBES secretariat, Bonn, Germany. 63 s.

Isoaho, A., Ikkala, L. & Räsänen, A. 2024: Satelliittikuvien muutostulkinta aapasoiden ennallistamisen hoitoseurannan priorisoinnissa. – Suo 75 (1–2): 49–62.
— , Pitkänen, T. P., Ikkala, L., Sallinen, A., Rana, P., Marttila, H., Päkkilä, L. & Räsänen, A. 2025: An automated Google Earth Engine application for detecting the impacted area of treeless boreal peatland restoration – a tool for practitioners and decision-makers. – Käsikirjoitus lähetetty arvioitavaksi.
Ivanov, K. E. 1981: Water movement in mirelands. – Academic press, London. 276 s.
Jaatinen, K., Fritze, H., Laine, J. & Laiho, R. 2007: Effects of short- and long-term water-level drawdown on the populations and activity of aerobic decomposers in a boreal peatland. – Global Change Biology 13: 491–510.
— , Laiho, R., Vuorenmaa, A., del Castillo, U., Minkkinen, K., Pennanen, T., Penttilä, T. & Fritze, H. 2008: Responses of aerobic microbial communities and soil respiration to water-level drawdown in a northern boreal fen. – Environmental Microbiology 10(2): 339–353.
Janssen, A., Hunger, H., Konold, W., Pufal, G. & Staab, M. 2018: Simple pond restoration measures increase dragonfly (Insecta: Odonata) diversity. – Biodiversity and Conservation 27: 2311–2328.
Jansson, H. 2011: Kulttuuriperinnön huomioiminen ennallistamisessa ja luonnonhoidossa. – Teoksessa: Similä, M. & Junninen, K. (toim.), Metsien ennallistamisen ja luonnonhoidon opas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 157. S. 148–157.
Jassey, V. E., Signarbieux, C., Hattenschwiler, S., Bragazza, L., Buttler, A., Delarue, F., Fournier, B., Gilbert, D., Laggoun-Defarge, F., Lara, E., Mills, R. T., Mitchell, E. A., Payne, R. J. & Robroek, B. J. 2015: An unexpected role for mixotrophs in the response of peatland carbon cycling to climate warming. – Scientific Reports 5 (2015) 16931.
Jauhiainen, J., Limin, S., Silvennoinen, H. & Vasander, H. 2008: Carbon dioxide and methane fluxes in drained tropical peat before and after hydrological restoration. – Ecology 89: 3503–3514.
Jauhiainen, S., Laiho, R., & Vasander, H. 2002: Ecohydrological and vegetational changes in a restored bog and fen. – Annales Botanici Fennici, 39(3): 185–199.
Jiménez-Alfaro, B., Aunina, L., Carbognani, M., Dítě, D., Fernández-Pascual, E., Garbolino, E., Hájek, O., Hájková, P., Ivchenko, T. G., Jandt, U., Jansen, F., Kolari, T. H. M., Pawlikowski, P., Pérez-Haase, A., Peterka, T., Petraglia, A., Plesková, S., Tahvanainen, T., Tomaselli, M. & Hájek, M. 2023: Habitat-based biodiversity responses to macroclimate and edaphic factors in European fen ecosystems. – Global Change Biology 29: 6756–6771.
Joensuu, J., Heliövaara, K. & Savolainen, E. 2008: Risk of bark beetle (Coleoptera, Scolytidae) damage in a spruce forest restoration area in central Finland. – Silva Fennica 42: 233–245.
Joensuu, S. 2002: Effects of ditch network maintenance and sedimentation ponds on export loads of suspended solids and nutrients from peatland forests. – Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 868. 83 s.
— , Ahti, E. & Vuollekoski, M. 2002: Effects of ditch network maintenance on the chemistry of runoff water from peatland forests. – Scandinavian Journal of Forest Research 17: 238–247.
— , Tenhola, T. & Hyvärinen, A. 2015: Paikkatiedon hyödyntäminen metsätalouden vesiensuojelussa ja tulvasuojelussa. – Tapio Raportti 1 (14). 76 s.
Johansson, B. & Seuna, P. 1994: Modelling the effects of wetland restoration on high flows. – Aqua Fennica 24: 59–68.
Johtotieto 2025: Johtotietopankki. Johtojen sijaintitieto- ja näytönvarauspalvelut. – <johtotietopankki.fi>.

Joosten, H. & Clarke, D. 2002: Wise use of mires and peatlands. Background and principles including a framework for decision-making. – IMCG, IPS. Saarijärvi, Finland. 303 s.

Jukarainen, A., Mikkola-Roos, M. & Rajasärkkä, A. 2023: Suomessa pesivien lintulajien osuus Euroopan unionin kannasta. – Linnut-vuosikirja 2022: 122–123.

Juottonen, H., Hynninen, A., Nieminen, M., Tuomivirta, T., Tuittila, E.-S., Nousiainen, H., Kell, D. K., Yrjälä, K., Tervahauta A. & Fritze, H. 2012: Methane-cycling microbial communities and methane emission in natural and restored peatlands. – Applied and Environmental Microbiology 78: 6386–6389.

Juutinen, R. & Ilmonen, J. 2013: Lähteikköjen ennallistaminen. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 157–163.

Juvonen, J. 2020: Cost-benefit analysis of continuous cover forestry and buffer zones as nature based solutions to preserve water quality level in Lake Puruvesi and in its sub-catchment area. – Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. 79 s.

Kaakinen, E., Kokko, A., Aapala, K., Kalpio, S., Eurola, S., Haapalehto, T., Heikkilä, R., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Nousiainen, H., Ruuhijärvi, R., Salminen, P., Tuominen, S., Vasander, H. & Virtanen, K. 2008a: Suot. – Teoksessa: Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.), Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Osa 1. Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 8/2008. S. 75–109.

— , Kokko, A., Aapala, K., Kalpio, S., Eurola, S., Haapalehto, T., Heikkilä, R., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Nousiainen, H., Ruuhijärvi, R., Salminen, P., Tuominen, S., Vasander, H. & Virtanen, K. 2008b: Suot. – Teoksessa: Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.), Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Osa 2. Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 8/2008. S. 143–256.

— , Kokko, A., Aapala, K., Autio, O., Eurola, S., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Lindholm, T., Nousiainen, H., Rehell, S., Ruuhijärvi, R., Sallantaus, T., Salminen, P., Tahvanainen, T., Tuominen, S., Turunen, J., Vasander, H. & Virtanen, K. 2018a: Suot. – Teoksessa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.), Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. S. 63–80.

— , Kokko, A., Aapala, K., Autio, O., Eurola, S., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Lindholm, T., Nousiainen, H., Rehell, S., Ruuhijärvi, R., Sallantaus, T., Salminen, P., Tahvanainen, T., Tuominen, S., Turunen, J., Vasander, H. & Virtanen, K. 2018b: Suot. –Teoksessa: Kontula T., Raunio A. (toim.), Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus & Ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen Ympäristö 5/2018. S. 321–474.

Kaartinen, S. & Rehell, S. 2013: Lähteikköjen kunnostaminen käsityönä: Talaskangas. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 217–219.

Kaila, A., Sarkkola, S., Laurén, A., Ukonmaanaho, L., Koivusalo, H., Xiao, L., O'Driscoll, C., Asam, Z., Tervahauta, A. & Nieminen, M. 2014: Phosphorus export from drained Scots pine mires after clear-felling and bioenergy harvesting. – Forest Ecology and Management 325: 99–107.

— , Laurén, A., Sarkkola, S., Koivusalo, H., Ukonmaanaho, L., Xiao, L., Asam, Z., O´Driscoll, C. & Nieminen, M. 2015: The effect of clear-felling and harvest residue removal on nitrogen and phosphorus export from drained Norway spruce mires in southern Finland. – Boreal Environment Research 20: 693–706.

Kalatalouden keskusliitto 2025: Osakaskunnat. – <ahven.net/osakaskunnat>.

Kangasjärvi, S. 2006: Kahden metsäojitetun suon ennallistamiskehitys kymmenen vuoden aikana. – Soiden ekologian ja suometsätieteen pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos, Helsinki. 57 s. + 7 liitettä.

Kareksela, S., Haapalehto, T., Juutinen, R., Matilainen, R., Tahvanainen, T. & Kotiaho, J. S. 2015: Fighting carbon loss of degraded peatlands by jump-starting ecosystem functioning with ecological restoration. – Science of the Total Environment 537: 268–276.

— , Ojanen, P., Aapala, K., Haapalehto, T., Ilmonen, J., Koskinen, M., Laiho, R., Laine, A., Maanavilja, L., Marttila, H., Minkkinen, K., Nieminen, M., Ronkanen, A.-K., Sallantaus, T., Sarkkola, S., Tolvanen, A., Tuittila, E.-S. & Vasander, H. 2021: Soiden ennallistamisen suoluonto-, vesistö- ja ilmastovaikutukset. – Vertaisarvioitu raportti. Suomen Luontopaneelin julkaisuja 3b/2021. 102 s. + 6 liites.

Karjalainen, S. 2010: Suomen sudenkorennot. – Tammi, Helsinki. 239 s.

Keskinen, H.-L., Rintala, T. & Siitonen, J. (toim.) 2021: Helmi-elinympäristöohjelma 2021–2030. Valtioneuvoston periaatepäätös. – Valtioneuvoston julkaisuja 2021:83. 74 s.

Keskisarja, V., Salminen, E. & Westberg, V. (toim.) 2018: Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen suuntaviivat vuoteen 2020. Väliraportti. – Maa- ja metsätalousministeriön työryhmämuistio. 48 s.

Kimmel, K. & Mander, Ü. 2010: Ecosystem services of peatlands: implications for restoration. – Progress in Physical Geography 34: 491–514.

Kitson, E. & Bell, N. G. A. 2020: The response of microbial communities to peatland drainage and rewetting. A review. – Frontiers in Microbiology 11 (2020) 582812.

Klarica, J. & Glaser, F. 2015: Ameisen (Hymenoptera: Formicidae) im Fohramoos, Vorarlberg: Arten und Lebensräume in einem montanen Moorkomplex. – inatura - Forschung online 17. 17 s.

Koivisto, S. 2017: Archaeology of Finnish wetlands. With special reference to studies of stone age stationary wooden fishing structures. – Academic Dissertation, Department of Philosophy, Culture and Art Studies, University of Helsinki. 100 s.

Koivula, M., Siitonen, J., Tonteri, T., Assmuth, A., Hotanen, J.-P., Huhta, E., Kaitera, J., Lintunen, J., Salminen, H., Shorokhova, E. & Viitala, E.-J. 2025: Synteesiraportti: Talousmetsien luonnon monimuotoisuuden kehitys ja luonnonhoidon vaikuttavuus. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 19/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 77 s.

Koivunen, A., Malinen P., Ormio, H., Terhivuo, J. & Valovirta, I. 2014: Suomen kotilot ja etanat. Opas maanilviäisten maailmaan. – Hyönteistarvike TIBIALE Oy. 376 s.

Kokko, A., Ojanen, P., Aapala, K., Hotanen, J.-P., Laitinen, J., Punttila, P., Rehell, S., Tiainen, J. & Vasander, H. 2020: Suoluontotyyppien uhanalaisuus. – Suo 71(2): 149–155.

Kokkonen, N. A. K., Laine, A. M., Laine, J., Vasander, H., Kurki, K., Gong, J. & Tuittila, E.-S., 2019: Responses of peatland vegetation to 15-year water level drawdown as mediated by fertility level. – Journal of Vegetation Science 30: 1206–1216.

Komonen, A. & Alajoki, H. 2011: Kirjanpainajatuhot luonnonhoidon jälkeen litin Saviojalla. – Metsätieteen aikakauskirja 4/2001: 257–264.

— & Kouki, J. 2008: Do restoration fellings in protected forests increase the risk of bark beetle damages in adjacent forests? A case study from Fennoscandian boreal forest. – Forest Ecology and Management 255: 3736–3743.
— , Toivanen, T. & Punttila, P. 2011: Ennallistamiseen, metsäpaloihin ja tuulenkaatoihin liittyvät hyönteistuhoriskit. – Teoksessa: Similä, M. & Junninen, K. (toim.), Metsien ennallistamisen ja luonnonhoidon opas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 157. S. 67–70.
Komulainen, V.-M, Nykänen, H., Martikainen, P. J. & Laine, J. 1998: Short-term effect of restoration on vegetation change and methane emissions from peatlands drained for forestry in southern Finland. – Canadian Journal of Forest Research 28: 402–411.
— , Tuittila, E.-S., Vasander, H. & Laine, J. 1999: Restoration of drained peatlands in southern Finland: initial effect on vegetation change and CO_2 balance. – Journal of Applied Ecology 36: 634–648.
Kondelin, H. & Eisto, K. 2010: Juuan Polvelan lettopellon ennallistaminen ja seuranta 2002–2007. – Raportti, Metsähallituksen arkisto, Vantaa. 14 s. + liitteet.
Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). 2018: Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. 388 s.
Kooijman, A. M. 1992: The decrease of rich fen bryophytes in the Netherlands. – Biological Conservation 59(2–3): 139–143.
Korhonen, K. T., Ahola, A., Heikkinen, J., Henttonen, H. M., Hotanen, J.-P., Ihalainen, A., Melin, M., Pitkänen, J., Räty, M., Sirviö, M. & Strandström, M. 2021: Forests of Finland 2014–2018 and their development 1921–2018. – Silva Fennica 55 (5) article id 10662.
Korkeamäki, E. & Suhonen, J. 2002: Distribution and habitat specialization of species affect local extinction in dragonfly Odonata populations. – Ecography 25: 459–465.
Korkiakoski, M., Tuovinen, J.-P., Penttilä, T., Sarkkola, S., Ojanen, P., Minkkinen, K., Rainne, J., Laurila, T. & Lohila, A. 2019: Greenhouse gas and energy fluxes in a boreal peatland forest after clearcutting. – Biogeosciences 16: 3703–3723.
— , Ojanen, P., Penttilä, T., Minkkinen, K., Sarkkola, S., Rainne, J., Laurila, T. & Lohila, A. 2020: Impact of partial harvest on CH_4 and N_2O balances of a drained boreal peatland forest. – Agricultural and Forest Meteorology 295: 108168.
Kortelainen, P. & Saukkonen, S. 1998: Leaching of nutrients, organic carbon and iron from Finnish forestry land. – Water, Air and Pollution 105: 239–250.
Koskinen, M., Sallantaus, T. & Vasander, H. 2011: Post-restoration development of organic carbon and nutrient leaching from two ecohydrologically different peatland sites. – Ecological Engineering 37: 1008–1016.
— , Tahvanainen, T., Sarkkola, S., Menberu, M. W., Laurén, A., Sallantaus, T., Marttila, H., Ronkanen, A.-K, Parviainen, M., Tolvanen, A., Koivusalo, H. & Nieminen, M. 2017: Restoration of nutrient-rich forestry-drained peatlands poses a risk for high exports of dissolved organic carbon, nitrogen, and phosphorus. – Science of the Total Environment 586: 858–869.
Kotiaho, J., Bäck, J., Jokimäki, J., Kallio, K., Ketola, T., Laine, I., Lakka, H.-K., Lehikoinen, A., Nieminen, T.-M., Nieminen, M., Oksanen, E., Repo, A., Pappila, M., Sinkkonen, A. & Sääksjärvi, I. 2022: Jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen ympäristö- ja talousvaikutukset. – Suomen luontopaneelin julkaisuja 1A/2022.

Krieger, A., Fartmann, T. & Poniatowski, D. 2019: Restoration of raised bogs – Land-use history determines the composition of dragonfly assemblages. – Biological conservation 237: 291–298.

Kritzberg, E. S., Hasselquist, E. M., Skerlep, M., Löfgren, S., Olsson, S., Stadmark, J., Valinia, S., Hansson, I. A. & Laudon, J. 2020: Browning of freshwaters: Consequences to ecosystem services, underlying drivers and potential mitigation measures. – Ambio 49: 375–390.

Krogerus, R. 1960: Ökologische Studien über nordische Moorarthropoden. – Commentationes Biologicae – Societas Scientiarum Fennica 21: 1–238.

Kulmala, P. 2003: Aatsinginhaudan ennallistamissuunnitelma. Aatsinki–Onkamon Natura-alue, Salla. – Metsähallitus, Perä-Pohjolan luontopalvelut, Rovaniemi. 18 s.

— 2004: Aatsinginhauta. Ennallistamisen työselostus. Aatsinki–Onkamon Natura-alue, Salla. – Metsähallitus, Perä-Pohjolan luontopalvelut, Rovaniemi. 5 s.

— 2005: Lettorikon tila Suomessa. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 148. 71 s.

Kurikka, T. & Ilmonen, J. 2013: Letto- ja lähdelajisto ennallistetulla suolla: Joroisten Saarikkolammensuo. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 196–200.

Kuuri-Riutta, O., Väliranta, M. & Tuittila, E.-S. 2022: Literature review on testate amoebae as environmental indicators and as a functional part of the microbial community in northern peatlands. – Mires and Peat 28, Article 28.

— , Pilkama, E., Salminen-Paatero, S., Vögeli, C., Mitchell, E. A. D., Lohila, A., Tuittila, E.-S. & Väliranta, M. 2024: Recent hummock establishment in the margin of a subarctic fen, Finnish Lapland. – Boreas 53: 282–295.

Könönen, K. 2023: Varsinais-Suomen kotilokartoitus 2023. – Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon. 40 s.

Köster, E., Chapman, J. P. B., Barel, J. M., Korrensalo, A., Laine, A. M., Vasander, H. T. & Tuittila, E.-S. 2023: Water level drawdown makes boreal peatland vegetation more responsive to weather condition. – Global Change Biology 29: 5691–5705.

Laaka-Lindberg, S., Anttila, S. & Syrjänen, K. (toim.) 2009: Suomen uhanalaiset sammalet. – Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas. 347 s.

Laasasenaho, K., Lauhanen, R. & Palomäki, A. 2024: Maanomistajien rooli turvemaiden ennallistamisessa. – Suo 75(1–2): 63–66.

Laatikainen, A., Kolari, T. H. M. & Tahvanainen, T. 2025: Sphagnum moss layer growth after restoration of forestry-drained peatlands in Finland. – Restoration Ecology, e70008.

Lafleur, P. M., Roulet, N., Bubier, J., Frolking, S. & Moore, T. R. 2003: Interannual variability in the peatland-atmosphere carbon dioxide exchange at an ombrotropic bog. – Global Biogoechemical Cycles 17: 1036.

Lahermo, P., Valovirta, V. & Särkioja, A. 1984: The geobotanical development of spring-fed mires in Finnish Lapland. – Geological Survey of Finland. Bulletin 287. 44 s.

Laiho, R. 2006: Decomposition in peatlands: Reconciling seemingly contrasting results on the impacts of lowered water levels. – Soil Biology & Biochemistry 38: 2011–2024.

— , Vasander, H., Penttilä, T. & Laine, J. 2003: Dynamics of plant-mediated organic matter and nutrient cycling following water-level drawdown in boreal peatlands. – Global Biogeochemical Cycles 17: 1–11.

Laine, A. M., Leppälä, M., Tarvainen, O., Päätalo, M.-L., Seppänen, R. & Tolvanen, A. 2011: Restoration of managed pine fens: effect on hydrology and vegetation. – Applied Vegetation Science 14: 340–349.

— , Tolvanen, A., Mehtätalo, L. & Tuittila, E.-S. 2016: Vegetation structure and photosynthesis respond rapidly to restoration in young coastal fens. – Ecology and Evolution 6(19): 6880–6891.
— , Mehtätalo, L., Tolvanen, A., Frolking, S. & Tuittila, E.-S. 2019a: Impacts of drainage, restoration and warming on boreal wetland greenhouse gas fluxes – Science of The Total Environment 647: 169–181.
— , Mäkiranta, P., Laiho, R., Mehtätalo, L., Penttilä, T., Korrensalo, A., Minkkinen, K., Fritze, H. & Tuittila, E.-S. 2019b: Warming impacts on boreal fen CO2 exchange under wet and dry conditions. – Global Change Biology 25: 1995–2008.
— , Korrensalo, A., Kokkonen, N. A. K. & Tuittila, E.-S. 2021: Impact of long-term water level drawdown on functional plant trait composition of northern peatlands. – Functional Eclogy 35: 2342–2357.
— , Ojanen, P., Lindroos, T., Koponen, K., Maanavilja, L., Lampela, M., Turunen, J., Minkkinen, K. & Tolvanen, A. 2024: Climate change mitigation potential of restoration of boreal peatlands drained for forestry can be adjusted by site selection and restoration measures. – Restoration Ecology e14213.
Laine, J. & Vanha-Majamaa, I. 1992: Vegetation ecology along a trophic gradient on drained pine mires in southern Finland. – Annales Botanici Fennici 29: 213–233.
— , Vasander, H. & Sallantaus, T. 1995a: Ecological effects of peatland drainage for forestry. – Environmental Review 3: 286–303.
— , Vasander, H. & Laiho, R. 1995b: Long-term effects of water level drawdown on the vegetation of drained pine mires in southern Finland. – Journal of Applied Ecology 32: 785–802.
— , Minkkinen, K., Laiho, R., Tuittila, E.-S. & Vasander, H. 2000: Suokasvit – turpeen tekijät. – Helsingin yliopiston Metsäekologian laitoksen julkaisuja 24. 55 s.
— , Komulainen, V.-M., Laiho, R., Minkkinen, K., Rasinmäki, A., Sallantaus, T., Sarkkola, S., Silvan, N., Tolonen, K., Tuittila E.-S., Vasander, H. & Päivänen, J. 2002: Lakkasuo – opas suon ekosysteemiin. – Helsingin yliopiston Metsäekologian laitoksen julkaisuja 26. 120 s.
— , Komulainen, V.-M., Laiho, R., Minkkinen, K., Rasinmäki, A., Sallantaus, T., Sarkkola, S., Silvan, N., Tolonen, K., Tuittila, E.-S., Vasander, H. & Päivänen, J. 2004: Lakkasuo – a guide to mire ecosystem. – University of Helsinki, Department of Forest Ecology Publications 31. 123 s.
— , Harju, P., Timonen, T., Laine, A., Tuittila, E.-S., Minkkinen, K. & Vasander, H. 2009: The intricate beauty of *Sphagnum* mosses – A Finnish guide to identification. – University of Helsinki Department of Forest Ecology Publications 39. 190 s.
— , Vasander, H., Hotanen, J.-P., Nousiainen, H., Saarinen, M. & Penttilä, T. 2018: Suotyypit ja turvekankaat – kasvupaikkaopas. – Metsäkustannus, Helsinki. 160 s.
Laing, C. G., Granath, L., Belyea, L. R., Allton, K. E. & Rydin, H. 2014: Tradeoffs and scaling of functional traits in *Sphagnum* as drivers of carbon cycling in peatlands. – Oikos 123: 817–828.
Laitinen, J. 2008: Vegetation and landscape level responses to water level fluctuations in Finnish, mid-boreal aapa-mire – aro-wetland environments. – Acta Universitatis Ouluensis Series A 513. 70 s. + 6 liiteartikkelia.
— , Rehell, S., Huttunen, A., Tahvanainen, T., Heikkilä, R. & Lindholm, T. 2007: Mire systems in Finland – special view to aapa mires and their water flow pattern. – Suo 58(1): 1–26.
— , Rehell, S. & Oksanen, J. 2008: Community and species responses to water level fluctuations with reference to soil layers in different habitats of mid-boreal mire complexes. – Plant Ecology 194: 17–36.

Laitinen, T. 1997: Saarikkolammen kunnostussuunnitelma, kasvillisuusselvitys. – Etelä-Savon ympäristökeskuksen moniste 1. 23 s.
Lajitietokeskus 2024: Laji.fi-tietokanta.
Lamers, L., Vile, M., Grootjans, A. P., Acreman, M., van Diggelen, R., Evans, M., Richardson, C., Rochefort, L., Kooijman, A., Roelofs, J. & Smolders, A. 2015: Ecological restoration of rich fens in Europe and North America: from trial and error to an evidence-based approach. – Biological Reviews 90: 182–203.
Lammi, A., Kokko, A., Kuoppala, M., Aroviita, J., Ilmonen, J., Jormola, J., Karonen, M., Kotanen, J., Luotonen, H., Muotka, T., Mykrä, H., Rintanen, T., Sojakka, P., Teeriaho, J., Teppo, A., Toivonen, H., Urho, L. & Vuori, K.-M. 2018: Sisävedet ja rannat. – Teoksessa: Kontula T., Raunio A. (toim.), Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5 /2018. S. 185–320.
Lappalainen, E. 1996: General review of peatland and peat resources. – Teoksessa: Lappalainen E. (toim.), Global peat resources. IPS, GTK. S. 53–56.
Larmola, T., Tuittila, E.-S., Tiirola, M., Nykänen, H., Martikainen, P. J., Yrjälä, K., Tuomivirta, T. & Fritze, H. 2010: The role of *Sphagnum* mosses in the methane cycling of a boreal mire. – Ecology 91: 2356–2365.
— , Tiirola, M., Leppänen, S. M., Putkinen, A., Aarva, M., Merilä, P., Fritze, H. & Tuittila, E.-S. 2014: Metaanin hapettajat – suon hiilen ja typen kierron kaksoisagentit. – Metsätieteen aikakauskirja 4: 5889.
Lehtonen, H., Ojanen, H., Kekkonen, H., Niskanen, O., Savikko, R., Wejberg, H., Knuuttila, M., Stenberg, L., Niemi, J., Salmivaara, A. & Laurila, M. 2024: Turvepeltojen käytön tiekartta vuoteen 2050. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 89/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 154 s.
Lepistö, A., Räike, A., Sallantaus, T. & Finér, L. 2021: Increases in organic carbon and nitrogen concentrations in boreal forested catchments – changes driven by climate and deposition. – Science of the Total Environment 780 (2021) 146627.
Leppelt, T., Dechow, R., Gebbert, S., Freibauer, A., Lohila, A., Augustin, J., Drösler, M., Fiedler, S., Glatzel, S., Höper, H., Järveoja, J., Laerke, P., Maljanen, M., Mander, U., Mäkiranta, P., Minkkinen, K., Ojanen, P., Regina, K. & Strömgren M. 2014: Nitrous oxide emission budgets and land-use driven hotspots for organic soils in Europe. – Biogeosciences 11: 6595–6612.
Leppiniemi, O. 2014: Opas ojitusyhteisölle uoman kunnossapito- ja peruskorjaushankkeeseen. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Opas 3 | 2014. 28 s.
Leppä, K., Hökkä, H., Laiho, R., Launiainen, S., Lehtonen, A., Mäkipää, R., Peltoniemi, M., Saarinen, M., Sarkkola, S. & Nieminen, M. 2020: Selection cuttings as a tool to control water table level in boreal drained peatland forests. – Frontiers in Earth Science 8: 1–16.
Leppälä, M., Kukko-oja, K., Laine, J. & Tuittila, E.-S. 2008: Seasonal dynamics of CO_2 exchange during primary succession of boreal mires as controlled by phenology of plants. – Ecoscience 11: 460–471.
— , Oksanen, J. & Tuittila, E.-S. 2011a: Methane flux dynamics during mire succession. – Oecologia 165: 489–499.
— , Laine, A. M., Seväkivi, M.-L & Tuittila, E.-S. 2011b: Differences in CO_2 dynamics between successional mire plant communities during wet and dry summers. – Journal of Vegetation Science 22: 357–366.
Lindholm, T. 1995a: Seitsemisen kansallispuisto, Suomenselän helmi. – Teoksessa: Lokki, J. & Miettinen, K. (toim.), Kaunis Kotimaa 3. WSOY, Helsinki. S. 218–223.
— 1995b: Suot korjaamalla kuntoon. – Teoksessa: Lokki, J. & Miettinen, K. (toim.), Kaunis Kotimaa 3. WSOY, Helsinki. S. 221–223.

— & Vasander, H. 1990: Production of eight species of *Sphagnum* at Suurisuo mire, southern Finland. – Annales Botanici Fennici 27: 145–157.
Lindman, L., Ranius, T. & Schroeder, M. 2023: Regional climate affects habitat preferences and thermal sums required for development of the Eurasian spruce bark beetle, *Ips typographus*. – Forest Ecology and Management 544 (2023) 121216.
Lindsay, R. 2010: Peatbogs and carbon. A critical synthesis. – RSPB Scotland. 315 s.
Littlewood, N., Anderson, P., Artz, R., Bragg, O., Lunt, P. & Marrs, R. 2010: Peatland biodiversity. – Report to IUCN UK Peatland Programme, Edinburgh. 42 s.
Liutu, O. 2023: Puustodynamiikka ennallistetuilla aidoilla puustoisilla soilla Etelä- ja Keski-Suomessa. – Maisterintutkielma, Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Metsätieteiden osasto. 88 s.
Lohila, A., Minkkinen, K., Aurela, M., Tuovinen, J.-P., Penttilä, T., Ojanen, P. & Laurila, T. 2011: Greenhouse gas flux measurements in a forestry-drained peatland indicate a large carbon sink. – Biogeosciences 8: 3203–3218.
Loukola, O. 2008: Ennallistamisen vaikutukset soiden perhosiin. – Pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 35 s.
Loukola-Ruskeeniemi, K., Auri, J., Hyvärinen, J., Hyvönen, E., Lerssi, J., Nieminen, T. M., Nuottimäki, K., Turunen, R. & Ukonmaanaho, L. 2023: Opas mustaliuskeiden ympäristövaikutusten arviointiin ja hallintaan. – GTK tutkimustyöraportti 81/2023. 57 s.
Lukkala, O. J. 1929: Űber den Aziditätsgrad der Moore und die Wirkung der Entwässerung auf denselben. – Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 13: 1–24.
Lundin, L. 1987: Effects of forest drainage on the acidity of groundwater and surface water. – International Symposium on Acidification and Water Pathways, 4.–5.3.1987, Bolkesjö, Norway. The Norwegian National Committee for Hydrology in cooperation with Unesco and WMO, the IHP National Committees of Denmark, Finland and Sweden. Vol. II. S. 269–277.
— 1988: Impacts of drainage for forestry on runoff and water chemistry. – Proceedings of the International Symposium on the Hydrology of Wetlands in Temperate and Cold Regions, Joensuu, Finland 6.–8. June 1988. The Publications of the Academy of Finland 1988(5): 197–205.
Lundström, J., Öhman, K. & Laudon, H. 2018: Comparing buffer zone alternatives in forest planning using a decision support system. – Scandinavian Journal of Forest Research 33: 493–501.
Lång, K., Honkanen, H., Kekkonen, H., Laurila, M., Nieminen, M., Saarnio, S., Sarkkola, S., Savikko, R., Sorvali, J. & Virkkunen, E. 2024: Kosteikkoviljely ilmastonmuutoksen hillintäkeinona. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 106/2024. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 76 s.
Långström, B. 1984: Windthrown Scots pines as brood material for *Tomicus piniperda* and *T. minor*. – Silva Fennica 18: 187–198.
Maa- ja metsätalousministeriö 2008: Purokunnostusopas. Purot – elävää maaseutua. – Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 53 s.
— 2025: Metsänhoidon suositukset. – Verkkosivusto. <metsanhoidonsuositukset.fi/fi>.
Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry (MTK) & Svenska lantbruksproducenternas centralförbund SLC r.f (SLC) (toim.) 2024: MTK:n ja SLC:n luonnon monimuotoisuuden tiekartta maa- ja metsätaloudelle. 431 s.

Maanavilja, L., Aapala, K., Haapalehto, T., Kotiaho, J. S. & Tuittila, E.-S. 2014: Impact of drainage and hydrological restoration on vegetation structure in boreal spruce swamp forests. – Forest ecology and management 330: 115–125.

Maanmittauslaitos 2025: Satelliittipaikannus. – <maanmittauslaitos.fi/tutkimus/teematietoa/satelliittipaikannus>.

Mabelis, A. A. & Chardon, J. P. 2005: Survival of the black bog ant (*Formica trankaucasica* Nasanov) in relation to the fragmentation of its habitat. – Journal of Insect Conservation 9: 95–108.

— & Korczyńska, J. 2012: Can the Black bog ant (*Formica picea* Nyl.) survive in the Bieszczady National Park (SE Poland)? – Fragmenta Faunistica 55(2): 123–130.

Maljanen, M., Sigurdsson, B. D., Guðmundsson, J., Óskarsson, H., Huttunen, J. T. & Martikainen, P. J. 2010: Greenhouse gas balances of managed peatlands in the Nordic countries – present knowledge and gaps. – Biogeosciences 7: 2711–2738.

Maljanen, M., Hytönen, J., Mäkiranta, P., Laine, J., Minkkinen, K. & Martikainen, P. 2013: Atmospheric impact of abandoned boreal organic agricultural soils depends on hydrological conditions. – Boreal Environmental Research 18: 250–268.

Manninen, P. 1998: Effects of forestry ditch cleaning and supplementary ditching on water quality. – Boreal Environment Research 3: 23–32.

Marinier, M., Glatzel, S. & Moore, T. 2004: The role of cottongrass (*Eriophorum vaginatum*) in CO_2 and CH_4 exchange at two restored peatlands, Eastern Canada. – Écoscience 11: 141–149.

Markó, B., Kiss, K. & Gallé, L. 2004: Mosaic structure of ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in Eastern Carpathian marshes: regional versus local scales. – Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 50(2): 77–95.

Martikainen, P. J., Nykänen, H., Alm, J. & Silvola, J. 1995: Change in fluxes of carbon dioxide, methane and nitrous oxide due to forest drainage of mire sites of different trophy. – Plant and Soil 168–169: 571–577.

— , Siitonen, J., Kaila, L., Punttila, P. & Rauh, J. 1999: Bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) and associated beetle species in mature managed and old-growth boreal forests in southern Finland. – Forest Ecology and Management 116: 233–245.

Marttila, H., Karjalainen, S.-M., Kuoppala, M., Nieminen, M. L., Ronkanen, A.-K., Kløve, B. & Hellsten, S. 2018: Elevated nutrient concentrations in headwaters affected by drained peatland. – Science of the Total Environment 643: 1304–1313.

Maslov, A. A. 2000: Mass Scots pine decline during the outbreak of *Tomicus piniperda* in a raised boreal forested bog: causes, consequences and influence on structural biodiversity. – Teoksessa: Karjalainen, L. & Kuuluvainen, T. (toim.), Disturbance dynamics in boreal forests. Restoration and management of biodiversity. Kuhmo, Finland, August 21-25. Abstracts. 33 s.

Mattson, T., Finer, L., Kortelainen, P. & Sallantaus T. 2003: Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. – Water, Air and Soil Pollution 147: 275–297.

Menberu, M. 2018: Hydrology of peat-dominated headwater catchments. Theories and empirical analysis of the impacts of anthropogenic disturbance. – Acta Universitatis Ouluensis C 661. 99 s.

— , Tahvanainen, T., Marttila, H., Irannezhad, M., Ronkanen, A.-K, Penttinen, J. & Kløve, B. 2016: Water-table-dependent hydrological changes following peatland forestry drainage and restoration: Analysis of restoration success – Water Resources Research, 52: 3742–3760.

— , Marttila, H., Tahvanainen, T., Kotiaho, J. S., Hokkanen, R., Kløve, B., & Ronkanen, A.-K. 2017: Changes in pore water quality after peatland restoration: Assessment of a large-scale, replicated Before-After-Control-Impact study in Finland. – Water Resources Research 53: 8327–8343.
Merilä, P., Galand, P. E., Fritze, H., Tuittila, E.-S., Kukko-oja, K., Laine, J. & Yrjälä, K. 2006: Methanogen communities along a primary succession transect of mire ecosystems. – FEMS Microbiology Ecology 55: 221–229.
Metsähallitus 2025a: Priodiversity LIFE – luontokadon pysäyttämiseksi. – <metsa.fi/projekti/priodiversity>.
— 2025b: Lettohernesaran kylvö- ja istutuskokeen seurantatiedot 2016–2022. – Metsähallitus, Luontopalvelut, julkaisematon excel-tiedosto.
— 2025c: Suojelualueiden hoidon ja käytön periaatteet. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 272. 249 s.
Metsä- ja turvetalouden vesiensuojelutoimikunta 1988: Metsä- ja turvetalouden vesiensuojelutoimikunnan mietintö. – Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki, Komiteanmietintö 62/1987. 344 s.
Metsäkeskus 2021: Puumateriaalin lisääminen laskeutusaltaisiin. Toimintamalli suometsien hoitoon. – PuuMaVesi-hanke, Metsäkeskus. <metsakeskus.fi/sites/default/files/document/hanke-puumavesi-puumateriaalin-lisaaminen-laskeutusaltaaseen.pdf>. 7 s.
Metsäteollisuus ry. & Sahateollisuus ry. 2023: Puuta jalostavan teollisuuden tiekartta Monimuotoisemmat metsät. – Metsäteollisuus ry & Sahateollisuus ry. 20 s.
Meyer, A., Tarvainen, L., Nousratpour, A., Björk, R. G., Ernfors, M., Grelle, A., Kasimir Klemedtsson, Å., Lindroth, A., Räntfors, M., Rütting, T., Wallin, G., Weslien, P. & Klemedtsson, L. 2013: A fertile peatland forest does not constitute a major greenhouse gas sink. – Biogeosciences 10: 7739–7758.
Miles, C. J. & Brezonik, P. L. 1981: Oxygen consumption in humic-colored waters by a photochemical ferrous-ferric catalytic cycle. – Environmental Science & Technology 15(9): 1089–1095.
Millennium Ecosystem Assessment 2005: Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. – World Resources Institute, Washington, DC. 100 s.
Minkkinen, K. & Laine, J. 1998a: Long-term effect of forest drainage on the peat carbon stores of pine mires in Finland. – Canadian Journal of Forest Research 28(9): 1267–1275.
— & Laine, J. 1998b: Effect of forest drainage on the peat bulk density of pine mires in Finland. – Canadian Journal of Forest Research 28: 178–186.
— , Vasander, H., Jauhiainen, S., Karsisto, M., & Laine, J. 1999: Post-drainage changes in vegetation composition and carbon balance in Lakkasuo mire, central Finland. –Plant Soil 207: 107–120.
Miranto, M. (toim.) 2017: Etäsuojelijan opas. – Norrlinia 32. 65 s.
Mustamo, P., Hyvärinen, M., Ronkanen, A.-K. & Klöve B. 2016: Physical properties of peat soils under different land use options. – Soil Use and Management 32(3): 400–410.
Mäkilä, M. 2006: Regional distribution of peat increment in Finland. – Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (toim.), Finland – Land of mires. The Finnish Environment 23/2006. S. 89–93.
— & Goslar, T. 2008: The carbon dynamics of surface peat layers in southern and central boreal mires of Finland and Russian Karelia. – Suo 59: 49–69.
Mäkiranta, P., Laiho, R., Mehtätalo, L., Strakova, P., Sormunen, J., Minkkinen, K., Penttilä, T., Fritze, H. & Tuittila, E.-S. 2018: Responses of phenology and biomass production of boreal fens to climate warming under different water-table regimes. – Global Change Biology 24: 944–956.

Mälson, K. & Rydin, H. 2007: The regeneration capabilities of bryophytes for rich fen restoration. – Biological Conservation 135: 435–442.
— , Backéus, I. & Rydin, H. 2008: Long-term effects of drainage and initial effects of hydrological restoration on rich fen vegetation. – Applied Vegetation Science 11: 99–106.
— , Sundberg, S. & Rydin, H. 2010: Peat disturbance, mowing, and ditch blocking as tools in rich fen restoration. – Restoration Ecology 18: 469–478.
Naturvårdsverket 2006: Åtgärdsprogram för bevarande av rikkärr. Inklusive arterna gulyxne *Liparis loeselii* (NT), kalkkärrsgrynsnäcka *Vertigo geyeri* (NT) och större agatsnäcka *Cochlicopa nitens* (EN). – Rapport 5601. 81 s.
Nellemann, C. & Corcoran, E. (toim.) 2010: Dead planet, living planet – Biodiversity and ecosystem restoration for sustainable development. A rapid response assessment. – United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. Birkeland Trykkeri AS, Norway. 109 s.
Nieminen, M. 2003: Effects of clear-cutting and site preparation on water quality from a drained Scots pine mire in southern Finland. – Boreal Environment Research 8: 53–59.
— 2004: Export of dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorus following clear-cutting of three Norway spruce forests growing on drained peatlands in southern Finland. – Silva Fennica 38: 123–132.
— & Ahti, E. 1993: Leaching of nutrients from an ombrotrophic peatland area after fertilizer application on snow. – Folia Forestalia 814: 1–22.
— , Ahti, E., Koivusalo, H., Mattsson, T., Sarkkola, S. & Laurén, A. 2010: Export of suspended solids and dissolved elements from peatland areas after ditch network maintenance in south-central Finland. – Silva Fennica 44: 39–49.
— , Koskinen, M., Sarkkola, S., Laurén, A., Kaila, A., Kiikkilä, O., Nieminen, T. M. & Ukonmaanaho, L. 2015: Dissolved organic carbon export from harvested peatland forests with differing site characteristics. – Water, Air, and Soil Pollution 226: 181.
— , Sallantaus, T., Ukonmaanaho, L., Nieminen, T. M. & Sarkkola, S. 2017a: Nitrogen and phosphorus concentrations in discharge from drained peatland forests are increasing. – Science of the Total Environment 609: 974–981.
— , Sarkkola, S. & Lauren, A. 2017b: Impacts of forest harvesting on nutrient, sediment and dissolved organic carbon exports from drained peatlands. A literature review, synthesis and suggestions for the future. – Forest Ecological Management 392: 13–20.
— , Sarkkola, S., Hellsten, S., Marttila, H., Piirainen, S., Sallantaus, T. & Lepistö, A. 2018: Increasing and decreasing nitrogen and phosphorus trends in runoff from drained peatland forests – Is there a legacy effect of drainage or not? – Water, Air, & Soil Pollution 229, 286 (2018).
— & Sallantaus, T. 2020: Metsäojitettujen soiden vesistökuormitus. – Suo 71(2): 205–209.
— , Sarkkola, S., Haahti, K., Sallantaus, T., Koskinen, M. & Ojanen, P. 2020: Metsäojitettujen soiden typpi- ja fosforikuormitus Suomessa. – Suo 71(1): 1–13.
— , Sallantaus, T., Sarkkola, S. & Koskinen, M. 2021a: Soiden ennallistamisen vaikutukset valumavesien laatuun. – Vesitalous 2/2022: 16–18.
— , Sarkkola, S., Sallantaus, T., Hasselqvist, E. M. & Laudon, H. 2021b: Peatland drainage – a missing link behind increasing TOC concentrations in waters from high latitude forest catchments? – Science of the Total Environment 774 (2021) 145–150.
Nieminen, T. M., Hökkä, H., Ihalainen, A. & Finer, L. 2016: Metsänhoito happamilla sulfaattimailla. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 21/2020. 28 s.

— , Ihalainen, A. & Uusi-Kämppä, J. 2020a: Happamat sulfaattimaat ja ojitus. – Suo 71 (2): 211–218.
— , Silver, T., Boman, A., Ilvesniemi, H., Joensuu, S. & Härkönen, L. 2020b: Geologian tutkimuskeskuksen happamien sulfaattimaiden yleiskartoituksen hyödyntäminen metsätaloudessa. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 21/2020. 26 s.
Nilsson, M., Segerfors, J., Buffam, I., Laudon, H., Eriksson, T., Grelle, A., Klemendsson, L., Weslien, P. & Lindroth, A. 2008: Contemporary carbon accumulation in a boreal oligotrophic mire – a significant sink after accounting all C-fluxes. – Global Change Biology 14: 2317–2323.
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(5): 566–579.
— , 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.
Nugent, K. A., Strachan, I. B., Strack, M., Roulet, N. T. & Rochefort, L. 2018: Multi-year net ecosystem carbon balance of a restored peatland reveals a return to carbon sink. – Global Change Biology 24(12): 5751–5768.
Nupponen, K., Nieminen, M., Kaitila, J.-P., Hirvonen, P., Leinonen, R., Koski, H., Kullberg, J., Laasonen, E., Pöyry, J., Sallinen, T. & Välimäki, P. 2019: Perhoset. – Teoksessa: Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.), Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. S. 470–508.
Oinonen, E. A. 1956: Kallioiden muurahaisista ja niiden osuudesta kallioiden metsittymiseen Etelä-Suomessa. – Acta Entomologica Fennica 12: 1–212.
— & Wuorenrinne, H. 1976: Über die finnischen Ameisenarten aus waldpflegerischen Gesichtspunkten. – Waldhygiene 11: 167–170.
Oittinen, T. 2007: Valuma-alueella tehtyjen vesistötoimenpiteiden vaikutus yli- ja alivirtaamiin. – Opinnäytetyö, Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu.
Ojala, L., Heikkinen, H. I. & Tolvanen, A. 2013: Soiden merkitys virkistyskäytölle – Haastattelututkimus Oulussa, Haukiputaalla, Muhoksella ja Pudasjärvellä. – Metlan työraportteja 258: 213–229.
Ojanen, P., Minkkinen, K., Alm, J. & Penttilä, T. 2010: Soil–atmosphere CO_2, CH_4 and N_2O fluxes in boreal forestry-drained peatlands. – Forest Ecology and Management 260: 411–421.
— , Minkkinen, K. & Penttilä, T. 2012: Greenhouse gas balance of forestry-drained boreal peatlands: Sinks or sources? – Teoksessa: Peatlands in Balance: Proceedigs of the 14th International Peat Congress, Stockholm, Sweden, June 3-8, 2012. S. 239–243.
— , Minkkinen, K. & Penttilä, T. 2013: The current greenhouse gas impact of forestry-drained boreal peatlands. – Forest Ecology and Management 289: 201–208.
— & Minkkinen, K. 2020: Rewetting offers rapid climate benefits for tropical and agricultural peatlands but not for forestry-drained peatlands. – Global Biogeochemical Cycles 34:e2019GB006503.
— , Aapala, K., Hotanen, J.-P., Kokko, A., Kortelainen, P., Marttila, H., Nieminen, N., Nieminen, T. M., Punttila, P., Rehell, S., Sallantaus, T., Sarkkola, S., Tiainen, J., Turunen, J., Valpola, S., Vasander, H., Vähäkuopus, T. & Minkkinen, K. 2020a: Ojituksen vaikutus luonnon monimuotoisuuteen, ilmastoon ja vesistöihin – yhteenveto. – Suo 71(2): 93–114.

— , Aapala, K., Hotanen, J.-P., Hökkä, H., Kokko, A., Minkkinen, K., Myllys, M., Punttila, P., Päivänen, J., Rehell, S., Turunen, J., Valpola, S. & Vähäkuopus, T. 2020b: Soiden käyttö Suomessa. – Suo 71(2): 115–124.
— , Minkkinen K. & Regina K. 2020c: Ojituksen vaikutus maaperän kasvihuonekaasupäästöihin. – Suo 71(2): 173–188.
Oldén, A., Peura, M., Saine, S., Kotiaho, J. & Halme, P. 2019: The effect of buffer strip width and selective logging on riparian forest microclimate. – Forest Ecology and Management 453: 117623.
— , Penttilä, E. & Elo, M. 2023: The efficacy of the decay fungus *Chonrostereum purpureum* in the biocontrol of downy birch (*Betula pubescens*) sprouting in restored peatlands. – University of Jyväskylä. <metsa.fi/wp-content/uploads/2023/10/hydrologylife_efficacy_of_-decay_fungus_chondrostereum_purpureum_in_restored_peatlands.pdf>, luettu 12.3.2024.
Osmala, E. 2012: Riekon (*Lagopus lagopus*) reviirin muodostus havumetsäalueella. – Pro gradu -tutkielma, Itä-Suomen yliopisto. 45 s.
Paalamo, P., Eeronheimo, H. & Ilmonen, J. 2009: Metsähallituksen vastuulajien tila ja suojelutaso vuonna 2006. Lettorikko – *Saxifraga hirculus* L. – Tietolomake, lajit. Metsähallitus, Vantaa. 6 s. <julkaisut.metsa.fi/wp-content/uploads/sites/2/2012/10/lettorikko_2006.pdf>. 6 s.
Paappanen, J., Paukkunen, J., Teräs, I., Leinonen, R., Mutanen, M., Punttila, P., Pöyry, J., Raekunnas, M., Vepsäläinen, K., Viitasaari, M. & Vikberg, V. 2019: Havaintoja Suomelle uusista, hävinneistä, uhanalaisista ja silmälläpidettävistä myrkky- ja sahapistiäislajeista vuosina 2009–2017. – Sahlbergia 25.2: 3–23.
Paavilainen, E. & Päivänen, J. 1995: Peatland forestry. Ecology and principles. – Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York. Ecological Studies 111. 248 s.
Palviainen, M., Peltomaa, E., Laurén, A., Kinnunen, N., Ojala, A., Berninger, F., Zhu, X. & Pumpanen, J. 2021: Water quality and the biodegradability of dissolved organic carbon in drained boreal peatland under different forest harvesting intensities. – Science of the Total Environment 806:150919.
Pamilo, P. 1991: Life-span of queens in the ant *Formica exsecta*. – Insectes Sociaux 38: 111–119.
Pasanen, H., Juutilainen, K. & Siitonen, J. 2019: Responses of polypore fungi following disturbance-emulating harvesting treatments and deadwood creation in boreal Norway spruce dominated forests. – Scandinavian Journal of Forest Research 34: 557–568.
Paukkunen, J., Paappanen, J., Leinonen, R., Punttila, P., Pöyry, J., Raekunnas, M., Teräs, I., Vepsäläinen, K. & Vikberg, V. 2019: Myrkkypistiäiset. – Teoksessa: Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.), Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Helsinki, ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. S. 451–465.
Persson, T., Lenoir, L. & Vegerfors, B. 2013: Which macroarthropods prefer tree stumps over soil and litter substrates? – Forest Ecology and Management 290: 30–39.
Peuravuori, J. 1987: Turvesoiden kemiallinen kartoitus energiantuotantoa silmälläpitäen: Chemical mapping of peatlands with emphasis on the energy production. – Turun yliopisto. 346 s.
Philpott, S. M., Perfecto, I., Armbrecht, I. & Parr, C. L. 2010: Ant diversity and function in disturbed and changing habitats. – Teoksessa: Lach, L., Parr, C. L. & Abbott, K. L. (toim.), Ant ecology. Oxford University Press, New York. S. 137–156 + References s. 319–383.

Pickard, A. E., Heal, K. V., McLeod, A. R. & Dinsmore, K. J. 2017: Temporal changes in photoreactivity of dissolved organic carbon and implications for aquatic carbon fluxes from peatlands. – Biogeosciences 14: 1793–1809.

Piirainen, S., Domisch, T., Moilanen, M. & Nieminen, M. 2013: Long-term effects of ash fertilization on runoff water quality from drained peatland forests. – Forest Ecology and Management 287: 53–66.

Pistiäistyöryhmä 2010: Julkaisematon arvio vuoden 2010 pistiäislajien uhanalaisuuden arvioinnissa.

Pitkänen, A., Turunen, J., Tahvanainen, T. & Simola, H. 2013: Carbon storage change in a partially forestry-drained boreal mire determined through peat column inventories. – Boreal Environmental Research 18: 223–234.

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2025: Turvetuotantoalueet uuteen maankäyttöön. – Verkkosivusto. <ely-keskus.fi/web/turvet-uotantoalueiden-jatkokaytto>.

Pokryszko, B., Ruta, R., Książkiewicz-Parulskam, Z. 2016: The first record of *Vertigo geyeri* (Lindholm, 1925) (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginiidae) in N-W Poland. – Folia Malacologica 24(2): 63–68.

Postila, H., Korhonen, P., Raumanni, E., Saari, M. & Marttila, H. 2023: Raudan haitallisten vesistövaikutusten vähentäminen turvevaltaisilla metsätalousmailla (Rautavirta) – loppuraportti. – Oulun Yliopisto. 40 s.

Prévost, M., Plamondon, A. P. & Belleau, P. 1999: Effects of drainage of a forested peatland on water quality and quantity. – Journal of Hydrology 214(1): 130–143.

Price, J., Evans, C., Evans, M., Allott, T. & Shuttleworth, E. 2016: Peatland restoration and hydrology. – Teoksessa Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (toim.), Peatland restoration and ecosystem services. Science, policy and practice. Cambridge University Press. S. 77–94.

von Proschwitz, T. 2003: A review of the distribution, habitat selection and conservation status of the species of the genus *Vertigo* in Scandinavia (Denmark, Norway and Sweden) (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). – Heldia 5 (7): 27–50.

— 2014: Kalkkärrsgrynsnäcka (*Vertigo geyeri*) och smalgrynsnäcka (*Vertigo angustior*) i Södermanlands län. – Länsstyrelsen i Södermanlands län. Rapport 2014:1. 90 s.

— , Roth, J., Lundin, K. Back, R. 2023: Blötdjur: Snyltsnäckor – skivsnäckor: Mollusca Pyramidellidae–Planorbidae. – Nationalnyckeln till Sveriges Flora och Fauna. 528 s.

Punaisen kirjan verkkopalvelu. – <punainen-kirja.laji.fi>.

Punttila, P. & Haila, Y. 1996: Colonisation of a burned forest by ants in the southern Finnish boreal forest. – Silva Fennica 30(4): 421–435.

— & Kilpeläinen, J. 2009a: Distribution of mound-building ant species (*Formica* spp., Hymenoptera) in Finland: preliminary results of a national survey. – Annales Zoologici Fennici 46(1): 1–15.

— & Kilpeläinen, J.2009b: Julkaisematon aineisto valtakunnan metsien 10. inventoinnin muurahaisnäytteistä.

— , Autio, O., Kotiaho, J. S., Kotze, D. J., Loukola, O. J., Noreika, N., Vuori, A. & Vepsäläinen, K. 2016a: The effects of drainage and restoration of pine mires on habitat structure, vegetation and ants. – Silva Fennica 50(2): 1462.

— , Autio, O., Kotiaho, J. S., Kotze, D. J., Loukola, O. J., Noreika, N., Vuori, A. & Vepsäläinen, K. 2016b: Rämeiden ojituksen ja ennallistamisen vaikutukset elinympäristön rakenteeseen, kasvillisuuteen ja muurahaisiin. – Metsätieteen aikakauskirja 1/2016: 64–67.

Pykälä, J. 2001: Perinteinen karjatalous luonnon monimuotoisuuden ylläpitäjänä. – Suomen ympäristö 495. 202 s.

Päivänen, J. 1973: Hydraulic conductivity and water retention in peat soils. – Acta Forestalia Fennica 129: 1–70.

— 2007: Suot ja suometsät – järkevän käytön perusteet. – Metsäkustannus, Helsinki. 368 s.
Päkkilä, L., Ikkala, L., Marttila, H., Korhonen, P. & Similä, M. 2024: Hydrologisen seurannan kehittämisehdotukset. – Teoksessa: Ikkala, L. & Similä, M. (toim.), Ennallistettujen soiden seurannan kehittämisehdotukset. Hydrologia-LIFE-hankkeessa kertyneitä kokemuksia hoitoseurannan ja hydrologisen seurannan parantamiseksi ja kaukokartoitusseurannan perustamiseksi. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 251. S. 21–33.
Pöyry, J. 2001: Suoperhosten uhanalaisuus ja suojelutilanne Etelä-Suomessa. – Teoksessa: Aapala, K. (toim.), Soidensuojelualueverkon arviointi. Suomen ympäristö 490. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. S. 213–257.
— & Loukola, O. 2013: Soiden ennallistaminen ja suoperhosten suojelu. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 95–96.
Raijas, P. 2022: Etu-Haukilammin vesimittaukset 2022. – Helsingin yliopisto. Julkaisematon.
Ramberg, L. 1981: Increase in stream pH after a forest drainage. – Ambio 10: 34–35.
Ramchunder, S. J., Brown, L. E. & Holden, J. 2012: Catchment-scale peatland restoration benefits stream ecosystem biodiversity. – Journal of Applied Ecology 49: 182–191.
Rassi, P., Alanen, A., Kanerva, T. & Mannerkoski, I. (toim.) 2001: Suomen lajien uhanalaisuus 2000. – Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 432 s.
— , Hyvärinen, E., Juslén, A. & Mannerkoski, I. (toim.) 2010: Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. – Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 685 s.
Ratchford, J. S., Wittman, S. E., Jules, E. S., Ellison, A. M., Gotelli, N. J. & Sanders, N. J. 2005: The effects of fire, local environment and time on ant assemblages in fens and forests. – Diversity and Distributions 11(6): 487–497.
Rautiainen, P. & Jansson, H. 2013. Kulttuuriperinnön huomioiminen soiden ennallistamisessa. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 172–178.
Rees, S. D. 2006: Conservation genetics and ecology of the endangered Black Bog Ant, *Formica picea*. – PhD thesis, Cardiff University, UK. 201 s.
— , Orledge, G. M., Bruford, M. W. & Bourke, A. F. G. 2010: Genetic structure of the Black Bog Ant (*Formica picea* Nylander) in the United Kingdom. – Conservation Genetics 11: 823–834.
Regina, K., Sheehy, J. & Myllys, M. 2015: Mitigating greenhouse gas fluxes from cultivated organic soils with raised water table. – Mitigation and Adaptation Strategies for Global change 20: 1529–1544.
Rehell, S. 2013a: Kasvillisuuden kehitys ilman pintavalleja ennallistetulla letolla: Kiimingin Vehmaansuo. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 201–205.
— 2013b: Märän, luhtaisen aapasuon kuivatuskanavan tukkiminen: Siikajoen Revonneva. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 235–239.
— 2013c: Laaja pohjavesivaikutteinen aapasuokokonaisuus: Olvassuo. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 267–270.

— 2013d: Vesitaloustoimenpiteitä pohjavesialueen metsätaloussoilla Vaalassa. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 275–276.
— 2013e: Suoveden virtausmallit erityyppisillä soilla. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 57–59.
— 2013f: Vedenpinnan vaihtelu vakaavetisillä ja kausivaihtelevilla soilla sekä arokosteikoilla. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 60–61.
— 2017: Ilmastotekijöiden ja vesitalouden vaikutus minerotrofisten rimpipintojen esiintymiseen boreaalisissa suosysteemeissä. – Suo 68(2–3): 41–66.
— & Heikkilä, R. 2009: Aapasoiden nuoret sukkessiovaiheet Pohjois-Pohjanmaan maankohoamisrannikolla. – Suo 60 (1–2): 1–19.
— & Laitinen, J. 2013: Suon pinnan kausittainen kosteudenvaihtelu. – Teoksessa: Rehell, S. (toim), Antti Huttusen muistoseminaari Oulussa 18.4.2012. Suo 64(4): 168–169.
— , Huttunen, A., Kondelin, H. & Laitinen, J. 2012: Development of large-scale aapa mire hydrotopography on land-uplift coastland in northern Finland. – Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (toim.), Mires from pole to pole. Finnish Environment Institute. The Finnish Environment 38/2012. S. 39–50.
— , Päivinen, J., Kalpio, S., Karjalainen, J., Siikamäki, P. 2014: Suojelualueiden kuivatustilanneselvitys. Yhteenvetoraportti. – Julkaisematon käsikirjoitus, Metsähallitus. 18 s.
Reimann, H. & Kiel, E. 2005: Bemerkenswerte Ameisenfunde im Ahlen-Falkenberger Moor (Niedersachsen). – TELMA 35: 123–132.
Reinikainen, A. 1984: Suotyypit ja ojituksen vaikutus pintakasvillisuuteen. – Teoksessa: Paarlahti, K. (toim.), Jaakkoinsuon koeojitusalue 75 vuotta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 156. S. 7–21.
— , Mäkipää, R. & Vanha-Majamaa, I. (toim.) 2000: Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. – Tammi, Helsinki. 384 s.
Remm, L. & Sushko, G. 2018: Dragonfly fauna in rewetted mires in Belarus: diverse but different from natural sites. – Wetlands ecology and management 26: 1173–1180.
Remsburg, A. J., Olson, A. C. & Samways, M. J. 2008: Shade alone reduces adult dragonfly (Odonata: Libellulidae) abundance. – Journal of insect behavior 21: 460–468.
Rissanen, A. J., Ojanen, P., Stenberg, L., Larmola, T., Anttila, J., Tuominen, S., Minkkinen, K., Koskinen, M. & Mäkipää, R. 2023: Vegetation impacts ditch methane emissions from boreal forestry-drained peatlands –moss-free ditches have an order-of-magnitude higher emissions than moss-covered ditches. – Frontiers in Environmental Science 11: 1121969.
Romanov, V. V. 1968: Hydrophysics of bogs. – Israel Program of Scientific Translations, Jerusalem. 299 s.
Roulet, N. T., Ash, R., Quinton, W. & Moore, T. 1993: Methane flux from drained northern peatlands: Effect of a persistent water table lowering on flux. – Global Biogeochemical Cycles 7: 749–769.
Routa, J. & Huuskonen, S. (toim.) 2022: Jatkuvapeitteinen metsänkasvatus: Synteesiraportti. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2022. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 132 s.
Ruottinen, K. M., Melin, M., Miettinen, J., Kervinen, M., Pakanen, V.-M., Forsman, J. T. & Rytkönen, S. 2024: Assessing the effects of drainage and forest structure on presence and absence of fledglings of boreal grouse. – Global Ecology and Conservation 54, e03150.

Ruta, R., Rutkowski, T., Sienkiewicz, P. & Wendzonka, J. 2024: Wybrane grupy bezkręgowców rezerwatu "Bagno Kusowo": pajęczaki, ważki, chrząszcze, żądłówki i motyle (Arachnida, Odonata, Coleoptera, Hymenoptera: Aculeata, Lepidoptera) – (In Polish, with an English summary: Selected groups of invertebrates of "Bagno Kusowo" nature reserve: arachnids, odonates, beetles, aculeate hymenopterans and lepidopterans (Arachnida, Odonata, Coleoptera, Hymenoptera: Aculeata, Lepidoptera). – Przegląd Przyrodniczy 35(1): 51-103.

Rydin, H. 1985: Effect of water level on desiccation of *Sphagnum* in relation to surrounding Sphagna. – Oikos 45: 374–379.

— , Sjörs, H. & Löfroth, M. 1999: Mires. – Acta Phytogeograpica Suecica 84: 91–112.

— , Gunnarson, U. & Sundberg, S. 2006: The role of *Sphagnum* in peatland development and persistence. – Teoksessa: Wieder, R. K. & Vitt, D. H. (toim.), Boreal peatland ecosystems. Springer. Ecologcial Studies 188. S. 47–65.

— & Jeglum, J. 2006: The biology of peatlands. – Oxford University Press. 343 s.

Räike, A., Kortelainen, P., Mattsson, T. & Thomas, D. N. 2012: 36 year trends in dissolved organic carbon export from Finnish rivers to the Baltic Sea. – Science of The Total Environment 435–436: 188–201.

— , Taskinen, A. & Härkönen, L. H. 2024: Browning from headwaters to coastal areas in the boreal region: Trends and drivers. – Science of the Total Environment 927 (2024) 171959.

Räsänen, A., Isoaho, A., Ikkala, L., Hautala, R., Bigler, O., Keränen, K., Ahonen, S. & Kareksela, S. 2023: Ennallistettujen soiden tilan seuranta: Kokemuksia vesienpalautuksen seurannasta ja kaukokartoitusmenetelmistä. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 112/2023. Luonnonvarakeskus. 57 s.

— , Isoaho, A., Päkkilä, L., Christiani, P., Lensu, A., Jantunen, A., Rana, P., Korhonen, P., Ikkala, L. & Elo, M. 2024: Ekologiset, hydrologiset ja kaukokartoitushavainnot suoluonnon ja soiden ennallistamisen seurannassa: EkoSuo-hankkeen loppuraportti. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 94/2024. Luonnonvarakeskus. 25 s.

Räsänen, N., Kankaala, P., Tahvanainen, T., Akkanen, J. & Saarnio, S. 2018: Changes in dissolved organic matter and microbial activity in runoff waters of boreal mires after restoration. – Aquatic Science 80, 20 (2018).

Saarenmaa, H. 1978: Kaarnakuoriaisten (Col., Scolytidae) esiintyminen eräässä kanadanmajavan (*Castor canadensis* Kuhl) aiheuttaman tulvan seurauksena kuolleessa metsikössä. – Silva Fennica 12: 201–216.

Saarinen, K. 2023: Valtakunnallisen päiväperhosseurannan vuosi 2022. – NAFI-raportti 2022. Babtria. 11 s.

Saarinen, M., Valkonen, S., Sarkkola, S., Nieminen, M., Penttilä, T. & Laiho, R. 2020: Jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen mahdollisuudet ojitetuilla turvemailla. – Metsätieteen aikakauskirja 2020: 1–21.

Saarinen, T., Mohämmädighävam, S., Marttila, H. & Kløve, B. 2013: Impact of peatland forestry on runoff water quality in areas with sulphide-bearing sediments; how to prevent acid surges. – Forest Ecology & Management 293: 17–28.

Saaristo, M. I. 1995: Distribution maps of the outdoor myrmicid ants (Hymenoptera, Formicidae) of Finland, with notes on their taxonomy and ecology. – Entomologica Fennica 6: 153–162.

Sahlén, G., Kalkman, V. J., Boudot, J. P., Bernard, R., Conze, K. J., De Knijf, G., Dyatlova, E., Ferreira, S., Jovic, M., Ott, J. & Riservato, E. 2010: European red list of dragonflies. – Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Sallantaus, T. 1983: Turvetuotannon vesistökuormitus. – Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja D 29. 122 s.
— 1988: Water quality of peatlands and man's influence on it. – Proceedings of the international symposium on the hydrology of wetlands in temperate and cold regions, Joensuu, Finland 6.–8. June 1988, vol. 2. The Publications of the Academy of Finland 1988(5): 80–98.
— 1992: Runoff water quality of bogs drained for forestry and mined for peat – a comparison. – Swedish National Committee, International Peat Society. Proceedings of the 9th International Peat Congress Vol. 3: 95–105.
— 1995: Huuhtoutuminen metsäojitusalueiden ainekierroissa. – Teoksessa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.), Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 2. S. 131–138.
— 2004: Hydrological impacts set constraints on mire restoration. – Teoksessa: Päivänen, J. (toim.), Wise use of peatlands. Proceedings of the 12th International Peat Congress, Tampere, Finland Vol. 1. International Peat Society, Jyväskylä. S. 68–73.
— 2006: Mire ecohydrology in Finland. – Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (toim.), Finland – land of mires. Finnish Environment Institute. The Finnish Environment 23/2006. S. 105–118.
— 2013: Ennallistamisen vesistövaikutukset. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 167–171.
— 2017: Punassuon ennallistamisen vaikutukset veden laatuun. – Julkaisematon raportti, Suomen ympäristökeskus, Metsähallitus. 15.5.2017. 15 s.
— & Vasander, H. 2013: Leton ennallistaminen: Oriveden Huppionvuori. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 206–209.
— , Nieminen, M., Sarkkola, S. & Turunen, J. 2022: Ojittamattomien soiden vaikutus veden laatuun – suon nielut. – Vesitalous 2/2022. S. 19–23.
Sallinen, A., Tuominen, S., Kumpula, T. & Tahvanainen, T. 2019: Undrained peatland areas disturbed by surrounding drainage: a large scale GIS analysis in Finland with a special focus on aapa mires. – Mires and Peat 24: 1–22.
Salmela, J. 2008: Semiaquatic fly (Diptera, Nematocera) fauna of fens, springs, headwater streams and alpine wetlands in the northern boreal ecoregion, Finland. – w-album 6: 3–63.
— 2012: Annotated list of Finnish crane flies (Diptera: Limoniidae, Tipulidae, Pediciidae & Cylindrotomidae). – Entomologica Fennica 22(4): 219–242.
— 2013: Taxonomy, species richness and biogeography of Finnish crane flies (Diptera, Tipuloidea). – Annales Universitatis Turkuensis A II 276. 40 s.
— & Ilmonen, J. 2005: Cranefly (Diptera: Tipuloidea) fauna of a boreal mire system in relation to mire trophic status (Diptera: Tipuloidea): implications for conservation and bioassesment. – Journal of Insect Conservation 9: 85–94.
— , Autio, O. & Ilmonen, J. 2007: A survey on the nematoceran (Diptera) communities of southern Finnish wetlands. – Memoranda Societatis Pro Fauna et Flora Fennica 83: 33–47.
Sanders, N. J., Gotelli, N. J., Wittman, S. E., Ratchford, J. S., Ellison, A. M. & Jules, E. S. 2007: Assembly rules of ground-foraging ant assemblages are contingent on disturbance, habitat and spatial scale. – Journal of Biogeography 34(9): 1632–1641.

Sarkkola, S., Hökkä, H., Koivusalo, H., Nieminen, M., Ahti, E., Päivänen, J. & Laine, J. 2010: Role of tree stand evaporation in maintaining satisfactory drainage conditions in drained peatlands. – Canadian Journal of Forest Research 40(8): 1485–1496.

Saunois, M., Martinez, A., Poulter, B., Zhang, Z., Raymond, P., Regnier, P., ... & Zhuang, Q. 2024: Global methane budget 2000–2020. – Earth System Science Data Discussions 2024: 1–147.

Schroeder, L. M. 2001: Tree mortality by the bark beetle *Ips typographus* (L.) in storm-disturbed stands. – Integrated Pest Management Reviews 6: 169–175.

Schultz, R. & Seifert, B. 2007: The distribution of the subgenus *Coptoformica* Müller, 1923 (Hymenoptera: Formicidae) in the Palaearctic Region. – Myrmecological News 10: 11–18.

Seifert, B. 2000: A taxonomic revision of the ant subgenus *Coptoformica* Mueller, 1923 (Hymenoptera: Formicidae). – Zoosystema 22: 517–568.

— 2007: Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas. – Lutra Verlags- und Vertriebsgesellschaft, Tauer. 368 s.

— 2019: The Rubens morph of *Formica exsecta* Nylander, 1846 and its separation from *Formica fennica* Seifert, 2000 (Hymenoptera, Formicidae). – Deutsche Entomologische Zeitschrift 66(1): 55–61.

— & Schultz, R. 2021: A taxonomic revision of the Palaearctic ant subgenus *Coptoformica* Müller, 1923 (Hymenoptera, Formicidae). – Contributions to Entolomology – Beiträge zur Entomologie 71(2): 177–220.

Seppä, H., Lindholm, T. & Vasander, H. 1993: Metsäojitettujen soiden luonnontilan palauttaminen. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 7. 80 s.

Seuna, P. 1981: Long term influence of forestry drainage on the hydrology of an open bog in Finland. – Publications of the Water Research Institute 43: 3–14.

— 1982: Influence of forestry draining on runoff and sediment discharge in the Ylijoki basin, North Finland. – Aqua Fennica 12: 3–16.

— 1988: Effects of clear-cutting and forestry drainage on runoff in the Nurmes-study. – Proceedings of the international symposium on the hydrology of wetlands in temperate and cold regions, Joensuu, Finland 6.-8. June 1988. The Publications of the Academy of Finland 5: 122–134.

Siegel, D. I. & Glaser, P. H. 1987: Ground-water flow in a bog-fen complex, Lost River Peatland, northern Minnesota. – Journal of Ecology 75: 743–754.

Siekkinen, J. & Tolvanen, A. 2008: Siikajoen Tauvonniemen soiden ennallistamisen toimenpidesuunnitelma. – Metsähallitus ja Metsäntutkimuslaitos, Vantaa. 17 s.

Silvennoinen, S. 2012: ”Pittäähän niitä soita olla”. Soiden ekosysteemipalvelut paikallisten kokemana Lieksan Pankakoskella. – Pro gradu -tutkielma, Itä-Suomen yliopisto, Historia- ja maantieteiden laitos, Maantiede. 73 s.

Simola, H. 2006: Cultural land use history in Finland. – Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (toim), Finland – Land of Mires. The Finnish Environment 23/2006. S. 163–172.

— , Pitkänen, A. & Turunen, J. 2012: Carbon loss in drained forestry peatlands in Finland, estimated by re-sampling peatlands surveyed in the 1980s. – European Journal of Soil Science 63(6): 798–807.

Sirin, A., Vompersky, S. E. & Nazarov, N. 1991: Influence of forest drainage on runoff: main concepts and examples from central part of the USSR European territory. – Ambio 20: 334–339.

Skerlep, M. 2021: Changing land cover as a driver of surface water browning. – Lund University. 69 s.

Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011: Valtioneuvoston soiden ja turvemaiden kestävää ja vastuullista käyttöä ja suojelua koskevan periaatepäätöksen (30.8.2012) taustaraportti: Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävän ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi. – Työryhmämuistio, MMM 2011:1. 161 s.

Soini, P., Riutta, T., Yli-Petäys, M. & Vasander, H. 2010: Comparison of vegetation and CO_2 dynamics between a restored cutaway peatland and a pristine fen: Evaluation of the restoration success. – Restoration Ecology 18: 894–903.

Soininen, A. M. 1974: Vanha maataloutemme. Maatalous ja maatalousväestö Suomessa perinnäisen maatalouden loppukaudella 1720-luvulta 1870-luvulle. – Historiallisia tutkimuksia 96: 1–439.

Solantie, R. 2006: Climate and its effect on mires. – Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (toim.), Finland – land of mires. The Finnish Environment 23/2006. S. 17–22.

Sonnenburg, H. 2009: Die Ameisenfauna der Hannoverschen Moorgeest. – Naturhistorica – Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover 151: 119–158.

Sorvari, J. 2021: Distribution of Finnish mound-building *Formica* ants (Hymenoptera: Formicidae) based on using a citizen science approach. – European Journal of Entomology 118(1): 57–62.

— 2022: Biogeography and habitat preferences of red wood ants of the *Formica rufa* group (Hymenoptera: Formicidae) in Finland, based on citizen science data. – European Journal of Entomology 119: 92–98.

Spitzer, K. & Danks, H. V. 2006: Insect biodiversity of boreal bogs. – Annual Review of Entomology 51: 137–161.

Stankiewicz, A. M., Sielezniew, M., Borowiec, M. L. & Czechowski, W. 2005: *Formica uralensis* Ruzsky (Hymenoptera: Formicidae) in Poland. – Fragmenta Faunistica 48(2): 175–180.

Šteffek, J. & Wiezik, M. 2008: Exploited peatbog and associated mollusk and ant assemblages: Still a reasonable protection? – Naturae Tutela 12: 15–19.

Straková, P., Penttilä, T., Laine, J. & Laiho, R. 2012: Disentangling direct and indirect effects of water table drawdown on above- and belowground plant litter decomposition: Consequences for accumulation of organic matter in boreal peatlands. – Global Change Biology 18: 322–335.

Strobl, K., Moning, C. & Kollmann, J. 2020: Positive trends in plant, dragonfly, and butterfly diversity of rewetted montane peatlands. – Restoration Ecology 28: 796–806.

Suomen sudenkorentoseura 2024: Korentowiki. <sudenkorento.fi/kwiki/Etusivu>, viitattu 29.10.2024.

Suomen ympäristökeskus 2021: Luontotyyppien punaisen kirjan verkkopalvelu. – <luontotyyppienuhanalaisuus.ymparisto.fi/lutu/#>.

— 2022: Pohjavesialueet. – Vesi.fi-verkkopalvelu. <vesi.fi/vesitieto/pohjavesialueet>.

— 2025: Vesien- ja merenhoidon suunnitelmat. – <ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/vedet-ja-vesistot/vesien-ja-merensuojelu/vesien-ja-merenhoidon-suunnitelmat#vesienhoitosuunnitelmat-2022-2027>.

Sutela, T., Vuori, K.-M., Louhi, P., Hovila, K., Jokela, S., Karjalainen, S. M., Keinänen, M., Rask, M., Teppo, A., Urho, L., Vehanen, T., Vuorinen, P. J. & Österholm, P. 2012: Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa. – Suomen ympäristö 14. 50 s.

Swindles, G. T., Green, S. M., Brown, L., Holden, J., Raby, C. L., Turner, T. E., Smart, R., Peacock, M. & Baird, A. J., 2016: Evaluating the use of dominant microbial consumers (testate amoebae) as indicators of blanket peatland restoration. – Ecological Indicators 69: 318–330.

Sveum, P. 1978: On the biology of ants (Hymenoptera, Formicidae) in Trøndelag, Norway. – Norwegian Journal of Entomology 25: 153–155.

Tahvanainen, T. 2004: Water chemistry of mires in relation to the poor-rich vegetation gradient and contrasting geochemical zones of northeastern Fennoscandian shield. – Folia Geobotanica 39: 353–359.

— 2011: Abrupt ombrotrophication of a boreal aapa mire triggered by hydrological disturbance in the catchment. – Journal of Ecology 99(2): 404–415.

— 2013: Eräiden lehtisammallajien suhde suoveden pH-arvoon. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S: 54–55.

— , Sallantaus, T., Heikkilä, R. & Tolonen, K. 2002: Spatial variation of mire surface water chemistry and vegetation in northeastern Finland. – Annales Botanici Fennici 39: 235–251.

— & Tuomaala, T. 2003: The reliability of mire water pH measurements – A standard sampling protocol and implications to ecological theory. – Wetlands 23(4): 701–708.

— & Haraguchi, A. 2012: Effect of pH on phenol oxidase activity on decaying *Sphagnum* mosses. – European Journal of Soil Biology 54: 41–47.

Taillefer, G. A. & Wheeler, T. A. 2012: Community assembly of Diptera following restoration of mined boreal bogs: taxonomic and functional diversity. – Journal of Insect Conservation 16(2): 165–176.

Tanneberger, F. & Wichtmann, W. (toim.) 2011: Carbon credits from peatland rewetting. Science, policy, implementation and recommendations of a pilot project in Belarus. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart. 223 s.

Tertsunen, J., Martinmäki, K., Heikkinen, K., Marttila, H., Saukkoriipi, J., Tammela, S., Saarinen, T., Tolkkinen, M., Hyvärinen, M., Ihme, R., Yrjänä, T. & Klöve, B. 2012: Happamuuden aiheuttamat vesistöhaitat ja niiden torjuntakeinot Sanginjoella. – Suomen Ympäristö 37/2012. 168 s.

Thomssen, P.-M., Ahokumpu, M., Hokkanen, R., Nurmi, A. & Siirtola, P. (toim.) 2025: Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöopas. – Metsähallitus, Helsinki. 133 s.

Tiemeyer, B., Albiac Borraz, E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Beyer, C., Drösler, M., Ebli, M., Eickenscheidt, T., Fiedler, S., Förster, C., Freibauer, A., Giebels, M., Glatzel, S., Heinichen, J., Hoffmann, M., Höper, H., Jurasinski, G., Leiber-Sauheitl, K., Peichl-Brak, M., Rosskopf, N., Sommer, M. & Zeitz, J. 2016: High emissions of greenhouse gases from grasslands on peat and other organic soils. – Global Change Biology 22: 4134–4149.

Tikkanen, O.-P. & Lehtonen, I. 2023: Changing climatic drivers of European spruce bark beetle outbreaks: a comparison of locations around the Northern Baltic Sea. – Silva Fennica 57(3), 23003.

Tikkanen, S. & Kankkunen, P. 2020: Museovirasto: Soilla on rikas kulttuuriperintö. – Suomen luonto, Blogi 12.11.2020. <sll.fi/ajankohtaista/museovirasto-soilla-on-rikas-kulttuuriperinto>.

Toberman, H., Laiho, R., Evans, C. D., Artz, R. R. E., Fenner, N., Straková, P. & Freeman, C. 2010: Long-term drainage for forestry inhibits extracellular phenol oxidase activity in Finnish boreal mire peat. – European Journal of Soil Science 61: 950–957.

Tolonen, J., Leka, J., Yli-Heikkilä, K., Hämäläinen, L. & Halonen, L. 2019: Pienvesiopas – Pienvesien tunnistaminen ja lainsäädäntö. – Suomen ympäristökeskuksen raportteja 36 / 2019. 97 s.

Tuittila, E.-S., Komulainen, V.-M., Vasander, H. & Laine, J. 1999: Restored cut-away peatland as a sink for atmospheric CO_2. – Oecologia 120: 563–574.
— , Komulainen, V.-M., Vasander, H., Nykänen, H., Martikainen, P. J. & Laine, J. 2000a: Methane dynamics of a restored cut-away peatland. – Global Change Biology 6: 569–581.
— , Rita, H., Vasander, H. & Laine, J. 2000b: Vegetation patterns around *Eriophorum vaginatum* L. tussocks in a cut-away peatland in southern Finland. – Canadian Journal of Botany 78: 47–58.
Tukia, H. 2010: Liesjärven Soukonkorven ennallistamisen seuranta-aineisto vuosilta 1995–2010. – Julkaisematon.
Turunen, H. 1998: Perhoslinjalaskennat Seitsemisen kansallispuistossa kesällä 1998. – Raportti, Metsähallitus, Länsi-Suomen luontopalvelut, Hämeenlinna. 31 s.
Turunen, J., Tomppo, E., Tolonen, K. & Reinikainen, A. 2002: Estimating carbon accumulation rates of undrained mires in Finland – application to boreal and subarctic regions. – The Holocene 12(1): 69–80.
— & Valpola, S. 2020: The influence of anthropogenic land use of Finnish peatland area and carbon stores 1950-2015. – Mires and Peat Vol. 26, Article 26. 27 s.
— , Rehell, S., Sarkkola, S. & Vasander, H. 2025: The impact of large fires in boreal drained peatlands in Western Finland: Ecohydrological drivers and carbon and nitrogen loss. – Geoderma 459 (2025) 117358.
Tuovinen, T. 2018: The cultural heritage of Ramsar wetlands in Finland. – Metsähallituksen raportti. <ramsar.org/sites/default/files/cultural_heritage_ramsar_finland.pdf>. 12 s.
Ulvinen, T., Syrjänen, K. & Anttila, S. (toim.) 2002: Suomen sammalet – levinneisyys ekologia, uhanalaisuus. – Suomen ympäristö 560. Suomen ympäristökeskus. 354 s.
UN Environment Agency 2019: Resolution 73/284: United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021–2030).
UNEP 2022: Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands. Main Report. – Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi. 425 s.
UPM Metsä 2024: UPM Elinympäristöohjelma 2024–2030. 12 s.
Urbanová, Z., Bárta, J. & Picek, T. 2013: Methane emissions and methanogenic archaea on pristine, drained and restored mountain peatlands, Central Europe. – Ecosystems 16: 664–677.
Uusitalo, A., Kotiaho, J. S., Päivinen, J., Rintala, T. & Saari, V. 2006: Kasvien ja päiväperhosten esiintyminen luonnontilaisilla ja ojitetuilla soilla. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 157. 44 s.
— , Kotiaho, J. S., & Päivinen, J. 2009: Ennallistettujen soiden päiväperhosseurantaverkosto. – Teoksessa: Hyvärinen, E. & Aapala, K. (toim.), Metsien ja soiden ennallistamisen sekä harjumetsien paahdeympäristöjen hoidon seurantaohje. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 118. S. 65–68.
Vahtera, E. 1955: Metsänkasvatusta varten ojitettujen soitten ravinnepitoisuuksista. – Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 45: 1–108.
Valovirta, I. 2003: The habitat and status of *Vertigo angustior*, *V. genesii*, and *V. geyeri* in Finland and nearby Russian Karelia (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). – Teoksessa: Speight, M. C. D., Moorkens, E. A. & Falkner, G. (toim.), Proceedings of the Workshop on Conservation Biology of European Vertigo species. Heldia Münchner Malakologische Mitteilungen. Heldia 5(7): 85–94.

Valtiokonttori 2021: Yleistä julkisista hankinnoista. – <hankintailmoitukset.fi/fi/info/yleista>.
Valtioneuvosto 2012: Valtioneuvoston periaatepäätös Suomen luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestävän käytön strategiasta vuosiksi 2012–2020, Luonnon puolesta – ihmisen hyväksi. – Valtioneuvosto, Helsinki. 23 s.
— 2025: Kansallisen ennallistamissuunnitelman laatiminen. – <valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM055:00/2024>.
Valtioneuvoston periaatepäätös 2021: Helmielinympäristöohjelma 2021–2030. Valtioneuvoston periaatepäätös. – Valtioneuvoston julkaisuja 2021:83. 74 s.
Vasander, H. 1984: Effect of forest amelioration on diversity in an ombrotrophic bog. – Annales Botanici Fennici 21: 7–15.
— 2006: The use of mires for agriculture and forestry. – Teoksessa: Lindholm, T., Heikkilä, R. (toim.), Finland – Land of Mires. The Finnish Environment 23/2006. S. 173–178.
— , Tuittila, E.-S., Lode, E., Lundin, L., Ilomets, M., Sallantaus, T., Heikkilä, R., Pitkänen, M.-L. & Laine, J. 2003: Status and restoration of peatlands in Northern Europe. – Wetlands ecology and management 11: 51–63.
Vasko, V., Gaultier, S.P., Blomberg, A.S., Lilley, T.M., Norrdahl, K. & Brommer, J.E. 2024: Restoration of boreal wetlands increases bat activity. – Restoration Ecology 32, No. 4, e14099.
Vatn, A. 2010: Ekosysteemipalvelumaksut – vanhaa viiniä uudessa pullossa? Ekosysteemipalvelumaksut ympäristöhallinnon keinona. – Teoksessa: Hiedanpää, J., Suvantola, L. & Naskali, A. (toim.), Hyödyllinen luonto. Ekosysteemipalvelut hyvinvointimme perustana. Vastapaino, Tampere. S. 135–158.
Vepsäläinen, K., Savolainen, R., Tiainen, J. & Vilén, J. 2000: Successional changes of ant assemblages: from virgin and ditched bogs to forests. – Annales Zoologici Fennici 37(3): 135–149.
Verry, E. S. 1981: Water table and streamflow changes after stripcutting and clearcutting an undrained black spruce bog. – Proceedings of the 6th International Peatland Congress, 17.–23.8.1980, Duluth, Minnesota. S. 493–498.
— 1988: Hydrology of wetlands and man's influence on it. – Proceedings of the international symposium on the hydrology of wetlands in temperate and cold regions, Joensuu, Finland 6.–8. June 1988.The Publications of the Academy of Finland 1988(5): 41–61.
Virtanen, K. 1994: Geological control of iron and phosphorus precipitates in mires of the Ruukki-Vihanti area, Central Finland. – Geological Survey of Finland. Bulletin 375: 1–69.
— & Lerssi, J. 2006: Mustaliuskekivilajin vaikutus turpeen alkuainepitoisuuksiin. – GTK arkistoraportti S 42/0000/2006/1.
Vuorenmaa, J., Forsius, M. & Mannio, J. 2006: Increasing trends of total organic carbon concentrations in small forest lakes in Finland from 1987 to 2003. – Science of the Total Environment 365: 47–65.
Vuori, K.-M., Joensuu, I., Latvala, J., Jutila, E. & Ahvonen, A. 1998: Forest drainage: a threat to benthic biodiversity of boreal headwater streams? – Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 8: 745–759.
Vähätalo, A., Salonen, K., Munster, U., Järvinen, M. & Wetzel, R. 2003: Photochemical transformation of allochtonous orgatic matter provides bioavailable nutrients in a humic lake. – Archiv für Hydrobiologie 156: 287–314.
Väänänen, S. 2009: Ennallistettujen soiden muurahaislajiston seuranta. – Raportti, Metsähallitus, luontopalvelut, Vantaa. 23 s.
Waddington, J. M. & Day, S. M. 2007: Methane emissions from a cutover peatland following restoration. – Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 112, Issue G3, G03018.

— , Strack, M. & Greenwood, M. J. 2010: Towards restoring the net carbon sink function of degraded peatlands: Short-term response in CO_2 exchange to ecosystem-scale restoration. – Journal of Geophysical Research 115: G01008.
Weslien, J. & Schroeder, L. M. 1999: Population levels of bark beetles and associated insects in managed and unmanaged spruce stands. – Forest Ecology and Management 115: 267–275.
Wheeler, B. & Proctor, M. 2000: Ecological gradients, subdivisions and terminology of north-west European mires. – Journal of Ecology 88: 187–203.
Wieder, R. K. & Vitt, D. H. (toim.) 2006: Boreal peatland ecosystems. – Springer. Ecological Studies 188. 436 s.
Wiezik, M., Wieziková, A. & Murín, J. 2008: Spoločenstvá mravcov vrchovísk Hornej Oravy. [Abstract in English: Ant assemblages at Horná Orava peatbogs]. – Naturae Tutela 12: 55–60.
Wilson, D., Blain, D., Couwenberg, J., Evans, C. D., Murdiyarso, D., Page, S. E., Renou-Wilson, F., Rieley, J. O., Sirin, A., Strack, M. & Tuittila, E.-S. 2016: Greenhouse gas emission factors associated with rewetting of organic soils. – Mires and Peat 17: 1–28.
— , Tuittila, E.-S., Alm, J., Laine, J., Farrell, E. P. & Byrne, K. A. 2007: Carbon dioxide dynamics of a restored maritime peatland. – Ecoscience 14: 71–80.
Winqvist, K. 2023: Kärpästutkimuksia 6 varsinaissuomalaisella lettokohteella kesällä 2022. – Julkaisematon. Loppuraportti. 11 s.
Włodarczyk, T., Żmihorski, M. & Olczyk, A. 2009: Ants inhabiting stumps on clearcuts in managed forest in western Poland. – Entomologica Fennica 20(2): 121–128.
Wu, H., Batzer, D. P., Yan, X., Lu, X. & Wu, D. 2013: Contributions of ant mounds to soil carbon and nitrogen pools in a marsh wetland of Northeastern China. – Applied Soil Ecology 70: 9–15.
Wynhoff, I., Kolvoort, A. M., Bassignana, C. F., Berg, M. P. & Van Langevelde, F. 2017: Fen meadows on the move for the conservation of Maculinea (Phengaris) teleius butterflies. – Journal of Insect Conservation 21(3): 379–392.
Yli-Halla, M., Puustinen, M. & Koskiaho, J. 1999: Area of cultivated acid sulfate soils in Finland. – Soil Use and Management 15: 62–67.
Ympäristöministeriö 2025: Vesien- ja merenhoidon suunnitelmat. <ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/vedet-ja-vesistot/vesien-ja-merensuojelu/vesien-ja-merenhoidon-suunnitelmat#vesienhoitosuunnitelmat-2022%E2%80%932027>, luettu 6.5.2025.
— & Suomen ympäristökeskus 2021: Lajien alueellinen uhanalaisuusarviointi 2020. – <ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/lajien-monimuotoisuus/lajien-uhanalaisuuden-arviointi/lajien-alueellinen-uhanalaisuusarviointi-2020>.
Yrjälä, K., Tuomivirta, T., Juottonen H., Putkinen, A., Lappi, K., Tuittila, E.-S., Penttilä, T., Minkkinen, K., Laine, J., Peltoniemi, K. & Fritze, H. 2011: CH_4 production and oxidation processes in a boreal fen ecosystem after long-term water table drawdown. – Global Change Biology 17: 1311–1320.
Yu, Z. C. 2012: Northern peatland carbon stocks and dynamics: a review. – Biogeosciences 9: 4071–4085.
Åström, M., Aaltonen, E.-K. & Koivusaari, J. 2001: Impact of ditching in a small forested catchment on concentrations of suspended material, organic carbon, hydrogen ions and metals in stream water. – Aquatic Geochemistry 7: 57–73.
— , Aaltonen, E.-K. & Koivusaari, J. 2005: Changes in leaching patterns of nitrogen and phosphorus after artificial drainage of a boreal forest – a paired catchment study in Lappajärvi, western Finland. – Boreal Environment Research 10: 67–78.

Öhrn, P., Björklund, N. & Långström, B. 2018: Occurrence, performance and shoot damage of *Tomicus piniperda* in pine stands in southern Sweden after storm-felling. – Journal of Applied Entomology 142(9): 854–862.

Liitteet

Liite 1 Havaintoja kasvilajiston muutoksista ojitetuilla soilla

Havaintoja **sammallajiston** muutoksesta ojitetuilla soilla (Vasander 1984, Minkkinen ym. 1999, Mälson ym. 2008, Laine ym. 2011, Laine ym. 2018, Kokkonen ym. 2019):

- Karuimpien soiden (rahka- ja keidasrämeiden) ojitusalueilla ruskorahkasammalkasvustot säilyvät pitkään, mutta voivat osin korvautua laajoillakin jäkäläkasvustoilla.
- Ravinteisilla rämeillä ja karuissa korvissa rahkasammalet korvautuvat vähitellen metsäsammalilla, esimerkiksi seinäsammalella (*Pleurozium schreberi*) ja kynsisammalilla (*Dicranum* sp.). Rehevissä korvissa myös metsäkerrossammal (*Hylocomium splendens*) on tavallinen.
- Vaatimattomat rahkasammallajit, varvikko- (*Sphagnum russowii*), räme- (*S. angustifolium*), kangas- (*S. capillifolium*) ja punarahkasammalryhmän (*S. medium* coll.) lajit, voivat olla yleisiä mutta niukkoja myös vanhoilla ojitusaloilla. Korpiojitusaloilla sinnittelevät mm. korpi- (*Sphagnum grigensohnii*) ja varvikkorahkasammal.
- Ojitetuilla rämeillä, joilla on luonnontilassa ollut nevapintoja, voi nevapinnoille muodostua jäkäläkasvustoja. Mätäspinnoille tällaisilla rämeillä leviävät seinä- ja kynsisammal.
- Lettosammalet häviävät hyvin nopeasti ojituksen jälkeen ja tilalle voi tulla esimerkiksi paljaalla turpeella selviäviä yleisiä sammallajeja. Rahkasammalet runsastuvat, mikä muuttaa pintaturpeen ja suoveden kemiallisia ominaisuuksia ja voi vaikuttaa lettosammalien palautumismahdollisuuksiin.
- Lettoisilla ojitusaloilla reliktiluonteisina kasvustoina saattavat säilyä mm. heterahkasammal (*Sphagnum warnstorfii*), lettosirppisammal (*Scorpidium cossonii*) ja kultasammal (*Tomentypnum nitens*).
- Rimpisille avosoille, märille suojuoteille tai hylätyille turvepelloille voi syntyä tiheä ja lähes aukoton karhunsammalkasvusto (*Polytrichum* sp.).
- Kuljujen ja rimpien sammallajit häviävät yleensä nopeasti ojituksen jälkeen.
- Väli- ja etenkin rimpipinnoilla mätäs- ja välipintojen rahkasammalet saattavat vallata uutta tilaa.
- Mätäspinnoilla rahkasammalet taantuvat ja metsäsammalet yleistyvät. Ojitusalueille tulevat metsälajit ovat valtaosin yleisimpiä ”jokametsän” lajeja: seinä- ja kerrossammalta sekä kynsisammalia.
- Vanhoilla ojitusalueilla, joille on kasvanut lehtipuustoa, runsas lehtikarike voi pitää sammalkerroksen aukkoisena.

Havaintoja **putkilokasvilajiston** muutoksesta ojitetuilla soilla (Minkkinen ym. 1999, Reinikainen ym. 2000, Mälson ym. 2008, Laine ym. 2019; Kokkonen ym. 2019):

- Mätäspinnoille tyypilliset puut ja varvut voivat ulottaa juurensa syvemmälle, koska niille on enemmän hapellista kasvutilaa. Ne kasvavat ja levittäytyvät entisille välipinnoille.
- Rämevarvut sietävät hyvin ojituksen aiheuttamia elinympäristön muutoksia ja säilyvät yleensä pitkään ojituksen jälkeenkin. Karuimmilla ojitusalueilla vallitsevat kanerva (*Calluna vulgaris*) ja variksenmarja (*Empetrum nigrum*), hieman ravinteikkaammilla suopursu (*Rhododendron tomentosum*), juolukka (*Vaccinium uliginosum*) ja vaivero (*Chamaedaphne calyculata*).
- Vaivaiskoivu (*Betula nana*) hyötyy usein ojituksesta. Se voi runsastua sopivilla kasvupaikoilla ja säilyttää valta-asemansa kymmeniä vuosia, ellei puuston varjostus rajoita sen kasvua.
- Nevavarvuista suokukka (*Andromeda polifolia*) ja isokarpalo (*Vaccinium oxycoccos*) voivat säilyä pitkään ojituksen jälkeen, mutta puuston sulkeutuessa ne taantuvat, samoin kuin muut suovarvut.
- Metsävarvut voivat runsastua. Karuimmilla ojitusalueilla puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) ja mustikka (*V. myrtillus*) runsastuvat yleensä vasta, kun kasvupaikka muuttuu kuivemmaksi. Rehevämmillä kasvupaikoilla mustikkaa on yleensä luonnontilaisillakin soilla ja se voi runsastua ojituksen jälkeen.
- Hilla (*Rubus chamaemorus*) voi kestää ojitusta jonkin aikaa hyvin, mutta se lakkaa marjomasta.
- Välipintojen lajit voivat siirtyä kasvamaan viereisille kuivuville märkäpinnoille.
- Siniheinä (*Molinia caerulea*) on kuivumista sietävä ja ojituksesta hyötyvä välipintojen laji, joka saattaa jopa runsastua ojituksen jälkeen. Se hyötyy myös lannoituksesta.
- Tupasvilla (*Eriophorum vaginatum*) säilyy tyypillisesti pitkään ojitusalueilla, koska se sietää ojituksen aiheuttamaa kuivumista niin kauan kuin puuston varjostusta ei ole liikaa. Heti ojituksen jälkeen se voi myös runsastua voimakkaasti.
- Märimpien pintojen sarat ja saramaiset kasvit sekä ruohot taantuvat. Ne voivat hävitä kokonaan, mutta esimerkiksi raate (*Menyanthes trifoliata*), kurjenjalka (*Comarum palustre*), luhtavilla (*Eriophorum angustifolium*) sekä pullo- (*Carex rostrata*) ja jouhisara (*C. lasiocarpa*) voivat säilyä ojissa tai kosteissa painanteissa.
- Kaikkein rehevimpien korpityyppien ruoholajisto sietää ojitusta melko hyvin, sillä monet lajeista ovat myös kosteiden lehtojen tai lehtomaisten kankaiden lajeja.
- Kuivemmilla lettoyhdistelmätyypeillä (esim. rämeletto) alkuperäisestä lajistosta mm. villapääluikka (*Trichophorum alpinum*), tupasluikka (*T. cespitosum*), lettovilla (*Eriophorum latifolium*), rätvänä (*Potentilla erecta*), kultapiisku (*Solidago virgaurea*), mähkä (*Selaginella selaginoides*), suovilukko (*Parnassia palustris*) sekä Pohjois-Suomessa karhunruoho (*Tofieldia pusilla*) ja lääte (*Saussurea alpina*) voivat säilyä pitkään ojituksen jälkeen. Lettosarat taantuvat ja kasvillisuudessa voivat runsastua muutamat valtalajit, kuten siniheinä ja hieskoivu.
- Ojitusalueille tulevat metsälajit ovat valtaosin yleisimpiä ”jokametsän” lajeja, kuten mustikka ja puolukka. Soiden ojituksista hyötyviä tuoreiden kankaiden lajeja ovat mm. oravanmarja (*Maianthemum bifolium*), vanamo (*Linnaea borealis*), riidenlieko (*Spinulum annotinum*), käenkaali (*Oxalis acetosella*), metsätähti (*Trientalis europaea*), metsäalvejuuri (*Dryopteris catrhusiana*) ja nuokkutalvikki (*Orthilia secunda*).

Liite 2 Suomessa esiintyvien suolintulajien uhanalaisuus vuosien 2000, 2010 ja 2019 arviointien mukaisesti

Lähteet: Rassi ym. 2001, 2010 ja Hyvärinen ym. 2019.
IUCN:n uhanalaisuusluokat: EN = erittäin uhanalainen, VU = vaarantunut,
NT = silmälläpidettävä, RT = alueellisesti uhanalainen jossakin osassa Suomea.
Suomen vastuulajit on merkitty Jukarainen ym. (2023) mukaisesti.

Laji	Tieteellinen nimi	Uhanalaisuus 2000	Uhanalaisuus 2010	Uhanalaisuus 2019	Vastuulaji
Metsähanhi	*Anser fabalis*	NT	NT	VU/EN	x
Sinisuohaukka	*Circus cyaenus*	NT	VU	VU	-
Muuttohaukka	*Falco peregrinus*	EN	VU	VU	-
Riekko	*Lagopus lagopus*	RT	NT	VU	-
Kurki	*Grus grus*	RT	-	-	-
Kapustarinta	*Pluvialis apricaria*	-	RT	RT	-
Töyhtöhyyppä	*Vanellus vanellus*	RT	RT	-	-
Suosirri	*Calidris alpina alpina*	-	-	NT	-
Jänkäsirriäinen	*Limicola falcinellus*	NT	RT	NT	x
Suokukko	*Philomachus pugnax*	NT	EN	CR	-
Jänkäkurppa	*Lymnocryptes minimus*	-	RT	RT	-
Taivaanvuohi	*Gallinago gallinago*	RT	-	NT	-
Punakuiri	*Limosa lapponica*	NT	RT	NT	x
Pikkukuovi	*Numenius phaeopus*	RT	RT	-	x
Isokuovi	*Numenius arquata*	RT	RT	NT	x
Mustaviklo	*Tringa erythropus*	-	RT	NT	x
Valkoviklo	*Tringa nebularia*	-	RT	NT	x
Liro	*Tringa glareola*	RT	RT	NT	x
Vesipääsky	*Phalaropus lobatus*	-	VU	VU	-
Suopöllö	*Asio flammeus*	-	-	-	x
Niittykirvinen	*Anthus pratensis*	-	NT	RT	-
Lapinkirvinen	*Anthus cervinus*	-	VU	EN	x
Keltavästäräkki	*Motacilla flava*	-	VU	RT	-
Isolepinkäinen	*Lanius excubitor*	NT	RT	-	-
Lapinsirkku	*Calcarius lapponicus*	-	RT	NT	x
Pohjansirkku	*Schoeniclus rusticus*	-	VU	NT	x

Liite 3 Vaiheittaisia ideoita soiden ennallistamisen suunnittelussa ja seurannassa eteen tulevien kiemuroiden ratkaisemiseen mahdollisuuksien mukaan

Toimenpide suunnitellaan ja toteutetaan tavoitteiden, ongelman ja mahdollisuuksien pohjalta. Vaikutuksia seurataan pitkäjänteisesti ja siirrytään tarvittaessa uuteen vaiheeseen.

Tilanne	Suunnitteluvaiheessa havaittu ongelma ja mahdollisuus	Ratkaisuvaihtoehto 1	Ratkaisuvaihtoehto 2 (jos edellinen ei ole mahdollinen tai riittävä)	Ratkaisuvaihtoehto 3 (jos edellä mainitut eivät ole riittäviä)
Ennallistettava alue rajautuu talouskäytössä olevaan metsäalueeseen.	Tarvittava vedenpinnantaso nostaisi veden liian korkealle viereisellä talouskäytössä olevalla alueella.	Ohjataan luontaiset vedet padoilla tai johdeojilla metsätalousalueelta sinne, missä vedenpintaa voidaan nostaa.	Jätetään tämä osa ennallistamatta (= odottamaan).	Selvitetään haittojen korvaamisen vaihtoehtoja ja mahdollisuuksia.
Alun perin avoin tai vähäpuustoinen suo on muuttunut ojituksen jälkeen puustoiseksi.	Alueella on puustoon liittyviä luonnonarvoja, ja seudun luontaisesti puustoiset suot ovat intensiivisessä metsätalouskäytössä.	Tavoitteeksi asetetaan puustoisen suon ennallistaminen. Puustoa raivataan ojanvarsilta, mutta raivatut puut jätetään suolle. Tukitaan ojat niin, ettei vedenpinta nouse liian korkealle.	Jätetään puustoisimmat osat ennallistamatta ja keskitytään ongelmattomiin kohtiin.	Pyritään parantamaan metsäluonnon tilaa muilla keinoilla ennallistettavalla alueella tai sen reunoilla. Selvitetään lähialueen metsien suojelun mahdollisuuksia.
Paksuturpeinen tai muuten hyvin pehmeä ojitusalue.	Koneella ei voi mennä ennallistamisen tavoitteiden kannalta tärkeille paikoille sulan maan aikaan.	Jätetään ongelmallisin paikka tukkimatta ja tehdään sen alapuolelle pitkä pato nostamaan vettä isolle alalle.	Tehdään märimmät kohdat talvella, kun jäätynyt suo kantaa koneen paremmin.	Selvitetään lähialueilta vastaavia soita, jotka olisivat helpommin ennallistettavissa.
Suolla on ollut puro.	Puro on kaivettu vetoojaksi, eikä alkuperäistä uomaa ole jäljellä tai sitä ei ole mahdollista palauttaa.	Tukitaan muut ojat, mutta jätetään sopivan kokoinen ja sopivan suuntainen oja auki purovettä varten. Säästetään sen reunoilla kasvava puusto.	Ohjataan vettä sivuun täytettävältä ojalta ja annetaan puroveden etsiä uusi reitti. Vaihtoehtoisesti voidaan kaivaa suon pintaturpeeseen uusi matala ja mutkainen uoma puron korvikkeeksi.	Jatketaan uoman ennallistamista monimuotoiseksi ja puromaiseksi, esimerkiksi lisäämällä uomaan puuta.
Suolla on ollut puro.	Puro on ollut matalimmassa kohdassa, eikä alkuperäistä uomaa ole jäljellä.	Padotaan puron paikalle kaivettu oja isoilla puilla ja suodatinkankaalla vahvistetuilla padoilla, täytetään myös välit ja annetaan veden etsiä uusi reitti.	Ohjataan vettä mutkaiseksi uomaksi isojen patojen lisäksi lyhyillä ohjausuomilla.	Jatketaan uoman ennallistamista monimuotoiseksi ja puromaiseksi esimerkiksi lisäämällä uomaan puuta.
Alun perin karulla ojitetulla suolla kasvaa hyvin heikosti puuta.	Vedenpinta on korkealla ojista huolimatta. Suon kasvillisuus ei ole muuttunut paljonkaan alkuperäisestä.	Jätetään ennallistamatta.	Jätetään iso osa ennallistamatta ja keskitytään alun perin märimpiin kohtiin. Pyritään palauttamaan vetisiä avorimpiä tai kuljuja.	Jos suo vaikuttaa hoitoseurannan perusteella kuivuvan edelleen, otetaan se uudelleen suunnitteluun.
Alun perin rehevä, märkä avosuo on muuttunut täysin, esimerkiksi turvekankaaksi.	Suo on painunut ympäristöään alemmaksi. Ojien tukkiminen aiheuttaisi ajoittaista tulvimista (metaanipäästöt) ja ojat johtavat suoraan vesistöön (vesistökuormitus).	Ohjataan kehitystä korpimaisen koivikon suuntaan. Täytetään ojat osin ilman pintavalleja ja jätetään puusto kasvamaan.	Kaivetaan alimpaan osaan lampi vesiensuojelukosteikoksi.	Lisätään tarvittaessa patoja, joilla nostetaan vedenpintaa.

Tilanne	Suunnitteluvaiheessa havaittu ongelma ja mahdollisuus	Ratkaisuvaihtoehto 1	Ratkaisuvaihtoehto 2 (jos edellinen ei ole mahdollinen tai riittävä)	Ratkaisuvaihtoehto 3 (jos edellä mainitut eivät ole riittäviä)
Alun perin avo- ja ruopparimpinen ojitusalue kasvaa heikosti puuta.	Rimpilajisto on hävinnyt.	Tukitaan ojat ja tehdään isot pintavallit, joilla saadaan vesi pintaan. Varmistetaan vesien ohjauksilla, että padot kestävät, vaikka vettä liikkuu paljon ja vesi on korkealla.	Palautetaan valuma-alueen vesiä suolle.	Seurataan vedenpalautuksen onnistumista ja hienosäädetään tarvittaessa.
Ojitusalue kasvaa heikosti puuta ja on sini-heinäinen.	Vaatelias kasvilajisto on hävinnyt.	Ojat tukitaan ja padotaan, jotta vesi saadaan pintaan.	Pyritään palauttamaan valuma-alueen vesiä suolle.	Seurataan vedenpalautuksen onnistumista ja hienosäädetään tarvittaessa.
Lähdesuo on ojitettu.	Pohjavesi purkautuu ojiin. Entisissä lähteissä ja tihkupinnoilla vesi on matalalla tai ne ovat kuivuneet.	Kunnostetaan selvimmät purkaumat lähteiksi, mukaan lukien ojissa olevat purkaumat, jos niissä on lähdelajistoa.	Tukitaan ojia mahdollisimman laajasti ympäristöstä.	Nostetaan pohjavedenpintaa vaiheittain laajalla alueella.
Lammesta tai avorimmestä on kaivettu kuivatusoja, johon on tehty pohjapato.	Virtaus syö pohjapatoa matalammaksi.	Kunnostetaan pohjapato.	Tukitaan kaivettu uoma pohjapadon kohdalta ja kaivetaan viereen ehjään turpeeseen uusi mutkainen lasku-uoma.	Pyritään lisäämään uuteen lasku-uomaan luonnontilaisen puron piirteitä.
Ojitetun korven puusto on vanhaa, ja ojien päällä on lahopuuta.	On todennäköistä, että alueella on vanhan kuusimetsän lajistoa.	Tavoitteeksi asetetaan vedenkorkeus, joka ei tapa eläviä puita. Täytetään ojat, jotka voidaan ja padotaan lahopuustoisia ojia mistä voidaan. Raivataan ennallistamista varten vain välttämättömimmät puut.	Seurataan vedenpinnan korkeutta tiiviisti. Jos vedenpinta näyttää nousevan liikaa, tehdään tarvittaessa kuokkatyönä täydennystä veden ohjaukseen.	
Ojitettu korpi on ravinteinen, ja ojat laskevat suoraan vesistöön.	Korvessa on ollut puro, ja maaperä viettää selvästi.	Tehdään korven alaosaan ns. suodatinpato pari vuotta ennen ennallistamista.	Palautetaan korven ennallistamisen yhteydessä purovesi patojen avulla alkuperäiseen uomaan. Täytetään patojen välit.	

Liite 4 Metsähallituksen Luontopalvelujen puitejärjestelyn palvelukuvaus* soiden ennallistamiseen soveltuvin osin – Ennallistamisen kaivinkonetyöt, kokopuun korjuu ja lähikuljetus luonnonsuojelualueilla



Kuva: Philippe Fayt/Metsähallitus.

* soiden ennallistamistöiden sisältö konetöiden kilpailuttamista varten

Sisällys

1 Yleiskuvaus 415

2 Töiden kuvaus 415
2.1 Soiden ennallistamisen ja luonnonhoidon kaivinkonetyöt 415
2.2 Energiakouralla tehtävä raivaus ja kokopuun korjuu 415
2.3 Lähikuljetus 416

3 Metsähallituksen tehtävät 416

4 Urakoitsijan tehtävät 416

5 Hinnoittelu 418
5.1 Hinnoittelutavat 418
5.2 Muut hinnoittelun ehdot 418

6 Kalusto 418
6.1 Kaivinkone 418
6.2 Kauha 418
6.3 Koura 418
6.4 Kuljetuskalusto 418
6.5 Muu kalusto 419

7 Yleinen siisteys ja öljyvahinkojen ja metsäpalojen ehkäisy 419

8 Ennallistamisen laatukriteerit 419
8.1 Yleiset laatukriteerit 419
8.2 Ojien täyttö 419
8.3 Raivaus ja kokopuun korjuu energiakouralla 420
8.4 Lähikuljetus 420

9 Laadun mittauksen menetelmät ja sopimusrikkomukset 420

1 Yleiskuvaus

Metsähallituksen Luontopalvelut tilaa tarvitsemansa ennallistamisen kaivinkonetyöt, koneelliset raivaukset ja kokopuun korjuut sekä lähikuljetukset urakoitsijoilta. Urakoitsija vastaa töiden toteuttamisesta hankintasopimuksen, palvelukuvauksen ja työohjeiden mukaisesti ja raportoi toiminnan etenemisestä erikseen sovitun raportointimenettelyn mukaisesti.

Tässä palvelukuvauksessa tarkoitettavan työn toteuttajalta edellytetään valmiutta sekä ennallistamisen kaivinkonetöihin että kaato-, katkonta-, kasaus- ja lähikuljetustöihin.

Kosteilla turvemailla työskentely poikkeaa kivennäismaalla toimimisesta. Osa työstä ajoittuu myös talviaikaan.

2 Töiden kuvaus

2.1 Soiden ennallistamisen ja luonnonhoidon kaivinkonetyöt

2.1.1 Ojitusalueiden ennallistaminen

Kaivinkonetyöt sisältävät ojitusalueiden ennallistamista. Ennallistamisessa palautetaan ojitettujen suoalueiden vesitalous ojat tukkimalla sekä patorakenteilla, pintavalleilla, ohjausviisteillä ja muilla tarvittavilla toimenpiteillä. Toimenpiteet voivat sisältää myös uusien johdeojien kaivamista.

Ojat tukitaan suon pinnan tasoon täyttämällä ne käyttäen vähintään kaikki kaivussa syntyneet penkkamaat. Tarvittaessa täyttömaata voidaan ottaa myös pistemäisesti saroilta koneen ulottuman sisältä. Täytetty oja on tiivistettävä kauhalla painamalla tai yli ajamalla. Raivaus- ja hakkuutähteitä tai lunta ei saa käyttää ojien täyttöaineksena. Patoihin ja valleihin käytetään ensisijaisesti puhdasta turvetta.

Tukittaville ojille tehdään pintavalleja kohteesta riippuen 20–50 metrin välein. Pintavalli on ilman vahvistavia rakenteita tai kankaita maa-aineksista ojan poikkisuuntaan kasattu valli, jonka mitat ovat:

- Leveys ojan reunasta 5–15 m molempiin suuntiin
- Korkeus tiivistettynä suon pinnasta vähintään 0,5 m
- Pituus ojan suunnassa 1–2 m.

Tukittavilta ojalinjoilta on raivattu tai hakattu tukkimista haittaava puusto tai ojalinja on vähäpuustoista. Tukkimista haittaavaksi puustoksi ei katsota:

- Keskipituudelta alle 2,5-metristä tai läpimitalta alle 5 cm vesakkoa tai taimikkoa
- Yli 2,5-metrisessä puustossa tiheyttä alle 600 runkoa/hehtaari
- Pienialaisia (< 10 % ojien pituudesta) tiheikköjä
- Puustoa, joka sijaitsee yli 2,5 m:n etäisyydellä ojan reunasta.

Raivaamattomat työkohteet tai ojalinjat voidaan erikseen sovittaessa tehdä tuntihintaisena työnä.

2.2 Energiakouralla tehtävä raivaus ja kokopuun korjuu

Energiakouralla tehtävä raivaus ja kokopuun korjuu voivat sisältää puuston kaato- ja katkontatyötä, kasausta ja/tai lähikuljetusta. Töiden toteutustapa vaihtelee työkohteittain ja kuvioittain. Toisinaan raivattava puusto jätetään maastoon, toisinaan se on kuljetettava pois työohjeessa merkittyyn paikkaan.

2.2.1 Ojalinjojen raivaus energiakouralla

Puustoa raivataan ojitetuilta suoalueilta ennen ojien tukkimista. Ojalinjojen raivaus sisältää puuston kaato- ja katkontatyötä. Useimmiten ojalinjat raivataan ojan molemmin puolin 2–3 metriä ojan niskasta saralle päin siten, että ojamaat paljastuvat. Puut kaadetaan aina poispäin ojasta ja puut siirretään pois ojalinjalta. Ojan pohjalle ei saa sijoittaa puuta eikä raivaustähteitä.

Työkohdekohtaisissa ohjeissa voidaan ohjeistaa raivaamaan ojalinjoja myös muilla tavoilla, esimerkiksi ainoastaan patojen kohdil-

ta. Raivaustöihin voi sisältyä myös ajourien raivaamista kohteelle ja kohteen sisällä sekä talviteiden pohjien raivausta. Suuri osa töistä tehdään puustoisilla kohteilla, turvemailla ja pehmeillä alueilla, joissa on osattava toimia koneella.

2.2.2 Kokopuun korjuu

Kokopuun korjuu sisältää puuston kaato- ja kasaustyön sekä lähikuljetuksen. Kokopuun korjuuta voidaan tehdä suoalueilla ennen ojien tukkimista, jolloin ojalinjat raivataan ojan molemmin puolin 2–3 metriä ojan niskasta saralle päin siten, että ojamaat paljastuvat. Ojan pohjalle ei saa sijoittaa puuta eikä raivaustähteitä.

2.3 Lähikuljetus

Lähikuljetus sisältää kokopuun, karsitun rangan tai hakkuutähteen lähikuljetuksen ohjeiden mukaisesti. Energiapuukasat peitetään peitepaperilla.

3 Metsähallituksen tehtävät

Metsähallitus huolehtii seuraavista asioista ennen työn aloittamista:

1. Sopii urakoitsijoiden kanssa urakoitavat työkohteet.
2. Määrittelee mahdolliset työaikarajoitteet ja -vaatimukset.
3. Määrittelee metri-, tunti- ja urakkahinnalla tehtävät työt.
4. Määrittelee tarvittaessa työntekijöiden enimmäismäärän työkohteella.
5. Toimittaa työkohteita koskevat työohjeet, jotka sisältävät mm.
   - 5.1 Kohteiden sijaintitiedot ja tarvittavat kartat
   - 5.2 Työkohdetiedot GPX-muodossa (tarvittaessa)
   - 5.3 Kulkureitit (tarvittaessa)
   - 5.4 Työkohde- tai kuviokohtaiset työohjeet
   - 5.5 Erityiset vaara- ja haittatekijät, luontokohteet yms. rajoitteet.
6. Nimeää vastuuhenkilöt työkohteille.
7. Järjestää työmaan aloituspalaverin.
8. Hakee ja hoitaa tarvittavat lupa-asiat, sopimukset ja viestinnän.
9. Hoitaa yksityismaiden ja -teiden lupa-asiat ja sopimukset.
10. Hoitaa tarvittavat teiden auraukset.
11. Hyväksyy laskutuspyyntölomakkeen sekä suoritetun työn.
12. Maksaa palvelusta sovitun mukaisen korvauksen (laskun maksuaika 30 vuorokautta).
13. Valvoo sopimuksen omistajana sopimusvelvoitteiden toteutumista.

4 Urakoitsijan tehtävät

1. Vastaa siitä, että sillä on sopimuskauden aikana valmius sekä riittävä ja tarkoituksenmukainen resursointi vastaanottaa ja toteuttaa sopimuksen mukaisia työkohteita.
2. Vastaa palvelun laadusta siten, että suorite on annettujen ohjeiden ja sopimuksen mukainen.
3. Laatii kirjallisen toteutusaikataulun valitsemilleen työkohteille Metsähallituksen asettamat vaatimukset ja rajoitteet huomioiden sekä hyväksyttää toteutusaikataulun Metsähallituksen edustajalla ennen töiden aloittamista.
4. Suorittaa työt täysimääräisesti loppuun sovitussa toteutusaikataulussa. Mikäli muuta toteutusaikataulua ei ole sovittu tai mikäli Metsähallitus ei ole vaatimuksissaan määritellyt töiden toteuttamisen määräpäivää, tulee sovitut työt suorittaa täysimääräisesti loppuun sen kalenterivuoden aikana, jolloin Metsähallitus on ne tilannut.
5. Vastaa omien työntekijöidensä ja aliurakoitsijoidensa ammattitaidosta ja perehdyttämisestä työohjeisiin, palvelukuvaukseen, Metsähallituksen toimintatapaohjeeseen ja muihin työssä noudatettaviin lakeihin ja asetuksiin.

6. Vastaa työntekijöidensä ja alihankkijoidensa toiminnasta kuten omastaan.
7. Osallistuu työmaan aloituspalaveriin ja muihin työpalavereihin.
8. Ilmoittaa työkohteen töiden aloittamisesta työmaan vastuuhenkilölle vähintään viikkoa ennen töiden aloittamista.
9. Asettaa ja poistaa työmaan edellyttämät tarvittavat varoitus- ja liikennemerkit.
10. Raportoi työkohteen etenemisestä työohjeen mukaisesti työmaan vastuuhenkilölle esimerkiksi valokuvien tai paikkatiedon avulla tai muulla sovitulla tavalla.
11. Ilmoittaa työkohteen valmistumisesta työmaan vastuuhenkilölle vähintään kaksi päivää ennen työn valmistumista.
12. Ilmoittaa viipymättä mahdollisesta työmaan keskeytymisestä tai todennäköisestä viivästymisestä.
13. Raportoi Metsähallitukselle poikkeavat tilanteet (esim. työtapaturmat, sairastumiset, konerikot, muut Metsähallitukselle tai kolmansille tahoille aiheutuvat vahingot).
14. Raportoi Metsähallitukselle välittömästi poikkeavista löydöksistä työmaalla (esim. arkeologiset kohteet, räjähteet).
15. Vastaa kohtuullisessa ajassa kaikkiin Metsähallitukselta tulleisiin yhteydenottoihin.
16. Osallistuu mahdollisiin hankintasopimuksen mukaisia työlajeja koskeviin Metsähallituksen ilmoittamiin ja järjestämiin koulutuksiin omalla kustannuksellaan.
17. Vastaa yleisien ja Metsähallituksen antamien työturvallisuusohjeiden noudattamisesta sekä omasta, työntekijöidensä ja aliurakoitsijoidensa työturvallisuudesta.
18. Tuntihintaisissa töissä pitää työkohteittain ja päivittäin eriteltyä työaikakirjanpitoa ja hyväksyttää tuntikirjanpidon työkohteen vastuuhenkilöllä ennen laskutusta.
19. Metrihintaisissa töissä pitää työkohteittain ja päivittäin eriteltyä toteumakirjanpitoa ja hyväksyttää sen työkohteen vastuuhenkilöllä ennen laskutusta.
20. Laskuttaa toteutetun työn työkohteittain saatuaan hyväksynnän Metsähallitukselta.
21. Vastaa kaikilta osin laskutuksensa oikeellisuudesta, mukaan lukien siitä, ettei laskutukseen sisälly sinne kuulumattomia eriä. Sopimukseen perustumattomien erien laskuttaminen Metsähallitukselta katsotaan olennaiseksi sopimusrikkomukseksi.
22. Korjaa kustannuksellaan sopimuksen tai työohjeiden vastaisesta toiminnastaan aiheutuneet puutteet työn toteutuksessa sekä korvaa mahdolliset Metsähallitukselle tai mahdolliselle kolmannelle osapuolelle edellä kerrotusta syystä aiheutuneet vahingot. Metsähallituksella on oikeus kateostoon, mikäli puutteita ei korjata Metsähallituksen ilmoittamassa aikataulussa.
23. Ilmoittaa Metsähallitukselle välittömästi, mikäli urakoitsija tai sen alihankkija ei enää täytä tilaajavastuulain mukaisia lakisääteisiä velvoitteita.
24. Erikseen sovittaessa hankkii työmaalla tarvittavat materiaalit (esim. suodatinkankaat) ja laskuttaa ne toteutuneiden (käytetyn määrän) kustannusten mukaisesti.

5 Hinnoittelu

Työt voidaan tehdä metrihintaisena, tuntihintaisena, urakkahintaisena tai näiden yhdistelmänä. Metsähallitus osoittaa eri hinnoittelutavoilla tehtävät työt työkohteiden jaon yhteydessä ennen työkohteen aloittamista.

5.1 Hinnoittelutavat

- Ennallistamisen kaivinkonetyöt, metrihinta (€/m, alv 0 %)
  - Ojien tukkiminen
    - Ojien kokovaihtelu sisältyy metrihintaisen ojien tukkimisen hintaan.
  - Pintavallien tekeminen (3 kpl/100:aa ojametriä kohden).
- Ennallistamisen ja luonnonhoidon kaivinkonetyöt, tuntihinta (€/h, alv 0 %)
  - Metrihintaisesta ojien tukkimisesta poikkeavalla tavalla tehtävät kohteet, kuten:
    - ennallistaminen pelkkiä patoja käyttäen
    - raivaamattomien ojalinjojen täyttö (katso kohta 2.1.1.)
    - pintavallien tekeminen tiheämpään kuin 3 kpl/100:aa ojametriä kohden
    - rakenteilla vahvistettavien patojen tekeminen.
- Raivaus energiakouralla, tuntihinta (€/h, alv 0 %)
- Kokopuun korjuu, tuntihinta (€/h, alv 0 %)
- Lähikuljetus, tuntihinta (€/h, alv 0 %).

5.2 Muut hinnoittelun ehdot

Koneiden siirrot työkohteelle kuuluvat urakoitsijan ilmoittamaan hintaan. Metsähallitus maksaa mahdolliset työkohteen sisällä tapahtuvat koneiden siirtokuljetukset, joista sovitaan aina erikseen. Työkoneiden siirtokustannuksista lyhytkestoisille (alle 10 tuntia) työkohteille sovitaan erikseen.

Tuntihinta sisältää kaikki työn suorittamisesta aiheutuvat kulut pois lukien erikseen sovittavat materiaalit (esimerkiksi suodatinkankaat, peitepaperit).

Tehollista työaikaa on se aika, jolloin kone suorittaa työohjeessa osoitettua työtä. Tehlliseksi työajaksi ei lueta koneiden työkohteelle siirtämiseen kuluvaa aikaa, koneen huolto- ja korjausaikaa, ruoka- ja kahvitaukoja tai koneen työvarusteiden vaihtamiseen kuluvaa aikaa.

Kestoltaan alle kuuden tunnin työkohteilla pienin veloitettava summa on kuusi (6) tuntia.

6 Kalusto

6.1 Kaivinkone

Kalustovaatimuksena on ympäripyörivä telaketjukaivinkone, joka kuuluu toiseen seuraavista kokomääritelmistä:

- painoluokka 10–16 tonnia, telan leveys vähintään 800 millimetriä
- painoluokka 17–20 tonnia, telan leveys vähintään 900 millimetriä.

6.2 Kauha

Ojien täytössä vaaditaan kallistuvaa luiskakauhaa.

6.3 Koura

Ojalinjojen raivaukset ja kokopuun korjuut suoritetaan kokopuun korjuuseen soveltuvalla energiakouralla, jolla täytyy pystyä katkaisemaan vähintään 25 cm läpimittainen runko.

Karsintaterää ei vaadita.

6.4 Kuljetuskalusto

Lähikuljetus suoritetaan kohteeseen soveltuvalla puunkuljetuskalustolla (esim. kuormatraktori, metsätraktori tukkikärryllä ja kouralla) tai muulla puunajoon tarkoitetulla kalustolla. Kuormatilan tilavuuden tulee olla vähintään 7 m^3.

6.5 Muu kalusto

Käytössä tulee olla karttapohjalla sijainnin osoittava laite tai sovellus, esimerkiksi puhelimen maastokarttasovellus tai koneeseen kiinteästi asennettu sijainnin osoittava laite.

Joillakin kohteilla voi käyttää myös toisenlaista kalustoa, mutta siitä on aina sovittava erikseen.

7 Yleinen siisteys ja öljyvahinkojen ja metsäpalojen ehkäisy

Työmaiden siisteydestä huolehtiminen kuuluu jokaiselle työmaalla työskentelevälle. Erityistä huomiota on kiinnitettävä koneiden huolto- ja tankkauspaikkojen sekä taukosuojien ympäristön siistinä pysymiseen. Urakoitsija kerää kaikki syntyvät jätteet ja käsittelee ne asianmukaisesti omalla kustannuksellaan. Jätteitä ei saa jättää maastoon. Kaikki vaaralliset jätteet kuten akut, maalit, liuottimet ja öljyt (myös biohajoavat) on toimitettava kuntien tai jätehuollosta vastaavien yritysten vaarallisten jätteiden vastaanottopaikkoihin ja niitä on käsiteltävä niin, ettei ympäristölle aiheudu vaaraa.

Kaikissa Metsähallituksen työkohteilla työskentelevissä koneissa tulee olla riittävä öljyvahinkojen ensitorjuntavälineistö. Vähäisenkin öljymäärän pääsy maaperään pyritään estämään. Vähäistä suuremmat ja kaikki pohjavesialueilla tapahtuvat öljy-, polttoaine- ja maalivahingot ilmoitetaan hätäkeskukseen. Vahingosta ilmoitetaan aina myös työkohteen vastuuhenkilölle. On suositeltavaa ottaa yhteyttä myös kunnan ympäristöviranomaiseen.

Pohjavesialueella toimittaessa kiinnitetään erityistä huomiota polttoainesäiliöiden, koneen letkujen sekä poltto- ja voiteluaineastioiden kuntoon. Huolto- ja korjaustöiden tekoa vältetään pohjavesialueella. Tankkauspaikat ja/tai polttoainesäiliöt sijoitetaan pohjavesialueiden ulkopuolelle, jollei siitä ole kohtuutonta vaivaa.

Urakoitsijan tulee ennaltaehkäistä maasto- ja metsäpaloja ja huomioida mahdolliset telaketjujen kipinöinnit maastossa. Urakoitsijan tulee välttää maastossa sellaisia korjaustoimintoja, jotka luokitellaan tulityöksi ruohikko- ja metsäpalovaroituksen aikana. Tulityöksi katsotaan mm. kulmahiomakoneen käyttö ja hitsaaminen. Tulityötä tekevällä tulee aina olla voimassa oleva tulityökortti ja riittävä ensisammutusvälineistö.

8 Ennallistamisen laatukriteerit

8.1 Yleiset laatukriteerit

- Työohjeessa ja palvelukuvauksessa esitettyjen laatuvaatimusten täyttyminen ja sopimuksen tavoitteiden toteutuminen
- Aikataulussa pysyminen
- Oikealla toimenpidealueella ja sovituilla kulkureiteillä pysyminen
- Soveltuvan kaluston käyttö
- Palvelukuvauksessa kerrottujen ilmoitusvelvollisuuksien noudattaminen
- Uusien urapainaumien syntymisen minimointi kaikessa konetyössä. Urapainaumaksi katsotaan turvemaalla yli metrin pituinen turpeeseen leikkautunut yli 20 senttimetrin syvyinen painauma. Urapainaumat on korjattu kohteesta riippuen joko tasoittamalla tai mikäli urapainauma on yli 20 metrin pituinen, on se katkaistu pintavallilla, jonka mitat ovat samat, kuin ojan poikki tehtävillä pintavalleilla (ks. kohta 2.1.1.). Urapainaumien korjauksesta on oltu etukäteen yhteydessä työmaan vastuuhenkilöön.

8.2 Ojien täyttö

- Ojien täyttö palvelukuvauksen ja työohjeiden mukaisesti (ks. luku 2.1.1.)
  - Ojien täyttö
  - Padot
  - Pintavallit.

8.3 Raivaus ja kokopuun korjuu energiakouralla

- Kannon korkeus: ≤ 25 cm
- Raivaustähteiden asianmukainen käsittely (työohjeen mukaisesti)
- Raivattava alue (työohjeen mukaisesti).

8.4 Lähikuljetus

- Sovituilla kulkureiteillä pysyminen
- Varastojen ohjeen mukainen sijoittaminen
- Varastot asianmukaisesti tehty.

9 Laadun mittauksen menetelmät ja sopimusrikkomukset

Metsähallitus arvioi työn laatua vertailemalla työn toteutusta työohjeessa ja palvelukuvauksessa annettuihin vaatimuksiin. Työmailla tulee noudattaa täysimääräisesti palvelukuvausta ja siihen kirjallisilla työohjeilla mahdollisesti tehtyjä tarkennuksia ja nimenomaisia muutoksia. Kaikki urakoitsijan poikkeamat palvelukuvauksesta ja edellä kerrotuista työohjeista katsotaan sopimusrikkomuksiksi, joihin Metsähallitus voi soveltaa puitesopimuksen mukaisia seuraamuksia. Toistuva poikkeama palvelukuvauksesta ja/tai edellä kerrotuista työohjeista katsotaan olennaiseksi sopimusrikkomukseksi.

Metsähallitus käyttää palvelun lopputuloksen arviointiin seuraavia laadunmittauksen menetelmiä:

- Ensisijaisesti maastokatselmukset ja työmaakohtainen työjäljen arviointi, vertailu työohjeeseen ja palvelukuvaukseen
- Mahdolliset auditoinnit
- Elektroniset apuvälineet ja kamerat.

Liite 5 Oppaan kirjoittajat

Aapala Kaisu	Suomen ympäristökeskus
Antila Jani	Ennallistajat Group Oy
Aunio Nelma	Pohjois-Savon ELY-keskus
Blomberg Anna	Luonnontieteellinen keskusmuseo Luomus
Eisto Kaija	Pohjois-Karjalan ELY-keskus
Elo Merja	Suomen ympäristökeskus
Eskelinen Iina	Jyväskylän yliopisto
Granqvist Anna-Liisa	Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus
Haapalehto Suvi	Metsähallitus Luontopalvelut
Hokkanen Reijo	Metsähallitus Metsätalous Oy
Hyvärinen Asmo	Tapio Oy
Ihantola Anna-Riikka	Pohjois-Savon ELY-keskus
Ikkala Lauri	Geologian tutkimuskeskus
Ilmonen Jari	Metsähallitus Luontopalvelut
Ilvonen Jaakko J.	
Isoaho Aleksi	Luonnonvarakeskus
Isotalo Anna	Hämeen ELY-keskus
Joensuu Samuli	Tapio Oy
Juutinen Riikka	Lapin ELY-keskus
Kareksela Santtu	Metsähallitus Luontopalvelut
Karttunen Krister	Suomen ympäristökeskus
Keränen Inka	Ympäristöministeriö
Komonen Atte	Jyväskylän yliopisto
Kondelin Hanna	
Korvenpää Terhi	
Koskinen Markku	Helsingin yliopisto
Koukkari Ville	Metsäkeskus
Kulmala Pauliina	Metsähallitus Luontopalvelut
Kurikka Tuula	Ympäristöministeriö
Könönen Katriina	Suomen ympäristökeskus
Laaksonen Mervi	Metsähallitus Luontopalvelut
Laine Anna M.	Itä-Suomen yliopisto
Laitinen Jarmo	Metsäkeskus
Lindholm Tapio	
Lipponen Merja	Lapin ELY-keskus
Luostarinen Ringa	Pohjois-Karjalan ELY-keskus
Punttila Pekka	Suomen ympäristökeskus
Puustinen Mika	Metsähallitus Luontopalvelut
Pänkäläinen Mari	Tapio Oy
Rehell Sakari	Metsähallitus Luontopalvelut
Ruusunen Johanna	Metsähallitus Luontopalvelut
Räsänen Aleksi	Oulun yliopisto
Sallantaus Tapani	
Sallinen Antti	Suomen ympäristökeskus
Salmela Jukka	Lapin maakuntamuseo

Salomaa Riikka	Metsäkeskus
Siekkinen Juha	Kosteikkomaailma
Similä Maarit	Metsähallitus Luontopalvelut
Suikki Anneli	Metsähallitus Luontopalvelut
Tahvanainen Teemu	Itä-Suomen yliopisto
Toivanen Tero	BirdLife Suomi
Tolvanen Anne	Luonnonvarakeskus
Tuittila Eeva-Stiina	Itä-Suomen yliopisto
Vasander Harri	
Vasko Ville	Turun ammattikorkeakoulu
Vepsäläinen Kari	
Vesterinen Pekka	Metsähallitus Luontopalvelut
Vilen Risto	Varsinais-Suomen ELY-keskus
Väänänen Simo	

Uusimmat Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisut

Sarja A

No 253 Ikkala, L. & Similä, M. (eds) 2024: Proposals for developing the monitoring of restored peatlands – Experiences gained in Hydrology LIFE project for developing general and hydrological monitoring as well as setting up monitoring by remote sensing. 151 s.

No 254 Karppinen, A., Nikula, R. & Vierelä, M. 2024: Eräpalvelujen virtavesikunnostukset 2020–2023 – loppuraportti. 64 s.

No 255 Palviainen, H., Tenhunen, T., Tervonen, P., Tolonen, S., Tuovinen, T., Vauramo, A. & Väli-Torala, T. 2024: Kulttuuriperinnön kuva 2023 – Metsähallituksen julkisten hallintotehtävien hallinnassa olevan kulttuuriomaisuuden kuva vuonna 2023. 53 s.

No 256 Arnkil, A., Bäck, A., Haavisto, F., Keskinen, E., Kuningas, S., Laine, A., Nieminen, A., Puttonen, I., Raitanen, H. & Salovius-Laurén, S. 2024: A Review of Marine Nature Restoration Work and Methods Used in Finland. 139 s.

No 257 Salo, E. & Huttunen, M. 2025: Kulttuuriperintöpotentiaalin selvitys rannikon laguunien ja jokisuistojen alueella sekä seitsemällä pilottikohteella – LIFE-IP Biodiversea -hanke. 90 s.

No 258 Lehtonen, I., Pirinen, P., Tuomenvirta, H. & Aalto, J. 2025: Pohjoisten luonnonsuojelualueiden ilmastotulevaisuudet. 61 s.

No 259 Toivola, M. 2025: Helmi-vieraspetohanke – Petopyynnillä pesimärauhaa. 125 s.

Sarja B

No 269 Tiikkainen, U. 2023: Sallan kansallispuiston ja Sallatunturin alueen kävijätutkimus 2022. 63 s.

No 270 Haverinen, S. 2023: Patvinsuon kansallispuiston kävijätutkimus 2022. 66 s.

No 271 Haverinen, S. 2023: Tiilikkajärven kansallispuiston kävijätutkimus 2022. 64 s.

No 272 Metsähallitus 2023: Suojelualueiden hoidon ja käytön periaatteet. 245 s.

No 273 Metsähallitus 2025: Principles of Protected Area Management in Finland. 254 s.

Sarja C

No 184 Metsähallitus 2023: Koloveden kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelma. 131 s.

No 185 Metsähallitus 2023: Linnansaaren kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelma. 157 s.

No 186 Metsähallitus 2024: Seitsemisen kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelma. 107 s.

No 187 Metsähallitus 2025: Perämeren kansallispuiston, Perämeren saarten ja Röytän hoito- ja käyttösuunnitelma 2023–2037. 254 s.



ISSN-L 1235-6549
ISSN (VERKKOJULKAISU) 1799-537X
ISBN 978-952-377-152-9 (PDF)
JULKAISUT.METSA.FI