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.

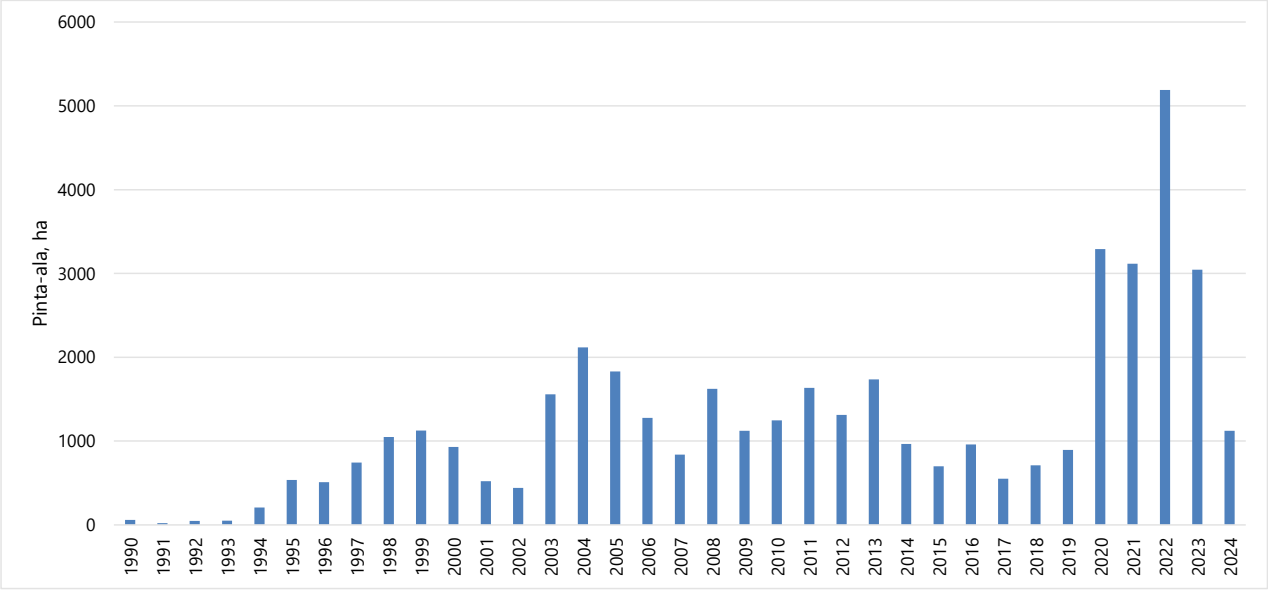
Soita on ollut Suomessa alun perin noin 10,4 miljoonaa hehtaaria. Soita ja turvemaita on jäljellä 8,9 miljoonaa hehtaaria, joista ojitettuja on noin 4,8 miljoonaa hehtaaria ja ojittamattomia noin 4 miljoonaa hehtaaria (Ojanen ym. 2020b). Vuosina 1990–2024 soita on ennallistettu suojelualueilla noin 43 000 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).

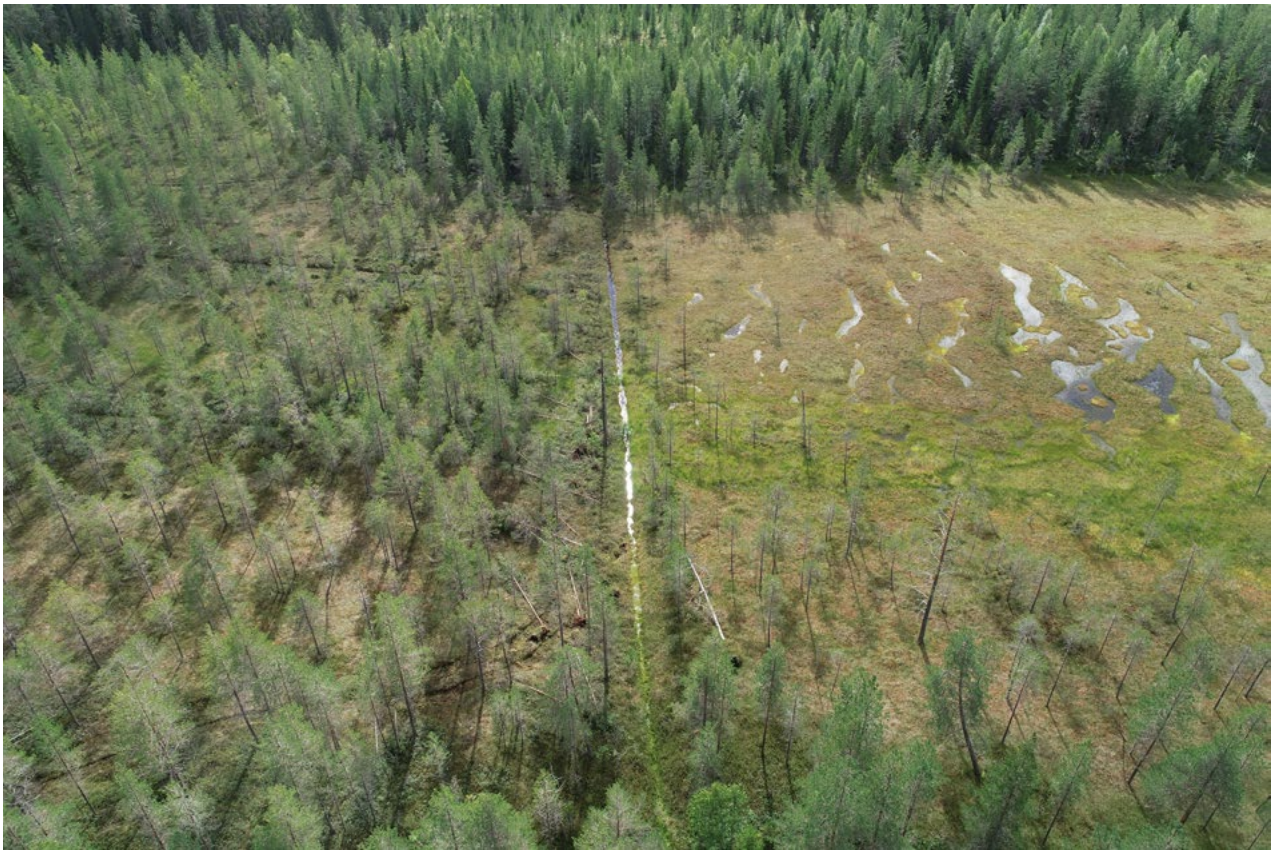
Yksi useimmin esille nousevista soiden ennallistamisen tavoitteista on ilmastonmuutoksen hillitseminen (tietolaatikko 7). Soilla on maailmanlaajuisesti keskeinen rooli ilmaston säätelyssä, sillä soihin sitoutunut hiili on turpeessa pitkäaikaisessa varastossa, poissa ilmakehästä. Luonnontilaiset suot 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 hoito- ja 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-

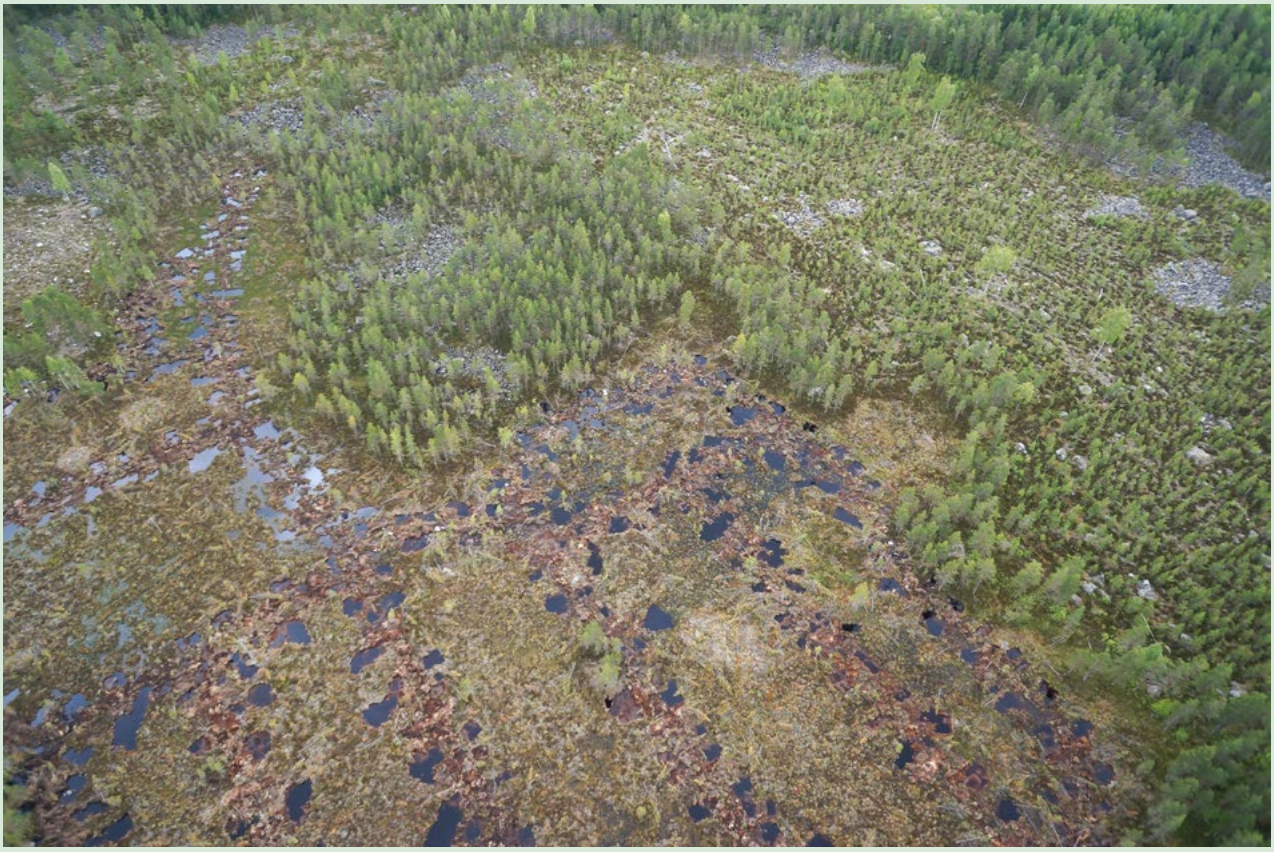
ka muutoin johtaisivat valuma-alueiden vedet suon ohi.

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

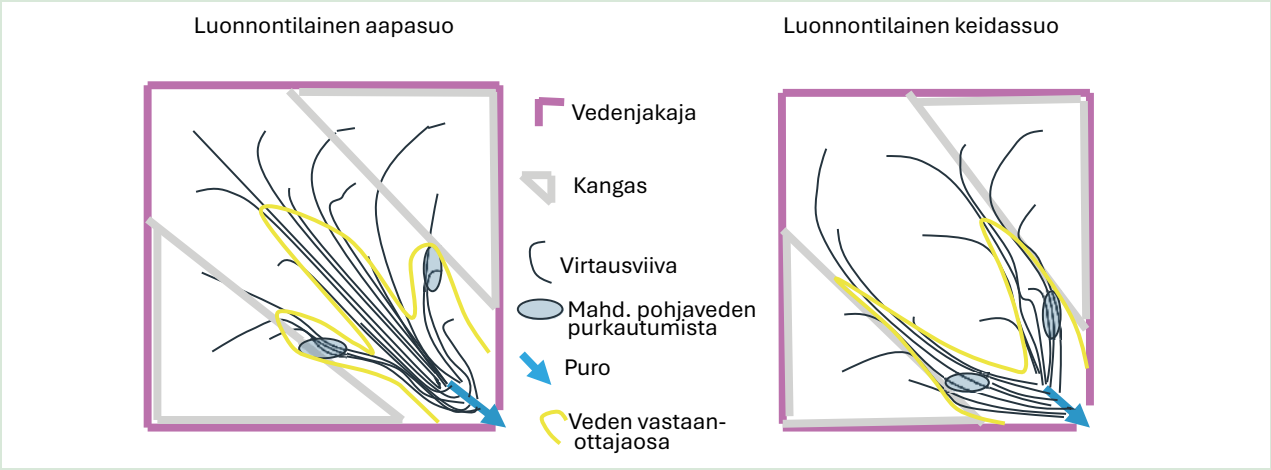
Suoyhdistymien kokonaisvaltainen hydrologinen tarkastelu ja yhdistymän erityispiirteiden huomioiminen on ennallistamisessa tärkeää. Hydrologisina kokonaisuuksina keidas- ja aapasuot eroavat toisistaan merkittävästi, mutta molemmista on löydettävissä toiminnallisesti ja rakenteellisesti samantyyppisiä 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.

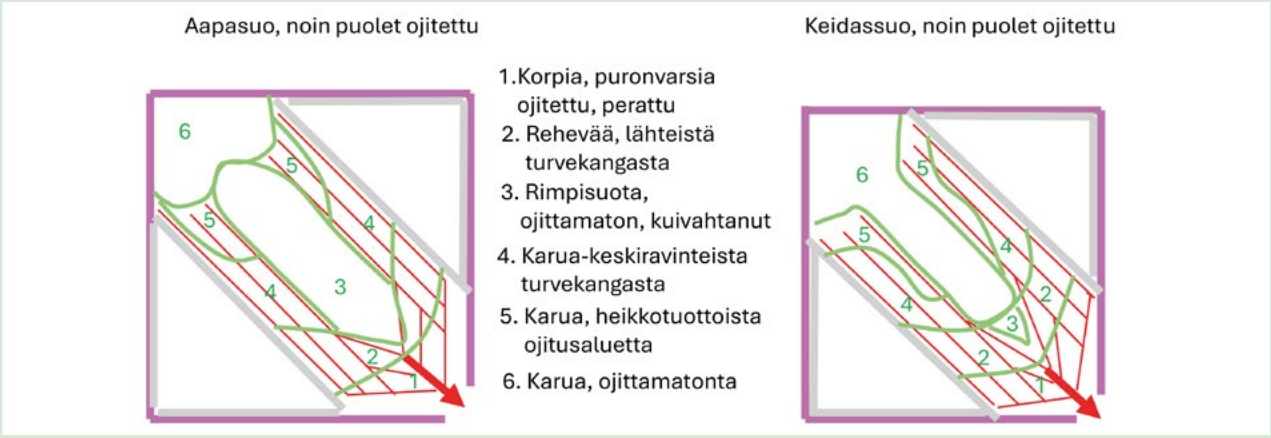
Vertailua vaikeuttaa se, että ennallistamisen kustannukset tulevat maksettavaksi heti, mutta hyödyt ilmenevät pitemmällä aikavälillä ja kohdistuvat yksittäisen maanomistajan maita laajemmalle alueelle.

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.

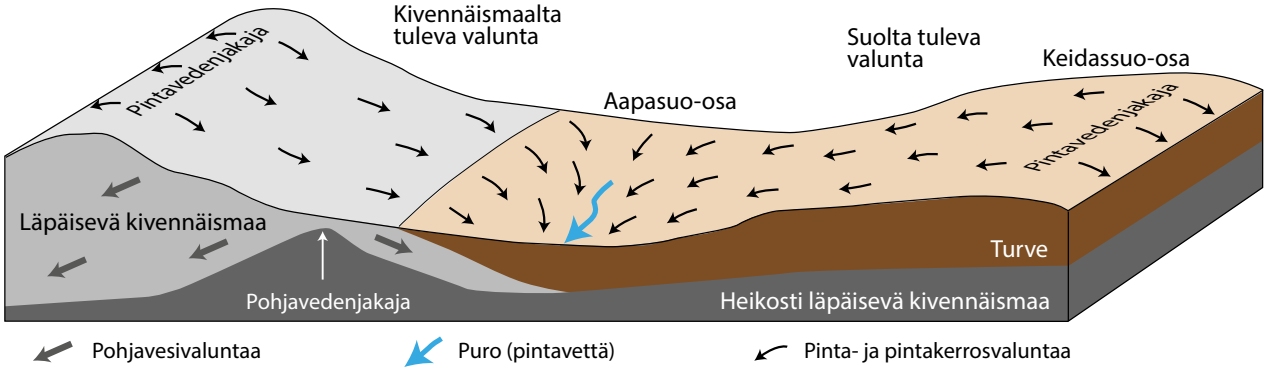
Suon vesien liikkeisiin vaikuttavat lisäksi valuma-alueen vesistöt, vesien luontaiset virtausreitit sekä valuma-alueen ojitus. Ojitus voi muuttaa myös valuma-alueen rajoja.

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.

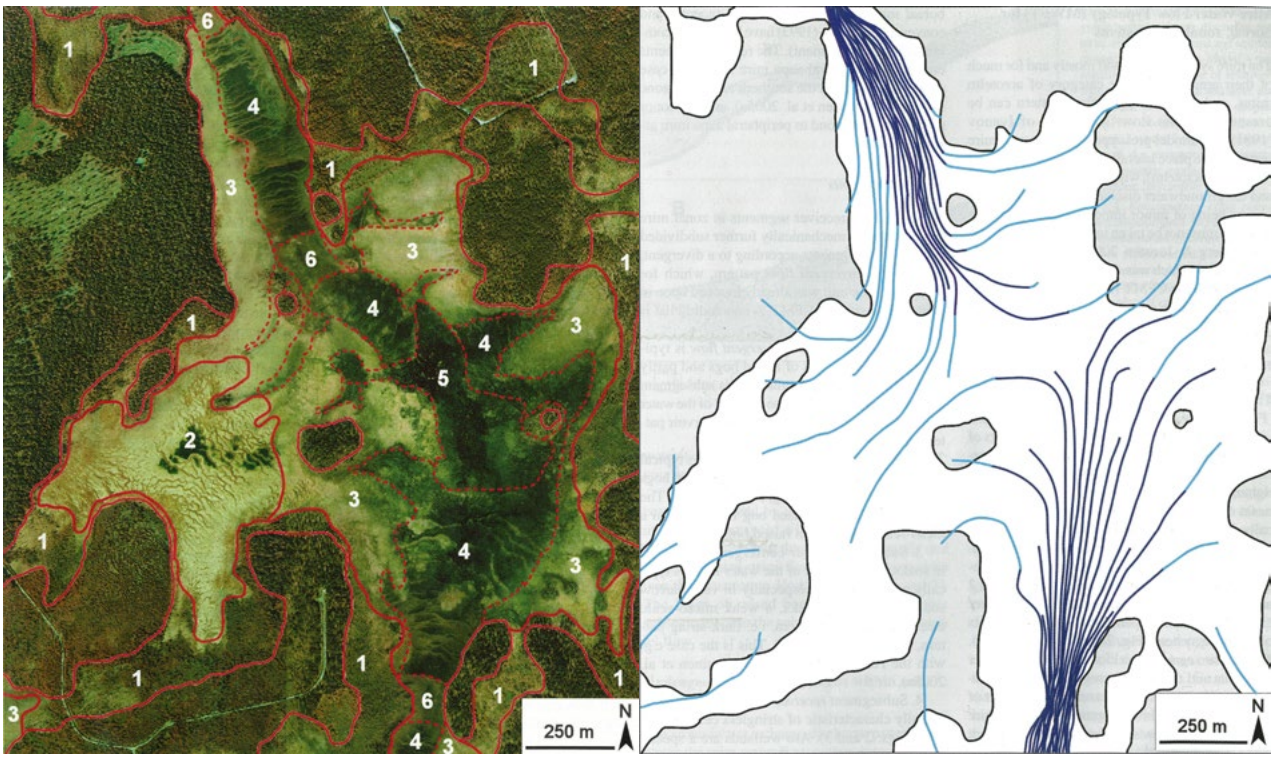
Rahkainen luovuttajaosa on vedenjakajan tuntumassa ja siinä veden virtaus on vähäistä. Luovuttajaosassa hajaantuvien virtausviivojen alueella vallitsevat keidassuot, yhdensuuntaisten virtausviivojen alueella on muita rahkaisia suotyyppejä (lohkot, kuva 6). Siellä, missä virtausviivat ovat tiheimmillään,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

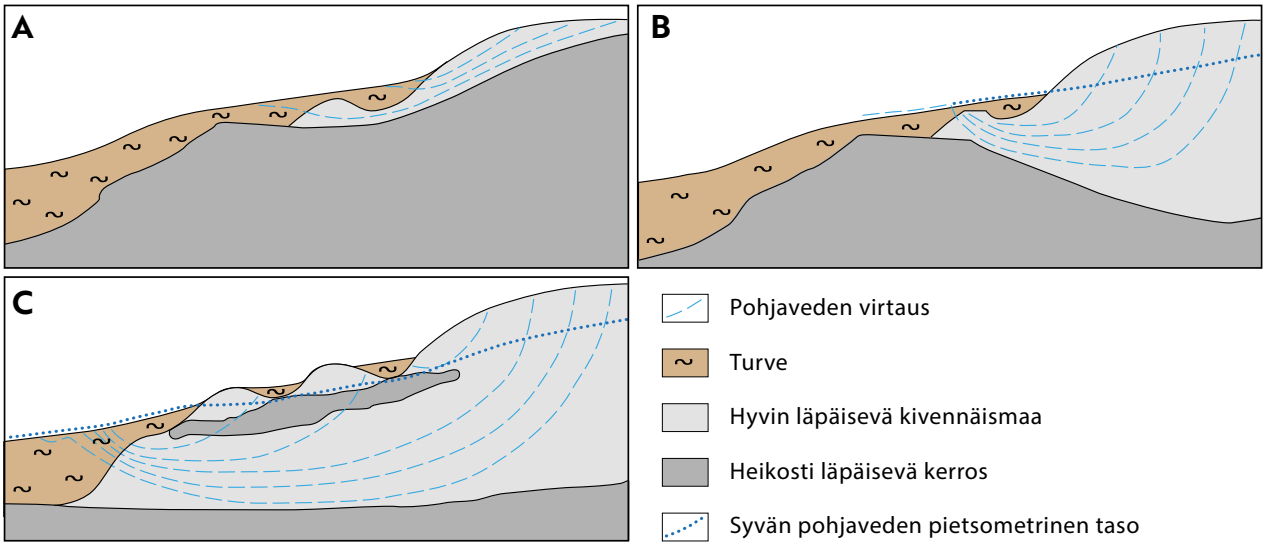
Kaikenlaisille suosysteemeille on kuitenkin ominaista tasaisempien altaiden ja viettävämpien kynnysten vuorottelu. Kynnykset erottuvat suon pientopografiassa veden virtaussuuntaa vastaan kohtisuorina kuivapintaisempina osina. Aapasoiden jänteet ja keidassoiden kermit toimivat kynnyksinä, jotka patoavat 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.

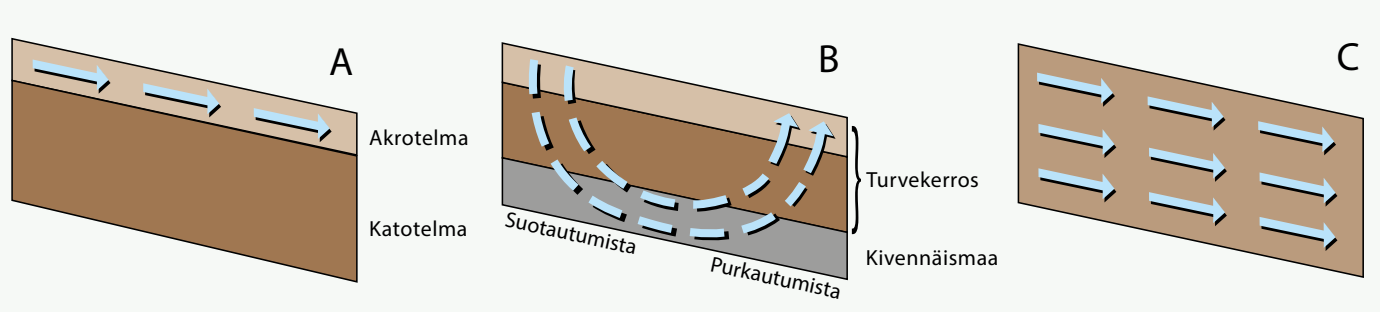
Mallissa oletetaan, että veden virtaus katotelmassa on niin pientä, että se voidaan olettaa nollaksi. Tällöin vesi virtaa kokonaisuudessaan akrotelmassa suovedenpinnan kaltevuuden suuntaisesti. Akrotelmassa on vedenpinnan itsesäätelymekanismi. Kun vettä tulee paljon, vedenpinta nousee ja poisvirtaus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

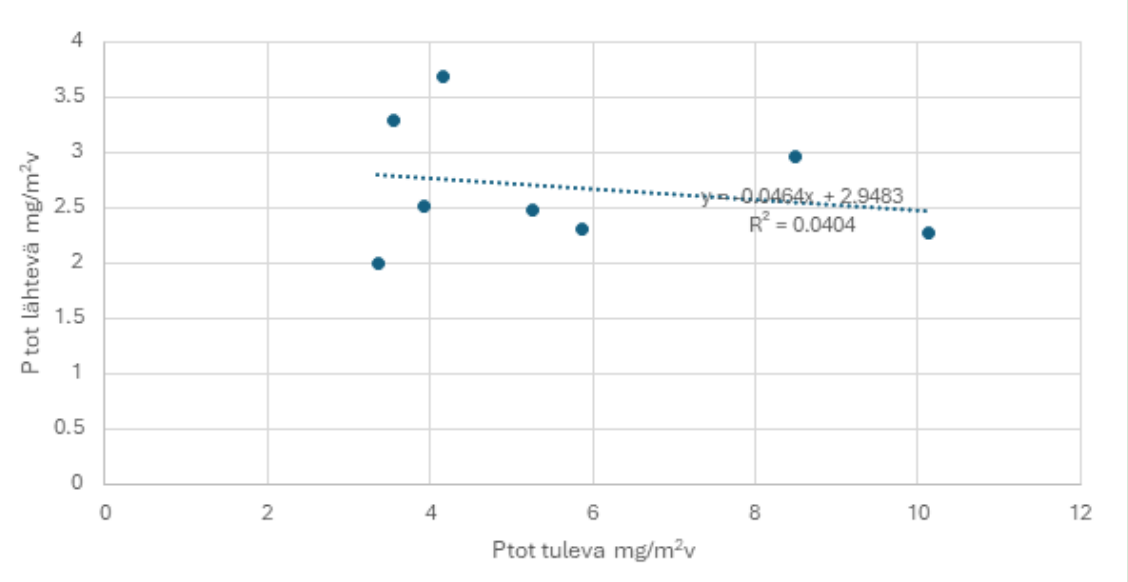
Vastaanottavan suon vaikutukset valumaveden laatuun vaihtelivat alueiden välillä ja mitattujen suureiden kesken. Keskimääräiset muutokset olivat loogisia ja hyvin selitettävissä, mutta osin yllättäviäkin (taulukko 1).

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-



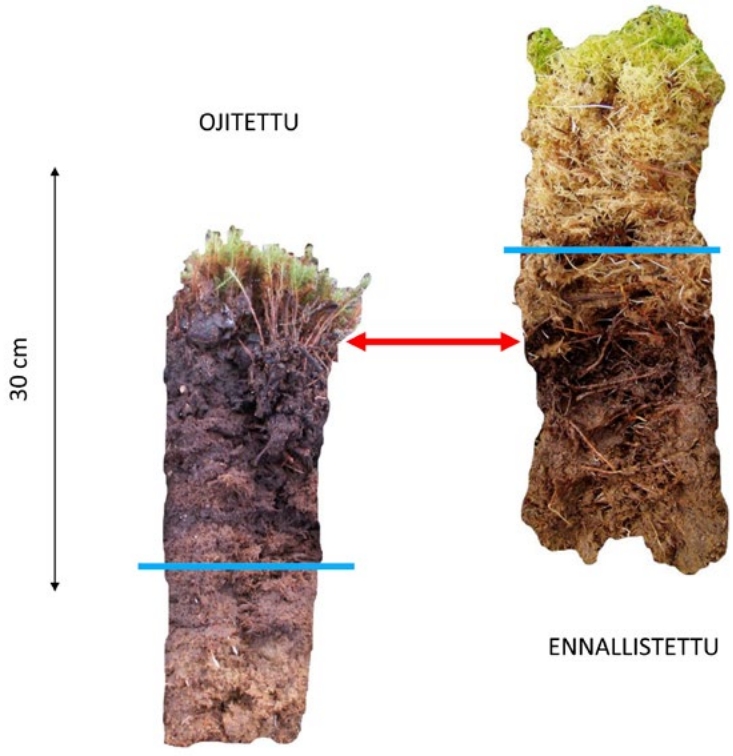
Kuva 8. Tupasvilla runsastuu usein ennallistamista seuraavina vuosina. Rahkasammalten kasvu alkaa märimmillä pinnoilla tupasvillakasvustojen lomissa ja on usein hyvässä vauhdissa noin viiden vuoden kuluttua ennallistamisen jälkeen (vasemmalla). Usein rahkasammalet alkavat peittää tupasvillakasvustoja 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 alaosassa 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-

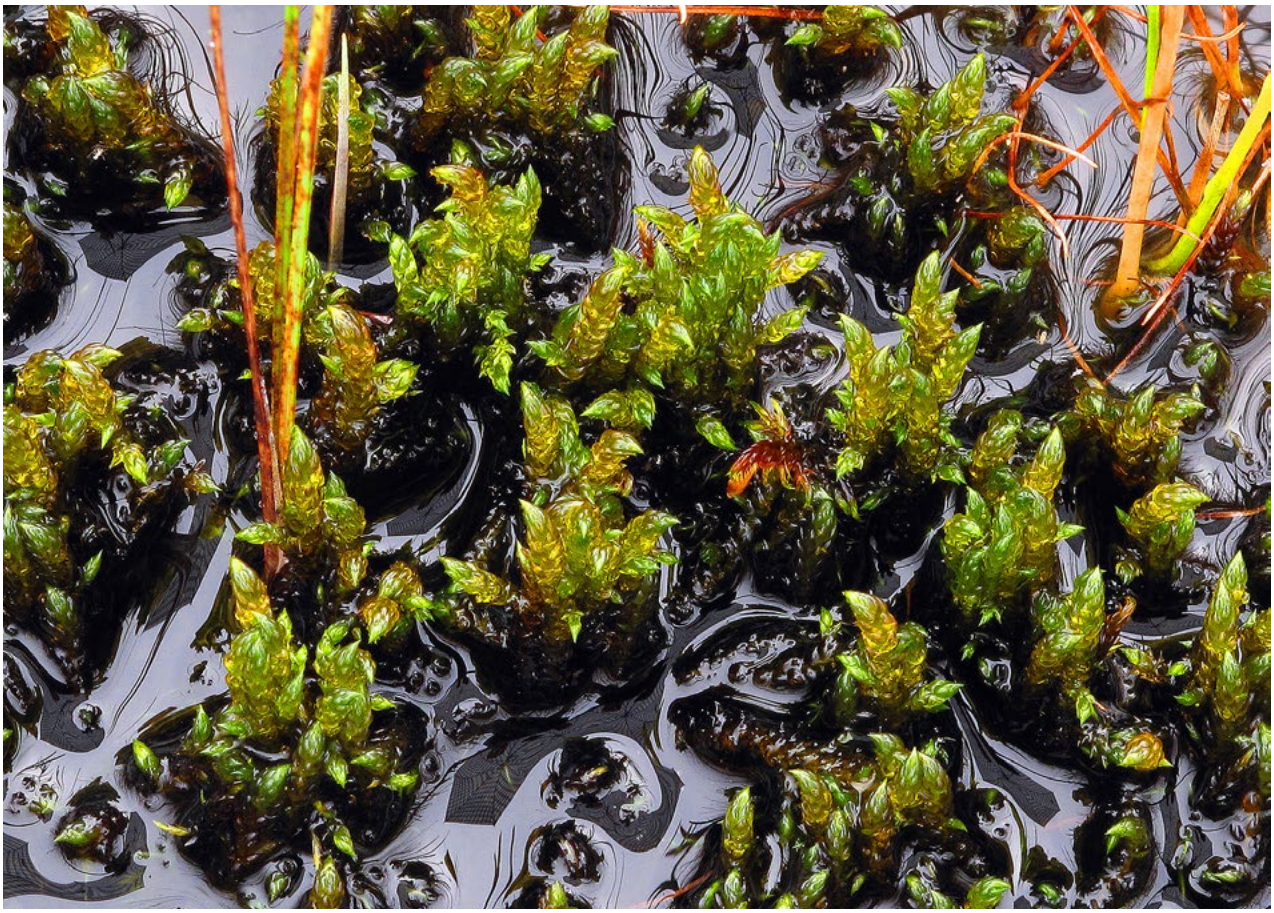
risesti alhaalta ylös ylläpitää osaltaan suoveden korkeaa tasoa. Kuollut rahkasammal hajoaa suo-olosuhteissa hitaasti, millä on merkitystä turpeen kertymisessä (Rydin & Jeglum 2006, Lindsay 2010). Rahkasammalilla on merkittävä rooli myös boreaalisten soiden hiilen kierrossa (Larmola ym. 2010, Laing ym.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

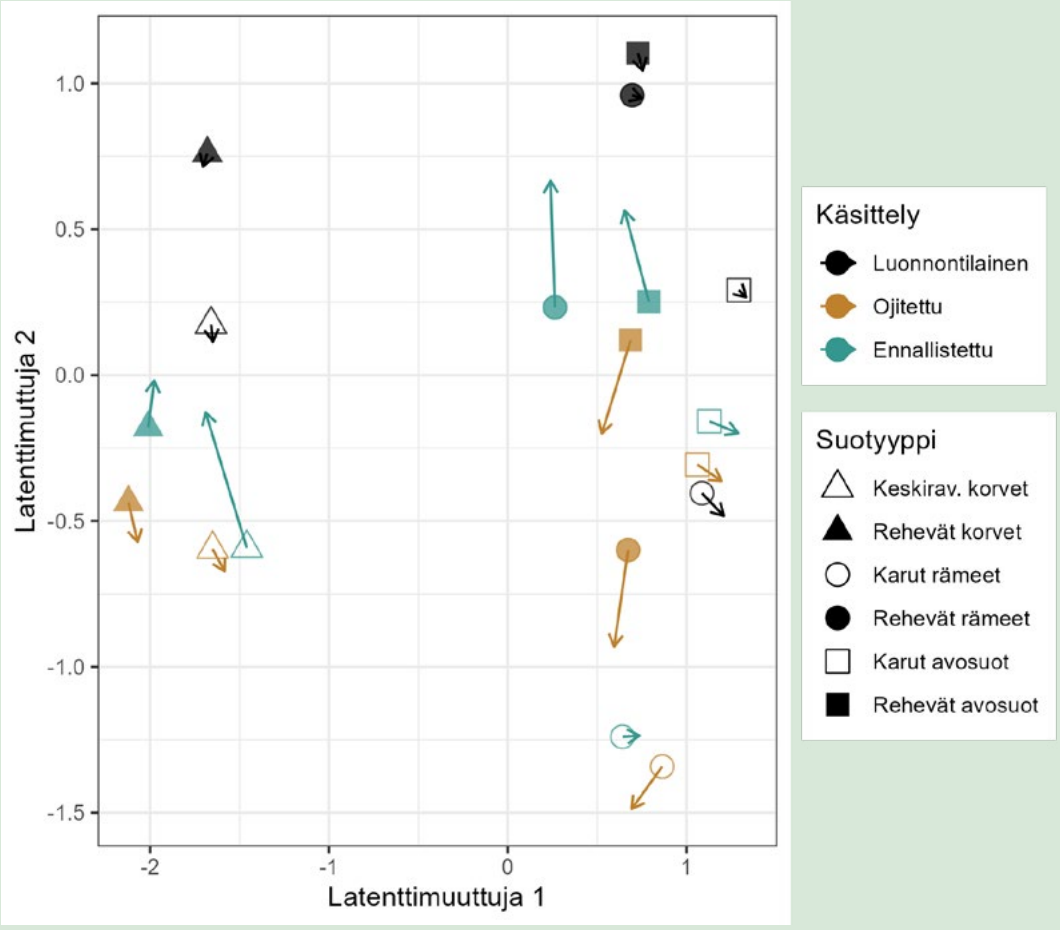
Pitkälle muuttuneilla kohteilla alkuperäisen luontotyypin piirteet eivät välttämättä palaudu ennallistamallakaan, ainakaan lyhyellä aikavälillä. Toisaalta esimerkiksi pitkällekin muuttuneen leton ennallistaminen voi palauttaa kohteen toimivaksi letoksi ja siten sopivaksi elinympäristöksi osalle lettolajistoa, 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

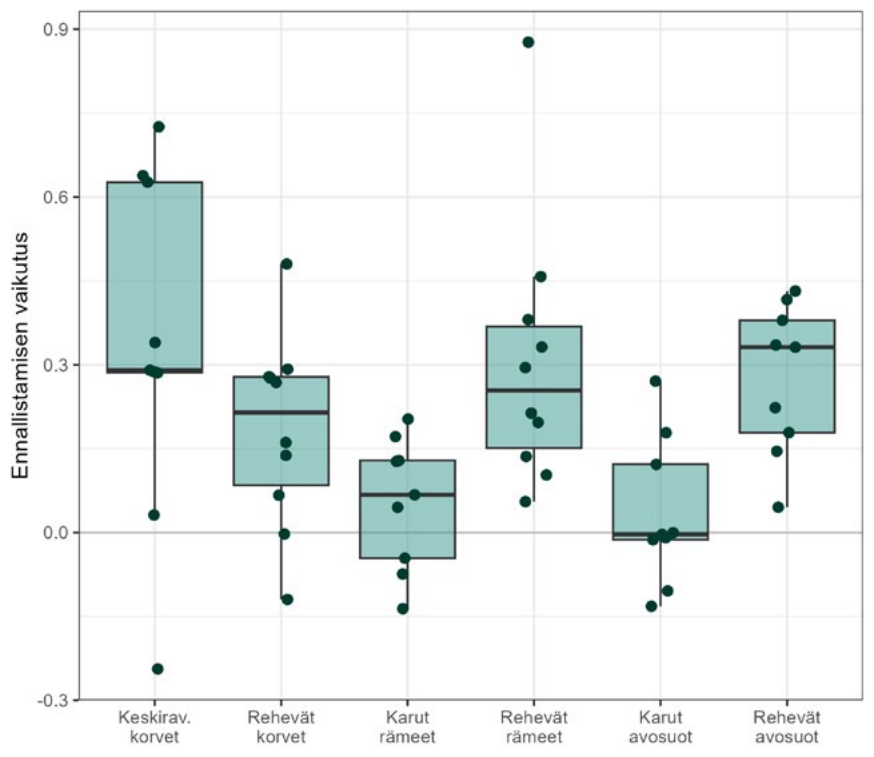


Kuva 1. Keskimääräinen kasviyhteisö eri käsittelyillä ja suoelinympäristötyypeillä ennen ennallistamista (symboli) ja 10 vuotta ennallistamisen jälkeen (nuolen pää). Mitä lähempänä symbolit ovat toisiaan, sitä samankaltaisempia niiden kasviyhteisöt ovat. (Elo ym. 2024 mukaan.)

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).

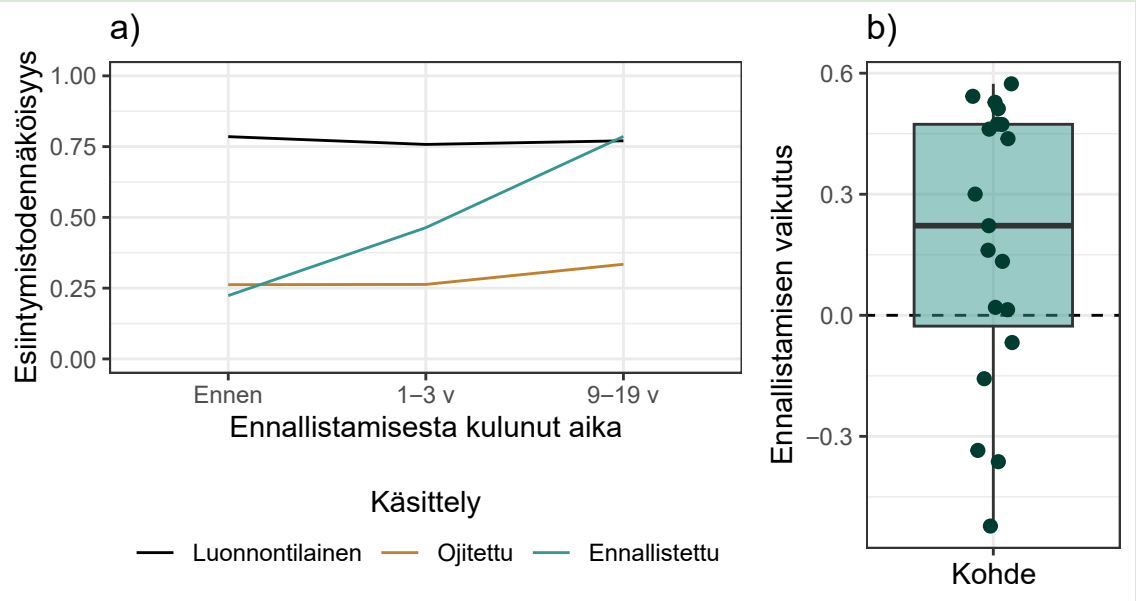
Kun ennallistamisesta oli kulunut 9–19 vuotta (vuonna 2022), havaittiin kolmen suopäiväperhosen hyötyneen ennallistamisesta selvästi: rahkahopeatäplän, saraikkoniittyperhosen (*Coenonympha tullia*) ja rämekylmänperhosen (kuva 2a). Neljä lajia oli hyötynyt jonkin verran: suohopeatäplä, rämehopeatäplä, 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.

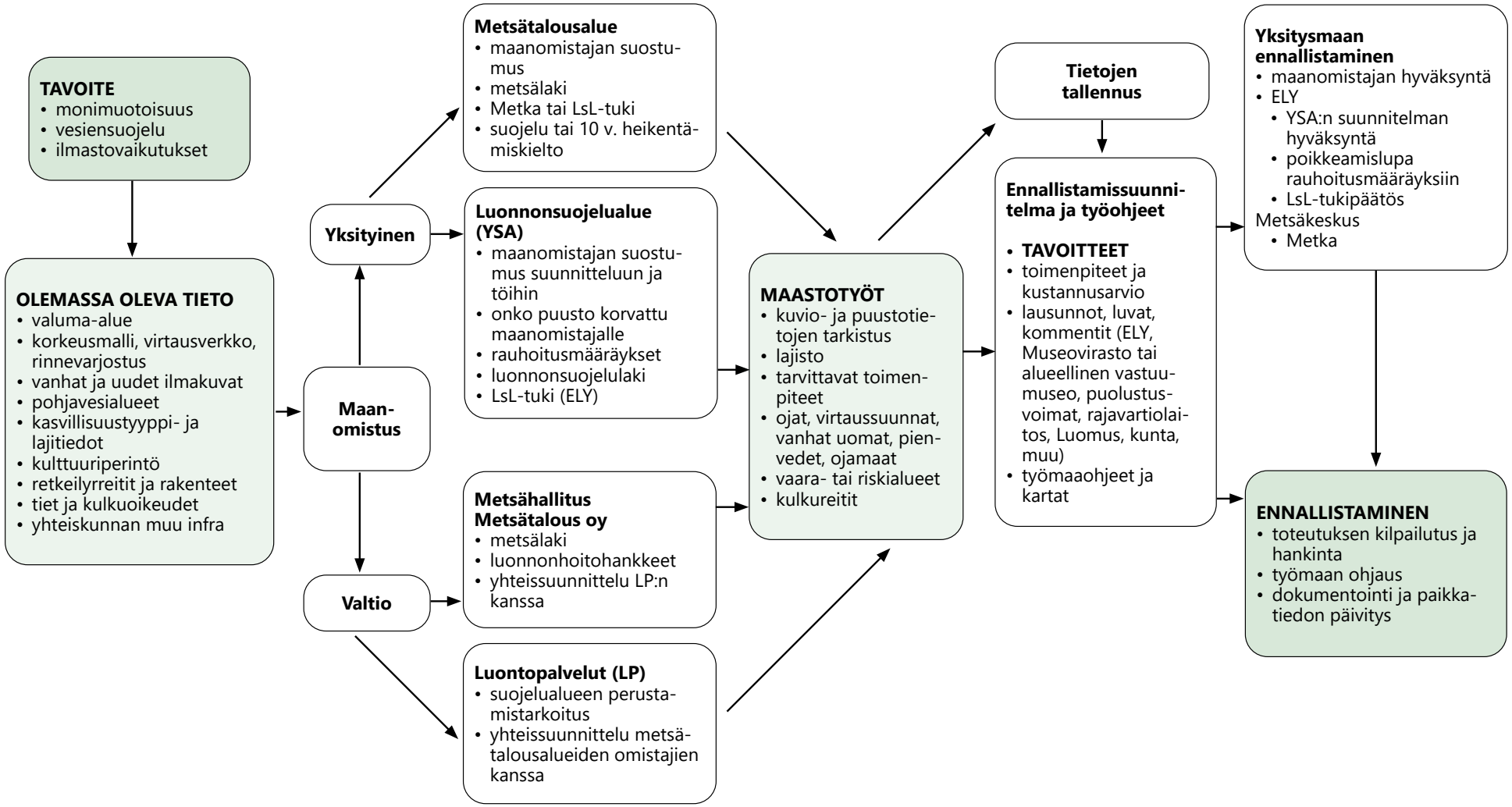
Mitä konkreettisemmin tavoitteet määritellään, sitä helpompaa on myöhemmin arvioida, miten ne on saavutettu.

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

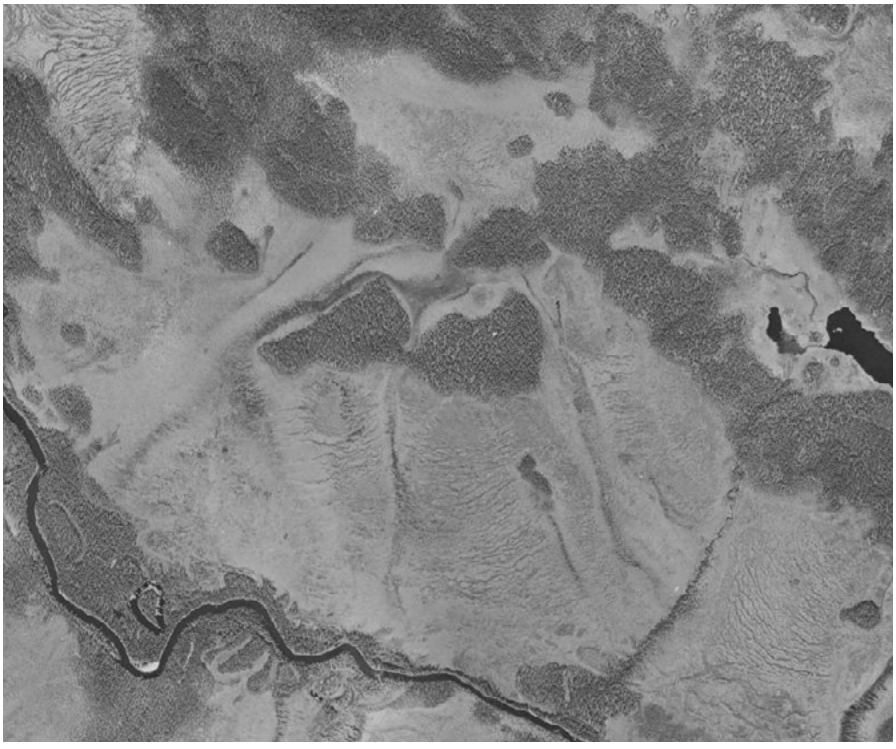
Suon luontaisen hydrologian selvittäminen

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). Kausivaihtelevilla 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.

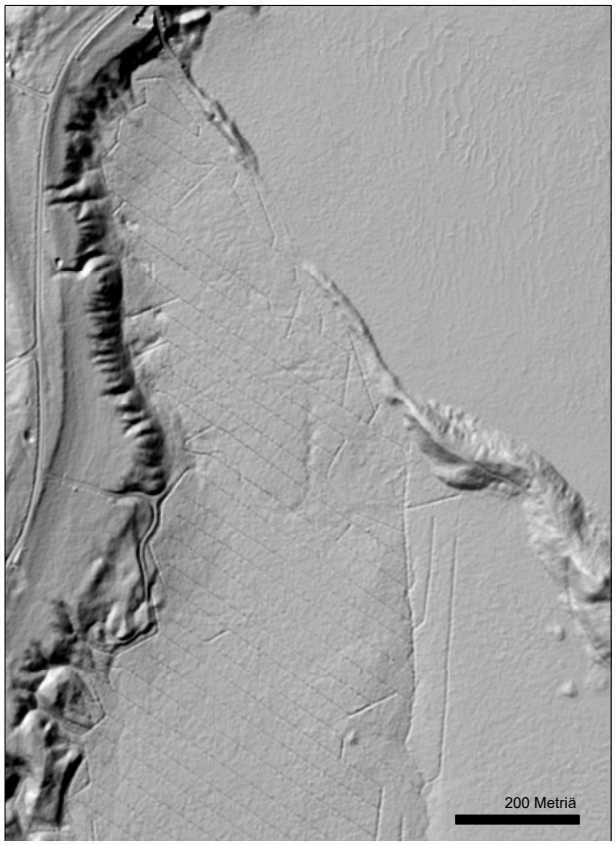
Käytännön ennallistamistyötä suunniteltaessa selvitetään

- 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).

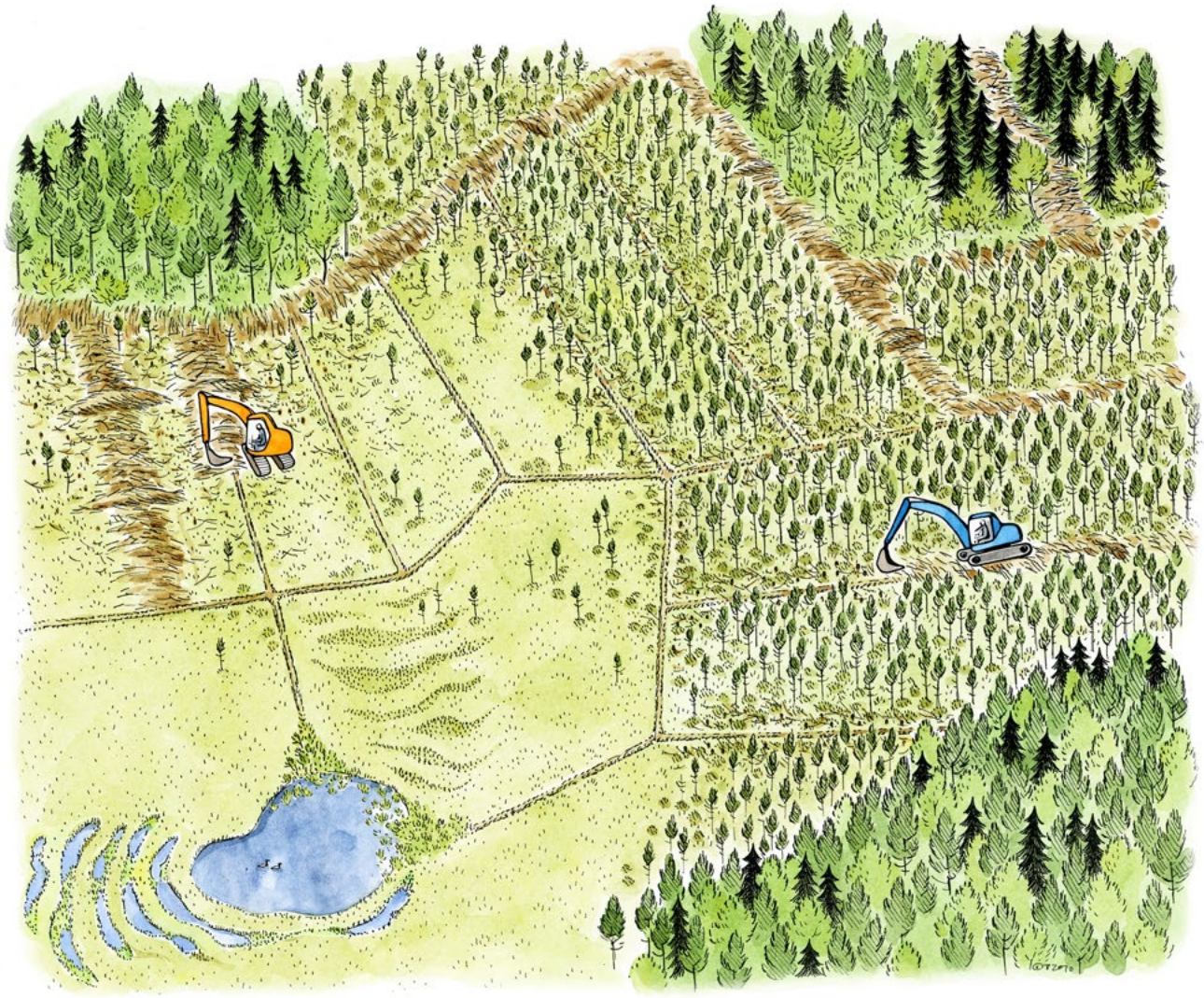
Sulan maan aikaan työ on vaivattominta ja nopeinta, mutta märimmät kohteet saattavat kantaa koneen vasta maan ollessa roudassa tai kun lumikerros suolla on sopivan paksu.

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:

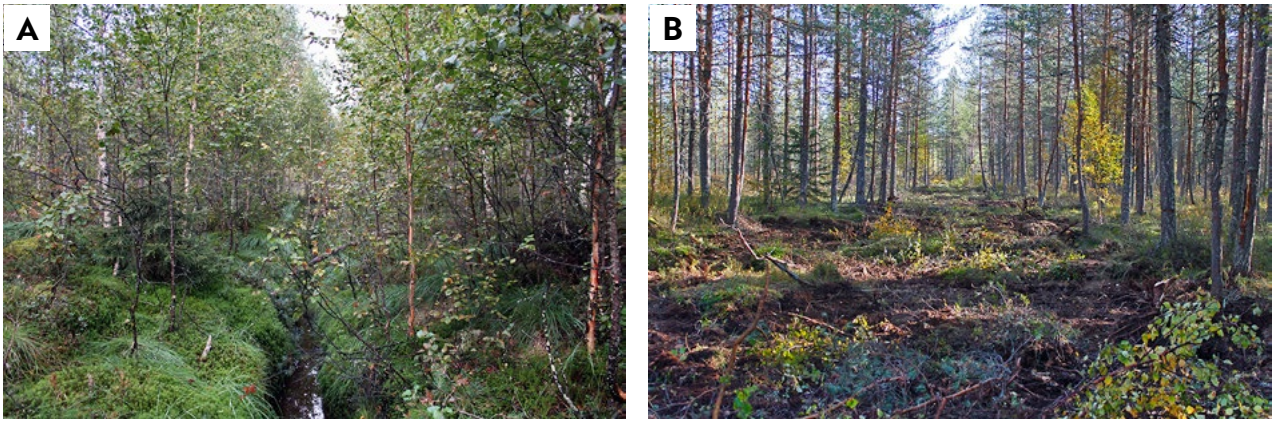
- ojalinjalla on myös ainespuuta ja puut voidaan kuljettaa tienvarteen → koneellinen korjuu
- ojanvarsipuusto on energiapuun kokoluokkaa, mutta sitä ei haluta jättää suolle ja puut voidaan kuljettaa tienvarteen → kokopuukorjuu
- raivattavat puut voidaan jättää suolle ja puut halutaan syrjään täytettävältä 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).

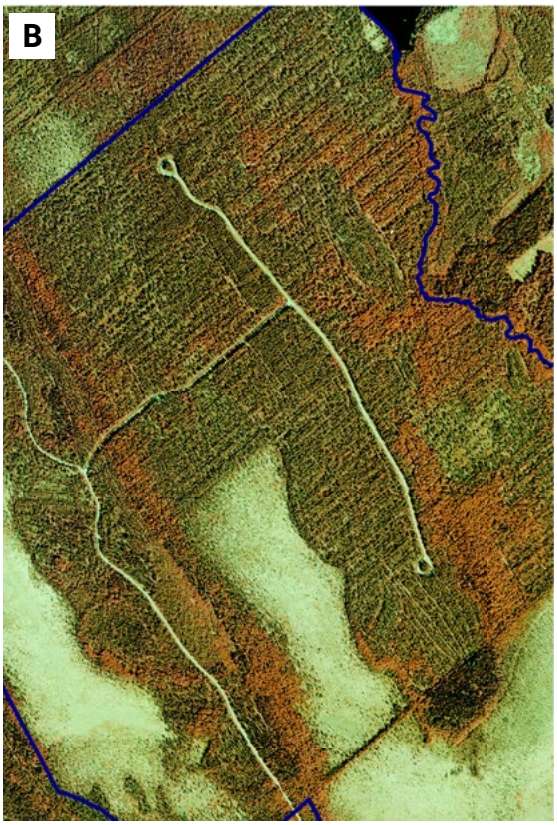
Korjuun suunnittelu

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-







1:10 000

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.

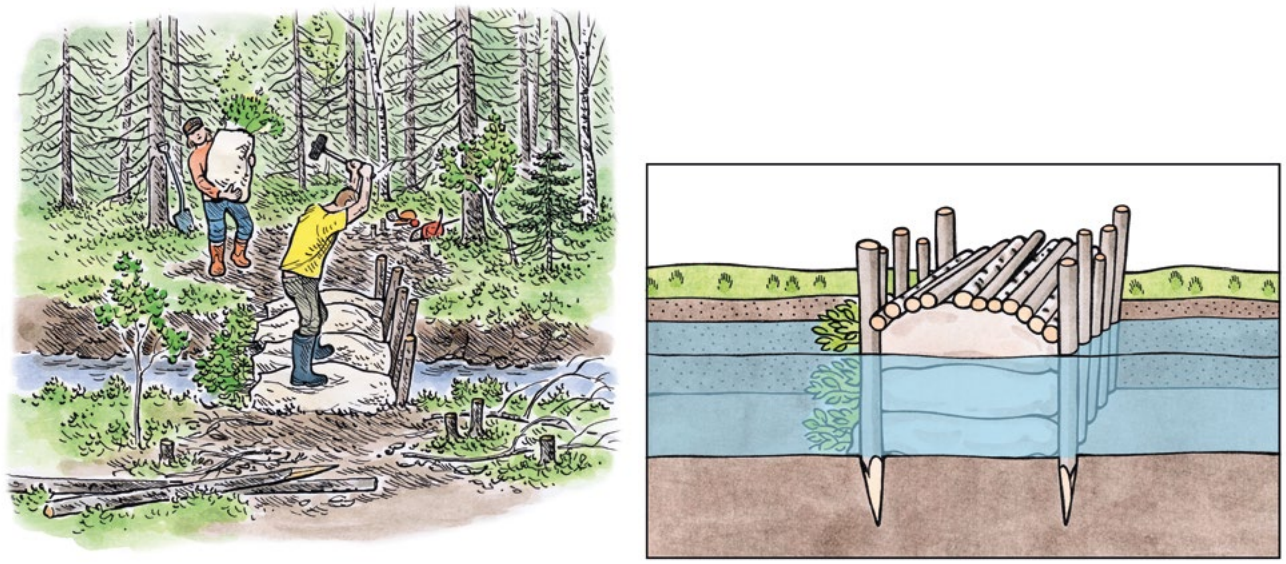
Vesistöihin laskevat ojat

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

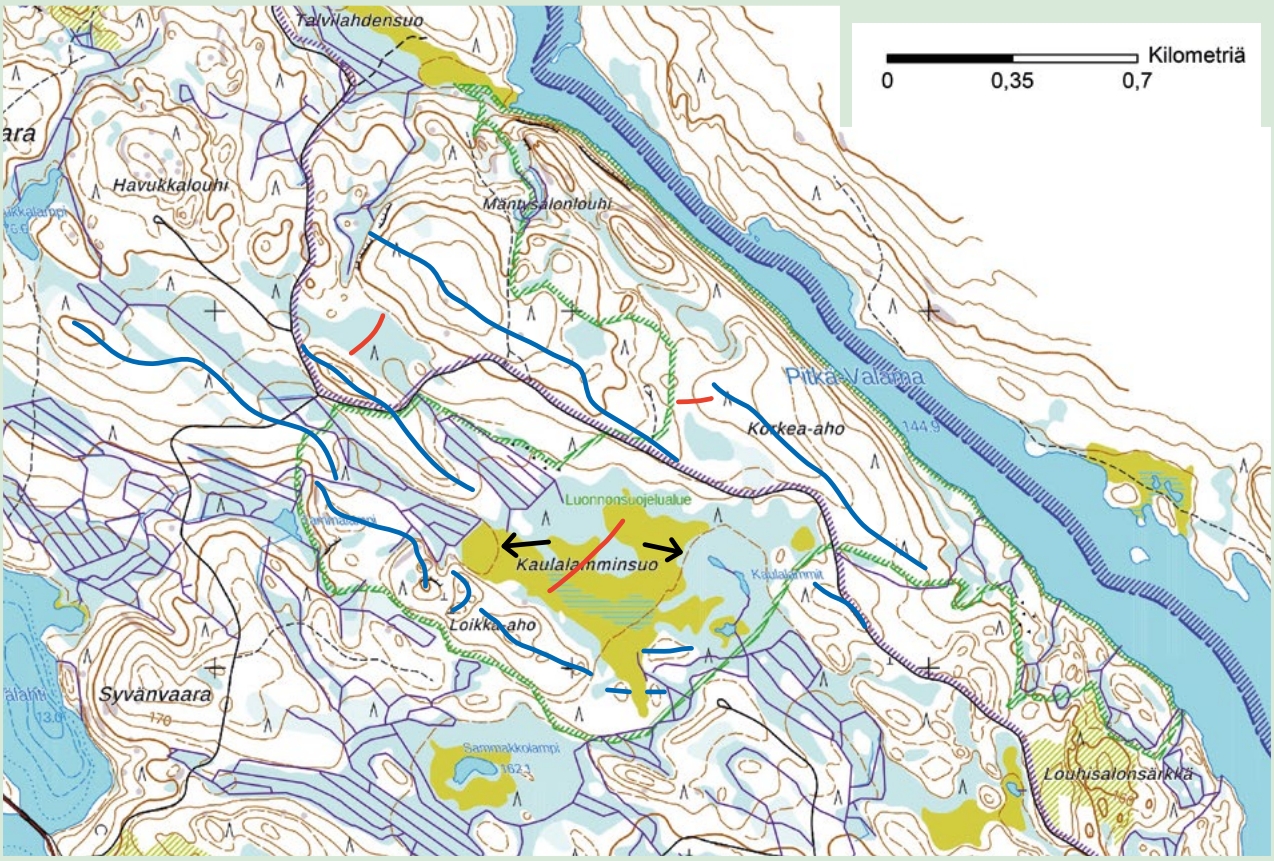
Valuma-aluetarkastelulla selvitetään suon vesien alkuperä ja miten tilanne on muuttunut luontaisesta. Ojitus voi vaikuttaa valuma-alueen rajoihin, jos luontaisia kynnyksiä on puhkaistu ojilla. Tiet puolestaan saattavat padota vesiä paikallisesti valuma-alueen sisällä.

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.

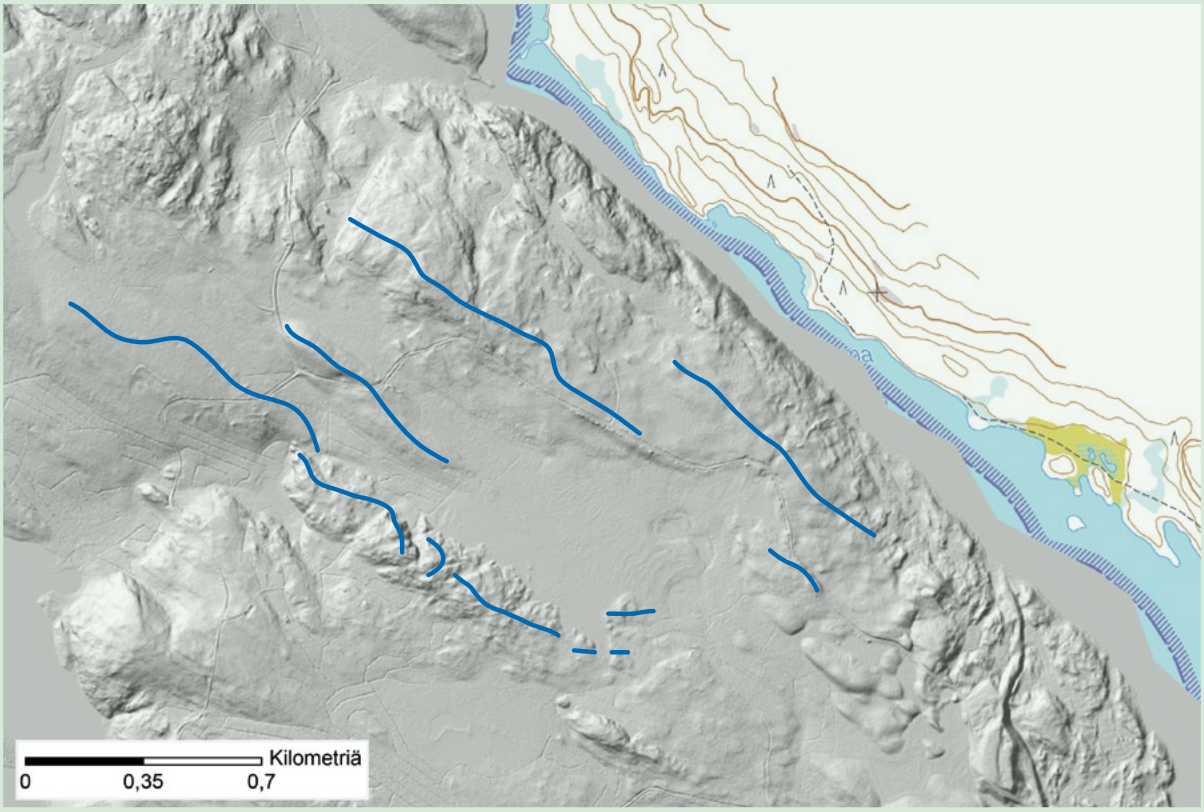
Toisilla kohteilla taas saatetaan tarvita yksityiskohtien selvittämiseen esimerkiksi tarkkaa korkeustietoa (tietolaatikko 23) ja maaperän rakenteen selvittelyä.

Valuma-alueen määrittely peruskartalta ja ilmakuvalta

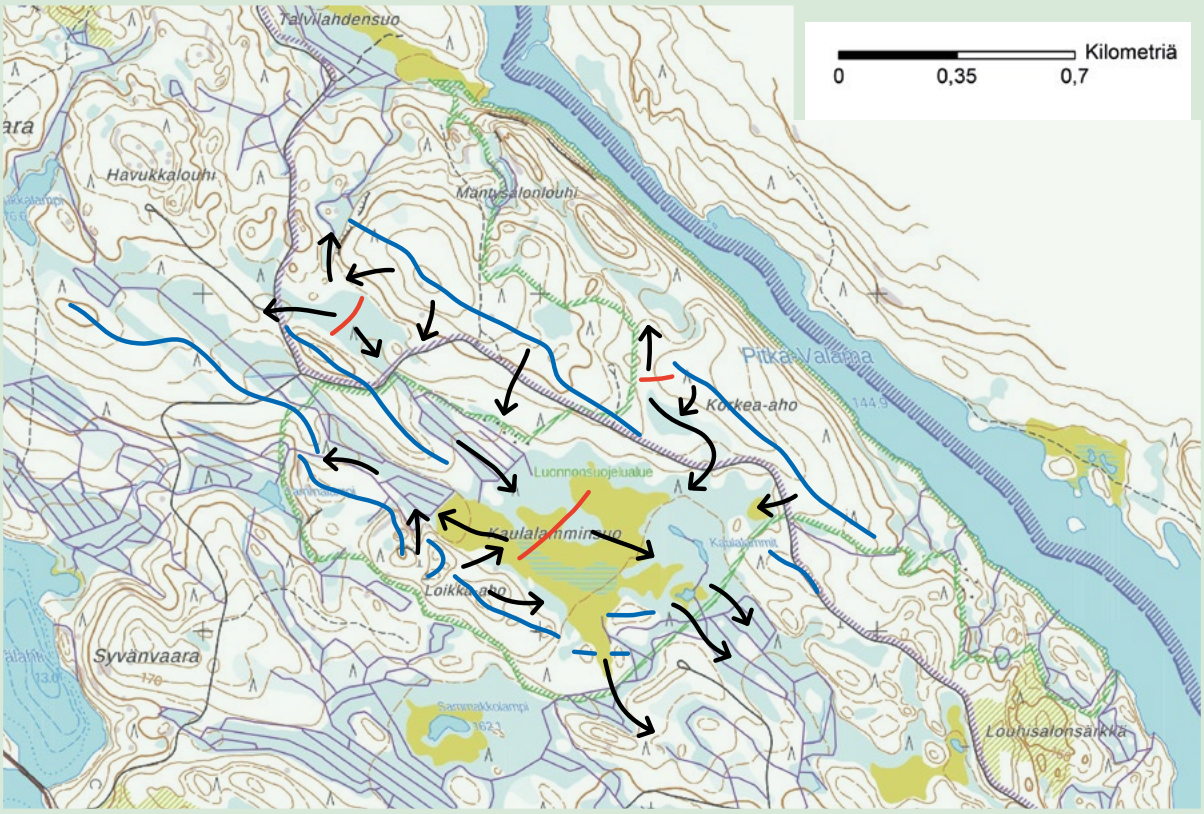
Suon valuma-aluetta rajaavat korkeimmat maastonkohdat, vedenjakajat (siniset viivat ks. kuvat 1–3). Tasaisella alueella vedenjakajakohta (punaiset viivat) löytyy jostain kahden samalla korkeudella olevan korkeuskäyrän (mustat pikkunuolet) välistä. Sen tarkka sijainti ei kuitenkaan selviä pelkästään peruskartan 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.

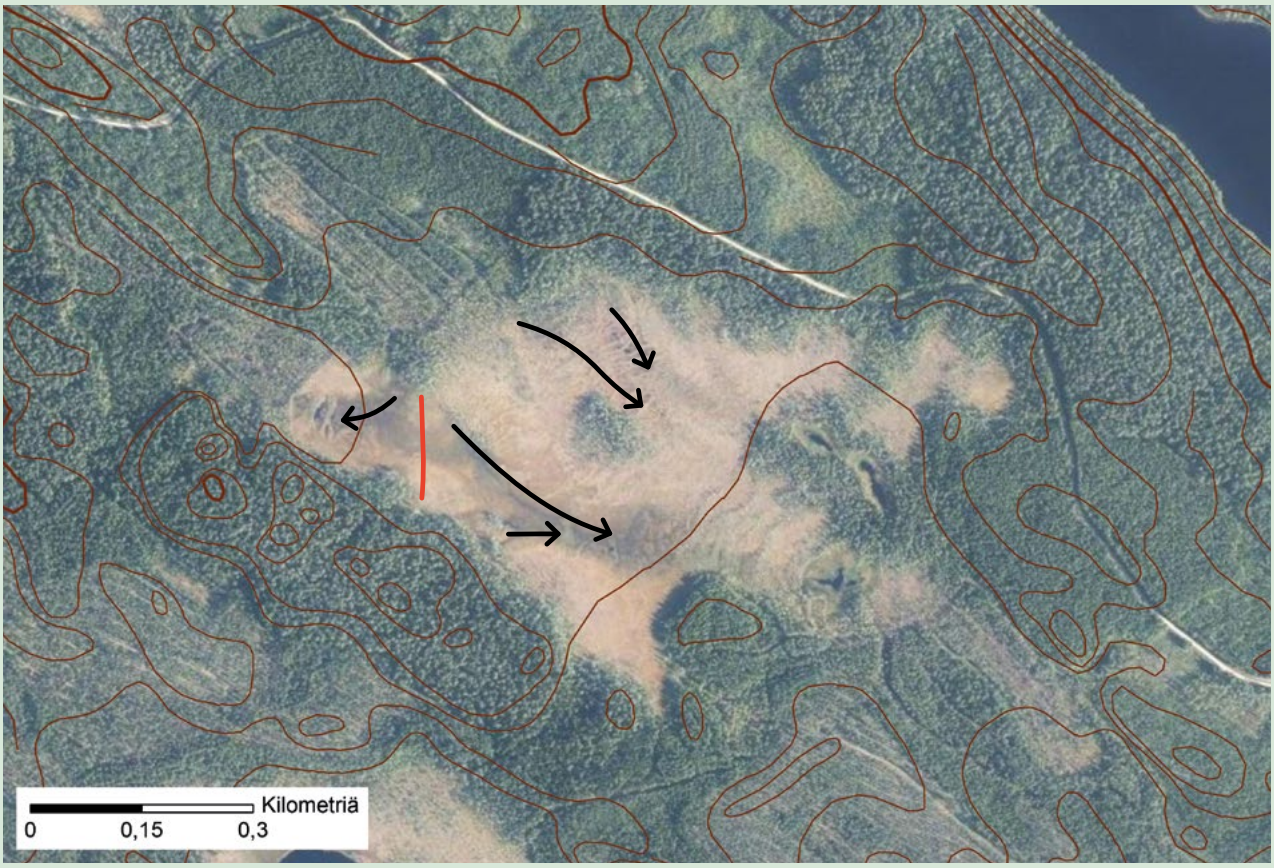
Metsäkeskuksen sivuilla on karttapalvelu valuma-alueen määritykseen (metsakeskus.fi) (kuva 5) vuoden 2025 loppuun saakka. Palvelun karttatasoista saa näkyviin muun muassa virtausverkon ja kolmannen jakovaiheen valuma-alueet.

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).

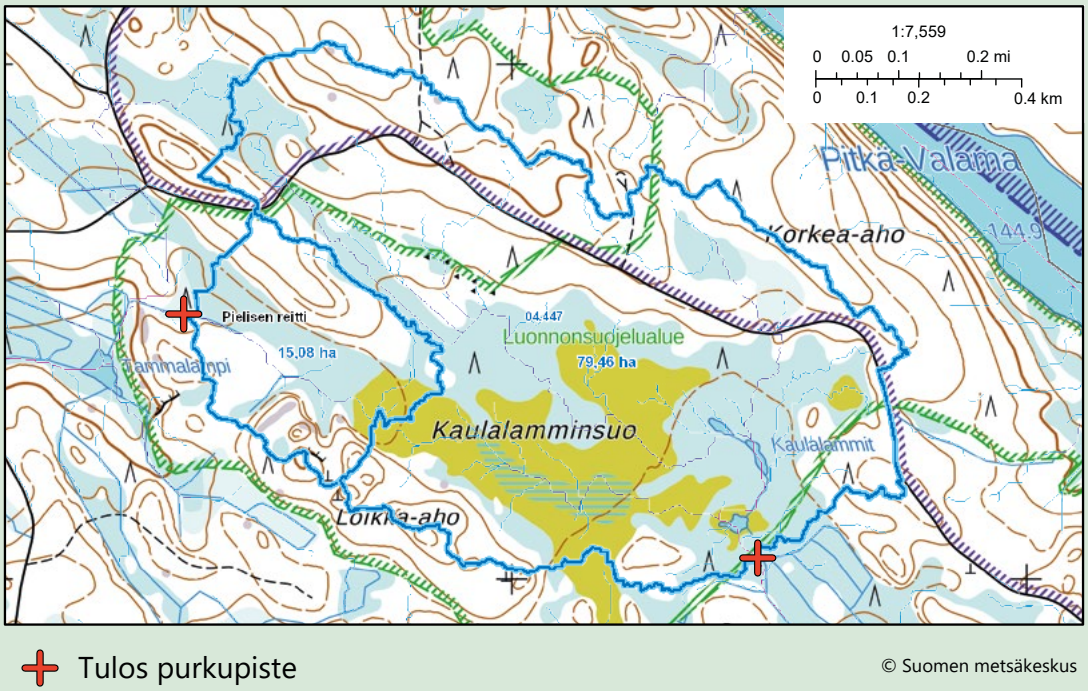
Maksulliset palvelut

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).

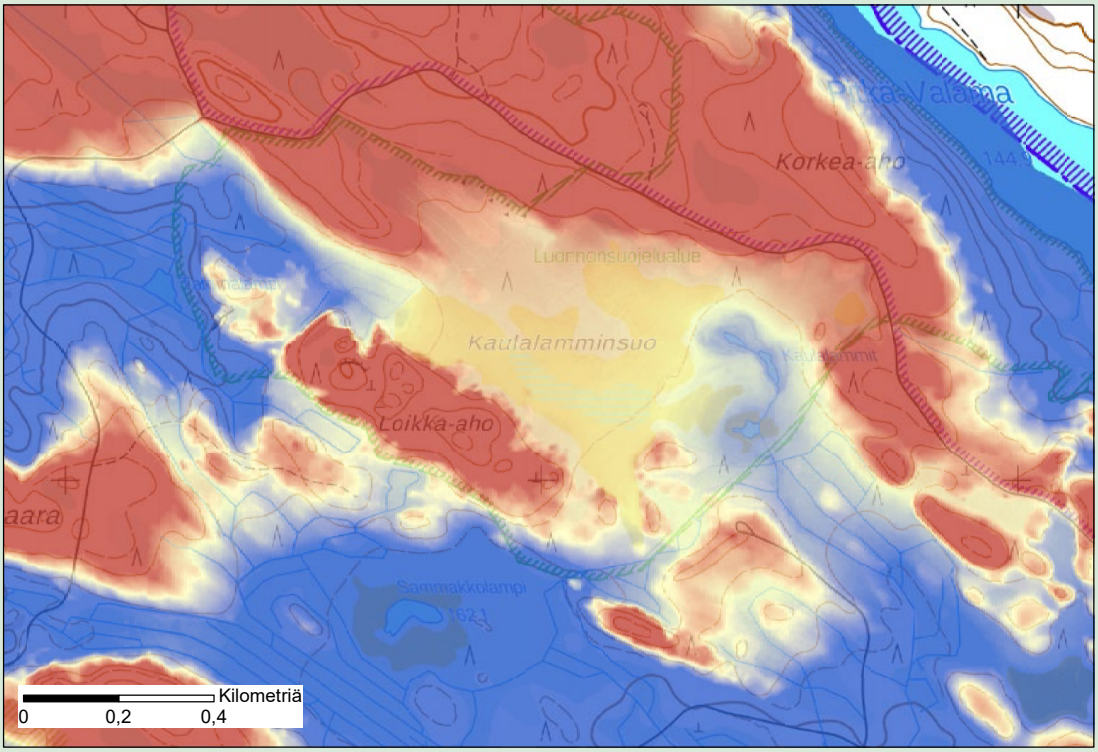


Kuva 4. Ilmakuvalta selviää, että Kaulalamminsuolla tasaisemman keskiosan vedenjakajakohta on lähellä läntistä apukäyrää. Tässä korkeuskäyrätasossa myös apukäyrät esitetään yhtenäisellä viivalla. © Metsähallitus 2025, © Maanmittauslaitos 2025.

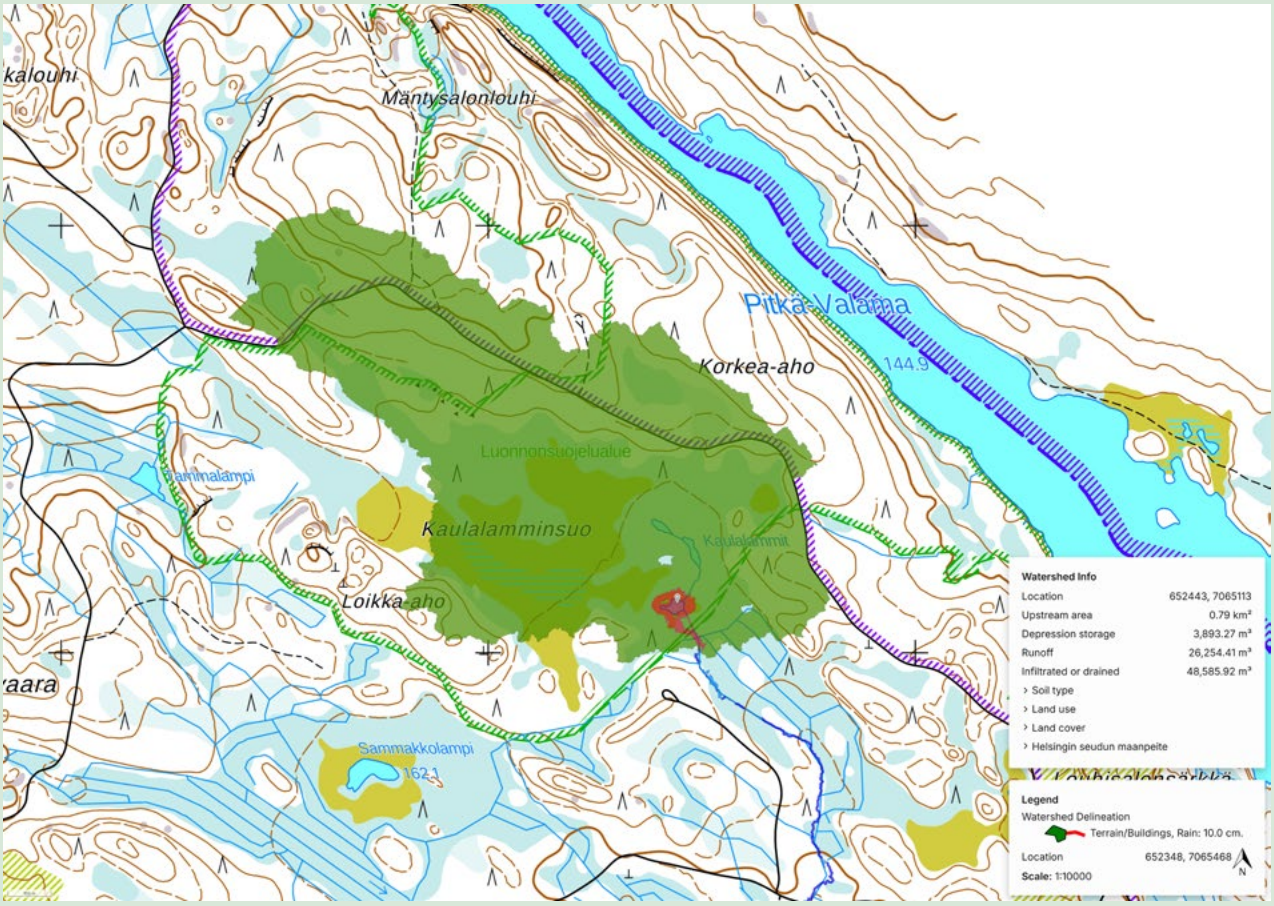
Purkupisteen yläpuolelle laskettu valuma-alue



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.

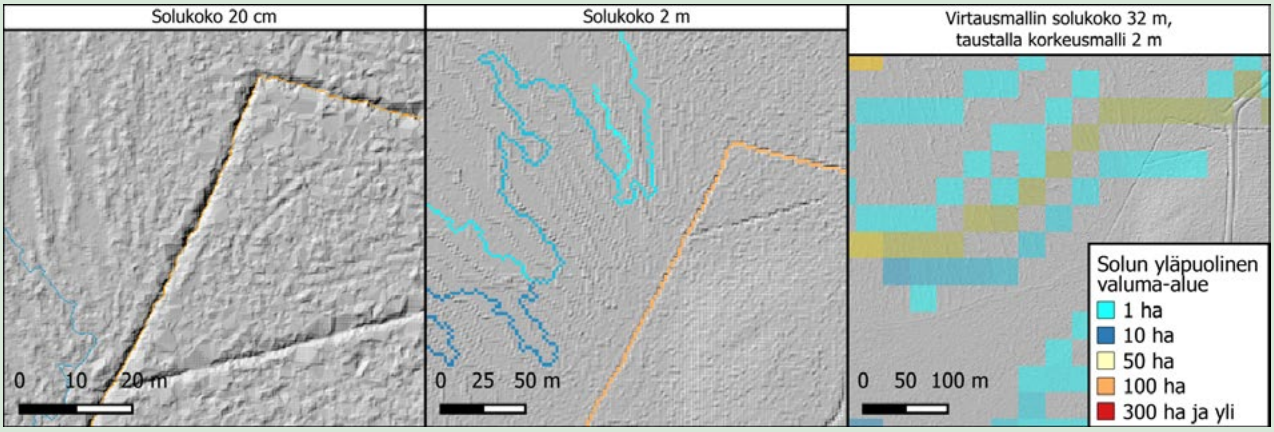
Laserkeilauksen ja korkeusmalliaineistojen ajantasaiset tiedot löytyvät Maanmittauslaitoksen verkkosivuilta. Oppaan kirjoitushetkellä suurimmasta osasta Suomea on jo saatavilla tiheäpulssinen keilausaineisto, mutta avointa 2 metrin korkeusmallia on ajantasaistettu vasta joillain alueilla.

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.

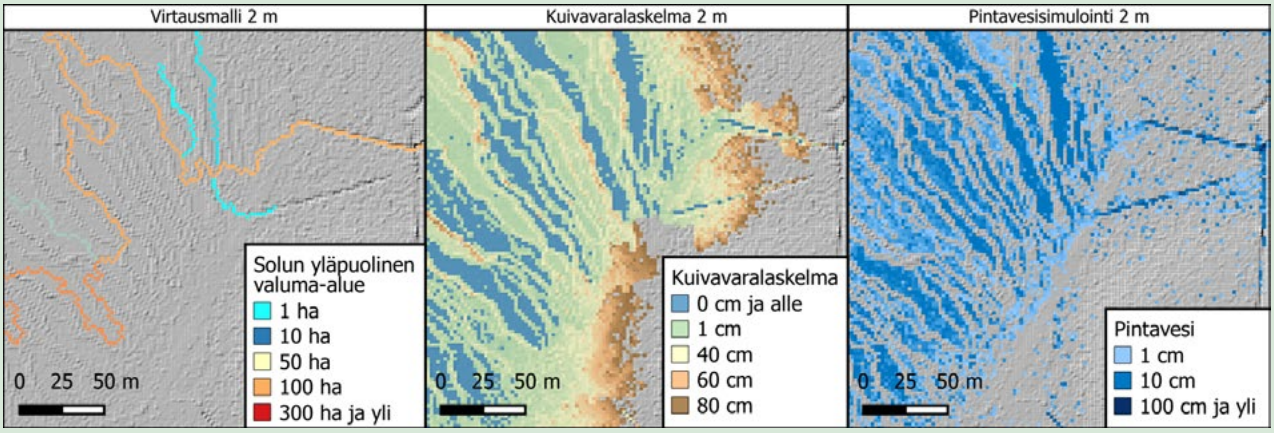
Vaikutusten arviointi korkeusmallin avulla

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).

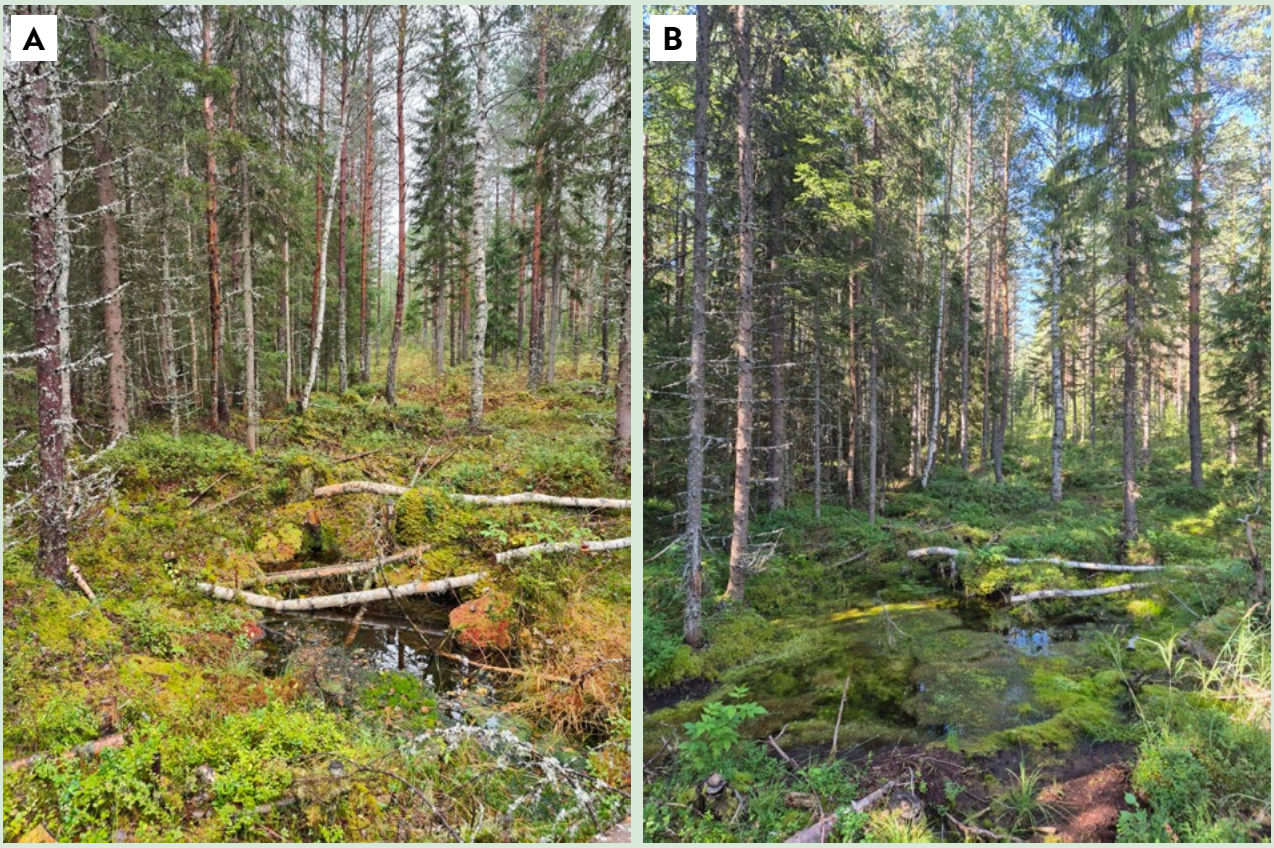
Suojelualueen luonnonhoitoa ei lähtökohtaisesti katsota yrityksen taloudellisen toiminnan tukemiseksi, jos siitä ei synny puutuloja. Jos tuki kuitenkin kohdistuu yrityksen taloudelliseen toimintaan, se voi kartuttaa yrityksen de minimis -kertymää.

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

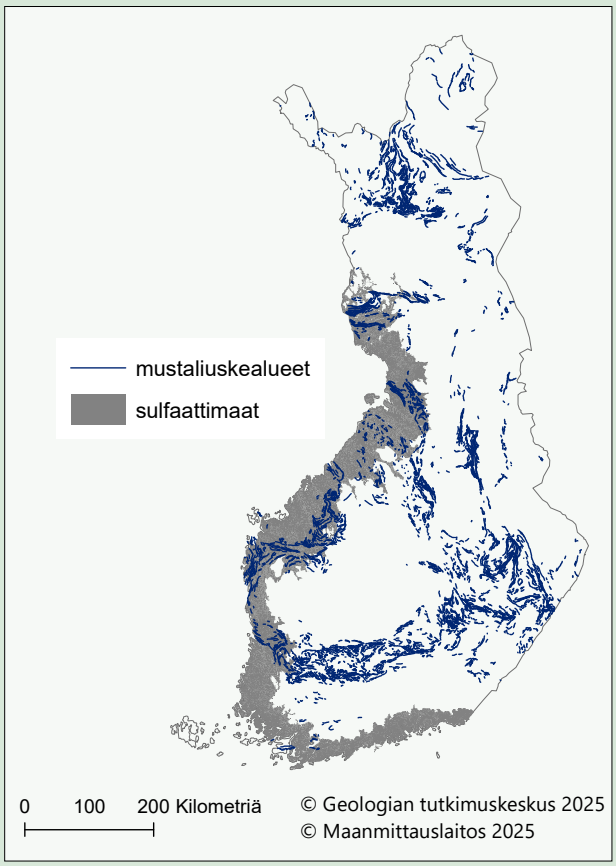
Hapettomassa tilassa olevaa sulfidipitoista kerrosta voi pitää potentiaalisena happamoittavana maaperämuodostumana. Kun kerros altistuu hapelle esimerkiksi maankäytön seurauksena, se muuttuu todelliseksi happamoittavaksi muodostumaksi.

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

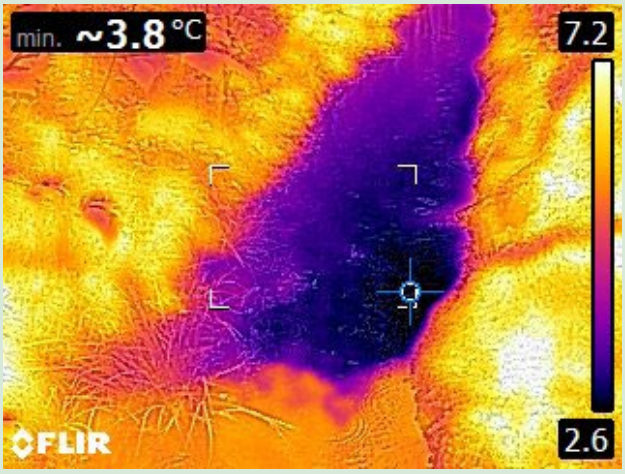
Alkuvuodesta 2024 ilmestynyt Lähteikköjen ennallistamisopas (Eskelinen & Juutinen 2023) on tietolähde lähteikköjen, lähteisten soiden ja lähdepurojen ennallistajille – ja miksei ihan kaikille lähteistä kiinnostuneille. Oppaassa on runsaasti ekologista, hydrologista, kulttuurihistoriallista ja juridista 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.

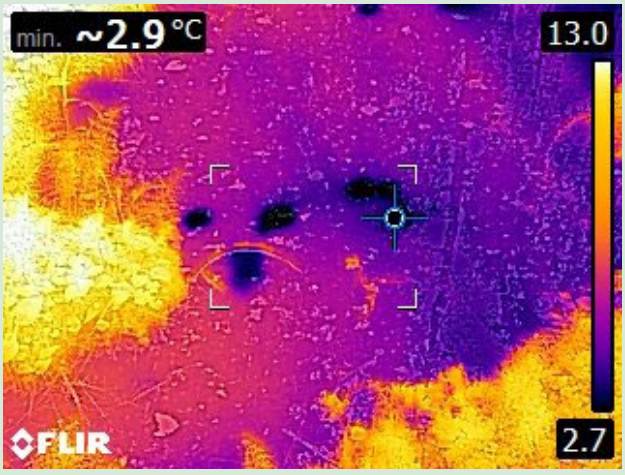
Pohjavesivaikutuksen huomioiminen soiden ennallistamisessa

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

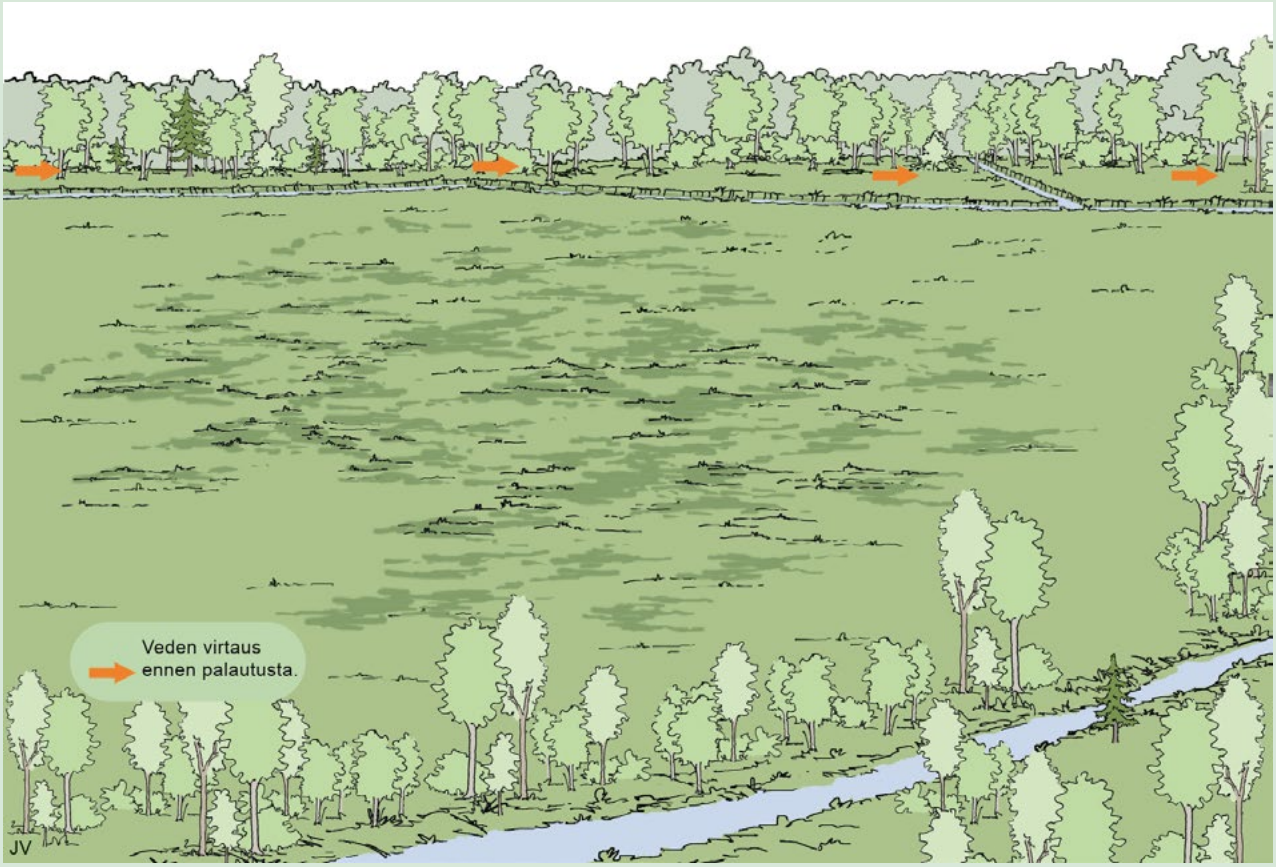
Anna-Liisa Granqvist

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).

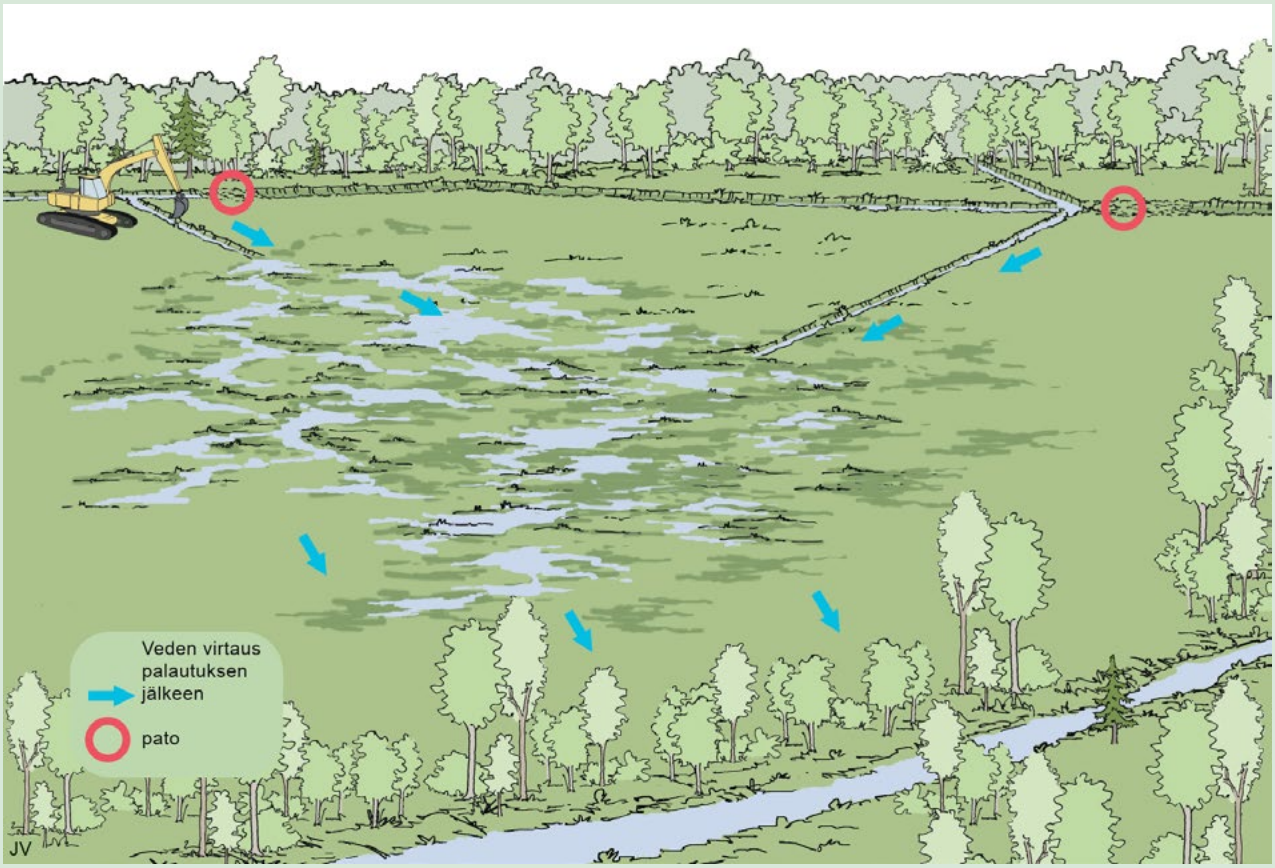
Suojelualueilla vesienpalautukseen soveltuviksi on arvioitu tällä hetkellä vajaat 500 kuivunutta kohdetta. Ajantasainen lukumäärä sekä toteutetut kohteet ovat saatavilla Metsäkeskuksen Suometsänhoidon paikkatietoaineistosta (metsakeskus.maps.arcgis.com).

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.

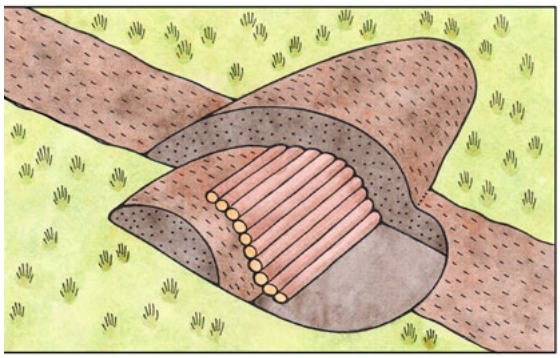
Painumisesta johtuen vesi jatkaa helposti virtaustaan täytetylläkin ojalinjalla. Sen vuoksi on tärkeää tehdä turpeesta pintavalleja estämään virtausta täytetyllä ojalla ja ohjaamaan vettä luontaisiin tai suon ennallistamistavoitteiden mukaisiin suuntiin (kuvat 36–38).

- 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

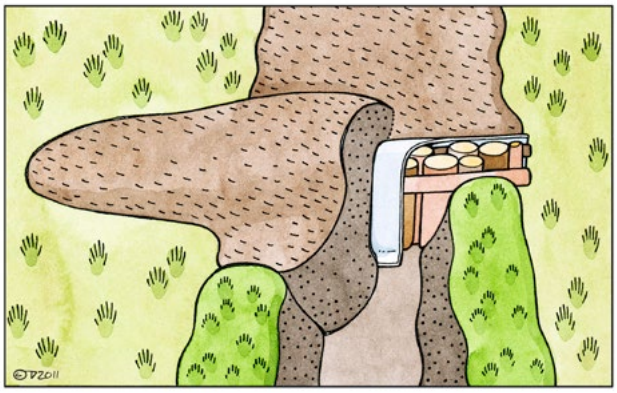




Kuva 39. Tämä patomalli sopii lähes kaikkiin puustoisten soiden ennallistamiskohteisiin. Padolle kaivetaan ensin paikka: siitä tehdään ojaa leveämpi ja syvempi, jotta padosta saadaan tukeva ja pitävä. Kaivettavasta maasta ja ojamaista rakennetaan viisto patovalli, joka ulottuu sarkapintaa ylemmäksi. 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.

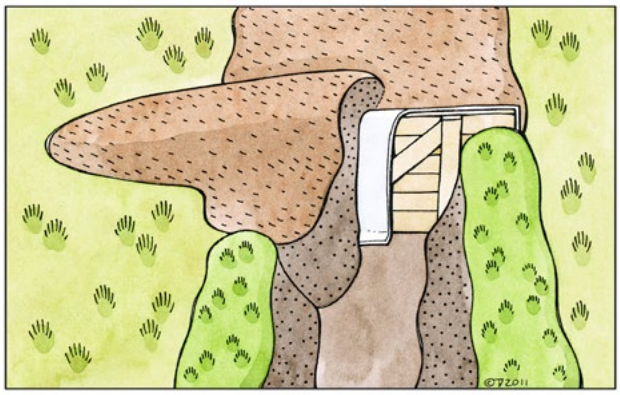






Kuva 40. Pöllipato sopii käytettäväksi suolla, jossa patoon tarvittava puutavara saadaan tehtyä suopuustosta. Pölkkyjen päiden tulee jäädä selvästi ojan reunojen yläpuolelle. Jos turvetta on paljon, pöllit voidaan upottaa pystyssä turpeeseen. Jos taas turvetta on ohuelti, kannattaa pöllit laittaa vaakaan. 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.

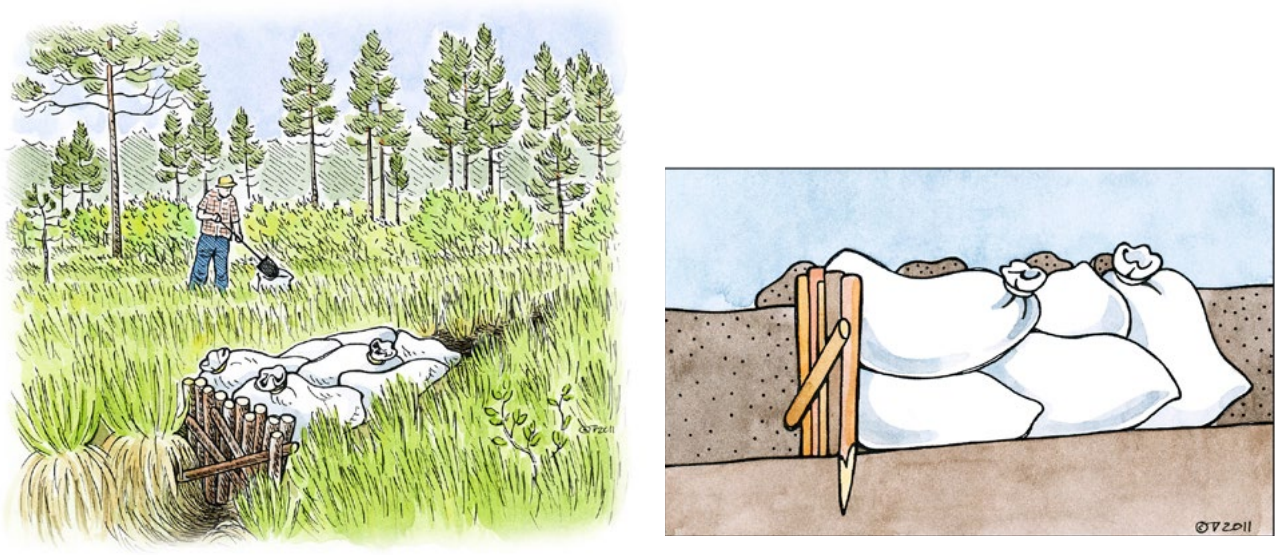


Kuva 43. Muutaman metrin välein kaivetut navero-ojat padottiin painamalla naveroon ensin kauhalla kolo, johon nostettiin ja tiivistettiin kauhallinen saralta otettua turvetta. Koneella liikuttiin naverolta naverolle eli naverot padottiin muutamaa niihin nähden poikittaista ajolinjaa pitkin. Kuva: Maarit 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

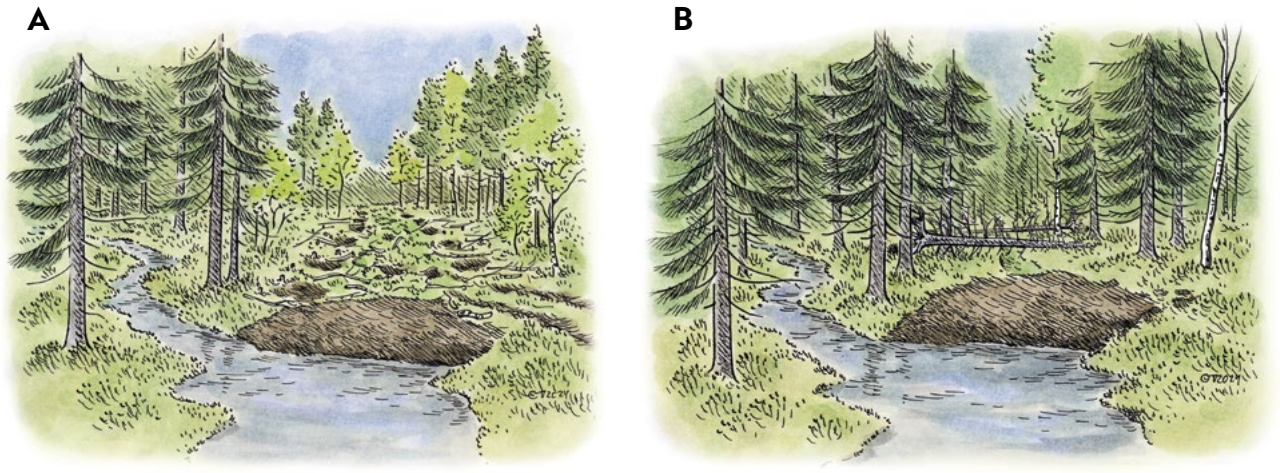
Koneissa tulee olla riittävä öljyvahinkojen ensitorjuntavälineistö ja käsisammutin.

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.