

8 Erityyppisten soiden ennallistamisessa huomioitavaa

Sakari Rehell, Tapani Sallantaus, Kaisu Aapala, Maarit Similä ja Krister Karttunen

8.1 Suoyhdistymät

Aapa- ja keidassuokokonaisuuksia kutsutaan suoyhdistymiksi. Suoyhdistymässä on vesitaloudellisesti yhtenäisellä alueella useita suokasvillisuustyyppiejä.

Metsäojitus ja muu vesitaloutta muuttava maankäyttö on heikentänyt suoyhdistymien rakennetta ja toimintaa. Eniten on ojitettu yhdistymien puustoisia reunaosia, mutta paljon on ojitettu myös aapa- ja keidassuoyhdistymien keskiosien avosoita.

8.1.1 Aapasuot

Vaikka aapasuoyhdistymän keskiosat olisivat säilyneet ojittamattomina, voi reunaosien ojituksilla olla – alueen ominaisuuksista ja ojitusten sijainnista riippuen – huomattavia haitallisia vaikutuksia myös yhdistymän ojittamattomaan keskiosaan.

Suomella on kansainvälisten sitoumusten myötä velvollisuus estää aapasuoluontotyyppien tilan heikkeneminen ja pyrkiä palauttamaan heikentyneiden aapasoiden tila hyväksi.

Aapasuot, jotka on ojitettu keskustaa myöten, ovat usein olleet reheviä. Ne ovat muuttuneet ojituksen seurauksena voimakkaasti ja voivat siksi olla vaikeita ennallistettavia. Yleensä kannattaa joka tapauksessa yrittää.

Aapasuon ennallistamisen suunnittelu

Aapasuon ennallistamisen ensisijaisena tavoitteena on palauttaa suon ekosysteemitason toiminnallisuus. Aapasoiden tyypillinen lajisto keskittyy keskusosaan niin vahvasti, että usein luontotyyppien tilan parantamisen

kannalta voi riittää, että luontaisen valuma-alueen vesille palautetaan pääsy aapasuon keskusosaan ja että keskusosa, mukaan lukien laskupuro ja sitä reunustavat korvet, palautetaan luonnontilaisen kaltaiseksi.

Tämä edellyttää usein veden ohjaamista ympäröiviltä ojitusalueilta takaisin aapasuolle.

Aapasoiden rimpisen keskiosan läpi on kaivettu ojia, jopa isoja valtaojia, johtamaan yläpuolisen ojitusalueen vedet nopeammin alavirtaan. Näiden soiden vesitalous voi olla mahdollista palauttaa suhteellisen vähällä työmäärällä laajoillakin aloilla huomattavasti paremmaksi (luku 10.12).

Aapasoiden märkien keskiosien ennallistamista suunniteltaessa on tärkeää mitata korkeusmallista ja maastossa patojen tarvittavat pituudet, jotta padoista tehdään riittävän pitkät (ks. luku 10.12).

Aapasuon ennallistaminen

Aapasoilla ja muilla minerotrofisilla soilla on erityisen tärkeää, että vesi pääsee ylittämään suon reunan niskaojat, sillä aapasuon luontaiseen vesitalouteen kuuluvat kivennäismaiden valumavedet.

Reunojen ojitusalueet on paras ennallistaa sulanmaan aikaan, jolloin padot ja pintavallit saa pitämään parhaiten.

Keskiosien ennallistamisen konetyöt joudutaan usein tekemään talvella, jolloin jäätynyt suon pinta tai sopivan paksuinen lumikerros kantaa koneen.

8.1.2 Keidassuot

Keidassuon keskiosiin vettä tulee pelkästään sateena. Keskiosat ovatkin tyypillisesti karuja, mutta yhdistymien laiteilla on usein laajoja minerotrofisia osia. Ojitettuina ne ovat yleensä muuttuneet voimakkaasti.

Ojitettujen keskiosien ennallistaminen edellyttää, että veden pidätyminen suohon saadaan palautettua ja haihduntaa vähennettyä.

Joissain tapauksissa ojien perkaamisesta luopuminen ja puuston kasvattaminen jatkuvapeitteisenä keidassuon laiteilla voi pysäyttää keidassuokokonaisuuden tilan heikkenemisen.

Keidassuon ennallistamisen suunnittelu

Keidassuon vähäpuustoinen keskusta on suon korkein kohta. Suon keskiosan ja laitteen välinen korkeusero voi olla useita metrejä. Laiteille kaivetut ojat kuljettavat vettä vauhdikkaastikin. Parhaan käsityksen ojissa liikkuvan veden määrästä saa runsasvetisenä aikana.

Keitaiden reunaluisut ovat tyypillisesti puustoisia rämeitä. Alimmat kivennäismaahan, ja etenkin kalliopohjiin, rajautuvat kuviot ovat usein märkiä nevapintoja. Toisaalta laiteiden alaosissa saattaa olla hyvin pitkälle muuttuneita turvekankaita, joissa voi olla merkittäviä puustoon liittyviä monimuotoisuusarvoja, jolloin ne kannattaa jättää ennallistamatta.

Keidassuon ennallistaminen

Keidassuot ovat paksuturpeisia, ja turpeen alla oleva pohjamaa vaikuttaa suon kantavuuteen. Ojitetut puustoiset tai metsittyneet laitteet kantavat yleensä hyvin kaivinkoneen. Laiteille voi kertyä ojien tukkimisen jälkeen tulvakausiin paljon vettä (luku 10.16).

Keidassuon avoimiin keskustoihin kaivettuja ojia ei yleensä pääse koneellisesti täyttämään. Niissä tapauksissa ojat täytetään alaosaan niin pitkälle kun suo kantaa koneen. Viettäviin kohtiin tarvitaan riittävän tiheästi patoja, ja pintavallien pituuteen kiinnitetään erityistä huomiota (ks. luku 8.2).

8.2 Viettävät suot

Pinta-alaltaan pienenkin viettävän suon kautta voi liikkua runsaasti vettä. Suon valuma-alueen laajuuden selvittäminen (luvut 3.1 ja 6.2.1, tietolaatikko 22) auttaa vesimäärien arvioinnissa.

8.2.1 Viettävän suon ennallistamisen suunnittelu

Usein joku tai jotkut ojat kuljettavat enemmän vettä kuin toiset. Viettävällä suolla kaikki ojat saattavat silti näyttää vähävetisiltä, koska vesi liikkuu rinteessä nopeasti. Veden määrää onkin hyvä seurata ennallistamisen suunnitteluvaiheessa tulva-aikaan tai sateiden jälkeen, jotta alueen läpi liikkuvan veden todellinen määrä ja pääreitit selviävät.

Kun veden liikkeet ovat selvillä, voidaan suunnitella ojien täyttäminen ja patoaminen.

Ennallistamisen suunnittelijan täytyy pystyä päättämään, miten ojien tukkiminen muuttaa veden kulkureittejä. Korkeusvaihtelua voidaan selvittää malleista ja tarvittaessa mitata maastossa esimerkiksi tasolaserilla.

Lisähaastetta viettävän suon ennallistamisen suunnitteluun tuo, jos suolla on lähteyttä tai lettoisuutta (ks. luvut 10.7 ja 10.8) ja näiden lisäksi suon alla on hiekkamaa. Silloin tarvitaan huolellista vesien laadun määrittystä ja ravinteikkaamman veden ohjaamista luontaisille reiteilleen.

8.2.2 Viettävän suon ennallistaminen

Yleensä viettävät suonkohdat ovat ohutturpeisia. Jos suon kautta liikkuu runsaasti vettä, tärkeiden kynnyskohtien padot vahvistetaan puulla ja tarvittaessa myös suodatinkankaalla (ks. luvut 7.4.1 ja 10.11), jotta ensimmäiset tulvat eivät huuhto patoja mukaansa.

Muuten ojia täytettäessä ja padottaessa huolehditaan, että turpeesta tai maasta tehtyjä patoja on riittävän tiheästi ja että patojen jatkeeksi tehtävät pintavallit ovat riittävän pitkät.

Jyrkästi viettävissä ojissa veden virtausnopeus kasvaa helposti niin suureksi, että pienetkin norot voivat syövyttää vesitalouden palauttamisen kannalta haitallisia uomia. On tärkeä huolehtia, etteivät oja tukkivan ja patoavan kaivinkoneen jäljet jää uriksi. Tarvittaessa myös telojen jättämät painaumat padotaan.

Joskus saatetaan tarvita erityisen huolellista vesien ohjausta myös ojissa, jotka ennallistamisen suunnitteluvaiheessa ovat vähävetisiä mutta joissa tilanne muuttuu, kun eniten vetävät ojat tukitaan.

Jos suo viettää myös reunoilta keskelle, esimerkiksi purolaaksossa olevassa korvessa, niskaojat täytetään viettämään suon keskustaa kohti, jotta kivennäismaalta valuva pintavesi ohjautuu luontaiselle reitilleen niskaojien ylitse.

Jos runsaimmin vettä kuljettava oja on suon matalimmalla kohdalla, padoista tulee tehdä riittävän leveät ja kannattaa hyödyntää kaikki mahdollisuudet ohjata vettä pois täytetyltä ojalinjalta.

8.3 Korvet

Luonnontilaisten korpien ominaispiirteet ovat yhdistelmä metsäpiirteitä (erirakenteinen puusto ja lahoppu) ja suopiirteitä (korkea pohjavedenpinnan taso ja sen vaihtelu sekä rahkasammalet).

Ojitus ja muut metsänhoitotoimet vahvistavat korpien talousmetsämaisyttä lisäämällä puuston kasvua ja vähentämällä lahoppuun määrää. Samalla suopiirteet heikkenevät, kun rahkasammalet ja muut suolajit taantuvat tai häviävät vedenpinnan tason laskiessa ja suon pinnan kuivuessa (kuva 49).

8.3.1 Korpien ennallistamisen suunnittelu

Korpien luontoarvot liittyvät vahvasti puustoon. Siksi tavoitteeksi asetetaan puuston säästäminen ja ojien täyttäminen siten, ettei puustoa kuole liikaa.

Luonnontilaisissa korvissa on usein ollut puroja tai piilopuroja, joita pitkin vedet ovat virranneet korven läpi. Ennallistamista suunniteltaessa etsitään luontaisia vesiuomia ja selvitetään, miten vesi saadaan ohjattua niihin takaisin.

Jotta vältetään puuston kuoleminen, vesi ei saa jäädä korpeen seisomaan kasvukauden ajaksi, eikä vedenkorkeudessa saa tapahtua äkillisiä muutoksia.

Jos puustossa on luonnonmetsän rakennepiirteitä, kuten vanhoja kuusia ja lehtipuita tai runsaasti lahoppuuta, voi ennallistamatta jättäminenkin olla perusteltua. Runsas lahoppumäärä vaikeuttaa ainakin koneellista ennallistamista.

8.3.2 Korpien ennallistaminen

Pintaturve on usein painunut ojien varsilla, joten vettyminen on ennallistamisen jälkeen voimakkainta ojalinjojen läheisyydessä.

- Korpien oja tukittaessa on tärkeämpää ohjata vesi korven luontaisiin painaumiin ja uomiin kuin tehdä (liian) isoja ja jämäköitä patoja ja pintavalleja, jotka nostaisivat vettä liikaa.
- Verrattain tasaisen alueen korvessa voi olla vaarana, että vesi nousee ennallistamisen myötä liikaa. Ojat voidaan tukkia ilman pintavalleja, tai ojituksen yhteydessä perattuja ja oikaistuja uomia voidaan madaltaa puromaisiksi uomiksi, eikä tukkia niitä kokonaan.
- Jos puita pääsee kuolemaan ojien liian perusteellisen tukkimisen seurauksena, vettyminen tehostuu, koska puuston haihdutus vähenee ja suurempi osa sadedestä pääsee maahan saakka.
- Viettävissä korvissa liiallisen vedennousun vaara on pienempi.
- Jos ojan tai ojien pohjalla on lähde- tai lettolajeja, ne huomioidaan tapauskohtaisesti (Eskelinen & Juutinen 2023, tietolaatikko 30) tai luovutaan ennallistamisesta.



Kuva 49. Korpipuron vesi oli käännetty ojaan. Korvessa oli rahkasammalia jäljellä lähinnä alkuperäisen uoman pohjalla. Ennallistamisen yhteydessä vesi palautettiin puroon. Toinen kuva on otettu noin tunti veden palauttamisen jälkeen. Kuvat: Maarit Similä.

8.4 Letot

Lettojen, lähdesoiden ja muiden rehevien suoluontotyyppien ennallistaminen laitetaan usein tärkeysjärjestyksessä etusijalle. Ne ovat toisaalta vaikeimpia ennallistettavia.

On tärkeää, että näiden suotyyppien ennallistaja on perehtynyt soiden ennallistamisen ekologisten vaikutusten lainalaisuuksiin ensin "tavallisella" suolla, jossa puutteellisen ennallistamisen vaikutukset tai jopa suoranainen epäonnistuminen eivät ole vakava uhka lajistolle. Sen jälkeen on helpompi perehtyä lettojen, lähdesoiden ja muuten rehevien soiden ennallistamisen erityispiirteisiin.

Letoilla metsäojituksen aiheuttamista muutoksista haitallisinta on "lettovesien" (luku 8.4.1) ohjautuminen leton ohitse, kasvupaikan kuivuminen, happamuuden lisääntyminen sekä typen ja fosforin (ns. pääravinteiden) liikkeelle lähteminen, minkä seurauksena suon ravinnetalous muuttuu lettolajistolle epäsuotuisaksi. Muutokset lettokasvillisuudessa ovat ojituksen jälkeen usein nopeita, ja lettolajisto voi hävitä kokonaan. Jos ilmastonmuutos voimistaa jo käynnissä olevia muutoksia, umpeenkasvua ja kuivumista, lettojen ennallistamisen ja hoidon tarve kasvaa tulevaisuudessa entistä suuremmaksi.

Ennallistettavalta letolta alkuperäinen lettokasvillisuus on usein hävinnyt lähes kokonaan.

Lajiston palautumismahdollisuuksiin vaikuttaa se, miten paljon ympäristössä on jäljellä lettolajistoa. Sammalten itiöt leviävät pitkiäkin matkoja, joten ainakin tavallisimpien lettosammalien leviämisen pitäisi olla mahdollista eristyneellekin kohteelle, mikäli olosuhteet saadaan sopiviksi.

8.4.1 Veden pH ja johtokyky auttavat lettopotentiaalia kuvaavien vesien, "lettovesien", paikantamisessa

Lettosuon muodostuminen tai palautuminen edellyttää tietynlaisia vesiä. Veden kemia ker too, missä tällaisia vesiä suolla on. Kahta tärkeää tunnusta, pH:ta ja sähkönjohtavuutta, on mahdollista mitata myös maastossa.

Korkea pH on lettoisuuden edellytys ja tärkeä tunnus, mutta herkkä mitattava, ja sen ajallinen ja paikallinen vaihtelu on suurta (Tahvanainen & Tuomaala 2003).

Sähkönjohtavuus on vahvasti yhteydessä kalsiumin ja magnesiumin pitoisuuksiin ja niiden rapautumisesta aiheutuvaan alkaliniteettiin, joka kuvastaa parhaiten suota ruokkivien vesien lettopotentiaalia. Sähkönjohtavuuden voi mitata maastossa luotettavasti ja nopeasti. Edustavimmilla letoilla sähkönjohtavuus on yli 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Lettoisuuden alarajoilla sähkönjohtavuus on 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tuntumassa.

Käytännössä hyväksi havaittu laite pH:n, sähkönjohtavuuden ja lämpötilan mittaamiseen on Hanna Instrumentsin Combo pH/EC/TDS Tester HI98129. Mittalaitteen lisäksi tarvitaan puskuriliuokset (pH 4,01 ja 7,01), sähkönjohtavuuden kalibroitiliuos (1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$), elektrodin säilytysliuos (HI70300L) sekä elektrodin yleispuhdistusliuos (HI7061L).

8.4.2 Lettojen ennallistamisen suunnittelu

Lettojen muutokset voivat johtua monista, usein yhtä aikaa vaikuttavista tekijöistä, kuten muutoksista hydrologiassa, perinteisen niiton tai laidunnuksen loppumisesta, rehevöitymisestä tai ilmastonmuutoksesta. Tämä tuo haastetta ennallistamisen ja hoidon suunnitteluun.

Vesitaloudeltaan muuttuneilla soilla lettoisuuden palauttamisen mahdollisuuksien ja oikeiden toimenpiteiden löytämisen edellytyksenä on hydrologian ymmärtäminen. Veden pH:n ja johtokyvyn maastomittaukset an-

tavat tähän välttämätöntä taustatietoa (luku 8.4.1).

Vaateliaan lajiston palautumisen tärkein edellytys on oikeanlaatuinen vesi oikeissa kohdissa suota.

Veden laatu tulee huomioida erityisesti silloin, jos hydrologiset olosuhteet pystytään ennallistamaan vain osittain ja suon hydrologia tulee ennallistamisen jälkeenkin poikkeamaan merkittävästi ojitusta edeltäneestä tilanteesta. Näin voi käydä, jos vettä joudutaan ohjaamaan suolle pistemäisesti tai jos pohjaveden purkautumisalueelle (lähde- ja tihkupunnoille) tai suotautumisalueelle on vaarassa tulla vettä pintavaluntana ennallistetulta alueelta.

- Erityisesti on varottava happamien pintavesien ohjautumista letoille, lähteisiin, tihkupunnoille tai lähdepuroihin.
- Toimenpiteitä on tarvittaessa jaksotettava, jotta toivottukaan muutos ei ole liian nopea.
- Yleensä suositeltavinta on täyttää mahdollisimman suuri osa leton tai muuten rehevän suon yläpuolisen valuma-alueen ojista ja pitää sen jälkeen ennallistamisessa muutaman vuoden tauko. Silloin yläpuoliselta valuma-alueelta virtaavat häiriövaiheen vedet ohittavat rehevän suon edelleen ojia pitkin. Ennallistamista jatketaan, kun yläpuolisen ennallistetun alueen veden laatu on tasoittunut.
- Uhanalaisten lajien esiintyminen on letoilla todennäköisempää kuin muilla soilla. Lajistoselvityksiä tulee tehdä aina, kun tiedetään tai arvellaan, että muutuneella kohteella voi olla lajistoa, joka tulee ottaa huomioon ennallistamisen suunnittelussa ja toteutuksessa. Keskeisiä indikaattorilajiryhmiä letoilla ovat sammalet ja putkilokasvit.
- Joissakin tapauksissa voi olla perusteltua suunnitella ennallistaminen jonkin uhanalaisen lajin turvaamisen näkökulmasta.

- Myös lajien siirtoistutukset toimenpiteiden ajaksi tai pysyvästi voivat olla tarpeen (tietolaatikko 27).
- Ennallistamisen jälkeen kasvillisuus saattaa ”röyhähtää” voimakkaasti, ja monet yleislajit saattavat vallata tilaa.
- Myös voimakas puuston taimettuminen voi muodostua ongelmaksi.

Leton ennallistamista suunniteltaessa on varauduttava siihen, että lyhyellä aikavälillä ei päästä luontaisen kaltaiseen tilaan.

8.4.3 Lettojen ennallistaminen

- Turvetta tulee tiivistää täytön yhteydessä riittävästi ja padoista tulee tehdä riittävän korkeat. Happamuudeltaan suhteellisen neutraali lettoturве voi hajota ojituksen jälkeen nopeasti ja turve voi painua voimakkaasti etenkin ojien lähellä. Hajoaminen tehostuu täytetyissä ojissa, joten täyttö painuu ennallistamisen jälkeen.
- Jos letto viettää ja vesi virtaa voimakkaasti, turvepatojen tulee pitää erityisen hyvin ja niitä tulee olla riittävän tiheässä.
- Patojen jatkeeksi tehtävillä pintavalleilla ohjataan vesi padon takaa saralle. Pintavallien tulee ulottua riittävän pitkälle saroille.
- Monet uhanalaisista lettolajeista ovat heikkoja kilpailijoita ja ennallistaminen voi luoda niille ainakin hetkellisesti uusia kasvupaikkoja. Voimakkaasti turpeen pintaa rikkovat toimenpiteet voivat tehdä lopputuloksesta monimuotoisemman kuin varovaiset toimenpiteet.
- Joskus lähdevaikutteisilla letoilla on suurentunut koneiden uppoamisriski. Tiheäkin puustoa kasvavilla ja tehokkaasti kuivuneilla letoilla voi olla piilossa esimerkiksi pettäviä ruostevesisilmäkkeitä.
- Leton ennallistamistyömaalla työnohjauksen on erityisen tärkeää varmistaa, että ojat on täytetty suunnitellusti (kuva 50).



Kuva 50. Urakoitsijalta jäi epähuomiossa tukkimatta yksi oja noin 200 metrin matkalta. Vaikka ojan alapäässä on pitävä pintavalli, ylempänä auki jäänyt oja kuivattaa ympäristöä. Lettolajisto ei ole palautunut, vaan paikalla on tiivis siniheinäkasvusto. Ylikiiminki, Kalliomaa, 19 vuotta ennallistamisen jälkeen. Kuva: Sakari Rehell 2024.

Ennallistumisen todennäköisyydestä erityyppisillä letoilla

Sakari Rehell

Leton vesien alkuperä vaikuttaa ratkaisevasti lettojen ennallistamisessa tarvittaviin toimenpiteisiin ja palautumismahdollisuuksiin.

Keskustavaikuttaisia lettoja esiintyy kalkkialueilla. Keskustavaikutteisten lettojen tyyppilajeja ovat esimerkiksi siniheinä (*Molinia caerulea*), tupasluikka (*Trichophorum cespitosum*), villapääluikka (*T. alpinum*), lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*) ja kultasirppisammal (*Loeskyphnum badium*).

Kalkkivaikutuksen vuoksi turpeen kalkkipitoisuus on korkea.

- Ojituksen aiheuttamat muutokset ovat usein jääneet vähäisiksi: puusto on kituliasta, lettolajistoa on usein edelleen jäljellä, pintaturve on painunut vain vähän ja alkuperäinen pienmuotorakenne on jäljellä.
- Lettoisuutta määräävä kalkkipitoisuus on ojituksesta huolimatta usein jäljellä, ja lajistolla on hyvä mahdollisuus palautua, jos suoveden pinta saadaan nostettua lähelle luontaista tasoa.
- Eivät yleensä taimetu merkittävästi ennallistamisen jälkeen.

Lähdevaikutteisilla letoilla virtaava pohjavesi pitää yllä vaateliasta kasvillisuutta. Tällaisia lettoja voi esiintyä myös kalkkialueiden ulkopuolella.

- Jos pohjaveden purkautuminen jatkuu ojituksesta huolimatta, lettolajiston palautumisen mahdollisuus ennallistamisen jälkeen on hyvä.
- Alkuperäistä, vaateliasta lajistoa on usein jäänyt ojien pohjalle ja märimpiin painanteisiin. Toimenpiteet suunnitellaan niin, että suolla säilynyt lettolajisto säilyy elinvoimaisena.

- Ennallistamista suunniteltaessa pitää huolehtia erityisesti, että pohjaveden virtaus saadaan palaamaan takaisin myös ojien välisille saroille.
- Joskus paras tulos saadaan vähän kerrallaan tehtävillä pienimuotoisilla toimenpiteillä.
- Ojaverkostossa mahdollisesti liikkuva hapan pintavesi on pidettävä pois lähdevaikutteisilta alueilta.

Koivulettomaisilla ja luhtaisilla lettosoilla korkea trofiataso liittyy sekä pohjaveden että yläpuolisilta mailta valuvien pintavesien virtaukseen suon läpi.

- Keskeistä on voimakas veden virtaus, eikä lettoisuus ole välttämättä sidoksissa maaperän korkeaan kalkkipitoisuuteen.
- Nämä letot voivat olla erityisen ongelmallisia ennallistettavia. Ne ovat yleensä muuttuneet voimakkaasti ojituksen jälkeen, joten lettolajisto on hävinnyt ja turve on painunut ja tiivistynyt. Valuma-alue on usein laaja ja muuttunut, mikä vuoksi luontaisen kaltaisen vedenvirtauksen palauttaminen voi olla vaikeaa. Edes jossain määrin luontaisen kaltaisen tilan saavuttaminen kestää parhaassakin tapauksessa pitkään.
- Ennallistamistoimia tarvitaan usein laajoilla alueilla ja ne tulisi tehdä vaiheittain pitkän ajan kuluessa.
- Ennallistamisen jälkeen kasvillisuus voi yksipuolistua luhtaisten kasvupaikkojen yleislajien (sarojen ja ruohojen) tai rahkasammalten runsastuessa.
- Nämä kohteet hyötyisivät todennäköisesti eniten aktiivisista hoitotoimista, esimerkiksi niitosta tai laidunnuksesta.

Kokemuksia lettojen ennallistamisesta

Sakari Rehell

- Lettojen ennallistamisessa on saatu hyviä tuloksia esimerkiksi lähdeletoilla ja suhteellisen tasaisilla keskustavaikutteisilla letoilla (kuva 1).
- Suurimpia ongelmia on ollut jyrkästi viettävillä rinneletoilla sekä koivuletto- maisilla soilla, joissa virtaa runsaasti sekä pinta- että pohjavesiä. Niissä veden virtaus keskittyy ennallistamisen jälkeenkin helposti ojalinjoille, jolloin sarat jäävät liian kuiviksi.
- Kaltevuus tekee ennallistamisesta haastavaa ja lisää kustannuksia.
- Vaikka vesi saataisiin palautettua lähelle pintaa, lettosammalet eivät aina pala- laa alueelle tai ne eivät leviä (kuvat 2–4). Kasvillisuudessa runsastuvat usein luhta- lajit, jotka saattavat kilpailla lettolajiston kanssa. Näillä kohteilla leton laidunnus tai niitto voisivat parantaa lettolajien mahdollisuuksia.
- Joskus toimenpiteet on jouduttu rajaa- maan liian suppealle alueelle. Esimer- kiksi voimakkaasti virtaavia rajaojia on jouduttu jättämään auki tai yläpuolisten alueiden pintavesiä on jouduttu tulvitta- maan letolle. Nämä heikentävät väistä- mättä ennallistamisen lopputulosta.
- Myös pohjavesien purkautumisen ja läh- depurojen uomien huomiotta jääminen on saattanut heikentää lopputulosta.
- Tarkempia kuvauksia lettojen ennallis- tamisesta löytyy luvuista 10.2, 10.3, 10.4, 10.5 ja 10.6.
- Kokemukset lettolajien siirtoistutuksista ennallistamisen yhteydessä ovat toistai- seksi vähäisiä eivätkä kovin rohkaisevia (tietolaatikko 27).



Kuva 1. Kun oja on tukittu ja pintavallit tehty asianmukaisesti, keskustavaikut- teisen leton lajisto (tässä tapauksessa *Scorpidium*-rimpileton lajisto) on palau- tunut hyvin. Ennen ennallistamista kasvillisuus oli tiivistä siniheinäkasvustoa ilman lettosammalia. Ylikiiminki, Kalliomaa, 19 vuotta ennallistamisen jälkeen. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 2. Ruostelähteikön läpi kaivettuun ojaan tehtiin käsityöpatoja jo noin 30 vuotta sitten, pian ojien kaivamisen jälkeen. Padoilla turvattiin pienialaisesti pohjavesivaikutteisen märkäpinnan säilyminen. Koneellisesti ojat tukittiin ja padottiin 11 vuotta sitten. Vedenpinta ja veden virtaus ovat palautuneet luontaista vastaavalle tasolle. Ruohot ja sarat ovat rehevöityneet voimakkaasti. Lettolajisto ei näytä kuitenkaan elpyneen. Kuva: Sakari Rehell, Oulu, Harakkasuo 2024.



Kuva 3. Suo on ollut ennen ojituksia todennäköisesti ruosterimpistä ja koivulettomaista. Ennallistamisen yhteydessä poistettiin ainespuukokoiset männyt. Hakkuutähteet jätettiin suolle. Aluspuuna olleet koivut jätettiin kasvamaan. Ojat tukittiin muuten, mutta märkä keskiosaa pelkästään padottiin ja pintavallitettiin muutaman kymmenen metrin välein. Vajaan 20 vuoden kuluessa hydrologia on palautunut yleisesti ottaen hyvin, ja suo on palautunut vaihtelevaksi avoimempien ja koivikkoisempien osien mosaiikiksi. Pelkästään padotut ojanpätkät erottuvat reunoiltaan puustoisempina, mutta alkavat olla kasvillisuuden peitossa. Vesi on hyvin ruosteista. Kasvillisuuden yleiskuva on voimakkaan luhtainen, eikä lettolajistoa ole tullut. Siikajoki, Ruoneva. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 4. Puoliavoimeksi, osin rimpiseksi ennallistettu suo 17 vuotta toimenpiteiden jälkeen. Ennen ojituksia alue on todennäköisesti ollut (ympäristön vastaavien oittamattomien osien perusteella) puoliavointa, ei-kalkkivaikutteista väli-rimpipintaista lettoa. Luontaisen valuma-alueen vedet saatiin ohjattua suolle, ja keskellä ollut syvä kuivatuskanava tukittiin. Kasvillisuus vastaa nyt lähinnä saraista ja ruohoista luhtaa (suursarat, raate *Menyanthes trifoliata*, järvikorte *Equisetum fluviatile*, terttualpi *Lysimachia thyrsiflora* ym.). Sammalpeite on hyvin aukkoinen: siinä on vähäisiä laikkuja vaalearahkasammalta (*Sphagnum centrale*) ja okarahkasammalta (*S. squarrosum*). Lettosammalista reunoilla on vain pieniä laikkuja rimpisirppisammalta (*Scorpidium revolvens*), eivätkä ne näytä levinneen. Hakkuissa jätetyt yksittäiset vanhat männyt ovat kuolleet, ja uusia taimia on noussut vain yksittäin. Siikajoki, Kuusensalmi. Kuva: Sakari Rehell 2024.

8.5 Soiden perinteinen maatalouskäyttö

Avosoita, lettoja ja nevoja on aiemmin niitetty ja laidunnettu, mikä on vaikuttanut soiden lajistoon ja ominaispiirteisiin. Niitto ja laidunus pitivät letot avoimina estämällä puiden ja pensaiden kasvua. Tallaus ja muut häiriöt tuottivat pienialaisia avoimia turvepintoja, mikä lienee hyödyttänyt esimerkiksi lettorikkoa (*Saxifraga hirculus*), jonka siemenet itävät helposti paljailla turvepinnoilla.

Monet ojitamattomina säilyneet letot ovat luonteeltaan perinneympäristöjä (Rautiainen & Jansson 2013), jotka ovat kasvamassa umpeen perinteisen metsälaidunnuksen ja niiton loputtua (Heikkilä 1998, Pykälä 2001). Moni uhanalainen lettolaji on kärsinyt lettojen perinteisten käyttömuotojen katoamisesta.

8.5.1 Lettojen ja nevojen hoito

Tämä alaluku perustuu LETOT-hankkeen keväällä 2021 järjestämän Letot perinnebiotooppeina -webinaarin esityksiin ja tilaisuudessa käytyyn keskusteluun.

Mitä pienempi letto on, sitä todennäköisemmin se tarvitsee hoitoa säilyäkseen. Lettojen hoitomahdollisuudet on syytä punnita tarkasti, sillä perinneympäristöjen hoito on kallista, erityisesti jos se joudutaan tekemään käsityönä. Lajiston säilyminen puolestaan edellyttää hoidolta jatkuvuutta.

Potentiaalisimpia hoitokohteita ovat pitkään perinteisessä maatalouskäytössä olleet kohteet, joiden hoidon loppumisesta on mahdollisimman lyhyt aika.

Hoidon kohdentamisessa huomioidaan jäljellä oleva lettolajisto, leton sijainti suhteessa lettokeskuksiin ja suojeltuihin lettoihin sekä leton nykyinen hydrologia ja tarvittaessa hydrologian palauttamisen mahdollisuudet.

Lettojen ominaispiirteet ja hoitotarpeet vaihtelevat maan eri osissa. Yhtä, kaikille letoille sopivaa hoidon mallia ei ole, vaan ennallistamis- ja hoitotoimet suunnitellaan kullekin kohteelle erikseen.

- Rannikon pienialaiset letot ovat usein ruovikoituneet laidunnuksen loputtua.
- Etelä-Suomen pienialaiset kalkkivaikutteiset letot tarvitsevat erityyppisiä toimia kuin pohjavesivaikutteiset letot.
- Pohjoisessa aiemman suoniittytalouden avoimina pitämien lettojen hoitotyöt ovat lettojen laajuuden vuoksi (kuva 51) valtaosin porojen harteilla. Toisaalta aapasoiden pitkään niitetyt lettoniityt ovat maailmanlaajuisesti ainutlaatuisia elinympäristöjä, joten myös niittokäytännön jatkamiseen olisi perusteita.

Leton vesitalouden turvaaminen on aina osa hoitotoimia. Usein tarvitaankin sekä ennallistamista että hoitoa.

Umpeenkasvanut letto raivataan ennen hoidon aloittamista.

Niitto on sopiva hoitokeino hieman muuttuneille letoille, joilla tavanomaisempi lajisto kilpailee voimakkaasti lettolajiston kanssa ja joilla puustoisuus on lisääntynyt. Niitto auttaa ylläpitämään letolle erikoistuneita lajeja ja muuta lajistollista monimuotoisuutta.

Niittä voidaan perinteisesti viikatteella (kuva 52), mutta myös erilaisia koneellisia niittomenetelmiä on kokeiltu (kuva 53).

Laidunnuksessa tärkeintä on löytää sopiva laidunpaine, sillä liian voimakas laidunnus on haitallista lettolajistolle. Samasta syystä nuoret eläimet tai pienikokoiset laiduntajat ovat painavia laiduneläimiä parempi vaihtoehto letoille. Riittävän suurilla laidunalueilla ja hyvin suunnitellulla laidunkierrolla voidaan vähentää laidunpainetta herkimmillä alueilla. Pienialaisten lettojen tulisi olla osa laajempaa laidunalueutta. Tallaukselle herkimpiä ja märempiä alueita, kuten tihkupintoja, voi olla tarpeen aidata laidunnuksen ulkopuolelle.

Suomessa lettojen hoitoa on kokeiltu esimerkiksi Kainuussa ja Koillismaalla niittämällä lettorikon elinympäristöjä (Kulmala 2005, Paalamo ym. 2009). Niittohoitoa on aloitettu myös lounaissuomalaisella letolla (luku 10.6.). Jurmossa, Saaristomeren kansallispuiston alueella, lettoja laidunnetaan. Tällä hetkellä Suo-



Kuva 51. Kittilän Näätävuoman lettoista nevaa ennen niittoa. Reilun seitsemän hehtaarin alaa niitettiin vuosina 2003–2012. Sitten hoito on jätetty porojen tehtäväksi. Kuva: Elisa Pääkö 2002.



Kuva 52. Kuusamon Oravisuolla hoidetaan lettorikon kasvupaikkaa niittämällä lettoista suota. Alkuun 0,4 hehtaarin alaa niitettiin viikatteella, mutta nykyisin työ tehdään ajan säästämiseksi raivaussahalla. Kuva: Tiina Laitinen 2003.



Kuva 53. Kittilän Näätävuoman niitossa on käytetty myös konevoimaa. Kuva: Elisa Pääkkö 2003.

nessa on hyvin vähän lettoja jatkuvassa hoidossa, mutta ainakin osalla letoista hoitotyöt olisivat tärkeitä sekä uhanalaisten lajien että luontotyyppien näkökulmasta.

Letoista ja lettojen hoidosta tarvitaan tietoa

Tietoa lettojen hoidon kohdentamisen tueksi kertyy Suomen ympäristökeskuksen LETOT-hankkeessa. Itä-Suomen yliopiston LETTOPUTTE-hankkeessa on tarkasteltu lettojen kasvillisuusvaihtelua ja tuotettu tietoa erityisesti puutteellisesti tunnetuista lettojen nilviäisistä ja maksasammalista.

Helmi-ohjelman puitteissa on mahdollista käynnistää lettojen hoidon ja ennallistamisen pilotteja, mutta pitkäaikaiseen hoitoon Helmi-ohjelman rahoitus ei ole ratkaisu.

Lettojen jatkuvan hoidon mahdollisuutta maatalouden ympäristötuella on tarpeen selvittää, jotta nähtäisiin, ovatko lettoluonnon tarpeet sovitettavissa rahoitusjärjestelmän ehtoihin ja vaatimuksiin.

Hoitomenetelmien kehittämisen ja valinnan tueksi tarvitaan tietoa lettojen luontaisesta häiriödynamiikasta sekä lettojen perinteisestä maatalouskäytöstä eri alueilla. Maastointentojille tarvitaan ohjeistus lettojen hoitotarpeen arvioimiseen. Keskeisiä selvitettäviä asioita ovat myös toimivien ja kustannustehokkaiden hoitomenetelmien kehittäminen sekä niiden vaikutusten seuranta (lajisto, vesi- ja ravinnetalous ja hoidon ympäristövaikutukset). Tietoa tarvitaan myös ilmastomuutoksen vaikutuksista lettoluontoon, lettojen hoidon tarpeeseen ja hoitotoimien kohdentamiseen.

8.6 Pohjaveden muodostumisalueiden suot

Pohjavesialueita on maassamme noin 5 000 (Suomen ympäristökeskus 2022). Ne luokitellaan 1-, 2- ja E-luokkiin. 1-luokassa ovat vedenhankintaa varten tärkeät pohjavesialueet, joiden vettä käytetään tai on tarkoitus käyttää yhdyskunnan vedenhankintaan tai talousvetenä. 2-luokkaan kuuluvat muut vedenhankintakäyttöön soveltuvat pohjavesialueet. E-luokassa ovat pohjavesialueet, joiden pohjavedestä pintavesi- tai maaekosysteemi on suoraan riippuvainen.

Vesilaki ja ympäristönsuojelulaki kieltävät pohjaveden pilaamisen, ja myös pohjaveden pinnan muuttaminen voidaan katsoa lain vastaiseksi, jos se haittaa veden käyttöä.

Pääosa pohjavesialueista on harjuja tai vastaavia hiekkaisia muodostumia. Etenkin Pohjanmaalla, Kainuussa ja Lapissa pohjavesialueisiin sisältyy yleisesti soita ja soistumia, lähinnä pohjavesialueiden reunaosissa.

Pohjavesialueiden ojitettujen soiden käytölle ei ole olemassa yhtenäistä ohjeistoa, mutta nykyisten suositusten mukaan pohjavesialueiden ojia ei tulisi kunnostaa. Tämä voi rajoittaa soiden talouskäyttöä.

Pohjaveden muodostumisalueen ohuturpeisten, kausivaihtelevien soiden ojitukset voivat olla ongelma pohjaveden laadulle. Pahimmillaan ojitusalueen humus- ja ravinnepitoisia vesiä suotautuu pohjaveteen, mikä näkyy herkästi pohjaveden laadun heikkene misenä, esimerkiksi rauta- ja nitraattipitoisuuden kasvuna. Pitkällä tähtäimellä tällaisten ojitusalueiden ennallistaminen on perusteltua jo pohjavesien suojelun kannalta.

Jos suot päädytään jättämään taloustoiminnan ulkopuolelle, ojat eivät yleensä umpeudu itsestään, vaan ennallistaminen tai vedenpinnan säädelty nostaminen voivat olla paikallaan.

8.6.1 Pohjavesialueella ennallistettaessa huomioitavaa

Laajojen alueiden ennallistaminen pohjaveden muodostumisalueella voi väliaikaisesti lisätä suotautuvan veden humus- ja ravinnepitoisuutta ja siten heikentää pohjaveden laatua. Pohjavesialueilla ei saakaan ennallistaa kerralla liian isoa suopinta-alaa.

Ennallistamisen aiheuttamaa kuormituspiikkiä voidaan pienentää aloittamalla ennallistaminen ojitusalueen alareunan kausivaihtelevalta suotautumisalueelta ja ennallistamalla yläpuolinen valuma-alue vasta suotautumiskentän kasvillisuuden vakiinnuttua, jolloin kasvillisuus vähentää humuksen ja ravinteiden suotautumista pohjaveteen.

Jos hiekkaisen pohjaveden muodostumisalueen reunalla olevat suot on ojitettu, pohjavettä purkautuu ojiin. Esimerkiksi Pohjois-Pohjanmaalla on yleisesti metsäojitettu ja raivattu pelloiksi purkautumisalueiden lähdevai kutteisia ja reheviä soita. Syviin ojiin voi purkautua runsaasti pohjavettä turvekerrosten läpi. Lisäksi pohjaveden purkautumisalueen yläreunalla ojat on usein kaivettu alun perin tai kunnostuksen yhteydessä hiekkaan, pohjavedenpinnan alapuolelle asti. Ojien pohjalle purkautuva pohjavesi on syövyttänyt ojat paikoin hyvin syviksi, mikä on kiihdyttänyt entisestään pohjaveden purkautumista.

Purkautumisalueen vedenpinnan aleneminen voi alentaa pohjaveden pintaa laajalti. Tämä voi aiheuttaa ongelmia pohjavedenot tamoille, mutta myös lähteikköjen, soiden ja lampien vedenpinnan korkeus voi laskea merkittävästi kaukana varsinaisista ojituksista. Esimerkiksi Rokuan alueen harjulampien vedenpinnan pitkäaikaista alenemista on pidetty harjun reunamien laajojen ojitusten seurauksena. Tällaisessa tapauksessa haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää patoamalla ojia (Rehell 2013d), jolloin vedenpinta nousee ojassa ja veden lisääntynyt suotautuminen hiekan läpi vähentää eroosioriskiä.

8.6.2 Pohjavesialueen soiden ennallistamisen suunnittelu ja toteutus

Kun toimenpiteitä suunnitellaan pohjavesialueelle, on hyvä olla varhaisessa vaiheessa yhteydessä vesilain valvojaan.

Pohjavedenkorkeustietoja voi löytyä ELY-keskuksista ja kuntien ympäristöviranomaisilta. Tiedot voivat olla puutteellisia, ja ennallistettavan suon pohjaveden muodostumisalueiden määrittämisessä tarvitaan maastohavaintoja esimerkiksi lähteiden, lähdevaikutteisten soiden tai suotautumista osoittavien kausivaihtelevien painanteiden sijainnista.

Ojien tukkiminen on tehokkain tapa nostaa alentuneen pohjaveden pintaa. Jos se ei ole mahdollista esimerkiksi alueen metsätalouskäytön takia, pohjaveden pintaa kannattaa nostaa nostamalla ojan pohjan kynnyshkorkeutta sen verran, että suokasvupaikoillekin jää puuston kasvuun riittävä kuivavara.

Muuttuneilla pohjavesialueilla selvitetään vaadittavat toimenpiteet ja ratkaisevat kohdat, joissa patoja tarvitaan.

- Syöpyneiden ojien varrella ei yleensä ole riittävästi täyttömateriaalia. Mikäli eroosiota kestävää moreenia on käytettävissä, sen ajaminen ojiin on yksi mahdollisuus.
- Jos ojat ovat eroosioherkkää hiekkaa tai turvetta, voidaan tarvita suodatinkankaalla vuorattuja putkipatoja tai muita pohjapatoja. Niiden rakentamisen tekniikka on tuttua esimerkiksi tierumpujen tai kosteikkojen rakentamisesta, mutta erodoituneilla ojitusalueilla pitää syöpymisen estämiseen kiinnittää erityistä huomiota.
- Putkipatojen putkien tulee olla riittävän suuret myös tulva-aikaisille vesimäärille. Patojen ylä- ja alapuolella on lisäksi tärkeää nostaa ojan pohjaa maa-aineksilla. Nostettu ojanpohja suojataan suodatin-kankaalla, jotta eroosio ei kuluta sitä.
- Patoja tulee olla niin tiheästi, ettei putouskorkeus patojen välillä ole liian suuri.

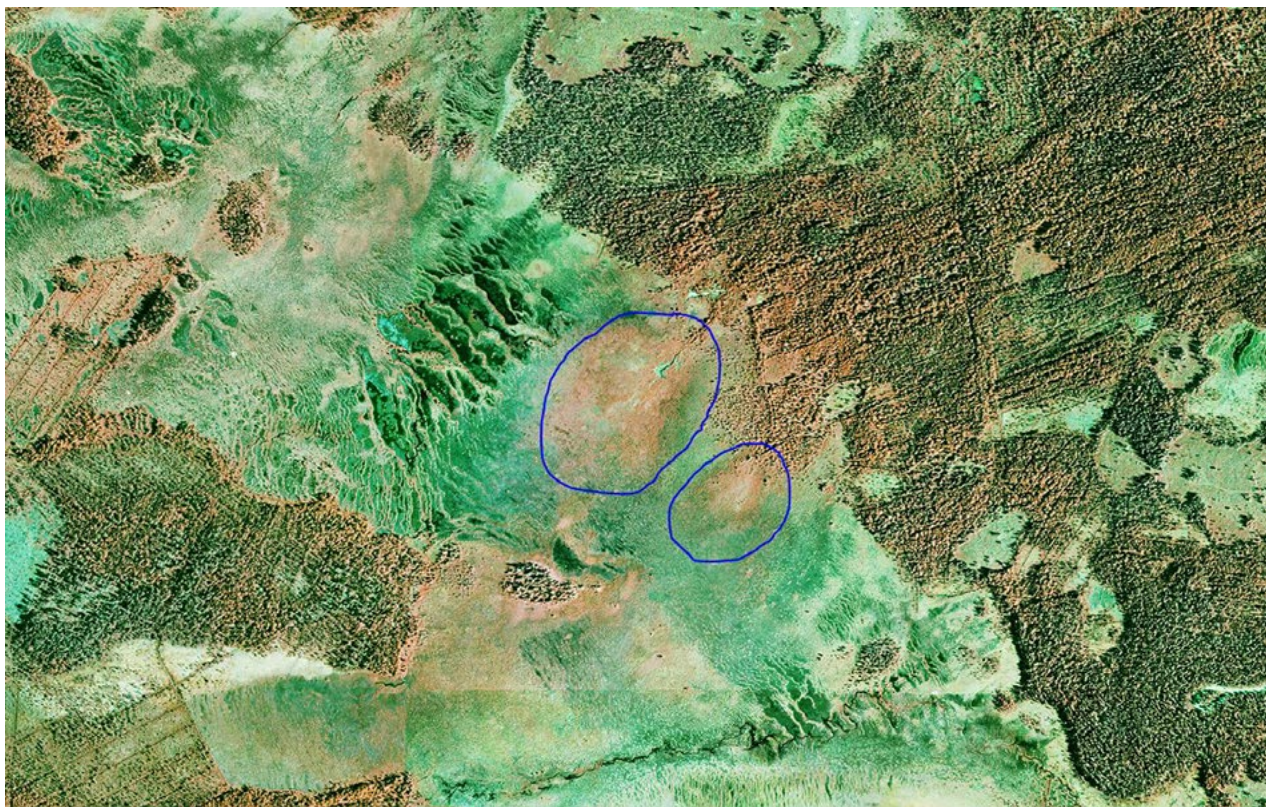
8.7 Hiekkamaiden soiden ennallistamisen erityispiirteitä

Erityisesti harjujen ja reunamuodostumien ympäristössä maaperä on läpäisevää hiekkaa. Suurimmat yhtenäiset hiekka-alueet ovat usein siellä, missä merenrannan aallokko ja tuulet ovat levitelleet harjujen hiekkoloja laajoiksi kentiksi. Näille alueille on tyypillistä rantavallitopografia, jossa korkeuskäyrien suuntaiset kaarrot patoavat väliin jääviä painanteita, jotka soistuvat. Laajimmillaan tällaiset kentät ovat Pohjanlahden rannikon tuntumassa, mutta niitä esiintyy muuallakin harjujen tai muiden jäätikköjokikerrosten tuntumassa.

Kun suon pohjamaa läpäisee hyvin vettä, pohjaveden muodostuminen ja purkautuminen vaikuttavat voimakkaasti suon ekologiaan (luku 3.5). Pohjaveden muodostumisalueella painanteet kehittyvät pohjan läpäisevyydestä riippuen ohutturpeisiksi soiksi, kausivaihteleviksi soiksi tai keidassoiksi. Pohjaveden purkautumisalueelle voi muodostua lähteikköjä ja lähdesoita sekä lähdevaikutteisia luhtaisia nevoja ja lettoja. Näillä kasvaa usein harvinaista ja uhanalaista lajistoa (ks. luku 10.15).

Hiekkapohjaisten soiden ojitukset saattavat vaikuttaa arvaamattomasti ja laajalle alueelle. Läpäisevään pohjamaahan asti kaivettu ojat voivat alentaa pohjaveden pintaa niin laajalla alueella, että se heijastuu pohjaveden virtauksesta riippuvaisen suokasvillisuuden muutoksina satojenkin metrien päässä ojituksesta. Silti sadeveden varassa olevat keidassuomaiset osat ja esimerkiksi karuimmat kausivaihtelevat suot voivat säilyä likimain muuttumattomina.

Hiekkamailla ojat syöpyvät helposti, etenkin kokoojaojat tai ojat, joihin purkautuu pohjavettä (ks. luku 10.17). Veden kuljettama hiekka kerrostuu kohtaan, jossa virtaus heikenee. Se voi tukkia alapuolisia ojaia tai puroja tai muodostaa hiekkaisia "deltoja" järvien tai soiden reunamille (kuva 54).



Kuva 54. Yläpuoliselta ojitusalueelta huuhtoutunut hiekka on kerrostunut Puolangan Heinisuolla "deltoiksi" aapasuolle. Kuva-alueen leveys on noin 2 kilometriä. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

8.7.1 Hiekkamaiden soiden ennallistamisen suunnittelu

Hiekkapohjaisten soiden ennallistaminen vaatii usein erityisen tarkkaa suunnittelua, sillä myös suhteellisen pieni ennallistamistoimenpide voi vaikuttaa arvaamattoman laajalle (ks. luku 10.1). Esimerkiksi vettymisvaihtukset saattavat ulottua suojelualueen tai muun kiinteistön rajojen ulkopuolelle.

Toisaalta hiekkamaiden pohjavesivaikutteisten soiden vedenpinnan vaihtelut voivat olla hitaita, joten saatetaan tarvita useampia sateisia vuosia, että pohjaveden pinta palautuu ennallistamisen jälkeen normaalikorkeudelle.

Pohjavesivaikutteisten alueiden harvinaisen ja uhanalainen lajisto vaatii myös huomiota ennallistamista suunniteltaessa ja toteutettaessa.

Hiekkamailla ei yleensä ole materiaalia syöpyneiden ojien tukkimiseen. Täyttömaata

saatetaan joutua siirtämään patoon esimerkiksi kaivettavista lammikoista tai uomista tai sitä joudutaan kuljettamaan kauempaa (ks. luku 10.17).

Koska hiekkaisesta aineksesta tehty pato syöpyy herkästi, patovallista tulee tehdä niin iso, että vesi ei missään tilanteessa pääse virtaamaan padon yli tai sivuitse. Yläpuoliselta valuma-alueelta kertyvät vedet pitää siis ohjata suolle kohdasta, missä eroosion vaaraa ei ole.

Hiekkamaille on tyypillistä, että niillä ei ole varsinaisia puroja, vaan vesi on luonnon-tilassa suurelta osin suotautunut hiekan läpi. Useimmiten patoavista hiekkakaarroista löytyy myös matalampia painanteita, joiden kohdalta tulvavedet pääsevät virtaamaan. Nämä kynnysten alimmat kohdat ratkaisevat patovallien korkeuden.

8.8 Lähteiköt ja tihkupinnat

Soiden oja on kaivettu myös lähteikköjen läpi tai välittömästi lähteikön tuntumaan. Lähdepuroja on perattu ja syvennetty. Toisinaan lähdepuron vesi on ohjattu ojaan, jolloin alkuperäinen lähdepuro on jäänyt kuivaksi.

Lähteiden ja tihkupintojen ennallistamista suunniteltaessa menetelmät on valittava tarkasti, ettei ennallistamisella heikennetä jäljellä olevan lähdelajiston tilaa esimerkiksi liiallisella veden nostolla tai veden laadun muutoksella (Eskelinen & Juutinen 2023, tietolaatikko 30, luku 10.9).

Lähteiden ennallistamisen suunnittelijan ja toteuttajan käytössä on Lähteikköjen ennallistamisopas (Eskelinen & Juutinen 2023), jota esitellään myös tämän oppaan tietolaatikossa 30.

Juutinen ja Ilmonen (2013) ovat listanneet suosituksia lähteikköjen ja lähdevaikutteisten soiden ennallistamiseen ja lähteiden huomiointiin:

- Lähteikön ennallistamiselle tulee määritellä selkeät kohdekohtaiset perustelut ja tavoitteet.
- Lajiston esikartoitus ennallistamisen edellytysten arvioimiseksi ja lajiston huomioimiseksi on välttämätöntä. Sammalet ilmentävät lähdevaikutusta selkeästi ja ovat helpoimmin kartoitettavissa oleva lajiryhmä.
- Ennallistamissuunnittelussa tulee ottaa huomioon lähteikköelinympäristöille ominainen luontaisesti pienipiirteinen vaihtelu (purot, tihkupinnat ja allikot) sellaisena kuin se voidaan maastossa todeta tai sen arvioidaan esiintyneen luontaisesti. Kaikissa lähteiköissä ei ole allikoita tai tihkupintoja eikä kaikista lähteistä lähde puroa.
- Ennallistaminen vähitellen, usean vuoden kuluessa, on nopeaa ja voimaperäistä toimenpidettä vähemmän haitallista vakaisiin ympäristöoloihin sopeutuneelle lähdelajistolle.

- Lähteiköllä ja sen välittömässä lähiympäristössä tulee välttää liikkumista raskeilla koneilla.
- Ojaan purkautuvan lähteen säilyttämisen jättämällä osa ojasta täyttämättä ei välttämättä onnistu, jos lähdekasvilisuus jää nousevan vedenpinnan alle ja tuhoutuu. Ojien täyttäminen on usein tarpeellista lähteikön tai suon hydrologian palauttamiseksi.
- Täysin ojitettujen lähteikköjen ennallistaminen on suositeltavaa ja useimmiten lajistollisten arvojen kannalta turvallista, sillä uhanalaisia lajeja ei yleensä esiinny.
- Luonnontilaltaan vain vähän muuttuneita, lajistollisesti edustavia lähteikköjä ei tule ennallistaa. Myös ympäröivät suot on ennallistettava niin, ettei ennallistaminen aiheuta haitallisia vaikutuksia lähteiköllä.

Äkillistä ja voimakasta ennallistamista ei siten voida suositella sellaisten lähteiden läheisyydessä, joissa elää harvinaisia ja vaatelaita lähdelajeja, vaan veden pintaa on suositeltavampaa nostaa vähän kerrallaan.

Perusteellinen lajistoselvitys olisi syytä tehdä aina ennen ennallistamista, jottei harvinaisten tai uhanalaisten lähdelajien esiintymistä vaaranneta. Toisaalta seuranta osoittaa myös lähteikköjen pohjaeläinyhteisöjen toimivaksi.

8.9 Metsäluhdut

Metsäluhtia luonnehtivat monipuolinen puustorakenne ja korkealla oleva vedenpinta. Ne ovat riippuvaisia pintavesien vaikutuksesta ja esiintyvät tavallisesti vesistöjen rannoilla. Metsäluhtien kehittyminen ja säilyminen edellyttävät yleensä ajoittaista tulvavesien peittoa, mutta myös riittävää märkyyttä koko kasvukauden ajan. Tulva tuo metsäluhtiin ravinteita ja kiintoainesta, jonka kertyminen voi myös rajoittaa monien sammallajien kasvua, lehtikarikkeen ja vesipeiton ohella.

Useimmat luhtalajit vaativat paitsi riittävää märkyyttä myös vähintään kohtalaista ravinteisuutta.

Metsäluhtien tilan heikkeneminen johtuu luontaisen tulvarytmin muutoksista tai vedenpinnan kasvukauden aikaisesta alenemisesta säännöstelyn tai vesistöjen perkauksen takia. Luhdan tai lähiympäristön ojitukset voivat vähentää pintavesien valuntaa ja johtaa luhtien kuivumiseen. Heikkenevä metsäluhta voi kuusettua, sammalkerroksessa voivat runsastua korpien tai nevojen lajit, ja suo voi kehittyä ruoho- tai nevakorpien suuntaan. Kuivumisen myötä luhdat voivat myös muuttua tulvametsien, lehtojen, kangasmetsien tai ruohoturvekankaiden kaltaisiksi. Toisaalta liiallinen vettyminen, pysyväisluonteinen, mahdollisesti hapeton vesipeitto, esimerkiksi teiden tai pengerten rakentamisen seurauksena, saattaa johtaa lehtipuustonkin kuolemiseen metsäluhdassa.

Ennallistamista suunniteltaessa pitää arvioida, johtuuko heikkenevä kehitys tulvaisuuden muutoksista vai kasvukauden aikaisesta kuivumisesta: ennallistamisessa pitää pyrkiä palauttamaan sekä tulvaisuus että kasvukauden aikainen märkyys. Ennallistamisen yhteydessä vedenpinta tulisi saada tasolle, jolla puusto säilyy ja märemmät pinnat voivat palautua. Ojien tukkiminen ja patoaminen luhdassa, niin että vedet jäävät suolle, on yksi ratkaisu. Ojitetulta valuma-alueelta pintavedet voidaan johtaa takaisin luhtaan. Purojen kunnostus, virtaaman palauttaminen luontaiseen uomaan, keinotekoisien jokipenkkojen poistaminen, pohjapadot tai putkipadot, tai lammen luontaisen vedenkorkeuden palauttaminen, ovat mahdollisia ratkaisuja luhdan vesitalouden korjaamiseksi.

Lehtipuut kestävät tavallisesti hyvin tulvan ja märkyyden lisääntymisen, mutta liiallinen vettyminen tai vesipeiton hapettomuus saattaa heikentää niitä. Monet luhdille tyypilliset putkilokasvilajit leviävät tai runsastuvat yleensä suhteellisen nopeasti suon vesi- ja ravinnetalouden palauttamisen jälkeen. Tur-

vemailta luhtaan johdettujen, mahdollisesti happamien ja turvejämiä sisältävien kuivatusvesien johtaminen ei aina takaa metsäluhdan luontaista kehitystä.

Uutta luhtaa saattaa muodostua esimerkiksi aapasuon vedenpalautuksen (tietolaitikko 31) yhteydessä. Jos laajan valuma-alueen vedet palautetaan ojittamattomalle tai ojitetulle suolle, luhtaisuutta suosivat kasvit usein rehevöityvät, koska veden määrä ja ravinteisuus lisääntyvät (kuvat 55 ja 56).

Mikäli vesi virtaa suolla voimakkaasti, suon lehtipuusto, kuten hieskoivu, lepät ja pajut, säilyvät yleensä hengissä, vaikka vesi nousisi aivan pintaankin (kuva 57). Uusia taimiakin saattaa ilmaantua.

Maankohoamisrannikon suomyrtiluhtien ennallistamisesta on ensimmäisiä kokemuksia Siikajoelta (luku 10.1).

8.10 Hylätyt suopellot

Suopeltojen palauttaminen suoksi on monilta osin hyvin erilainen toimenpide kuin metsäojitettujen soiden ennallistaminen. Tästä on vasta vähän kokemusta (ks. luku 10.2), mutta se tiedetään, että pintamaiden poistamisen myötä toimenpide on huomattavasti kalliimpi kuin ojitetun ”keskivertosuon” ennallistaminen.

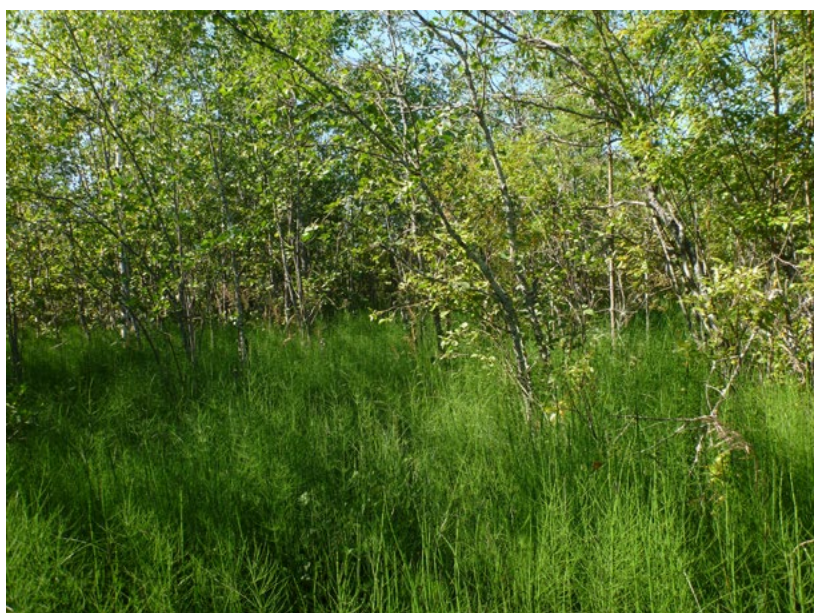
Pelloiksi raivatut suot ovat muuttuneet voimakkaasti, eikä ennallistamisella ole mahdollista tavoitella alkuperäistä suotyyppiä.

Vanhoille suopelloille on saattanut kehittyä kuitenkin uudenlaisia luonnonsuojellisia arvoja. Esimerkiksi, jos eteläsuomalaiselle suopellolle on kasvanut vankka koivikko, pello saattaa olla tärkeä valkoselkätikan elinympäristö.

Jos tavoitteeksi ei asetetakaan alkuperäisen kasvillisuustyyppin palauttamista vaan esimerkiksi entisen pellon kasvillisuuden ohjaaminen puustoiseksi suoksi, kustannukset eivät ole merkittävästi muuta soiden ennallistamista suuremmat.



Kuva 55. Reunaltaan ojitetulla rehevällä sarakorpisella ja sararämeisellä suolla kasvoi ennen ennallistamista mäntyä ja yksittäisiä tervaleppiä. Ennallistamisen yhteydessä alueelle ohjattiin runsaasti vettä, jolloin luhtaisuutta suosiva ruohokasvillisuus runsastui voimakkaasti. Ojituksen seurauksena kasvanut mäntypuusto kuoli, hieskoivut säilyivät elossa ja tervaleppä lähti leviämään. Oulu, Harakkalampi, 11 vuotta ennallistamisesta. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 56. Rehevän, luhtaisen avosuon läpi kaivettu kanava tukittiin patoamalla talvityönä 11 vuotta ennen kuvan ottamista. Luhtaisuutta suosiva saraikko ja ruohokasvillisuus (etenkin järvikorte) on rehevöitynyt. Kanavan laidille kasvanut lehtipuusto ja pensaikko (pajuja, paikoin hieskoivua ja harmaaleppää) kasvaa edelleen hyvin, vaikka vesi on noussut aivan pintaan. Paikka muistuttaa pensaikko- tai metsäluhtaa. Oulu, Harakkasuo. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 57. Noin 250 hehtaarin laajuisen ojitetun valuma-alueen vedet ohjattiin pääosin yhdestä pisteestä suojelualueelle kohdassa, jossa oli puustoista nevuuttumaa. Vedenpinta nousi ja virtaus lisääntyi. Luhtaruohot, erityisesti järvikorte, rehevöityivät voimakkaasti. Ojituksen jälkeen kasvanut mäntypuusto kuoli, mutta hieskoivut säilyivät pääosin hengissä. Ennen ojitusta alue on ollut ilmeisesti osa aapasuon saraista nevuunusta. Nyt se muistuttaa lajistoltaan ja toiminnaltaan hieskoivuluhtaa. Haapavesi, Ollikkaanrampi, 13 vuotta ennallistamisen jälkeen. Kuva: Sakari Rehell.

Hylättyjen turvepeltojen ennallistamismahdollisuuksista

Sakari Rehell

Turvepeltoja on raivattu suoyhdistymiin eri aikoina hieman eri perustein (Soininen 1974, Simola 2006). Suuri osa on, varsinkin aikaisemmin, raivattu luonnonniittyinä käytettyille suokuvioille, erityisesti purojen tuntumassa olleisiin ruohoisiin korpiin, nevoille ja luhtiin. Sotien jälkeen etenkin pohjoisessa ja syrjäseuduilla otettiin viljelyyn myös keskustavaikutteisempia soita, erityisesti lettoja ja lettonevoja. Viime aikojen pellonraivauksissa ovat sopiva sijainti ja kantavuus olleet usein tärkeitä kriteerejä. Huomattavan paljon peltoja onkin raivattu melko ohutturpeisille, hiekkapohjaisille soille, ravinteisuustasosta riippumatta. Alun perin turvemaalle raivatulta pelloilta turvekerros on viljelykäytön aikana varsin usein hävinnyt ja pelto on muuttunut multa- tai kivennäismaaksi (Vasander 2006).

Pellonraivauksen vaikutukset suoyhdistymiin

Turvepeltojen raivaaminen tiettyihin osiin suoyhdistymiä on muuttanut ja yksipuolistanut yhdistymiä, kun niiden alimmat tai rehevimmat osat on raivattu pelloiksi. Jäljelle ovat usein jääneet vain suoyhdistymien karuimmat osat vedenjakajien lähellä. Lisäksi turvepellot, tyypillisesti suoyhdistymien rehevimmissä ja vesistöjen läheisissä osissa, ovat ongelmallisia sekä vesistövaikutuksiltaan että kasvihuonekaasupäästöiltään.

Suopeltojen ennallistaminen

Peltokäytön päätyttyä alkuperäisen kaltaisen lajiston ja toiminnan palautuminen on parhaimmillaankin hyvin hidasta ja epävarmaa, mutta parhaassa tapauksessa turvepellot voidaan ennallistamisen avulla palauttaa yhdistymän toimiviksi osiksi.

Jos ennallistamiseen ryhdytään, maatalouskäytön aiheuttamien voimakkaiden ja palautumattomien muutosten vuoksi tarvitaan

toimenpiteitä, joilla suokasvillisuuden kehitys aloitetaan alusta. Ensimmäiset ennallistettut turvepellot ovat olleet alun perin lettoja, ja tavoitteena on ollut uhanalaisen lettolajiston saaminen takaisin paikalle. Jotta monimuotoisuuden kannalta erityisen merkittävää lettokasvillisuutta saataisiin palautettua, turvepelloilta pitää kuoria pintakerros pois. Pintakerroksen mukana saadaan poistettua ylimääräiset ravinteet. Korkeiden kustannusten vuoksi tällaista ennallistamista on kokeiltu vasta pienillä pinta-aloilla kalkkipitoisilla alueilla (luku 10.2). Jos poistettava pintamaa pystyttäisiin hyödyntämään ennallistettavan suopellon lähialueella, esimerkiksi multana, kustannuksia saataisiin pienennettyä.

Yksinkertaisimmillaan turvepellon ennallistamisen tavoitteeksi voidaan ottaa koivua kasvava metsämaa, jossa vedenpinnan korkeus vastaa suunnilleen korpien luontaista vedenpinnan tasoa. Nämä voisivat hakkaamattomina kehittyä korpimaisiksi. Tämä olisi perusteltua siksikin, että turvepeltoja on raivattu myös alun perin reheville korpisoille ja raivaaminen on siksi vähentänyt niiden osuutta suoyhdistymissä.

Toisaalta entisillä turvepelloilla pintaturve on yleensä tiivistynyt ja läpäisee huonosti vettä. Tämä estää puuston kasvua, joten usein puustoa on kasvanut vain ojien varsille, missä sitä voi olla hyvin tiheästi. Sarkaojien tukkiminen edellyttäisi usein koko puuston poistamista, mikä on kallista ja myös huono ratkaisu, jos tavoitteena on puustoinen, korpimainen suo. Etenkin siellä, missä turvepellon ojat ovat pieniä, yksi vaihtoehto on ajaa kaivurilla sarkojen poikki sopivin välimatkoin ja tukkia ojat ylityskohdissa. Kausivaihtelun takia vajaa-puustoisiksi jääneissä kohdissa voi vedenpinnan nosto jopa edistää puustottumista.

Monimuotoisuuden ja vesistövaikutusten kannalta voi olla tarkoituksenmukaista tehdä johonkin entisen turvepellon kolkkaan myös

avovesilammikoita. Reunoiltaan luhtaisiksi kehittyviä kosteikkoja voi muodostaa matalimpiin osiin, vesistöjen lähelle, joihin olisi mahdollista johtaa vesiä laajimmilta alueilta. Tällä voisi kompensoida peltojen raivauksella hävitettyjä suoyhdistymän luhtaisimpia avosoita. Todennäköisesti lammikot pystyisivät keräämään kiintoaineita tulvien aikaan, ja kasvillisuuden runsastumisen jälkeen ne sitoisivat mahdollisesti muutakin kuormitusta.

Ennallistamisella vähennetään kasvihuonekaasupäästöjä

Turvepeltojen ennallistamista pidetään tärkeänä erityisesti maankäytön kasvihuonekaasupäästöjen hillitsemisen kannalta. Vaikka Suomessa ojitetuista soista vain noin 7 % on ojitettu maatalouskäyttöön, käytössä olevien ja käytöstä poistettujen turvepeltojen yhteenlasketut päästöt ovat noin 36 % turpeen ja turvemaiden käytöstä aiheutuvista kasvihuonekaasupäästöistä (Ojanen ym. 2020c, vuoden 2018 tilastojen mukaan). Turvepeltojen päästöt olivat siten vuonna 2018 suuremmat kuin turpeen polton ja turpeen nostoalueiden aiheuttamat päästöt yhteensä.

Käytössä olevilta turvepelloilta kasvihuonekaasuja pääsee vuosittain keskimäärin yli 3 kg CO₂-ekv/m², mikä on jopa kymmenkertaisesti rehevien metsäojitettujen turvekanakaiden päästöihin verrattuna (Ojanen ym. 2020c). Käytöstä poistetuilla turvepelloilla määrä on noin puolet tästä (Ojanen ym. 2020c). Päästövaikutuksesta 1/7–1/5 muodostuu typpioksiduulista, jota lähtee hyvin kuivatetuilta ja erityisesti lannoitetuilta mailta.

Turvemaan pelloilla vedenpinnan syvyys vaikuttaa maaperän päästöihin samaan tapaan kuin metsäojitetuilla soilla (Maljanen ym. 2013, Regina ym. 2015), eli hiilidioksidi- ja typpioksiduulipäästöt kasvavat vedenpinnan laskiessa. Lämmittävä vaikutus kasvaa jyrkästi pohjaveden pinnan syvetessä 40–60 cm:iin asti ja pysyy suurena tätä syvemmällä. Vedenpinnan syvyyden lisäksi vaikuttavat happamuus, hiili-typpi-suhde sekä lannoituksen ja muokkauksen voimakkuus (Maljanen ym. 2010, Leppelt ym. 2014). Turvemaan peltojen suuret päästöt johtuvat turpeen häviämisestä mikrobien hajotustoiminnan seurauksena. Multamaaksi muuttuneiden turvepeltojen päästöt voivat olla samaa luokkaa kuin varsinaisten turvepeltojen päästöt (Tiemeyer ym. 2016). Suomessa niitä ei ole kuitenkaan tutkittu siinä määrin kuin varsinaisia turvemaita.

Muita mahdollisuuksia

Vedenpinta keskimäärin 15–30 cm:n syvyydellä pienentäisi turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjä (Ojanen ym. 2020c). Näissä olosuhteissa esimerkiksi hieskoivu kasvaa turvepelloille luontaisesti ja menestyy erinomaisesti. Mikäli aluetta ei suojella, korpimaisiksi koivikoiksi ennallistettuja peltoja voitaisiin hyödyntää taloudellisesti koivumetsinä jatkuvapeitteisen kasvatuksen keinoin.

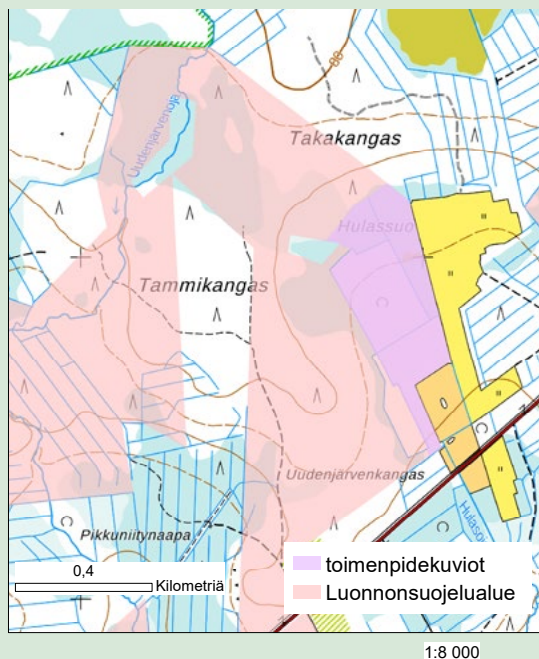
Suopelloilla hajoaisi vähemmän turvetta, jos turvepeltojen tarpeetonta kuivatusta vähennettäisiin. Käytössä olevien peltojen pohjavedenpintaa voitaisiin nostaa säätösalaajituksen avulla (Regina ym. 2015, Lehtonen ym. 2024). Myös kosteikkoviljely, jossa pellolla viljeltäisiin märällä maalla kasvavia kasveja, pienentäisi kasvihuonekaasupäästöjä.

Hulassuon entistä turvepeltoa kehitetään korpimaisen koivikon suuntaan

Sakari Rehell

Kuivaniemen Hulassuo on ollut noin 60 hehtaarin laajuinen, rehevä aapasuo (kuva 1). Sen keskeisistä osista noin puolet on raivattu pelloksi, osin 1950-luvulla, osin jo sitä ennen. Suolla on myös metsänkasvatusta varten ojittettuja osia. Ojittamatonta suota on jäänyt vain luoteisnurkkaan, josta on suojeltu noin 20 hehtaarin alue.

Suojellulla alueella on noin 50 vuotta käyttämättä ollutta entistä turvepeltoa, puustoisia korpia sekä entisten pellonojen pahoin kuivattamaa lettonevaa. Turve on hyvin tiivistynyttä ja sitä on alle metrin paksuudelta. Pellon ojen varsille on käytön loputtua kasvanut hieskoivikko. Saroilla kasvaa yksittäisiä koivuja, mutta pääosin sarat ovat aukeampaa karhunsammalikkkoa. Sarkaojat olivat matalia ja vetivät heikosti. Entisen turvepellon keskellä ja reunalla oli kuitenkin syvemmäksi perattuja ojia, joiden kautta valtaosa vesistä virtasi.



Kuva 1. Hulassuon entinen turvepelto rajautuu itälaidalta edelleen käytössä olevaan peltoon. Länsi- ja luoteispuolella on suojeltua aluetta. © Maanmittauslaitos 2025.

Ennallistaminen

Ennallistamisen tavoitteena oli palauttaa entinen turvepelto osaksi pientä aapasuomaiseksi palautuvaa suonreunaa (kuva 2). Entisen pellon avosuohon rajoittuva reunaoja tukittiin. Muulle osalle turvepeltoa raivattiin koivikkoon 30–40 metrin välein sarkaojia vastaan kohtisuoraan ajourat, joiden kohdalla sarkaojat padottiin.

Suojelualueen ulkopuolisten turvepeltojen kuivatuksen takia hylätyn turvepellon alaosassa jouduttiin jättämään syvät reunaojat auki. Toisaalta muutama sata metriä ojia tukittiin suojelualueella turvepellon ulkopuolella.

Kaivinkone teki noin neljä työpäivää, joista noin puolet oli raivausta ja puolet ojen patoamista ja tukkimista. Toimenpideala sekä vaikutusalue viereisillä suokuvioilla oli yhteensä 13 hehtaaria. Kustannukset olivat hieman alemmat kuin soiden ennallistamisessa keskimäärin.



Kuva 2. Hulassuon turvepellon keskiosaa ennallistamisen jälkeen. Kuva: Sakari Rehell.

Vähäjärvellä palautetaan korpea ja puronvarsiniittyä

Sakari Rehell

Oulaisten Vähäjärven alueella on raivattu turvepeltoja etenkin puroja reunustaneille, todennäköisesti pääosin erilaisille reheville korpisoille. Vuoden 1947 ilmakuvassa ne olivat jo viljelyskäytössä, joten todennäköisesti ne on raivattu ennen sotia.

Laajemman metsäpalstan sisältä saatiin suojeluun kaksi erilaista turvepeltoaluetta, Niittuperät 1 ja 2 (kuva 3). Niissä on kokeiltu erilaisia ennallistamisen tavoitteita ja toimintatapoja.

Niittuperä 1

Puron ja paikallistien välissä olevaa käytöstä poistettua turvepeltoa lähdettiin palauttamaan korpimaisen koivikon suuntaan. Pellon viljely loppui 30–40 vuotta sitten, ja alueen on vallannut tiheä koivikko ja pajukko. Ojat

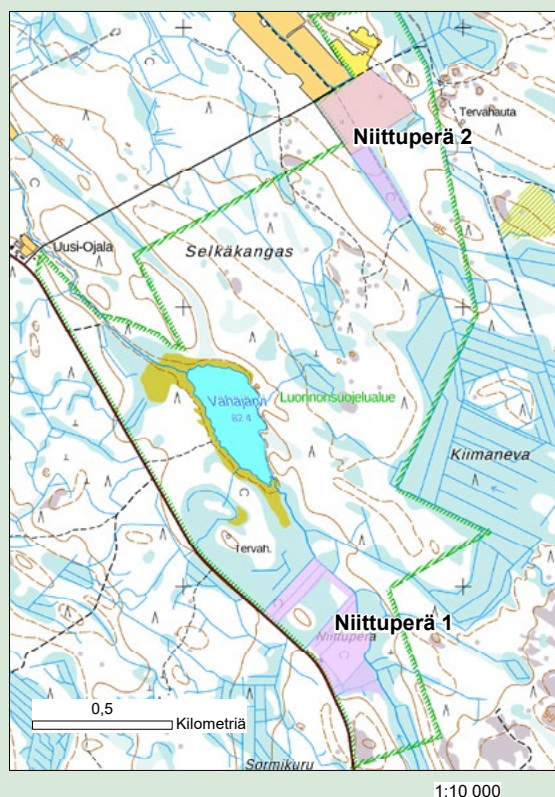
olivat paikoin yli metrin syvyisiä, paikoin matalampia, ja turve oli painunut tiiviiksi. Suon keskiosassa turvetta oli keskimäärin puoli metriä.

Kasvillisuus ladon läheisyydessä (kuva 4) on niittymäistä (horsmaa, nokkosta, koiranputkea, mesiangervoa), muualla tiheimmän puuston ja pensaikon alla kenttäkerros on hyvin harva.

Ennallistaminen

Ennallistamisella pyrittiin nostamaan vedenpinta 20–30 cm:n syvyydelle. Puustoa säästettiin. Reunojen syvät ojat tukittiin kokonaan, ja sarkojen poikki tehtiin 30–50 metrin välein linjoja, joilta puusto kaadettiin maahan. Linjoille tehtiin ojien kohdille padot.

Patovallien korkeuden ja suon kaltevuuden mukaan vedenpinnan arvioitiin asettuvan keskimäärin 20–30 cm:n syvyydelle. Paikoin alueelle muodostunee pintavesilammikoita ja paikoin kuivempia laikkuja.



Kuva 3. Niittuperä 1 on entinen suopelto noin 0,5 km Vähäjärvestä etelään. Pellon länsipuolella on tie ja itälaidalla puro. Niittuperä 2 on entinen suopelto Vähäjärvestä noin 1 km koilliseen. © Maanmittauslaitos 2025.



Kuva 4. Vähäjärven Niittuperä 1 heti ojien tukkimisen jälkeen syyskuussa 2024. Kuva: Jari Vähäsalo.

Niittuperä 2

Vähäjärven suojelualueen toinen ennallistettu turvepelto sijaitsee valtaojaksi kaivettun entisen puron molemmin puolin (kuva 3). Turvepeltoa lähdettiin kehittämään vaihtelevamman puronvarsisuon ja -niityn suuntaan.

Mitoiltaan noin 220 x 250 metrin turvepellon keskellä oli iso valtaoja, jossa on entisen puron tienoilla virrannut vettä noin 250 hehtaarin alueelta. Kaivettu oja kuvan 5 näkymässä oikealta vasemmalle oli suora, eikä alkuperäisestä purouomasta ollut jäljellä mitään. Pellolla oli 0,5–1 metrin syvyiset sarkaojat noin 25 metrin välein. Pelto oli ollut viljelemättä noin 30 vuotta, ja ojien varsille oli kasvanut korkea pajukko sekä paikoin nuoria hieskoivuja. Turve oli tiivistynyttä ja sitä oli keskiosissa noin 0,5 metriä paksusti. Sarkojen keskiosissa oli tiheää niittymäistä kasvilisuutta, kuten horsmaa, nokkosta, kastikoita ja mesiangervoa.

Keskellä olevaan isoon ojaan tehty pelkät padot vesi olisi todennäköisesti vienyt mukanaan. Tiiviin peltomaan pinnasta vesi olisi myös huuhtonut mukaansa runsaasti ravinteita ja kiintoainesta. Siksi vedelle päätettiin kaivaa uusi uoma. Mitä pitempi ja mutkaisempi siitä tehtäisiin, sitä paremmin sinne jäisivät sedimentit.

Tavoitteena oli saada vedenpinta vaihtelevasti 0–30 cm:n tasolle suon pinnasta siten, että avoimet saraisiksi ja toisaalta puustoisiksi kehittyvät osat vuorottelevat. Lisäksi haluttiin tehdä kosteikkomaisia lampia, jotka lisäävät monimuotoisuutta ja pidättävät vedestä kiintoainesta ja vähentävät ravinteita.

Ennallistaminen

Aluksi raivattiin ojanvarsien puusto ja pensaikko. Ojat tukittiin, ja sen jälkeen kaivettiin mutkittelevaa purouomaa jäljittelevä loivapiirteinen oja, johon tehtiin paikoin matalia vesilammikoita ja jonka reunalle kasattiin patoavat vallit (kuva 5).



Kuva 5. Vähäjärven Niittuperä 2 -suopellolle kaivettu mutkitteleva, purouomaa jäljittelevä loivapiirteinen oja heti töiden jälkeen. Kuva: Jari Vähäsalo.

Mutkaista uomaa alettiin kaivaa yläosasta, ja toisen mutkan kohdalle kaivettiin matala kuoppa, johon vesi alkoi kertyä. Neljänteen mutkaan tehtiin myös vedenkeruallas. Uoman loppuosa kaivettiin muutamassa tunnissa, jolloin veden tulviminen pysyi hallinnassa. Kun uoman loppuosa oli kaivettu valmiiksi, päästettiin vesi kuopasta juuri kaivettuun uomaan.

Tätä ennen oli ylävirran puolella (kuvan 5 oikea laita) madallettu korpimaisen metsän keskellä oleva kuivatuskanava puromaiseksi. Entinen puro oli valtaojana penkkatien vieressä, ja ympärillä oli turvekankaiksi kuivuneita entisiä korpia. Kuusikko oli jo vanhaa, joten vettä nostettiin varovaisesti.

Vähäjärven alueen entisten turvepeltojen ennallistamiseen ja mutkaisen puron kaivamiseen meni kaivinkoneella noin 14 työpäivää. Siitä noin puolet oli raivausta ja puolet kaivutyötä. Toimenpidealuetta ja siihen välittömästi rajautuvaa palautunutta vaikutusaluetta on noin 15 hehtaaria. Työ vastasi hehtaarikustannuksiltaan keskimääräistä suon ennallistamiskustannusta.

Jotusuolla pysäytettiin kasvillisuudeltaan arvokkaan suojellun avosuon kuivuminen

Sakari Rehell ja Mervi Laaksonen

Kuhmon Jotusuolla on raivattu sotien jälkeen turvepeltoja rinnesuon alimpiin osiin, missä on ollut rimpistä, ilmeisesti lettonevamaista suota. Peltojen viljely lopetettiin 2000-luvun alussa, jolloin ne alkoivat nopeasti metsittyä luontaisesti.

Noin 6,5 hehtaarin suuruinen alue suojeltiin vuonna 2008. Osa alueesta oli turvepeltoa, jonka ojat olivat kuivattaneet kasvillisuudeltaan arvokasta, alueen keskiosan ojittamatonta nevarämettä.

Turvepellon ennallistaminen ja sen vaikutukset

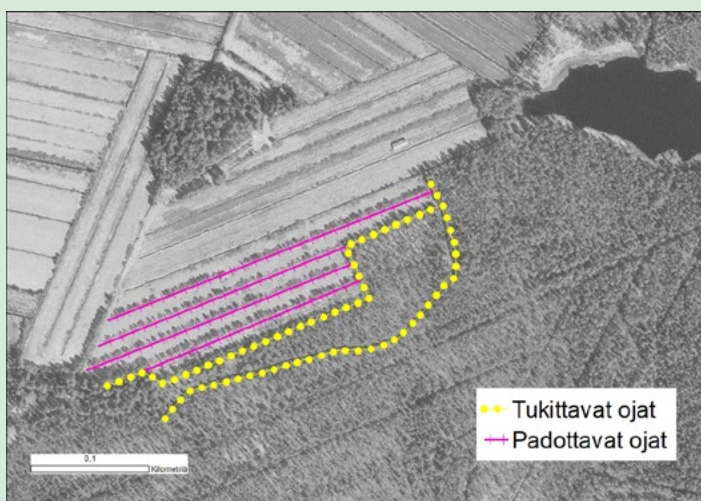
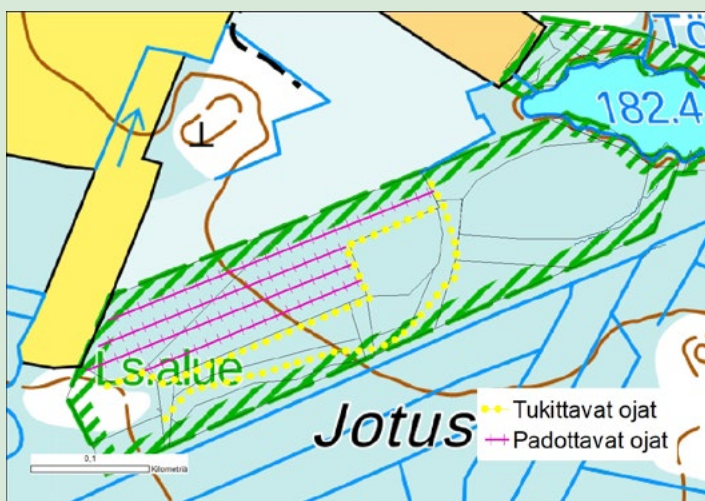
Suojelualueen turvepelto ennallistettiin vuonna 2009 (kuva 6). Ennallistamisella haluttiin pysäyttää pelto-ojien kuivattaman, kasvillisuudeltaan erityisen arvokkaan mutta ojittamattoman nevarämeen kuivuminen.

Suojelualueen ojien varsilta raivattiin ensin puusto. Sarkaojiin tehtiin turvepatoja kaivinkonetyönä noin 30 metrin välein. Lisäksi ete-

läpuoleisella rämereunalla tukittiin yksi oja kokonaan, samoin kuin ojittamatonta, kasvillisuudeltaan arvokasta suonosaa vasten ollut pellon reunaoja. Suojelualueen pohjoispuolisen pellon viljely oli loppunut samoihin aikoihin suojelualueeseen sisällytetyn turvepellon kanssa. Pohjoispuolinen pelto ei ole suojelu-aluetta, eikä siellä näin ollen tehty ennallistamistoimia, ja rajaoja jätettiin auki.

Koivutaimikko valtasi ennallistetun pellon nopeasti. 2020-luvun alussa, reilu 10 vuotta hakkuiden ja ojien tukkimisen jälkeen, paikalla oli hyväkasvuinen, erittäin tiheä koivikko (useita kymmeniä tuhansia 3–4-metrisiä koi- vuja hehtaarilla).

Myös alun perin ojittamaton nevaräme on taimettunut, vaikka suo on keskustavai- kutteista ja osin kosteudeltaan kausivaihte- levaa. Taimia on poistettu ojittamattomalta suolta kahdesti alueen arvokkaan kasvillisuuden vaatiman avoimuuden ylläpitämiseksi.

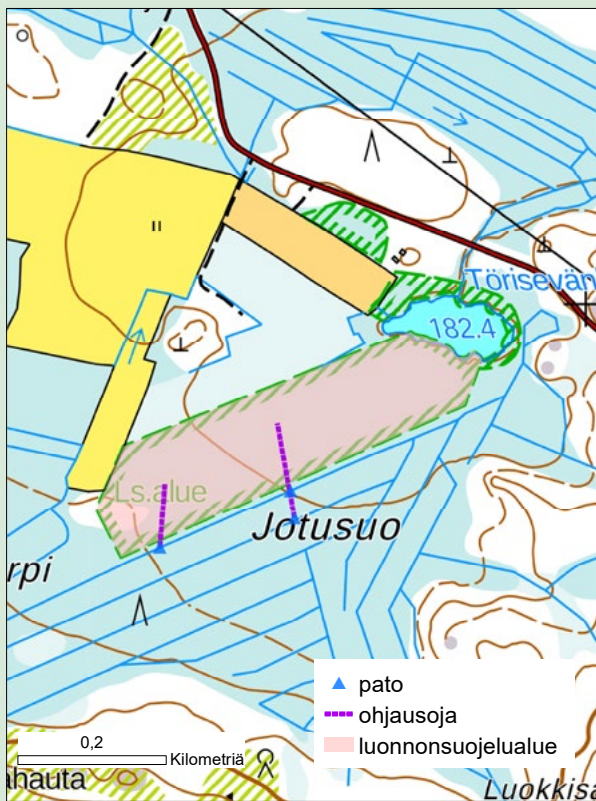


Kuva 6. Jotusuon ennallistamistoimenpiteet vuonna 2009. Ilmakuva on vuodelta 2002. © Maanmittauslaitos 2025.

Tarvitaan vesien palautusta

Mikäli ennallistetulla turvepellolla kasvuun lähtenyt koivikko pääsisi kasvamaan täyteen kokoonsa, sen haihdutus, yhdessä suojelualueen eteläpuolella olevan yksityismaan kuivatusojien vaikutuksen kanssa, kuivattaisi suojelualueetta lisää. Tästä syystä on suunniteltu, että ennallistetun turvepellon koi-vutaimikko raivataan aukeaksi ja luontaisen

valuma-alueen vesiä palautetaan johdeojilla nevarämeelle suojelualueen eteläpuolisen yksityismaan ojitusalueelta (kuva 7). Tällöin vedenpinta voisi nousta sen verran, että taimien kasvu niin ennallistetulla turvepellolla kuin arvokkaalla nevarämeosalla vähenisi ja ennallistetun turvepellon alkuperäinen avosuoluonne voisi ainakin osin palautua.



Kuva 7. Jotusuoille suunnitellut vedenpalautustoimenpiteet ja ilmakeku vuodelta 2024. © Metsähallitus 2025, © Maanmittauslaitos 2025.

9 Ennallistetun alueen hoitoseuranta

Maarit Similä, Sakari Rehell, Kaisu Aapala ja Santtu Kareksela

Ennallistamiselle asetettujen tavoitteiden saavuttamista eli ennallistamistoimenpiteiden onnistumista arvioidaan hoitoseurannalla. Hoitoseurannassa tarkastellaan ennallistettua aluetta maastokäynnillä tai kaukokartoitusmenetelmin (tietolaatikko 34) tai näiden yhdistelmänä.

Hoitoseuranta on kuvailevaa, ja ennallistetun suon piirteitä tarkastellaan pääasiassa silmämääräisesti. Kevyenä ja joustavana menetelmänä se sopii hyvin erilaisten ennallistettujen soiden seurantaan.

Hoitoseurannalla

- 1) selvitetään, onko ennallistaminen onnistunut teknisesti
- 2) selvitetään, onko ennallistumiskehitys käynnistynyt halutulla tavalla
- 3) havaitaan mahdolliset ongelmat ajoissa
- 4) selvitetään ongelmiin reagoimisen tarvetta suhteessa ennallistamiselle asetettuihin tavoitteisiin ja kohteen ekologiseen merkittävyyteen
- 5) kehitetään ennallistamisen suunnitelua ja ennallistamismenetelmiä kertyvien kokemusten pohjalta.

Suositus on 1–3 hoitoseurantakäyntiä ennallistamisen jälkeisten 10 vuoden aikana. Mahdollisia ongelmia ei välttämättä pysty arvioimaan luotettavasti ensimmäisellä hoitoseurantakerralla, vaan suon tilanne tarkastetaan tarvittaessa eri vaiheissa maastokautta (tarpeen mukaan kuivina tai märkinä kausina).

Tärkeimmät hoitoseurannassa tarkasteltavat kohdat kirjataan ylös jo ennallistamisen suunnitteluvaiheessa. Ennallistamistöiden aikana niitä tarkennetaan tarvittaessa.

Ensimmäinen hoitoseuranta tehdään ensimmäisenä keväänä, tai muuten ensimmäisenä korkean veden aikana ennallistamisen jälkeen.

Myöhemmissä hoitoseurannoissa, esimerkiksi 5–10 vuoden kuluttua ennallistamisesta, alkavat näkyä myös kasvillisuuden muutokset ja soiden luontaisten prosessien kehittyminen.

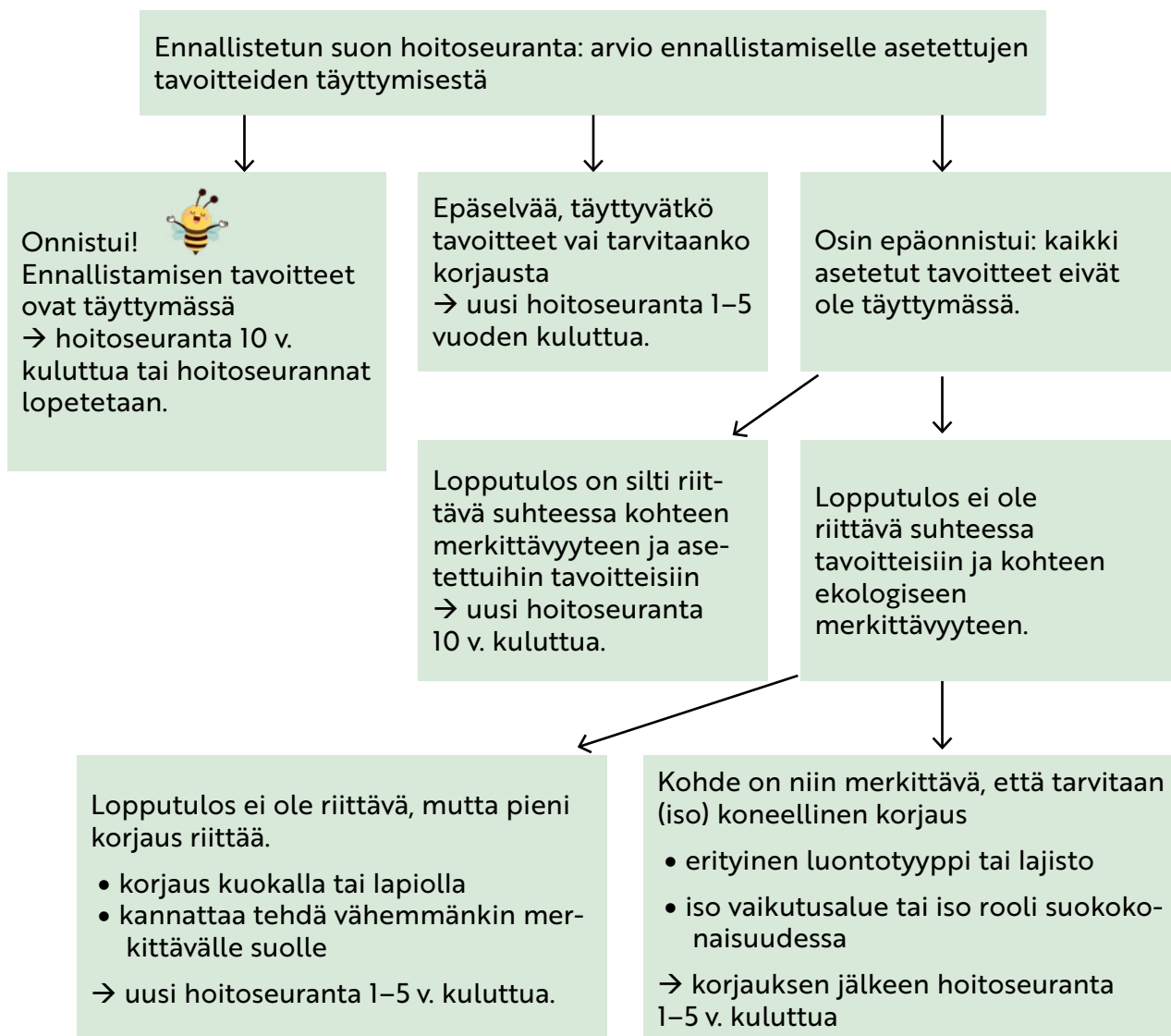
Hoitoseurannassa tehtyjen havaintojen pohjalta päätetään seurannan jatkosta tai mahdollisista jatkotoimenpiteistä (kuva 58).

9.1 Hoitoseurannassa havainnoitavia asioita

Hoitoseurantakäyntiin varataan riittävästi aikaa suon laajuuden ja ominaispiirteiden mukaan.

Ennallistamissuunnitelmasta tarkastetaan siihen määritellyt hoitoseurannassa tarkastettavat kohdat.

Hoitoseurantahavainnot tallennetaan suon ennallistumisen jatkoseurantaa (tietolaatikko 33) ja muuta myöhempää käyttöä varten.

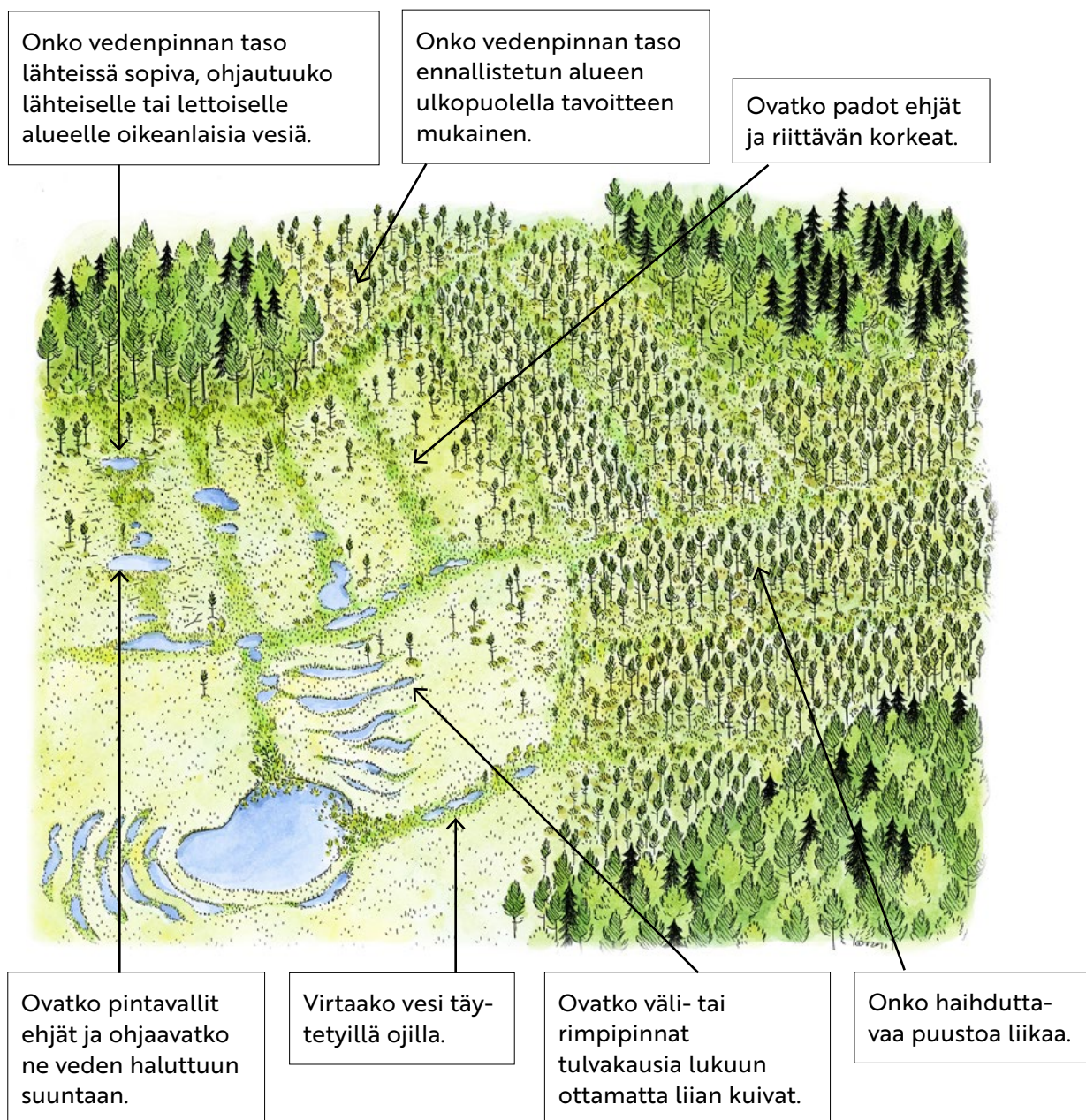


Kuva 58. Hoitoseurantaan pohjautuvaa päätöksentekoa ensimmäisen hoitoseurantakäynnin jälkeen.

Vedenpinnan korkeus ja veden liikkuminen (hydrologia)

Kuvassa 59 näkyvien kohtien lisäksi suon vesitaloudesta tarkastetaan esimerkiksi

- ohjautuuko lähteiköillä, tihkupinnoilla ja letoilla oikeanlaatuista vettä oikeille alueille
- onko vesi palannut alkuperäisille reiteilleen, esimerkiksi piilopuroihin tai puro-uomiin
- onko suolla pysyvästi veden peittämiä alueita kohdissa, joissa ei saisi olla
- onko puustoa vaarassa kuolla liikaa.



Kuva 59. Hoitoseurannassa havainnoitavia kohtia ja asioita. Kuva: Tupu Vuorinen.

Vedenpinnan korkeuden seuranta mittaamalla

Ennallistetun suon vedenpinnan tasoa on kiinnostava seurata. Vedenpinnan korkeuden seurannalle voi olla myös todellinen tarve, esimerkiksi kun halutaan varmistua, että vesi ei nouse liikaa naapurin maalla. Seurantaan on saatavilla jatkuvatoimisia tiedonkeruulaitteita, mutta ne ovat suhteellisen hinnakkaita. Lisäksi niiden tallentamien tietojen tulkinta vaatii yleensä erityisen ohjelmiston ja erityisasiantuntemusta.

Huokea ja helppo vedenpinnan korkeuden seurantakeino on ennallistettuun suohon upotettu vesikaivo, toisin sanoen 32 x 1000 mm viemäriputki, johon on porattu tai sahattu reikiä ja joka on suojattu suodatinsukalla. Suodatinsukan voi tehdä esimerkiksi neulomalla puuvilla- tai villalangasta.

Vedenpinnan korkeus vaihtelee kaikilla soilla vuodenajan, tulvien ja sateiden mukaan. Mitä tiheämmin mittauksia tekee, sitä tarkemman kuvan saa suon vedenpinnan korkeuden vaihtelusta.



Vedenpinnan syvyyden voi mitata suohon upotetusta vesikaivosta puhallusputkella, johon on teipattu mittanauha. Puhallusputken mitta-asteikosta luetaan lukema vesikaivon yläpään kohdalta silloin, kun puhallusputki saavuttaa kaivossa vedenpinnan. Lukemasta vähennetään suon pinnan ja vesikaivon yläreunan välinen etäisyys. Kuva: Tupu Vuorinen.

Lajisto

Jos alueella on erityisesti huomioitavaa lajistoa, kuten uhanalaisten lajien esiintymiä, hoitoseurannassa tarkastetaan lajiesiintymän tai populaation tilanne ja arvioidaan sen tulevaisuus.

Lajistoltaan arvokkailla alueilla, esimerkiksi lähteisillä ja rehevillä soilla tai uhanalaisten lajien kasvupaikoilla, on tärkeä tarkastella hoitoseurannan yhteydessä veden laatua ilmentävien indikaattorikasvilajien tilaa.

Jos rehevyyttä indikoivien lajien kasvustot näyttävät taantuvan, selvitetään, ohjautuuko suolle vääränlaisia vesiä, esimerkiksi hapan-ta vettä ulkopuolisia ojia pitkin. Jos veden laadussa on ongelmia, tilanne on korjattava mahdollisimman nopeasti. Korjaustoimenpiteiden suunnittelu ja sijoittelu saattaa edellyttää vesikemiallisia analyysejä.

Myöhemmissä hoitoseurannoissa selvitetään, onko kenttä- ja pohjakerroksen kasvilisuiden kehitys tavoitteiden mukaista.

Puusto

Puuston rakenteen kehittymisen ennallistamisen jälkeen näkee varmuudella vasta muutamana vuoden kuluttua ennallistamisesta. Tarkkailtavia piirteitä ovat esimerkiksi

- onko haihduttavaa puustoa liikaa
- onko uusia taimia ilmaantunut sarkaväleihin
- taimettuvatko ja pensoittuvatko oja-linjat.

Jo ensimmäisellä seurantakerralla voi olla näkyvissä se, onko puustoa kuolemassa liikaa tavoitteisiin nähden.

Hoitoseurannassa havainnoitavia muuttujia on eritelty ja perusteltu tarkemmin Metsien ja soiden sekä harjumetsien paahdeympäristöjen hoidon seurantaohjeessa (Hyvärinen & Aapala 2009).

9.2 Vedenpalautuskohteen hoitoseuranta

Vedenpalautuskohteen hoitoseurannassa tarkastellaan laajan alueen eli kokonaisen suoaltaan vesitalouden toimintaa (Granqvist 2024).

- Menevätkö vedet sille suolle, johon ne oli tarkoitus palauttaa.
- Toimivatko vesienohjauspadot.
- Toimivatko laajalla suolla kaikki ohjaus-uomat tai ainakin riittävän moni.
- Onko metsätalousalueilla edelleen riittävä kuivavara.

Ilmakuvilla ja satelliittikuvissa onnistunut vedenpalautus voi näkyä selvänä avovetisen pinnan laajenemisena (tietolaatikko 34).

Avovettä voi olla ensimmäisinä vuosina näkyvissä runsaasti. Rehevöityvä kasvillisuus voi kuitenkin muuttaa näkymää muutamassa vuodessa. Kesällä otetuissa ilma- tai droonikuvissa parantuneen virtauksen lisäämä ruohoisuus näkyy yleensä heleän vihreänä (vääräväreissä punaisena).

Auki jätettyjen ojien virtaamasta voi myös päätellä vedenpalautuksen onnistumista. Jos ojat, joissa ennen vesienohjausta virtasi paljon vettä, ovat töiden jälkeen vähävetiset tai jopa kuivat, veden voi päätellä ohjautuneen kohdealueelle.

9.3 Hoitoseurantojen ajoittaminen

Ensimmäinen hoitoseuranta

Ensimmäisellä hoitoseurantakäynnillä 0,5–2 vuoden kuluttua ennallistamistoimenpiteistä tarkastellaan erityisesti ojien täytön ja patoamisen onnistumista. Sitä kuvastavat vedenpinnan taso eri osissa suota sekä veden ohjautuminen.

- Hoitoseurantakäynnin yhteydessä voi tehdä kuokan tai lapion avulla pieniä täydennyksiä ja hienosäätöjä vesien ohjaukseen.
- Erityisesti lähde- ja lettokohteilla tarkastetaan veden laatuun liittyviä seikkoja. Apuna voi käyttää kenttämittareita.
- Rimpisten, kuljuisten tai tulvivien alueiden seurannassa voi hyödyntää valokuvausta dronilla.

Myöhemmät hoitoseurannat

Jos ensimmäisellä hoitoseurantakerralla voidaan luotettavasti arvioida, että ennallistetun suon tulevaisuus näyttää lupaavalta, toiselle hoitoseurantakäynnille on hyvä ajankohta noin 10 vuoden kuluttua ennallistamisesta.

Joissain tapauksissa voidaan päättää, että yksi hoitoseurantakerta riittää.

Vuosien kuluttua toimenpiteistä saa kuitenkin paremman käsityksen suokasvillisuuden ja muun lajiston muutoksista sekä suon luontaisten prosessien kehittymisestä.

Jos ennallistetulla suolla on hyvin palautuneiden alueiden lisäksi kohtia, joilla ennallistaminen ei ole käynnistynyt tavoitteiden mukaisesti, suunnitellaan tarvittaessa korjaustoimenpiteet tai jatketaan seuranta.

Korjaustoimenpiteiden suunnittelu

Ennallistaminen saattaa vaatia korjausta tai täydennystä, jos

- lähde- tai lettolajisto taantuu
- väli- ja rimpipinnat pysyvät kuivina tulvakausia lukuun ottamatta
- täytetyillä ojalinjoilla virtaa vesi
- vesi ei ylitä niskaojaa
- vettä kertyy johonkin liian pistemäisesti
- liian laajat alueet ovat pysyvästi veden alla
- suolle ilmaantuu tiheä ja elinvoimainen taimikko.

Lähde- ja lettokohteilla sekä vesienpalautuskohteilla ja naapurimaiden rajoilla toimittaessa voidaan joutua suunnittelemaan täydennys- tai korjaustoimenpiteitä nopealla aikataululla.

Muissa tapauksissa voi olla tarkoituksenmukaisempaa seurata tilanteen kehittymistä ylimääräisillä hoitoseurantakäynneillä ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä.

Aina ei löydy näkyvistä puutteista huolimatta selvää kohtaa, jota voitaisiin korjata.

Jos ennallistettu suo ei ennallistu toivotulla tavalla, mutta toimenpidealueen sisällä ei näytä olevan teknistä korjaustarvetta, taustalla saattaa olla laaja-alaisempia valuma-alueen hydrologisia muutoksia. Siinä tapauksessa ainoa vaihtoehto on yleensä selvittää ennallistettavan alueen laajentamismahdollisuuksia, jotta vesitalous pystytään palauttamaan luonnontilaisen kaltaiseksi tarvittavassa laajuudessa.

9.4 Kaukokartoitus hoitoseurannan apuna

Ennallistettujen soiden seurannassa voidaan hyödyntää kaukokartoitusmenetelmiä, kuten droonikuvausta, Maanmittauslaitoksen tarjoamia maanpinnankorkeusaineistoja ja ilmakuvavarjoja sekä satelliittikuvavarjoja tai -aineistoja (tietolaatikko 34).

Havaintoja Pohjois-Pohjanmaan ennallistettujen soiden hoitoseurannoista

Sakari Rehell

Metsähallituksen Luontopalvelut on ennallistanut Pohjois-Pohjanmaalla 2000-luvulla, vuoteen 2023 mennessä, 135 suoaluetta noin 70 suojelualuekokonaisuudella. Lukumäärässä ovat mukana vesienpalautuskohteet sekä kaksi suota, jotka on ennallistettu 1990-luvun puolella, mutta joiden ennallistamista on täydennetty tai korjattu 2000-luvulla.

Hydrologialtaan muuttunutta suota oli näillä alueilla noin 10 400 hehtaaria. Tavoitteena on ollut vesitalouden ennallistaminen noin 8 700 hehtaarilla.

Ennallistettavien alueiden **tavoitepinta-alasta**

- reilu kolmasosa on ollut metsäojitet-
tujen soiden palauttamista avosoiksi
- reilu kolmasosa on ollut metsäojitet-
tujen soiden ennallistamista puustoi-
siksi soiksi
- lähes neljännekselle palautettiin vesi
avoimiksi jätetyistä metsätalousmaan
ojista (50 suota)
- noin 0,5 % on ollut lettoja tai letto-
nevoja (16 ennallistettavalla suolla).

Lisäksi

- purojen palauttaminen on ollut kes-
keisenä tavoitteena viidellä kohteella
- jokia kunnostettiin ja niiden tulva-
alueita palautettiin kahdella kohteella
- yhdellä alueella palautettiin myös las-
ketun järven vedenkorkeus.

Ensimmäisten hoitoseurantojen yhteenvetoa

Ensimmäisissä hoitoseurannoissa keskityttiin selvittämään, onko ennallistamisessa korjattavaa. Kolmelta vuosina 2022–2023 ennallistetulta alueelta ei ole vielä tehty ensimmäistäkään hoitoseurantaa (vaikutusalue noin 230 hehtaaria).

Ensimmäisten hoitoseurantojen perusteella 85 alueella vesitalous saatiin palautettua kertatyönä (84 % tavoitteena olleesta hydrologisesta vaikutusalueesta).

Omana työnä korjattiin noin 30 kohdetta ensimmäisellä hoitoseurantakäynnillä tai hetken jälkeen. Tällä vältettiin isommat korjaustarpeet ja saatiin lisää vaikutusaluetta vajaa 2 % tavoitepinta-alasta.

Koneellisia korjaustöitä teetettiin hoitoseurantojen perusteella 31 alueella, neljällä kohteella kaksi kertaa. Näiden avulla saatiin lisättyä ennallistamisen vaikutusaluetta vajaa tuhat hehtaaria, ja näiden jälkeen on saavutettu tavoitteeksi asetetusta pinta-alasta noin 96 %.

Havaintoja yli 7 vuotta sitten ennallistettujen soiden kasvillisuuden tai toiminnan muutoksista

135 ennallistetusta suoalueesta 60 ennallistettiin ennen vuotta 2017, joten niistä arvioitiin tätä selvitystä varten ennallistamisen vaikutuksia kasvillisuuteen ja suon toimintaan.

- 15 suolla on tehty maastossa vain ensimmäinen hoitoseuranta.
- Kaikilta 60 kohteelta arvioitiin ennallistamisen onnistumista ilma- ja satelliittikuvilta, mutta 15 seurantakohteesta, joilla toinen hoitoseuranta on tekemättä, seitsemältä kohteelta onnistumisen arviointi ei onnistunut etämenetelmillä.

Myöhemmissä hoitoseurannoissa on pyritty tarkastelemaan puustoisten soiden puustoa, avosoiden taimettumista, rimpisyyttä, lettolajistoa sekä luhtaisuuden tai lähdepaikkojen esiintymistä.

Puusto

25 kohteen luontaisesti puustoisilta osilta on arvioitu puustoa, yleensä maastossa, parilla kohteella arviointi tehtiin ilmakuvista.

- 16 kohteella on ennallistettu korpimais- ta, puustoltaan edustavaa suota siten, että puusto kasvaa edelleen hyvin ja on jatkossakin metsälajistolle arvokas elin- ympäristö. Kahdessa kohteessa edusta- van puustoisien korpimaisen suon puus- toa on kuollut runsaasti, mutta molem- missa syy on ollut muu kuin ennallista- minen: toisessa majava, toisessa myrsky.
- Yhdeksällä kohteella luontaisesti harva- puustoinen lopputulos tulee todennä- köisesti olemaan tavoitteen mukainen: olemassa oleva puusto on alkanut har- ventua, mutta taimikkoakin on noussut.
- Liiallista taimettumista on noin kymme- nellä kohteella, joissa tavoite on ollut avosuo. Liiallinen taimettuminen havai- taan yleensä vain maastotarkastelussa.

Rimpisyys

Rimpisyyttä on arvioitu 39 kohteelta, yleensä maastossa, mutta se näkyy luotettavasti myös ilmakuvista.

- 14 kohteella rimpisyys on jäänyt ennal- listamisesta huolimatta selvästi vähäi- semmäksi kuin tavoitteena oleva tilanne ennen ojitusta.
- 20 alueella rimpiä on paikoin luontaista vastaavasti, paikoin kuitenkin luontaista vähemmän.
- Vain viidellä kohteella rimpiä on arvioi- tu olevan yhtä paljon tai enemmän kuin ennen ojituksia. Esimerkiksi hiekkakaar- tomaastoissa tai voimakkaasti jännera- kenteisilla soilla vesi on saatu nouse- maan voimakkaasti patorakennelmilla. Neljällä kohteella on mainittu luhtaisu- den lisääntyneen voimakkaasti, niin et- tä luontaisesti keskustavaikutteisemmat kuviot muistuttavat luhtia.

Avolähteitä on havaittu kahdella kohteel- la kohdissa, joissa ei ole suunnittelun aikana havaittu lähteitä.

Lettoisuus

Kuudella ennen vuotta 2017 ennallistetuista kohteista on todennäköisesti ollut lettoa (tai lettonevaa).

- Näistä kahdella voimakkaimmin kalkki- vaikutteisella kohteella lettokasvillisuut- ta on havaittu myöhemmillä seuranta- kerroilla. Toisella niistä lettosammalet ovat ennallistamisen jälkeen selvästi le- vinneet aikaisemmin liian kuiville pin- noille. Toisessa vedenpinta ei ole nous- sut ja myös lettosammalten ala on jää- nyt pieneksi.
- Neljälle muulle paikalle, jotka edusta- vat vähemmän kalkkivaikutteista, lähtei- syydestä riippuvaista tyyppiä, ei varsinai- sia lettosammalia ole havaittu ilmaan- tuneen. Parilla kohteella lettonevojen lajistoa on levinnyt. Yhdellä kohteella lettolaajisto näyttää vähentyneen. Toden- näköinen syy on luhtaisuuden lisäänty- minen.

Yleensä ottaen näiden lettokohteiden seu- rantatiedot ovat hyvin puutteelliset. Hoito- seurantoja ei ole pienillä ja hajanaisilla koh- teilla tehty järjestelmällisesti eikä kattavasti, joten tiedot ovat paremminkin irrallisia ha- vaintoja.

Korjauksia vesienpalautuskohteilla

50 vesienpalautuskohteesta korjattavaa on havaittu 14 alueella (noin neljäsosalla kohteis- ta). Korjaustarvetta on ollut etenkin kaikkein runsasvetisimmissä ja siten tärkeimmissä ve- sien ohjauksissa.

- Kaksi paikkaa korjattiin lapiotyönä, muissa tarvittiin konetyötä.
- Yleisimmin on parannettu veden kulkua haluttuun suuntaan korjaamalla patoja ja tekemällä uusia ohjauspaikkoja.

Neljällä kohteella, joissa oli kuusi eri ohjausta, oli vedenpinnan taso jäänyt suojelualueen rajalla liian korkeaksi. Kolmea syöttö-ojaa pidennettiin, kaksi ohjauspaikkaa siirrettiin eri kohtaan ja yksi ohjaus purettiin kokonaan suojelualueen ulkopuolisten vettymishaittojen välttämiseksi.

Täydennettävää ennallistamiskohteilla

23 ennallistamiskohteella toteutettua laajemmia toimenpiteitä olisivat tarpeen.

- Viidelle kohteelle on jo olemassa valmis täydennyssuunnitelma.
- Viiden muun kohteen tilaa voi pitää vielä selvästi epätydyttävänä. Näistä neljässä vesien ohjaustyö on jäänyt kesken, kun naapurimaiden omistajien kanssa ei ole päästy sopimukseen töiden jatkamisesta. Yhdellä kohteella isoon kanavaan tehtiin liian pienet padot.
- Lopuissa 13 kohteessa on tehty suojelualueen puolella mitä on voitu, mutta toimenpiteitä laajentamalla olisi mahdollista saada tulosta paremmaksi. Laajemmia toimenpiteitä ovat mahdollisia vain, jos naapurimaiden omistajien kanssa saadaan sovittua toimenpiteistä suojelualueen rajoilla tai ulkopuolella.

Johtopäätöksiä Pohjois-Pohjanmaalta

- Tärkein tavoite eli suoyhdistymien hydrologisen toiminnan palauttaminen on saavutettu lähes kaikissa tapauksissa, missä siihen on ollut mahdollista pyrkiä suojelualueiden rajausten ja naapuripalstojen omistajien kanssa tehtyjen sopimusten puitteissa.

- Vaikka työt on tehty huolellisesti, on hoitoseurannoissa huomattujen puutteiden korjaaminen ollut hyvin tärkeää. Erityisesti vedenpalautukset, joissa vesimäärä on suuri, vaativat aina huolellisen hoitoseurannan ja hyvin usein korjaamista.
- Vaikka vesitalous olisi saatu palautettua riittävästi, ei suon rakenne, toiminta ja lajisto välttämättä kuitenkaan näytä aina palautuvan halutulla tavalla. Pohjois-Pohjanmaan soilla suojelun kannalta keskeinen tavoite on usein aapasoiden rimpipintojen palauttaminen. Hoitoseurantojen valossa näyttää, että tavoitteeseen ei päästä lähellekään aina etenkin avovesi- ja ruoppapintojen osalta.
- Myös lettojen lajiston palautuminen näyttää epävarmalta. Parhaiten se näyttää onnistuvan voimakkaan kalkkivaikutteisilla paikoilla.
- Avoimet rimpipinnat ja lähdevaikutteiset letot näyttävät vähenevän voimakkaasti ojittamattomillakin soilla ilmakuvasarjojen ja turvekairausten perusteella. Syiksi on arveltu ojitusten etävaikutuksia ja ilmastonmuutosta. Koska noin puolella ennallistamiskohteista rimpipintojen palauttamisen tulos on kuitenkin kohtalainen ja reilulla kymmenesosalla hyvä, näiden ominaisuuksien ennallistamista tulee lisätä. Toimenpiteiden tulee myös olla riittävän voimakkaat, että rimpilajiston elinympäristöt tulevat turvatuiksi.

Satelliitti- ja droonikuva-aineistojen hyödyntäminen hoitoseurannassa

Aleksi Isoaho, Lauri Ikkala, Antti Sallinen ja Aleksi Räsänen

Tausta

Kaukokartoituksen avulla on mahdollista ymmärtää laaja-alaisesti ennallistamisen onnistumisen vaihtelua, saada kohteesta kokonaiskuva ja paikantaa ongelmakohtia mahdollisten jatkotoimenpiteiden suunnittelemiseksi.

Kaukokartoitusmenetelmiä soiden ennallistamisen seurantaan on kehitetty useissa tutkimushankkeissa (Räsänen ym. 2023, Räsänen ym. 2024, Ikkala & Similä 2024). Niissä on hyödynnetty erilaisia satelliitti- ja drooniaineistoja suon märkyyden ja kasvillisuuden indikaattoreina. Pääpaino on ollut vaikuttavuusseurannan kehittämisessä, mutta kaukokartoitusaineistojen hyödyntämismahdollisuuksia hoitoseurannassa on myös pohdittu. Hoitoseurannan kannalta kiinnostavia tietoja ovat erityisesti suon märkyyden muutokset tai niiden puuttuminen, veden virtausreitit ja toimenpiteiden vaikutusalue (kohteen riittävän tasainen vettyminen ja vaikutukset naapurialueisiin) sekä pitkällä aikavälillä myös kasvillisuusmuutokset.

Kaukokartoitus soveltuu parhaiten vähäpuustoisten ja puuttomien kohteiden tarkasteluihin ja helpottaa maastotöitä erityisesti märimmillä ja hankalakulkuisimmilla soilla. Avoimilla soilla puusto ei ole tulkinnan esteenä ja suon pinnassa tapahtuvat muutokset ovat kuvista näkyvissä. Menetelmiä voidaan joltain osin käyttää myös puustoisemmilla soilla. Tällöin kuva-aineistoissa havaittavat muutokset saattavat kertoa lähinnä puuston poiston aiheuttamasta muutoksesta. Soilla, joilta on poistettu ennallistamisen yhteydessä puustoa, voidaan kuitenkin joissakin tapauksissa kaukokartoituksen avulla havaita märkyyden ja suokasvillisuuden muutosta, mutta tulkinta voi olla hankalaa eikä välttämättä suoraan sovellettavissa hoitoseurantaan.

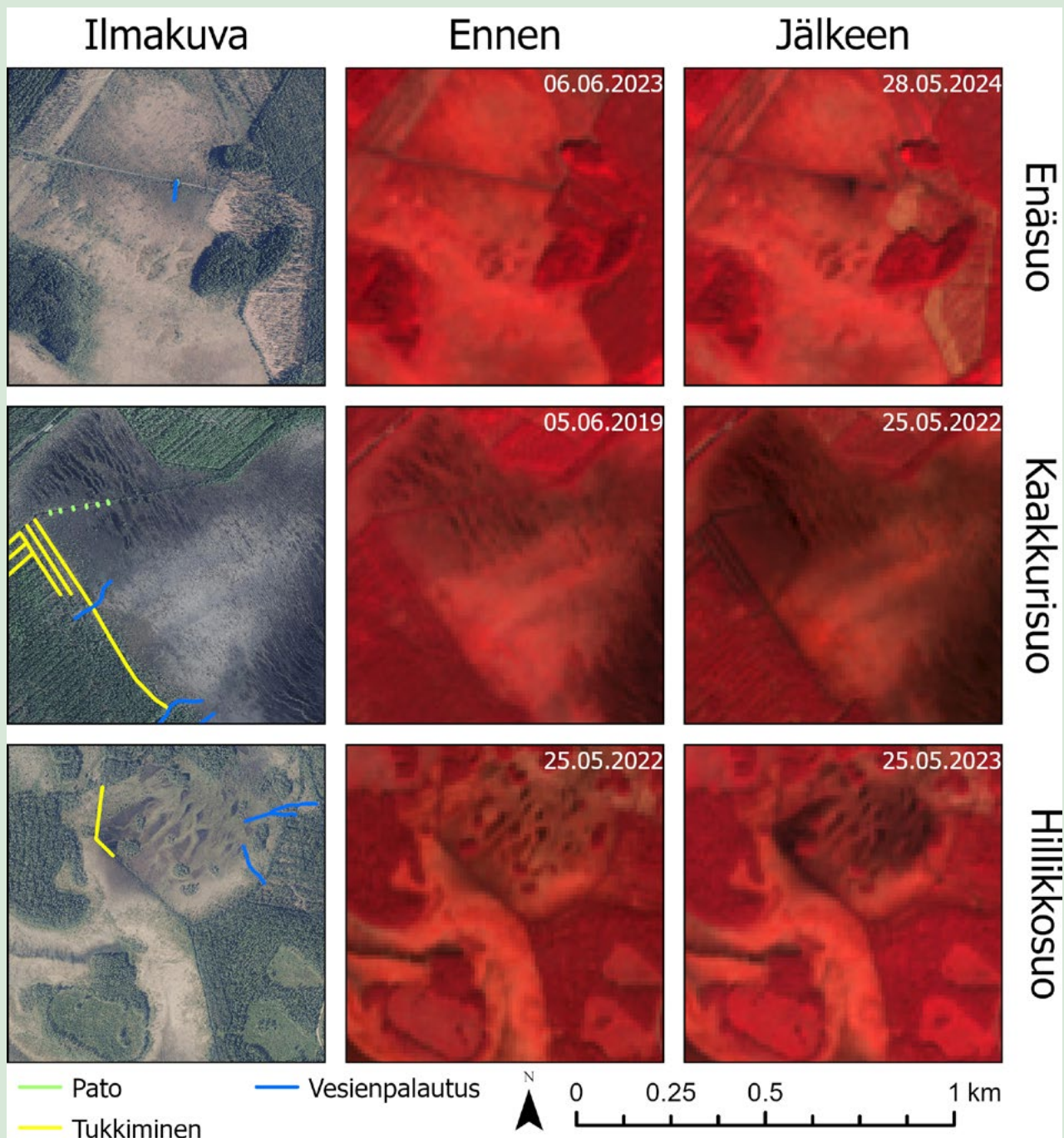
Satelliittikuva- ja droonikuva-aineistojen lisäksi hoitoseurannoissa voi hyödyntää Maanmittauslaitoksen korkeusaineistoja (tietolaatikko 23), orto- ja väärävärikuvia sekä historiallisia ilmakuvia. Maanmittauslaitoksen korkeus- ja ilmakuva-aineistojen päivitystahhti on kuitenkin 3–6 vuotta, ja vaikka kuvaukset sattuisivat ennallistamisen jälkeiselle alkukesälle, aineiston valmistuminen voi kestää pitkälle kesään, jolloin niitä ei voida hyödyntää saman alkukesän hoitoseurannan tukena.

Satelliittikuvat

Avoimia satelliittikuva-aineistoja voidaan hyödyntää laaja-alaisen muutosten tarkasteluihin suurilla suoalueilla. Niissä on kohtuullisen kattava kuvaus- ja prosessointitahhti ja ne ovat usein hyödynnettävissä muutaman päivän sisällä kuvanottohetkestä.

Euroopan avaruusjärjestön Sentinel-2 (pikselikoko 10–20 m) ja Yhdysvaltain avaruusjärjestö Nasan Landsat 8 ja 9 (pikselikoko 30 m) soveltuvat erityisesti soiden avoimien reuna-alueiden ennallistamisen seurantaan. Kun avosuon reunan ojitusten tukkiminen tai aapasoiden vesienpalautus (Granqvist 2024) vettävät suota toimenpidekohteiden läheltä, satelliittikuvista voidaan nähdä, kuinka lisääntynyt veden määrä pienentää pinnan heijastavuutta ennallistamisen vaikutusalueella, eli alueet muuttuvat kuvissa tummemmiksi (kuva 1). Lisäksi satelliittiseurantakuvia voi hyödyntää avosoiden keskiosiin sijoitettujen kuivatuskanavien patoamisen ja tukkimisen vaikutusten seurannassa.

Ennallistamisen vettämisvaikutus on parhaiten näkyvissä satelliittikuvilla keväällä, kun kesävihantojen kasvien kasvu ei vielä haittaa tulkintaa. Sopiva ajankohta vaihtelee vuodesta toiseen ja kohteen sijainnin mukaan, mutta kokemusten perusteella parhaiten visuaa-



Kuva 1. Esimerkkejä Euroopan avaruusjärjestön Sentinel-2-satelliitin väärävärikuvista nähtävästä lisääntyneestä veden määrästä ennallistamalla Enäsuolla (60,881°P, 27,181°I), Kaakkurisuolla (65,057°P, 27,012°I) ja Hillikkosuolla (65,039°P, 26,631°I). Vasemmanpuoleisimmassa sarakkeessa on Maanmittauslaitoksen ilmakuva ja toteutetut ennallistamistoimenpiteet.

liseen tulkintaan soveltuvat kuvat on otettu toukokuun puolesta välistä kesäkuun alkuun. Jotta tulkinnalla voidaan erotella ennallistamisen vaikutus alkukesän yleisestä vetisyydestä, on tärkeää käyttää vertailukohteena usean vuoden kuvia samalta ajankohdalta.

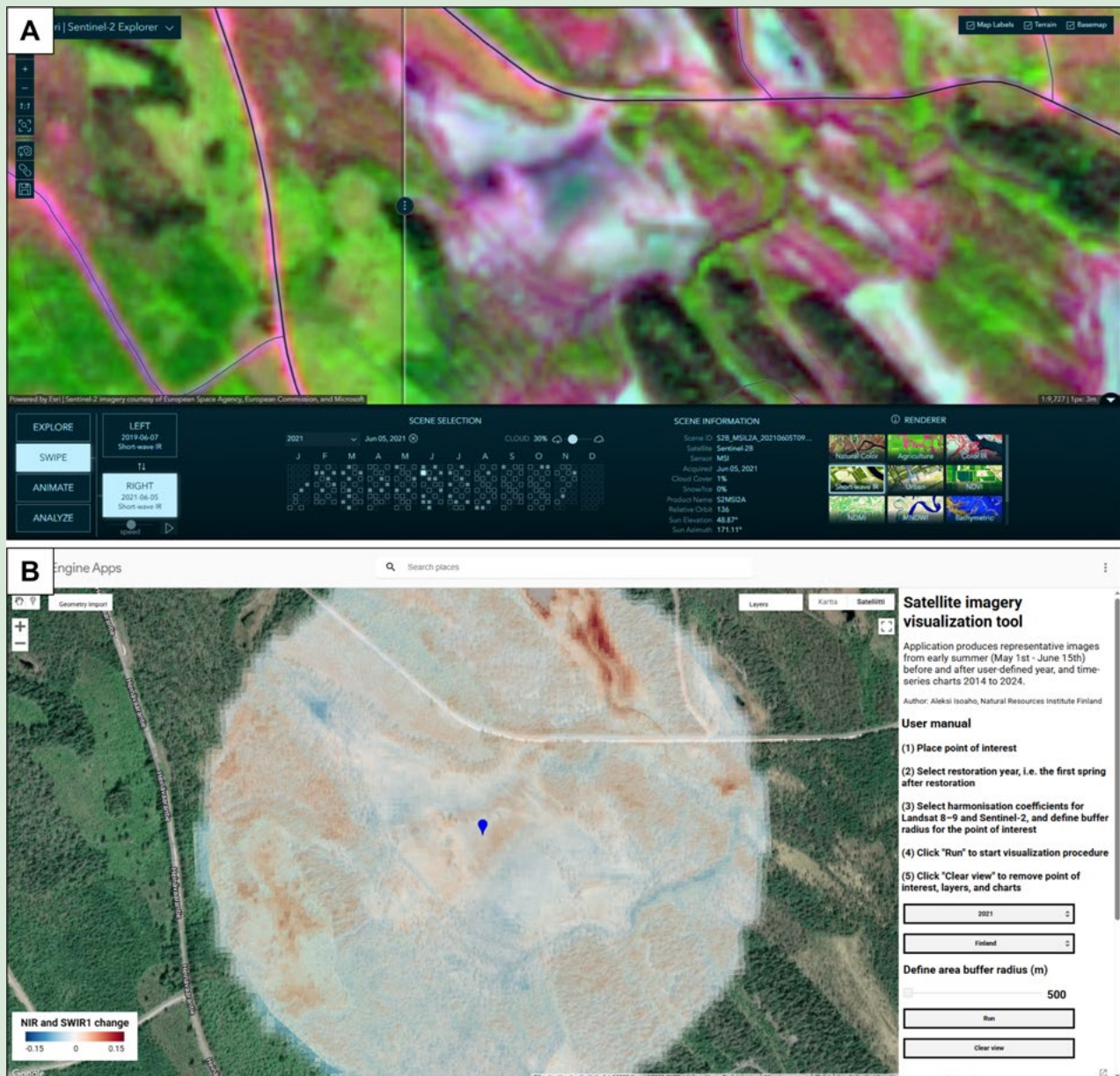
Satelliittikuvatulkintaa voidaan käyttää tukityökaluna, jolla voidaan havaita onnistuneita ja epäonnistuneita ennallistamisalueita. Havaintojen avulla voidaan sekä kohdentaa hoitoseuranta- ja korjaustöitä että arvioida maastossa havaittujen muutosten alueellista laajuutta. Kaukokartoituskuviin tulee kuitenkin suhtautua aina tietyin varauksin, sillä vedenpinta voi nousta maaperässä tai kasvillisuuden alla myös ilman, että tämä näkyy kuvissa. Lisäksi vertailukelpoisten satelliittikuvien valinta voi olla haastavaa johtuen esimerkiksi kohteen näkymisen estävästä pilvi-

piteestä ja kasvukausien välisistä eroista (ks. Isoaho ym. 2024). Jos lumen määrä on ollut erityisen vähäinen tai muuten on ollut hyvin kuiva kevät (esim. vuosi 2018), ennallistamisen vaikutuksen tulkinta voi olla haastavampaa.

Yksittäisiä satelliittikuvia voi selata erilaisissa palveluissa (taulukko 1, kuva 2A). Lisäksi olemme kehittäneet tarkasteluihin Google Earth Engine -sovelluksen palvelemaan erityisesti soiden ennallistamisen hoitoseurantaa (Isoaho ym. 2025). Sovellus hyödyntää kuva-aikasarjoja Sentinel-2 sekä Landsat 8 ja 9 -satelliiteista ja laskee niistä niin sanotut edustavat kuvat ennen ja jälkeen ennallistamisen yhdistellen kuvia useilta vuosilta (kuva 2B). Edustavista kuvista lasketaan myös infrapunaheijastuksen muutoskuvat ennallistamisen vaikutusten visualisoimiseksi.

Taulukko 1. Erilaisia palveluja satelliittiaineistojen tarkasteluun.

Palvelu	Satelliittikuvat	Muuta	Linkki
EO Browser	Sentinel-2, Landsat 4–9	Maksullinen, vaatii kirjautumisen	apps.sentinel-hub.com/eo-browser
Copernicus browser	Sentinel-2	Ilmainen, ei vaadi kirjautumista, käyttöliittymältään samankaltainen kuin EO Browser	browser.dataspace.copernicus.eu
ESRI Sentinel-2 Explorer	Sentinel-2	Ilmainen, ei vaadi kirjautumista	livingatlas.arcgis.com/sentinel2explorer
ESRI Landsat Explorer	Landsat 4–9	Ilmainen, ei vaadi kirjautumista	livingatlas.arcgis.com/landsatexplorer
Tarkka Syke	Sentinel-2, Landsat 4–9	Ilmainen, ei vaadi kirjautumista, käyttöliittymältään hieman hankalampi kuin muut mainitut palvelut	tarkka.syke.fi/eo-tarkka



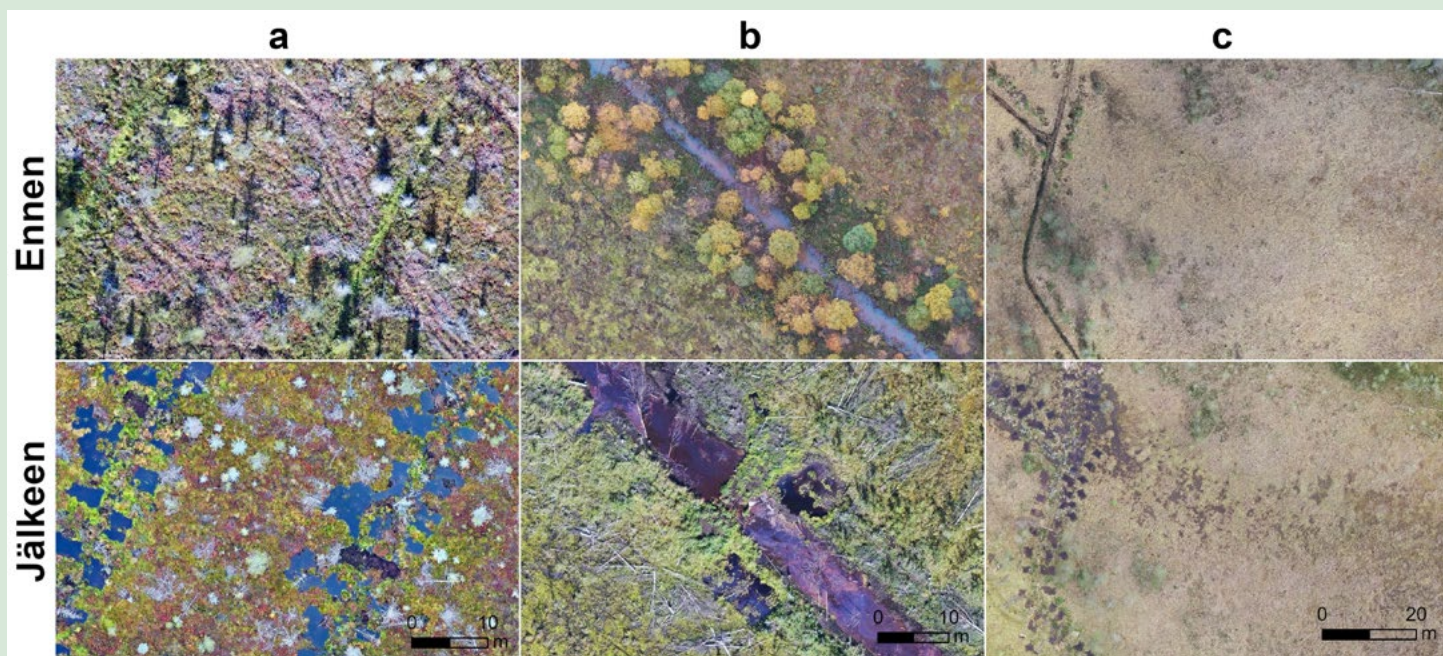
Kuva 2. Kuvakaappaukset ESRI Sentinel-2 Explorerista (A) ja kehittämästämme Google Earth Engine -sovelluksesta (B) ennallistetulta Loukkusuolta (Jonkerinsalon luonnonsuojelualue, 63,794°P, 29,643°I). ESRI:n selauspalvelussa käyttäjä voi helposti vertailla yksittäisiä satelliittikuvia ennen ja jälkeen ennallistamisen eri värivisualisoinneilla. Google Earth Engine -sovelluksessa käyttäjä valitsee tarkasteltavan alueen ja ennallistamisen ensimmäisen vaikutusvuoden, minkä jälkeen sovellus laskee ja tulostaa kuva-aikasarjoista edustavat kuvat ennen- ja jälkeen-tilanteille väärävärisä sekä heijastemuutokset infrapunan aallonpituusalueella. Selkeät heijastemuutokset ennallistamiskohteilla esittävät vettämisvaikutusten alueellista jakautumista. Englanninkielinen sovellus löytyy osoitteesta <https://aleksiisoaho.users.earthengine.app/view/optical-satellite-before-after-visualisation>.

Droonikuvat

Droonikuvauksia voidaan järjestää yksityiskohtaisemman tiedon tuottamiseksi eri koiksilta aloilta eri tarpeiden mukaan ja joustavina ajankohtina. Yksinkertaisimmillaan halpa, kevyt ja helppokäyttöinen droni voidaan ohjata käsin suolla mielenkiintoiseen paikkaan, joka halutaan tallentaa valokuvana (esimerkiksi olennainen pato) tai video-na (yksittäiset ojalinjat). Näin saadaan dokumentoitua esimerkiksi ennallistamisen tekninen toteutus sekä työkoneiden maastoon jättämiä jälkiä. Lisäksi kuvilta voidaan tehdä hoitoseurannan kannalta tärkeitä havaintoja toimenpiteiden, kuten patojen, ojien täytön ja vedenohjausojien toimivuudesta (kuva 3). Drooniaineistot voivat myös paljastaa ennallistamisalueelta kohteita (oja, lähde), joista ei ole saatu tietoa muiden aineistojen tai maastotarkastelujen perusteella (Ikkala & Similä 2024).

Automaattiohjatulla droonikartoituksella voidaan puolestaan tuottaa ennallistamis-kohteesta ortomosaiikkikuva ja pintakorkeusmalli senttimetritason pikselikoossa paikkatieto-ohjelmistoissa hyödynnettäväksi. Pintamallista voidaan arvioida esimerkiksi ojien syvyyksiä ja käytettävissä olevan täyttömaan määrää (Ikkala & Similä 2024). Ortomosaiikkeja voidaan tuottaa valokuvien lisäksi myös multispektri- ja lämpökuvista, jolloin saadaan lisää tietoa suon märkyydestä ja veden virtausreiteistä (kuva 4). Kasvillisuudesta voidaan seurata esimerkiksi kasvien leviämistä kaivuun jättämille turve- ja avovesipinnoille, puiden kuolemista vedenpinnan noustessa ja taimettumista.

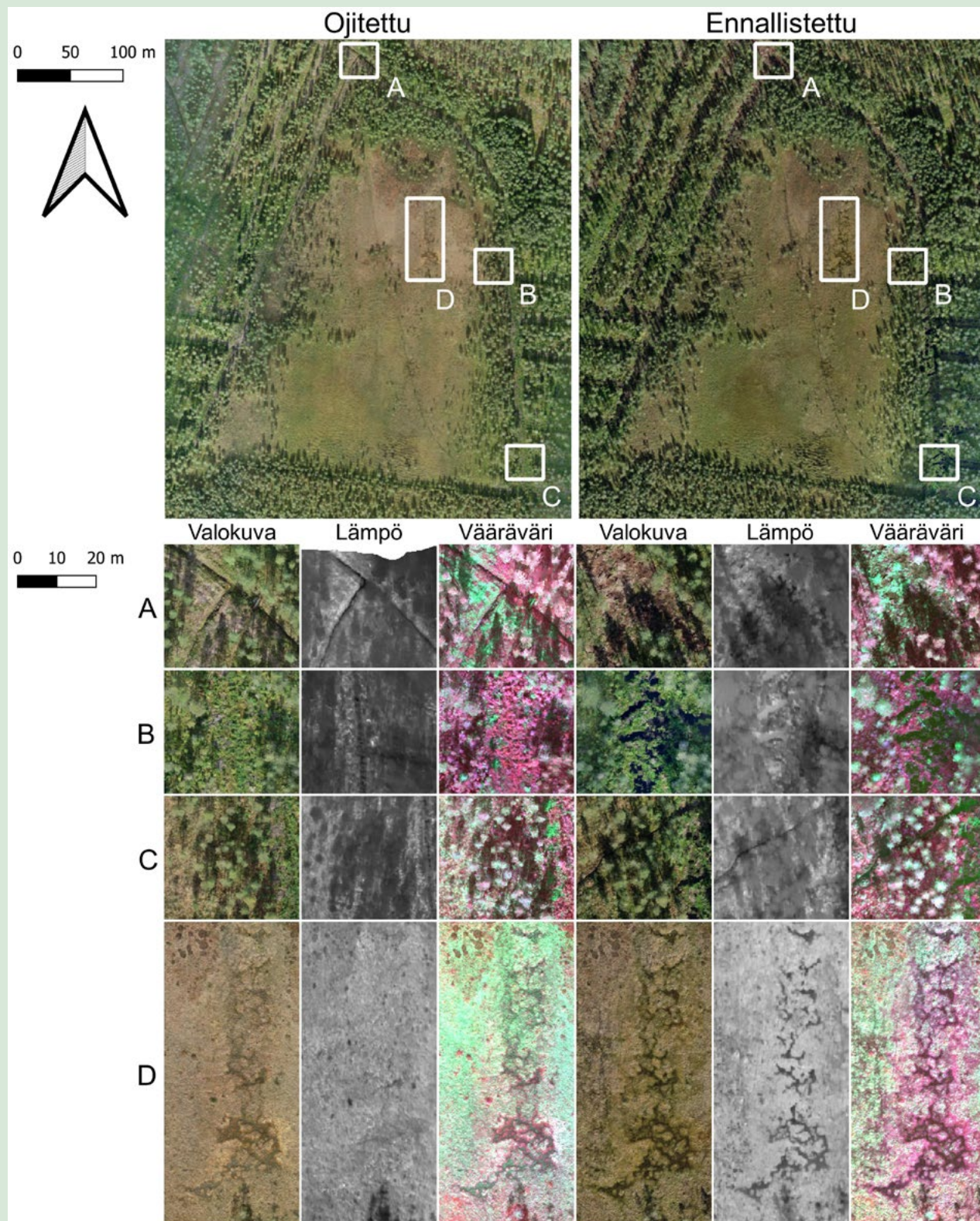
Toisin kuin valmiita satelliittikuva-aineistoja käytettäessä, droonikartoitusaineistojen kohdalla käyttäjän on huolehdittava aineistojen jälkikäsitteystä ja laadusta. Jälkikäsitelyssä yksittäiset kuvat yhdistetään toisiinsa, ja laadun takaavat tarkka georeferointi sekä



Kuva 3. Ennen-jälkeen-ortomosaiikkikuvapareilta voidaan havaita esimerkiksi (a) turvepatoja (Haikara-aapa, Haikara-aavan-Vitsikkooaavan soidensuojelualue, 66.956°P, 26.888°I), (b) veden virtaaminen padon yli (Kemihaaransuo, Kilpiäaavan luonnonsuojelualue, 67.167°P, 27.431°I) ja (c) veden palautuminen alkuperäiselle virtausreitille (Loukkusuo, Jonkerinsalon luonnonsuojelualue, 63,794°P, 29,643°I). Kuvat: Maarit Similä, Mika Puustinen ja Petra Korhonen.

tarvittaessa radiometrinen kalibrointi. Drooni-tarkastelulla ei useinkaan voi kattaa koko ennallistamiskohdetta teknisten rajoitteiden kuten maanpinnan peittävän puuston, sallitun

enimmäislentokorkeuden, akkujen keston ja kerättävän aineiston suuren koon takia, vaan ne kohdennetaan alueelle, jota halutaan erityisesti seurata.



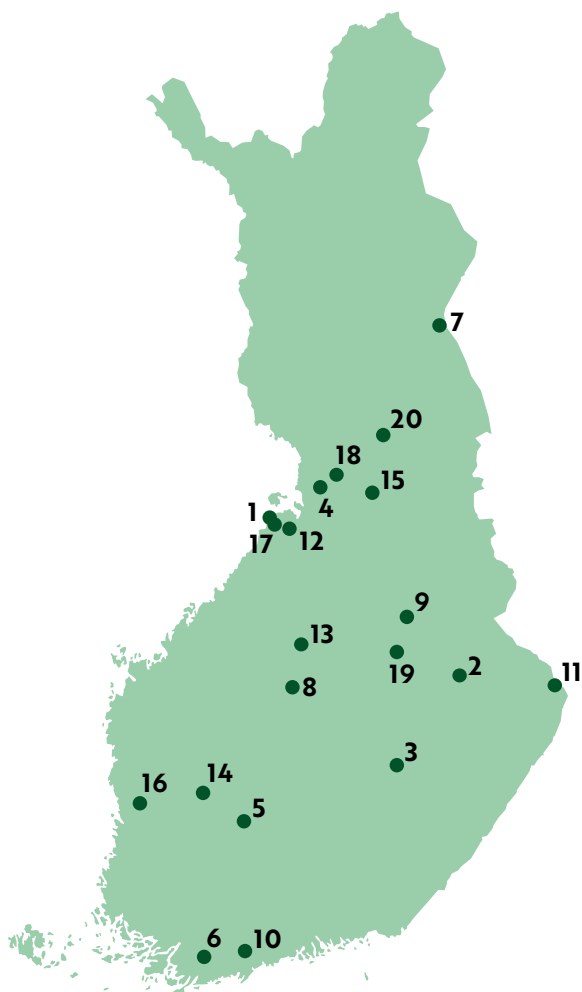
Kuva 4. Valokuva-, lämpökuva- ja vääräväriaineistoista muodostettujen ortomosaiikkikuvien vertailua Olvassuon Iso Leväniemellä (65,053°P, 27,157°I). Kuvat: Pasi Korpelainen. Lähde: Ikkala & Similä 2024.

10 Esimerkkikohteet

Jokainen ennallistettava suo on omanlaisensa, joten kaikkia ennallistettavilla soilla eteen tulevia erityistilanteita ei voida ennakoida. Tähän lukuun on koottu esimerkkejä erityyppisistä soiden ennallistamiskohteista. Kohteiden sijainti on esitetty kuvassa 60.

Edellisen oppaan esimerkkikohteilla palautuminen on nyt kymmenen vuotta pidemmällä. Mukaan otettiin kohteet, joista oli enintään kolme vuotta vanhoja hoitoseurannan tai muun seurannan tietoja.

Uusina kohteina on mukana Etu-Haukilammen leton niittokohde (luku 10.6), suolähteiden ennallistaminen Sonkajärveltä (luku 10.9), keidassuon laiteen ennallistaminen Siikaisista (luku 10.16), sekä yksityismaan talousmetsäkohteet Lapinlahdelta (luku 10.19) ja Pudasjärveltä (luku 10.20).



Kohteet on ryhmitelty sen mukaan, mitä ominaisuutta on haluttu korostaa. Moni kohde voisi olla usean otsikon alla, esimerkiksi Aatsinginhaudan rинnesuo (luku 10.7) on sekä lettoinen että lähteinen.

Kohdekuvauksissa on karttoja ja ilmakuvia sekä lyhyt kuvaus suosta ennen ja jälkeen ojituksen. Suunnitteluprosessi ja ennallistamistoimenpiteet kuvataan lyhyesti painottaen erityisesti esimerkkikohteen erityislaatua ja erityisratkaisuja. Osasta kohteita raportoidaan myös ennallistamiseen kulunut työaika sekä havaintoja toimenpiteiden vaikutuksista.

NUORET SUOT

1. Tauvo, Siikajoki

LETOT

2. Polvela, Juuka

3. Saarikkolampi, Joroinen

4. Vehmaansuo, Kiiminki

5. Huppionvuoren letto, Orivesi

6. Etu-Haukilammen letto, Salo

RINNESUOT

7. Aatsinginhausta, Salla

LÄHTEISET SUOT

8. Kismanniemi, Kannonkoski

9. Polttosuo, Sonkajärvi

KORVET

10. Mustakorpi, Nuuksion kansallispuisto, Espoo

11. Hoikan korpi, Ilomantsi

LAAJAT SUOKOKONAISUUDET

12. Revonneva, Siikajoki

13. Suurisuo-Sepänsuo, Pihtipudas

14. Seitsemisen kansallispuisto, Ikaalinen, Ylöjärvi

15. Olvassuo, Pudasjärvi, Puolanka, Utajärvi

KEIDASSUON LAIDE

16. Ylinenkeidas, Siikainen

HIEKKAMAIDEN ERITYISTILANTEET

17. Isonvea, Siikajoki

ENNALLISTAMINEN SUOJELUALUEEN RAJALLA

18. Hirvisuo, Oulu, Pudasjärvi

ENNALLISTAMINEN YKSITYISMAAN TALOUSHMETSÄSSÄ

19. Naavakorpi, Lapinlahti

20. Pihlajaoja, Pudasjärvi

Kuva 60. Ennallistamisessa on riittänyt pähkinöitä purtavaksi eri puolilla Suomea.

10.1 Primaarisuot: Siikajoen Tauvo

Anne Tolvanen, Juha Siekkinen, Sakari Rehell ja Anna M. Laine

Alueen yleiskuvaus

Perämeren maankohoamisrannikon suosukessiosarjat ovat maailmanlaajuisesti ainutlaatuisia. Soiden korkeus merenpinnasta antaa viitteitä siitä, milloin ne ovat paljastuneet merestä. Maankohoamisrannikolla voidaan erottaa nuorten soiden kehitysvaiheista koostuvia sukkessiosarjoja, joiden nuorimmat vaiheet ovat kosteita merenrantaniittyjä tai rantaluhtia, jotka ajan myötä kehittyvät aapasoin tai keidassoiksi. Valuma-alueeltaan suppeissa altaissa, esimerkiksi kehittyvien aapasoiden reunaosissa suosukessio voi edetä meso- ja oligotrofisten nevojen kautta kohti rämekasvillisuutta (Leppälä ym. 2011b).

Suurin osa nuorten soiden kasvillisuudesta on sopeutunut jatkuvaan vedenpinnan vaihteluun (Ecke & Rydin 2000), mistä johtuen suuretkin muutokset lajistossa ovat mahdollisia kosteusolojen muuttuessa. Myös ekosysteemin toiminta mm. yhteytyksen ja hajotuksen osalta on herkkä ympäristössä tapahtuville muutoksille (Leppälä ym. 2011a, b). Näistä syistä ojitus voi nopeasti kääntää soistumiskehityksen kohti kangasmetsän sukkessiokehitystä. Arviolta peräti 95 % maankohoamisrannikon primaarisuoksosioista on kuivattu. Ojittamatta on jäänyt lähinnä pieniä, erillisiä, karuja avosoita (Rehell & Heikkilä 2009).

Siikajoen Tavonniemen suot sijaitsevat 0,5–1,25 kilometrin päässä merenrannasta ja noin 1–2 metrin korkeudella merenpinnasta. Suot ovat kehittyneet rantavallien välisiin painanteisiin hiekkapohjalle. Ne ovat pieniä ja selkeärajaisia. Korkeuden sekä lähialueen soilla tehtyjen tutkimusten (Leppälä ym. 2008) perusteella soiden arvioidaan olevan noin 200 vuotta vanhoja. Osittain ohutturpeisuudesta johtuen suot ovat puustoisia ja lehtipuuta voi esiintyä runsaasti. Rahkasammalpeite on vähäinen.

Tavonniemen suot on ojitettu 1960-luvun loppupuolella useaan kertaan ilmeisesti siksi, että veden johtaminen pois tasaiselta suolta tasaisessa maastossa on hankalaa. Soilla näkyy epäsäännöllisiä, eri aikoina kaittuvia ja eri syvyisiä oja. Monet ojat ovat tukentuneet niin, että puuston kasvu on jäänyt heikoksi, mutta kasvillisuus on kuitenkin osittain muuttunut. Soita ympäröivät talousmetsät ovat kuivia, kuivahkoja tai tuoreita kangkaita, joissa lehtipuun osuus on merkittävä (Siekkinen & Tolvanen 2008). Tavonniemessä ainoastaan merenrantaa lähimpänä sijaitseva Tavon Ulkonokanhietikko on luonnontilassa. Se on yksityinen suojelualue ja kuuluu Natura 2000 -verkostoon (Siikajoen lintuvedet ja suot FI1105202).

Ennallistamisen tausta Tavonniemessä

Metsäntutkimuslaitos (Metla, nykyisin Luonnonvarakeskus Luke) hankki Tavonniemellä sijaitsevan vajaan 400 hehtaarin kokoisen alueen yksityiseltä metsänomistajalta vuonna 2005. Alueen suot olivat mukana tutkimuksessa, jossa selvitettiin ennallistamisen ekologisia vaikutuksia ja arvioitiin ennallistamistoiminnan kustannustehokkuutta sekä yhteiskunnallista merkitystä.

Tavonniemen ennallistamisen suunnittelua ja toimenpiteitä on siten alusta alkaen säädellyt tutkimustoiminta, joka on toisaalta tuonut lisäresursseja ennallistamiseen Natura 2000 -verkoston ulkopuolella mutta on toisaalta rajoittanut ennallistamistoimenpiteiden kattavuutta.

Ennallistamisen suunnittelu ja toteutus

Luken hallinnassa olevista Tauvonniemen soista neljä samankaltaista ojitettua suota valittiin mukaan tutkimukseen puuston rakenteen, kasvillisuuden ja turpeen paksuuden perusteella. Näistä kaksi suota ennallistettiin. Seurantaan liitettiin vuonna 2008 vielä kaksi ojittamatonta, kolmen kilometrin päässä sijaitsevaa vertailusuota Hietaniitynlahdelta, joka sisältyy valtakunnalliseen lintuvesiensuojeluohjelmaan ja on osa samaa Natura 2000 -aluetta kuin Tauvon Ulkonokanhietikko. Hietaniitynlahdelta oli saatavilla runsaasti tausta-aineistoa (esim. Leppälä ym. 2008, 2011a, Merilä ym. 2006). Alueen korkeuden sekä vallitsevan kasvillisuuden perusteella Hietaniitynlahden ojittamattomien soiden katsottiin olevan vertailukelpoisia Tauvonniemen ojitettujen soiden kanssa. Kaikilla soilla mitattiin suovedenpinnan korkeutta, kasvillisuuden kehitystä sekä puuston rakennetta. Myöhemmin alettiin mitata myös ilmastomuutokseen ja kasvihuonekaasutaseisiin liittyviä muuttujia.

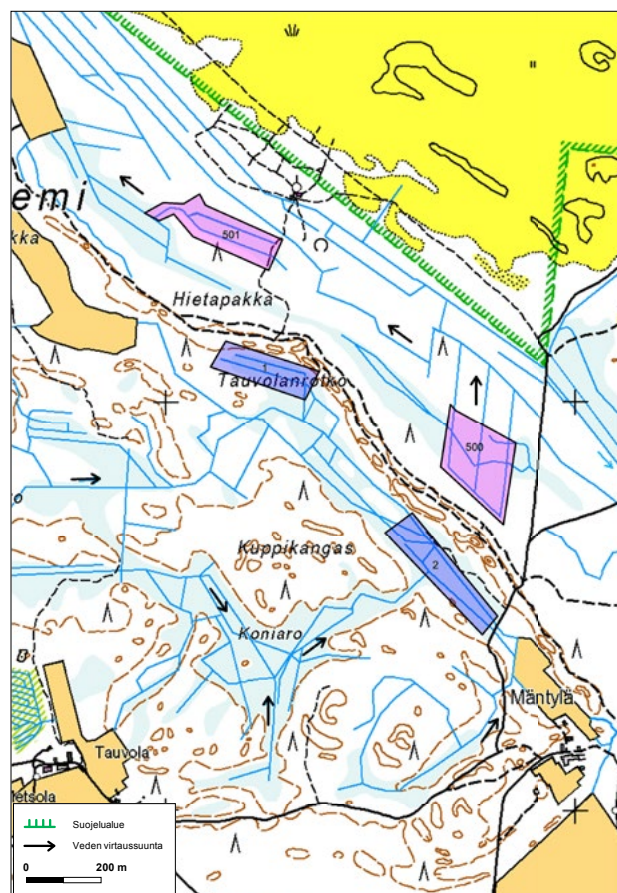
Tauvonniemen alue siirtyi Metlalta Metsähallituksen metsätalouden hallintaan vuonna 2008. Samalla alueesta tehtiin Metlan tutkimusmetsä, joten Metla määritteli alueella tehtävät toimenpiteet. Suot ennallistettiin alkuperäisen suunnitelman mukaisesti.

Ennallistamissuunnitelma ja ennallistaminen tehtiin Metsähallituksen ja Metlan yhteistyönä vuonna 2008. Ennallistamisen tavoitteena oli vesitalouden sekä puulajikoostumuksen ja puuston määrän palauttaminen sellaiseksi kuin sen arvioitiin olevan ojittamattomassa tilanteessa. Ennallistamissuunnitelmassa (Siekkinen & Tolvanen 2008) on mukana kaksi kuviota (500 ja 501), pinta-alaltaan yhteensä 3,4 hehtaaria (kuva 61). Ojitettut vertailusuot 1 ja 2 ovat metsäautotien lounaispuolella Tauvolanrotkon alueella (kuva 61).

Kuvio 501 ja sen ojitettu vertailusuo 1 olivat vähäpuustoisia keskiravinteisia suomyrtiluhdan ja pensasluhdan tapaisia soistumia.

Kuvion 501 keskiosan avoimella alueella vallitsi suomyrtti (*Myrica gale*), ja muita yleisiä lajeja olivat jokapaikansara (*Carex nigra*), isokarpalo (*Vaccinium oxycoccos*) ja kiiltopaju (*Salix phylicifolia*). Sammalkerroksen yleisin laji oli nevasirppisammal (*Warnstorfia fluitans*) (kuva 62). Vertailusuon (ojitettu suo 1) vallitsevat putkilokasvit olivat kiiltopaju, jokapaikansara ja jouhivihvilä (*Juncus filiformis*). Vallitsevat sammalet olivat viitarahkasammal (*Sphagnum fimbriatum*) ja korpikarhunsammal (*Polytrichum commune*). Suon 1 ojat vetivät erittäin heikosti, joten vettä seiso suolla alkukesällä usean viikon ajan. Turpeen paksuus on molemmilla soilla keskimäärin 5 cm.

Ennallistettava kuvio 500 ja sen vertailusuo 2 olivat lähtötilanteessa runsaspuustoisia, melko pitkälle metsittyneitä alueita, joiden puusto oli 26–50-vuotiaista. Kuvion 500 ojitus



Kuva 61. Ennallistettut suokuviot 500 ja 501 (violetit kuviot) ja niiden ojitettut vertailusuokuviot 1 ja 2 (siniset kuviot). © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 62. Kuvio 501 ennen ennallistamista heinäkuussa 2006 (A), kaksi vuotta ennallistamisen jälkeen elokuussa 2010 (B) ja 16 vuotta ennallistamisen jälkeen heinäkuussa 2024 (C). Kuvat: Noora Huotari 2006, Sakari Rehell 2010 ja Anna Lai-
ne 2024.

oli tutkituista soista kaikkein epäsäännöllisintä eikä vastannut lainkaan karttatietoa. Kartalla oli oja, joita ei maastossa löytynyt, ja toisaalta monet pienet ojat puuttuivat kartalta kokonaan. Kuvio 500 oli alkanut kehittyä kangasmetsäksi, ja nevalaista kasvillisuutta oli jäljellä lähinnä painanteissa. Puusto oli lehtipuuvaltaista ja seassa kasvoi mäntyä (kuva 63). Aluskasvillisuuden yleisin laji oli puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*), ja muita yleisiä lajeja olivat suomyrtti, isokarpalo ja jokapaikansara. Vallitseva sammal oli seinäsammal (*Pleurozium schreberi*), joka peitti enimmillään yli 50 % koealoista. Vertailusuon (ojitettu suo 2) vallitsevat putkilokasvit olivat puolukka, juolukka (*Vaccinium uliginosum*) ja suopursu (*Rhododendron tomentosum*). Vallitsevat sammalet olivat seinäsammal ja karhunsammal. Suota voidaan kutsua karhunsammal-muuttumaksi karhunsammalen osoittaessa vedenpinnan voimakasta vaihtelua. Suon ojat vetävät heikosti, joten keväisin ojat täyttyvät

ääriään myöten ja pohjavesipinta nousee korkealle. Molemmilla soilla turpeen paksuus oli keskimäärin 7 cm. Ojien varsilla kasvoi runsaasti nuorta mäntyä ja koivua.

Rantavallien sijainnin perusteella (kuva 61) voidaan arvioida, että kuvio 501 on neljästä ojitetusta suosta nuorin, kuvio 500 seuraavaksi nuorin ja vertailusuot 1 ja 2 hieman vanhempia. Ojittamattomiksi verrokeiksi valittujen Hietaniitynlahden soiden iäksi on arvioitu noin 200 vuotta (Leppälä ym. 2008).

Tauvonniemen alueelta ei ole löydetty uhanalaisia tai silmälläpidettäviä lajeja eikä alue ole maisemallisesti merkittävä, koska ojitetut suot sijaitsevat hoidettujen talousmetsien keskellä. Erityistä virkistyskäyttöäkään alueella ei ole, toisin kuin lähempänä meren rantaa sijaitsevilla nuoremmilla soilla, jotka ovat erityisesti muuttolintujen havainnointipaikkoja.

Ojien täyttöä ei kustannussyistä suunniteltu ennallistettavia kuvioita laajemmille alueille.



Kuva 63. Tiheäpuustoinen kuvio 500 ennen ennallistamista heinäkuussa 2006 (A), kaksi vuotta ennallistamisen jälkeen elokuussa 2010 (B) ja 16 vuotta ennallistamisen jälkeen heinäkuussa 2024 (C). Kuvat: Noora Huotari 2006, Sakari Rehell 2010 ja Anna Laine 2024.

le, vaikka ojat jatkuivat pidemmälle. Ennallistettaessa oli tärkeä pysäyttää vedet suon alueelle, joten ojat tukittiin ja vedet ohjattiin virtaamaan täytetyiltä ojalinjoilta kohti sarkojen keskiosaa. Kuviolla 500 myös pienimmät, lähes kuivuneet ojat päätettiin tukkia.

Kun alue oli siirtynyt Metsähallituksen Luontopalvelujen hallintaan, ennallistettiin vuonna 2016 myös ennallistettujen kuvioiden välinen alue tukkimalla ojia ja raivaamalla puusto.

Puuston tavoitetilä määritettiin pääasiassa maastossa tehtyjen arviointien pohjalta. Raahen verotoimistosta löytyi mustavalkoinen ilmakuva ojitusta edeltävältä ajalta vuodelta 1967. Siitä näkyi osittain kuvio 500, mutta kuvio 501 ei ollut ilmakuvaa. Kuviolta 500 poistettiin ilmakuvan ja maastohavaintojen perusteella 75 % puustosta. Vähäpuustoisemmalta kuviolta 501 suunniteltiin poistettavaksi

noin 90 % puustosta, mikä toteutui käytännössä ojalinjojen raivaamisella.

Koska toimittiin tutkimusalueella, pidettiin huoli, etteivät alueella toimivat koneet vaurioittaneet suolle vuonna 2005 sijoitettuja pohjavesikaivoja. Lähimmät kaivot sijaitsivat 5 metrin päässä ojista.

Puusto korjattiin kahdessa erässä kokopuuna. Rinnankorkeuslähpimitaltaan yli 5 cm:n puut poistettiin konetyönä keväällä 2008, ja ainespuu ja hakkuutähteet kuljetettiin kuormatraktorilla pois suolta. Puuston poistoa täydennettiin metsurityönä loppukesällä 2008, koska sarkojen keskelle oli vielä jäänyt ylimääräistä puustoa. Nämä puut jätettiin alueelle.

Kaikki ojat täytettiin elokuussa 2008 siirtämällä kaivuumaat kaivinkoneella ojiin. Lisäksi paikoitellen kaavittiin pintamaata muutaman metrin etäisyydeltä ojasta ojien täyttömäte-

riaaliksi. Alue, josta maata kaavittiin pois, jäi suonpintaa alemmaksi, joten veden kertymisen ja oikovirtausten estämiseksi ojan poikki tehtiin pintavaljeja 15–30 metrin välein. Maatai puupatoja ei tehty.

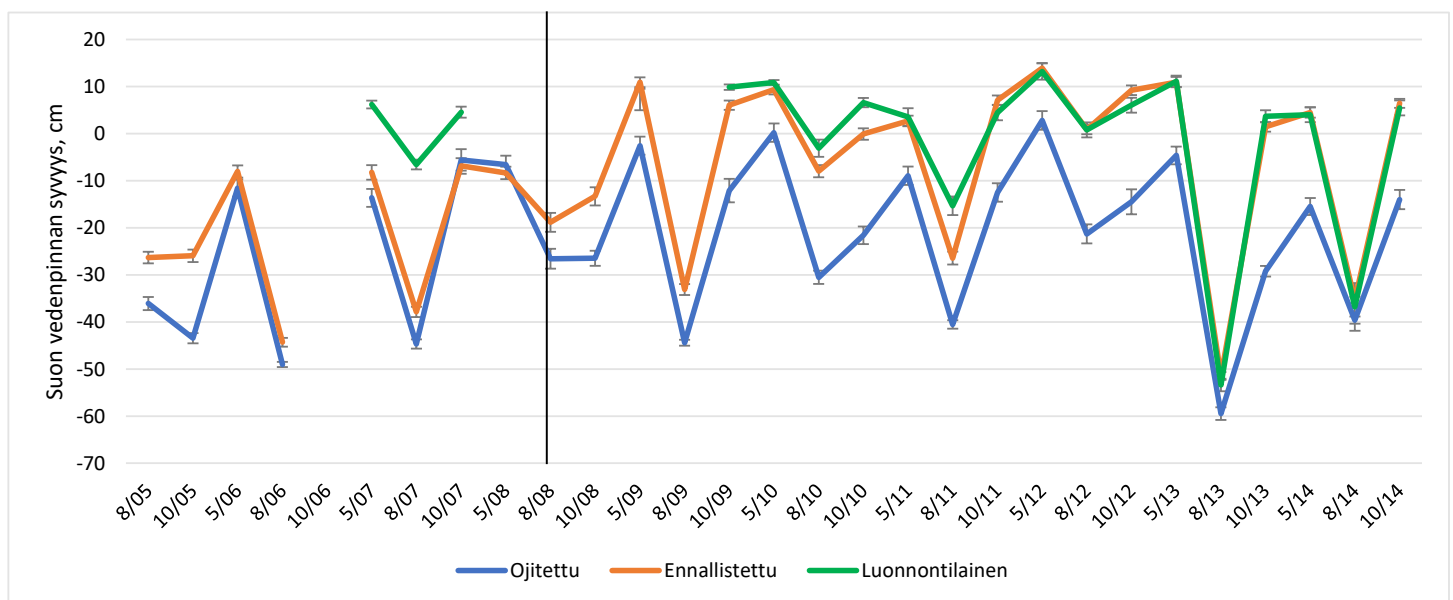
Ennallistamisen epäonnistumisen riskinä oli erityisesti, ettei soistumiskehitystä saada palautettua melko pitkälle metsittyneelle kuviolle 500. Metsätalousalueiden vettymisriskin arveltiin olevan vähäinen, koska alueen vesimäärät ovat vähäisiä ja ympäröivät kivennäismaat sijaitsevat ylempänä kuin ennallistamiskohteet.

Ennallistuminen

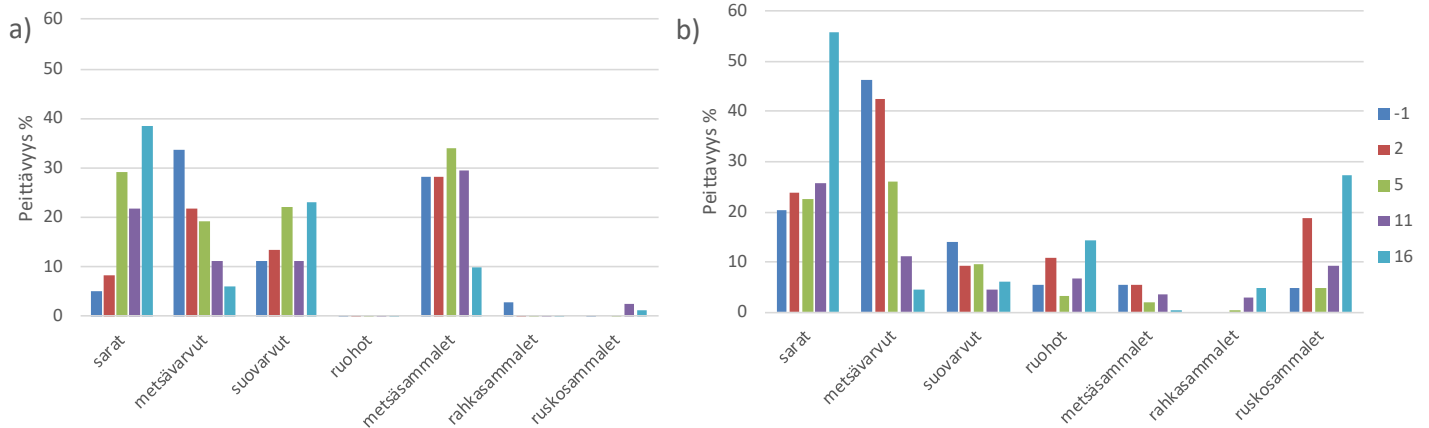
Tauvonniemen ennallistamiskohteiden sekä niiden vertailusoiden pohjavedenkorkeutta seurattiin vuosien 2005 ja 2014 välillä. Ennallistettujen soiden pohjavesipinta nousi ojitettuja vertailusoida ylemmälle tasolle heti ennallistamisen jälkeisenä vuonna 2009 ja nousu oli voimakkainta tulva-aikana (kuva 64).

Nuorille hiekkamaan soille tyypillinen vesipinnan voimakas kausivaihtelu säilyi ennallaan. Vastaavan kaltainen voimakas kausivaihtelu on tyypillistä myös Hietaniitynlahden ojittamattomilla vertailusoidilla.

Soiden kasvillisuuden kehitystä on seurattu pysyville näytealoilta vuoteen 2024 asti (kuva 65). Ennallistetun kuvion 501 kasvillisuudessa tapahtui suon vettymistä ja luhtaisuuden lisääntymistä heijastavia muutoksia nopeasti toimenpiteiden jälkeen. Ennen ennallistamista putkilokasvillisuuden valtalajeja olivat suomyrtti, jokapaikansara ja isokarpalo. Vuosien saatossa varpujen peittävyys on vähentynyt selvästi ja sarojen peittävyys on lisääntynyt. Myös ruohot, kuten kurjenjalka (*Comarum palustre*), sekä ruskosammalet, kuten hetesirppisammal (*Sarmentypnum exannulatum*) ja luhtakuirisammal (*Calliergon cordifolium*), ovat runsastuneet ennallistetulla kuviolla 501. Rahkasammalista viitarahkasammalta ja okarahkasammalta (*Sphagnum squarrosum*) esiintyy alalla laikuttain.



Kuva 64. Keskimääräinen pohjavesipinnan syvyys ($\pm$ SE) Tauvonniemen kahdella ojitetulla, kahdella ennallistetulla sekä kahdella luonnontilaisella suolla vuosina 2005–2014. Jokaisella suolla on 8–29 pohjavesikaivoa. Mittaukset on tehty kolmesti kesässä: touko-, elo- ja lokakuussa. Pystysuora viiva osoittaa ennallistamisajankohdan (elokuu 2008). Pohjavesipintaa pystytään seuraamaan vain noin 48 cm:n syvyydelle, joten ojitetun suon pohjavesipinnan keskimääräiset minimitasot olivat todellisuudessa vielä syvemmällä. Ojitettujen ja ennallistettujen soiden keskivedenpinta vaihteli ennen ennallistamista samalla tasolla, selvästi luonnontilaisia verrokkisoida syvemmällä. Ennallistamisen jälkeen ennallistettujen soiden vedenpinta nousi luonnontilaisien verrokkisoiden tasolle.



Kuva 65. Kasvillisuuden kehitys ennallistamisen jälkeen kasviryhmittäin a) kuviolla 500 ja b) kuviolla 501. Kasvilajiston peittävyys on määritetty pysyivistä näyteruuduista ennen ennallistamisesta sekä 2, 5, 11 ja 16 vuotta ennallistamisen jälkeen. Ennallistamisen jälkeen suurimmat muutokset ovat sarojen peittävyyden kasvu sekä metsävarpujen ja metsäsammalten peittävyyksien lasku. Kuviolla 501 myös rahka- ja ruskosammalten peittävyydet ovat lisääntyneet.

Alun perin runsaspuustoisella kuviolla 500 on myös suon vettymistä heijastavia kasvilisuuden muutoksia, mutta vähemmän kuin kuviolla 501. Kuvio on varsin heterogeeninen, ja kuivemmat metsäkasvillisuuden vallitsevat saarekkeet vuorottelevat matalampien ja märempien sarakasvustojen kanssa. Puolukan peittävyys on aikojen kuluessa vähentynyt huomattavasti, kun taas soille tyypillisempien suomyrtin ja juolukan peittävyydet ovat kasvaneet. Jokapaikansaran peittävyys on kasvanut tasaisesti ja huomattavasti ennallistamisen jälkeen. Sammalpeite on alkanut muuttua vasta viime aikoina, yli 10 vuotta ennallistamisen jälkeen, kun metsäsammalet ovat alkaneet taantua. Kuviolta löytyy paikoitellen viita- ja okarahkasammalkasvustoja, ja myös nevasirppisammal on runsastunut. Silmämääräisesti tarkasteltuna kuvio 500 on muuttunut huomattavasti enemmän kuin kuvio 501, koska voimakas puuston poisto on muuttanut suomaisemaa ja suovesi nousee ajoittain maanpinnan yläpuolelle, mitä ei ennen ennallistamista tapahtunut.

Nopeat muutokset pohjavesipinnassa ja kasvillisuudessa heijastavat Tavonniemen primaarisoiden herkkyyttä ympäristön muu-

toksille. Ojituksen muuttama sukkessiokehitys näyttää kääntyneen takaisin kohti soiden luontaista kehityssuuntaa. Puustoisella kuviolla 500 hieskoivun vesomisen arveltiin hidastavan soistumista, mutta silmämääräisesti arvioituna tilanne on pysynyt melko vakaana.

Ennallistamisen vaikutuksia kasvihuonekaasutaseisiin seurattiin vuosien 2011 ja 2013 aikana (Laine ym. 2019a). Kaasunvaihdon todettiin palautuneen lähelle luonnontilaisten verrokkien toimintaa.

Tavonniemen jatkosuunnitelmat

Pääosa Tavonniemen ojitetuista suokuvioista jätettiin alkuvaiheessa kustannussyistä ennallistamatta, koska ne eivät täyttäneet tutkimuksellisia kriteerejä, kuten soiden keskinäistä vertailukelpoisuutta. Ojitetut vertailusuot jätettiin ennallistamatta, jolloin kokeen edellytykset säilyvät. Seurantoja on tärkeä jatkaa, jotta saadaan pitkäaikaista tietoa maankohoamisrannikon soiden palautumisesta. Tieto on tärkeää paitsi tutkimuksen kannalta myös EU:n ennallistamisasetuksessa asetettujen tavoitteiden valossa.

10.2 Suopelto on palautumassa letoksi: Juuan Polvela

Kaija Eisto, Merja Elo, Anna-Riikka Ihantola ja Hanna Kondelin

Juuan Valkealammen alue

Pohjois-Karjalassa, Juuan Polvelassa sijaitsevan Valkealammen kalkkialueen letot ja lehdot ovat olleet kasvitieteellisesti tunnettuja jo lähes sadan vuoden ajan. Aluetta voidaan pitää yhtenä kasvilajistoltaan arvokkaimmista kohteista Suomessa. Pellonraivauksen myötä alueelta on ilmeisesti hävinnyt ainakin nuppi-sara (*Carex capitata*), jousiluikka (*Eleocharis quinqueflora*) ja kalkkijalosalmmal (*Drepanocladus lycopodioides*).

Suojellun Valkealammen alueen pinta-ala on 120 hehtaaria, josta 100 hehtaaria sisältyy

Polvelan luontokokonaisuus -Natura-alueeseen (FI0700012) (kuva 66).

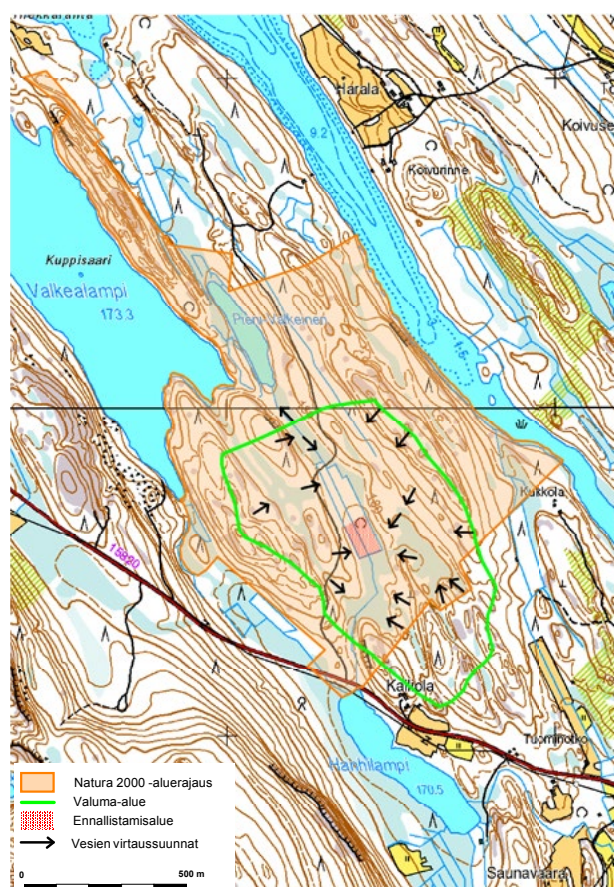
Suokasvillisuus on alueella rehevimmillään luode-kaakkosuuntaisissa notkelmissa, joissa on luonnontilaisia lettorämeitä, lehtokorpia ja muita reheviä suotyyppejä. Ravinteisia soita on aikoinaan raivattu pelloiksi ja ojitettu metsätalouden käyttöön. Valkealammen suopeltoja viljeltiin vielä 1980-luvulla, minkä jälkeen ne hoitamattomina taimettuivat ja pensoittuivat. Pensoittuneita suopeltoja oli Valkealammen alueella yhteensä runsaat neljä hehtaaria, useammassa paikassa.

Valkealammen alueella palautettiin entistä suopeltoa takaisin letoksi Metsähallituksen Luontopalvelujen ja silloisen Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen yhteisen Pohjois-Karjalan lehdot, tikkametsät ja luonnonmetsät -LIFE-hankkeen yhteydessä vuosina 2003–2004. Ennallistamista jatkettiin ensin ennallistetun alueen pohjoispuolella vuonna 2019.

Ennallistettava letto

Ennallistamisen tavoitteena oli palauttaa rehevän, pelloksi raivatusuon vesitalous, laajentaa lettopinta-alaa ja lisätä lettokasveille sopivaa elinympäristöä (Kondelin & Eisto 2010). Alueen laajimmasta 2,3 hehtaarin suopellostä työn alle otettiin hehtaari pellon eteläosasta. Ennallistamissuunnitelman laadintaa vaikeutti työn ainutlaatuisuus – kustannusten arviointi etukäteen oli useiden työläjien osalta lähes mahdotonta.

Ennen ennallistamista pellolla kasvoi runsaasti kiiltopajua erityisesti ojien varsilla (kuva 67). Sarat olivat pääosin avoimia, mutta niilläkin kasvoi paikoin pajuja ja hieskoivun taimia matalana pusikkona. Suopellon kasvillisuuden valtalajeja olivat mesiangervo (*Filipendula ulmaria*), nurmilauha (*Deschampsia cespici-*



Kuva 66. Valkealammen alue. Kartassa näkyy vuosina 2003–2004 ennallistettu osa. Vuonna 2019 ennallistettiin sen pohjoispuolinen osa samasta suopellostä. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

tosa) ja paikoin suo-orvokki (*Viola palustris*). Seassa kasvoi myös suokelttoa (*Crepis paludosa*), huopaohdaketta (*Cirsium heterophyllum*), rönsyleinikkiä (*Ranunculus repens*), karhunputkea (*Angelica sylvestris*) sekä maitohorsmaa (*Chamaenerion angustifolium*) ja muita kulttuurinsuosijalajeja. Varsinaista lettolajistoa pellolta ei löytynyt.

Ympäristöstä, pellon sara-bryalesturpeesta ja alueen topografiasta päätellen pellon paikalla on joskus ollut erittäin edustava ja rehevä letto. Alkuperäisistä suotyypeistä ja kasvilajistosta ei ole tietoja. Ennallistamiskohteena peltohehtaari oli ihanteellinen, sillä välittömästi sen itäpuolella on luonnontilaista lettorämettä, jolta vedet valuvat pellon kautta etelään kohti Hanhilampea, osittain jopa norona (kuva 68).

Ennallistaminen ja sen ongelmat

Työt aloitettiin syyskuussa 2003, jolloin pellolta kaadettiin puusto ja raivattiin pensaikko. Puut (noin 25 m³) kuljetettiin polttopuuksi. Hakkuutähteet, oksat ja raivatut pensaikat poltettiin pellolla. Marraskuussa 2003 pellolta kuorittiin kaivinkoneella 25–30 cm:n kerros maatunutta pintaturvetta ja sen mukana rikakasvien siemenet. Koivujen ja pajujen vesomisen estämiseksi niiden juurakoita poistettiin myös syvemmältä. Samassa yhteydessä kaivinkone täytti suopellon ojat turpeella.

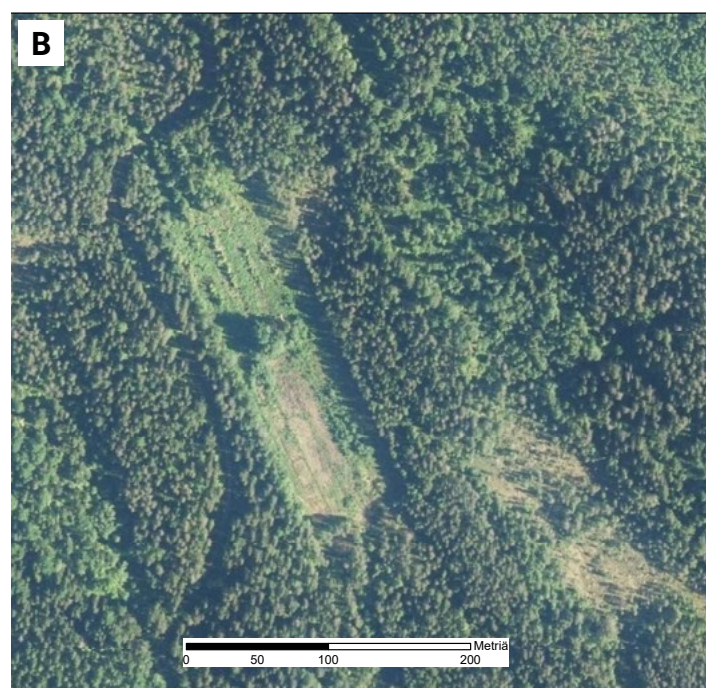
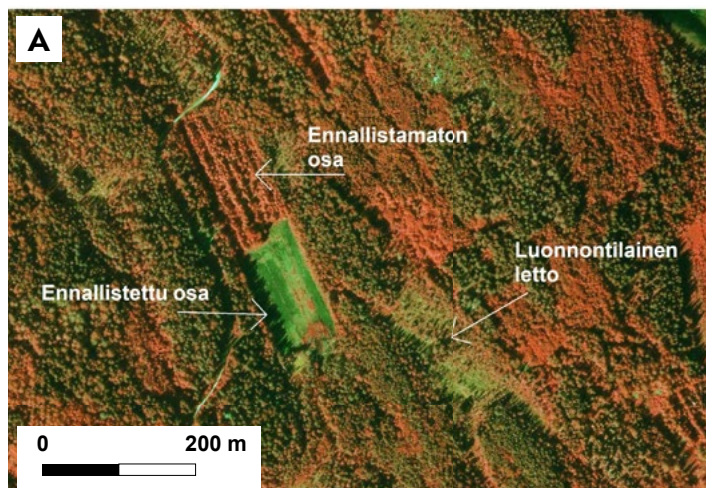
Pintaturve ja juurakot kasattiin kahteen aumaan. Aumojen turve ja juurakot, yhteensä noin 3 000 m³, kuljetettiin alueelta pois jäätysalueelle, kun maa oli jäänyt kantavaksi helmikuussa 2004.

Yhden lettohehtaarin ennallistaminen maksoi yhteensä noin 23 000 € vuonna 2003. Kokonaiskustannus muodostui näistä työlaeista: puuston raivaus, risujen poltto, puuston

Kuva 68. Valkealammen lettopellon seutu ilmakuvalla vuonna 2006 (A). Pellon pohjoisosa ennallistettiin vuonna 2019. Jälkimmäinen ilmakuva on vuodelta 2022 (B). © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013 ja 2025.



Kuva 67. Valkealammen umpeenkasvanut pelto toukokuussa 2003, ennen kuin sitä alettiin ennallistaa letoksi. Kuva: Auvo Sapattinen.



kuljetus alueelta, pintaturpeen kuorinta ja kassaus, ajouran tamppaus ja jäädytys, pintaturpeen kuljetus alueelta, läjitysalueen valmistelu ja työnjohto. Turpeen poiskuljetus oli kallista. Kuljetusmatka pellolta metsäautotielle oli lyhyt, mutta läjitysalueet olivat usean kilometrin päässä. Tarkempi tieto työajan menekistä ja kustannuksista työlajeittain on julkaisussa Eisto & Kondelin 2013.

Työn päätyttyä paljas turvepinta oli lähes yhtenäinen. Ongelmakohtia olivat pellon hyllyvä eteläreuna sekä viimeisenä käsitelty aumojen viereinen alue. Niistä pintaturvetta ja juurakkoja ei pystytty poistamaan eikä sarkaojaa täyttämään yhtä hyvin kuin suon kantavammilta osilta, mikä näkyy edelleen kasvillisuudessa ja ilmakuvassa (kuva 68A ja B).

Sarkaojien täyttö onnistui pääsääntöisesti riittävän hyvin (kuva 69). Ongelmakohtaksi osoittautui ennallistetun ja ennallistamattoman pellon raja, jossa sarkaojien vesiä olisi pi-

tänyt ohjata paremmin ennallistetun alueen entisille saroille.

Vesi virtasi edelleen muutamien paikoin ennallistetun osan täytetyissä sarkaojissa. Ennallistamisen tulos olisi todennäköisesti parempi, jos täytettäviin ojiin olisi tehty lisäksi puulaa vahvistettuja patoja.

Pellolta etelään laskevaa purouomaa ennallistettiin vuonna 2008, mikä on parantanut veden viipymää alueella.

Ennallistamisen toinen vaihe

Vuonna 2019 ennallistamistöitä jatkettiin pellon pohjoisosassa. Puusto poistettiin konehakuuna ja sarkaojat täytettiin kaivinkone-työnä. Pintamaata ei poistettu.

Aivan yläjuoksulta ojat jätettiin auki, ettei tulvavaikutus ulotu tielle. Samoin sekä itä- että länsireunan ojaa jätettiin pätkittäin auki lajistoesiintymien suojelemiseksi.



Kuva 69. Peltö ennallistamisen jälkeen kesäkuussa 2004 (A). Ennallistettu letto heinäkuussa 2009 (B). Ennallistettu letto lintuperspektiivistä syyskuussa 2024 (C). Kuvat: Ville Vuorio 2004, Anna-Riikka Ihantola 2009, Maarit Similä 2024.

Ojien täyttö vahvistettiin suodatinkangasvahvisteisilla padoilla. Samalla veden ohjautumista vuoden 2003 ennallistamisalalle parannettiin ja vesi saatiin paremmin pois entisten sarkaojien kohdalta.

Pellon itäreunalla, vuonna 2003 ennallistettulla alalla, letolta tuleva vesi kulkee sarkaojan kohdalla ojamaisesti. Ennallistettu alue ei kestänyt enää kaivinkoneella ajoa, joten tätä ei saatu korjattua.

Hoitoseuranta 21 vuotta ennallistamisen jälkeen

Vuonna 2024 alueella tehtiin suurpiirteinen hoitoseuranta.

- Sarkaojat ovat edelleen notkolla, etenkin itäreunalla. Puutteellinen pintakeroksen kuorinta näkyy siellä lajistossa ja varsinkin puustoisuudessa.
- Yleensä ottaen alue on vettynyt kohtalaisesti, vaikka täytetyt ojat erottuvat edelleen matalina uomina ja johtavat siten myös vettä.
- Erityisesti tukittujen ojien kohdalle on kasvanut paikoin pajua sekä harmaalepän, koivun, kuusen ja männyn taimia.
- Jatkohoidon tarvetta on syytä seurata, mutta toistaiseksi sarat ovat pysyneet verrattain avoimina eikä puuston poistoa pidetty vielä vuonna 2024 tarpeellisenä.

Kasvillisuus seurannat 2002–2024

Ongelmista huolimatta pellon kasvillisuus näyttää vähitellen palautuvan kohti leton kasvillisuutta.

Kasvillisuuden palautumista on seurattu yhdeksällä ennallistetun alueen seurantaruu-dulla ja kolmella kontrolliruudulla. Kolmelle peltosaralle perustettiin vuonna 2002 yhdeksän yhden neliömetrin kasvillisuuden seurantaruu-tua, joiden putkilokasvi- ja sammallajit sekä niiden peittävyudet määritettiin ennen ennallistamista vuonna 2002 ja ennallistamisen jälkeen vuosina 2004–2007 (Kondelin & Eisto 2010), 2012 ja 2024.

Ennallistamisen jälkeen jouduttiin aluksi tyytymään usein sukutason määrittelyyn, koska siementaimet sekä sammalten alkeisvarsikot ja hyvin pienet versot ovat hankalia määritettäviä.

Pellon itäpuolisella luonnontilaisella letolla on kolme kontrolliruutua, joilta seuranta on tehty vuosina 2002, 2007 ja 2024.

Putkilokasvilajiston muutokset

Seuranta- ja kontrolliruutujen putkilokasvien yhteisörakenteen muutosta tarkasteltiin NMDS-analyysillä. Aineistosta poistettiin muut kuin lajitason havainnot sekä ne lajihavainnot, joita oli koko aineistossa vain yksi, koska tällaisilla havainnoilla on hyvin suuri vaikutus NMDS:än. Siten putkilokasviyhteisön analyysiin jäi 76 lajia.

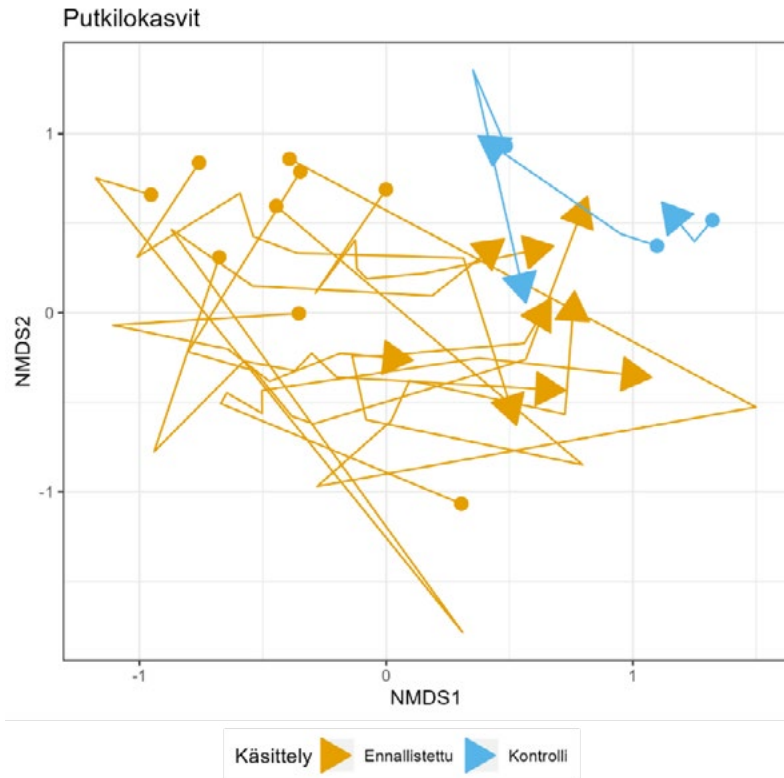
Ennallistaminen johti 21 vuoden kuluessa putkilokasviyhteisön muuttumiseen samankaltaisemmaksi luonnontilaisen leton putkilokasviyhteisön kanssa (kuva 70). Muutos ei kuitenkaan ollut suoraviivaista, kuten alla tarkemmin kuvataan.

Ennen ennallistamista kenttäkerroksen runsaimmat lajit olivat mesiangervo, nurmirölli (*Agrostis capillaris*), nurmilauha ja kastikat (*Calamagrostis* spp.). Pintaturpeen kuoriminen poisti lähes kaiken paikalla olleen kasvillisuuden, ja ennallistamisen jälkeen kasvillisuus kehittyi paljaalle turpeelle pääasiassa muualta tulleista siemenistä ja itiöistä.

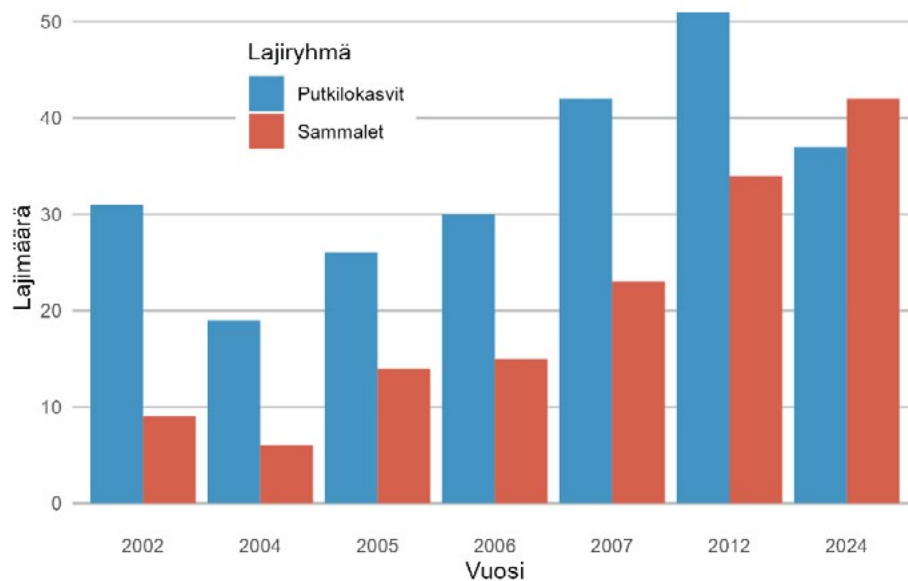
Tosin järviruoko (*Phragmites australis*) syväjuurisena lajina palasi ennallistetulle alueelle kuoritun turpeen alla säilyneistä juurakoista.

Ensimmäisinä vuosina ennallistamisen jälkeen kasvillisuus levisi alueelle hitaasti. Varsinkin kuivina kesinä kasvien itäminen kovalta, kuivalla turpeella oli vähäistä, eivätkä monetkaan taimet säilyneet elossa.

Kahdeksassa vuodessa ennallistamisen jälkeen (2004–2012) putkilokasvien lajimäärä nousi 20 lajista 54 lajiin ja keskimääräinen peittävyys nousi 16 prosentista 35 %:iin (kuva 71).



Kuva 70. Putkilokasviyhteisö ennallistetun alueen seurantaruu-
duilla (oranssi) ja luonnontilaisella letolla (sininen) ennen en-
nallistamista vuonna 2002 (piste) ja 21 vuotta ennallistamisen
jälkeen (nuolen pää). Yhtenäinen viiva kuvaa ruudun yhteisön
muutosta seurannan kuluessa. Mitä lähempänä ruutujen sym-
bolit ovat toisiaan, sitä samankaltaisempia niiden yhteisöt ovat
(kuvaajan luotettavuutta kuvaava stressitaso = 0,213).



Kuva 71. Putkilokasvi- ja sammallajien kokonaismäärä seurantaruu-
duilla en-
nen ennallistamista (2002) ja ennallistamisen jälkeen (2004–2024).

Osa tänä aikana (2004–2012) seurantaruu-
duille ilmestyneistä lajeista (28 kpl) ei kui-
tenkaan muodostanut pysyviä kasvustoja ei-
kä niitä havaittu enää 21 vuotta ennallistami-
sen jälkeen. Tällaisia olivat esimerkiksi röllit
(*Agrostis* spp), nurmilauha ja niittysuolaheinä
(*Rumex acetosa*). Niitä esiintyi ennallistami-
sen jälkeen vain muutamalla ruudulla ja nii-
den peittävyys oli hyvin alhainen (keskimää-
rin alle 2 %). Nämä ovat pelto- tai niittylajeja,
joiden oli ennallistamisen tavoitteiden kan-
nalta hyväkin hävitä.

Toisaalta esimerkiksi rantavihvilän (*Juncus
alpinoarticulatus*) peittävyys oli yhdellä ruu-
dulla 40 % vuonna 2005.

Yleisin ennallistamisen jälkeen havaituista
mutta sittemmin ruudulta hävinneistä lajeis-
ta oli kiiltopaju (*Salix phylicifolia*). Se esiintyi
kaikilla ruuduilla kaksi vuotta ennallistamisen
jälkeen, joskin alhaisella peittävyydellä. Tukit-
tujen ojien laitamilla sitä kasvaa edelleen.

Seurantavuotena 2024, 21 vuotta ennallis-
tamisen jälkeen, putkilokasvien lajimäärä oli
yhteensä alle 40, mutta peittävyys oli lähes
100 % (kuvat 71 ja 72).

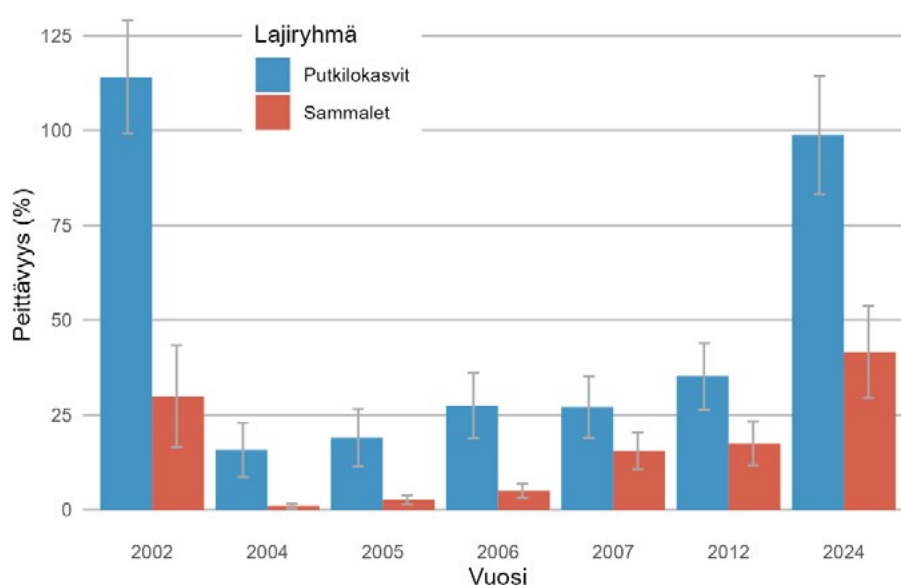
Seurantaruuuduilla havaitut lajit muodosti-
vat jonkinlaisia kasvustoja ja ne näyttivät va-

kiintuneen alueelle. Keskiravinteisten ja ravin-
teisten soiden laji, villapääluikka (*Trichopho-
rum alpinum*), havaittiin ensimmäisen kerran
vuonna 2007, ja 21 vuotta ennallistamisen jäl-
keen se oli yksi runsaimmista seurantaruu-
jen putkilokasveista.

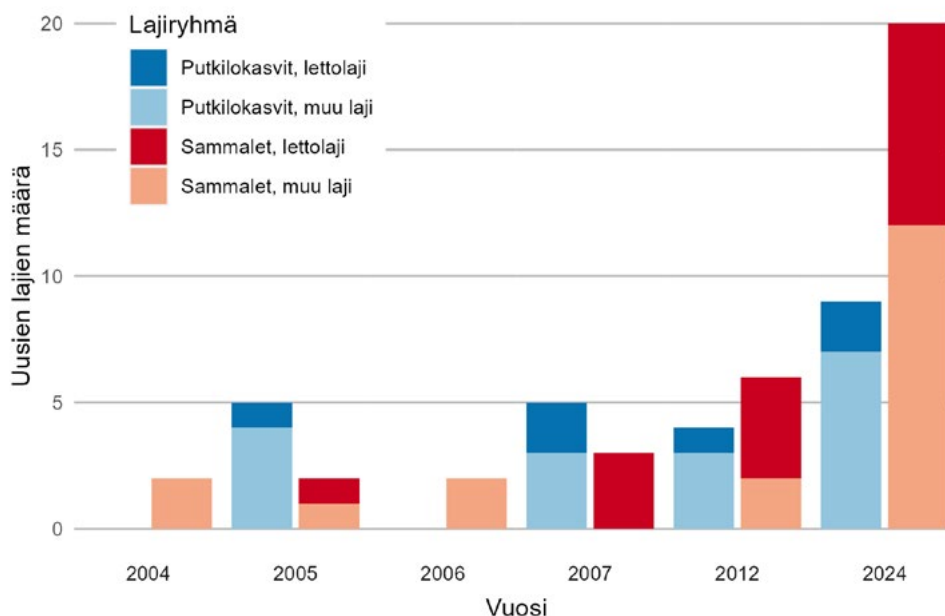
Myös kalkinsuosija keltasara (*Carex flava*),
rätvänä (*Potentilla erecta*) ja järviruoko ovat
runsastuneet 21 vuoden aikana.

Ennallistetun leton seurantaruuuduille aset-
tui yhteensä 23 peltovaiheessa havaitsema-
tonta putkilokasvilajia, jotka havaittiin myös
vuonna 2024 (kuva 73). Näistä 6 on varsinai-
sia lettolajeja. Uusia lettolajeja löydettiin vie-
lä vuonna 2024. Kaiken kaikkiaan lajien levi-
täytyminen näyttäisi noudattavan muutaman
lajin vuositahtia.

Ennallistetun alueen itäpuolella sijaitsevil-
la luonnontilaisilla kontrolliruuduilla kasva-
vista lajeista monet ovat leviittäytyneet let-
topellon koealoille, mutta eivät kuitenkaan
kaikki. On mielenkiintoista seurata, ilmesty-
vätkö muun muassa siniheinä (*Molinia cae-
rulea*), tuppisara (*Carex vaginata*), raate (*Me-
nyanthes trifoliata*) ja tikankontti (*Cyprip-
edium calceolus*) tulevina vuosina ennalliste-
tulle alueelle.



Kuva 72. Putkilokasvi- ja sammallajien peittävyyden (%) keskiarvo ja keski-
arvon keskivirhe seurantaruuuduilla ennen ennallistamista (2002) ja ennall-
listamisen jälkeen (2004–2024).



Kuva 73. Sellaisten putkilokasvi- ja sammallajien määrä, joita ei havaittu seurantarauuduilla ennen ennallistamista, ennallistamisen jälkeen (2004–2024).

Sammallajiston muutokset

Ennallistetun lettopellon seurantarauuduilta on kaikkien seurantavuosien aikana määritetty 69 sammaltaksonia. Useimmat sammalet pystyttiin määrittämään lajilleen, mutta osan määrittäminen jouduttiin jättämään sukusatasolle.

Myös sammalien yhteisörakenteen muutosta tarkasteltiin NMDS-analyysillä. Aineistosta poistettiin muut kuin lajitason havainnot sekä ne lajihavainnot, joita oli koko aineistossa vain yksi. Tämän jälkeen sammalyhteisön analyysiin jäi 42 lajia.

Sammalyhteisö muuttui samankaltaisemmaksi luonnontilaisen leton sammalyhteisön kanssa ennallistamisen jälkeen (kuva 74).

Ennen ennallistamista lettopellon pohjakerroksen sammallajisto oli paikoin niukka: seurantarauuduilla kasvoi 9 sammallajia (kuva 71) ja sammalien yhteispeittävyys oli keskimäärin 30 % (kuva 72) (vaihteluväli 0–100 %).

Neljä vuotta ennallistamisen jälkeen sammallajeja oli 22 ja niiden peittävyys oli keskimäärin 16 %.

21 vuotta ennallistamisen jälkeen lajimäärä oli kasvanut 42:een ja pohjakerroksen peittävyys oli 42 %, mikä on huomattavasti pienempi kuin luonnontilaisten kontrolliruutu-

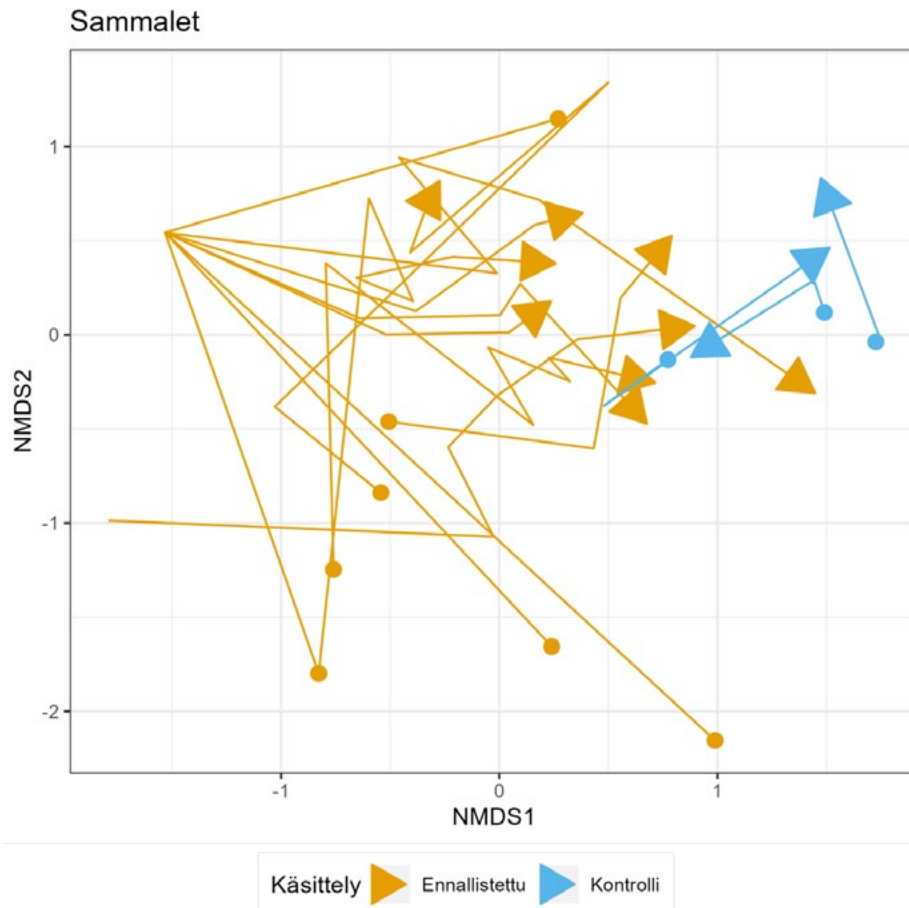
jen sammalten keskimääräinen peittävyys (74 %). Pohjakerroksen kasvillisuus on siis kehittynyt hitaasti, ja muutos lajistossa ja lajien runsaudessa jatkuu edelleen.

Useat peltovaiheen lajit, kuten lehtohäivensammal (*Cirriphyllum piliferum*), hävisivät ennallistamisen jälkeen. Toisia lajeja, kuten nuokkuvarstasammalta (*Pohlia nutans*), havaittiin vain muutamalla seurantakerralla ennallistamisen jälkeen. Lajeja, joita havaittiin ennallistamisen jälkeisinä vuosina (2004–2012) mutta ei enää vuonna 2024, oli yhteensä 15.

Ennallistetulle alueelle asettui seurantaruu-
tujen perusteella kaikkiaan 35 peltovaiheessa havaitsematonta sammallajia, joista 16 oli varsinaisia lettolajeja (kuva 73).

Palanneita ja hiljalleen runsastuneita lajeja ovat muun muassa hetehiirensammal (*Ptychostomum weigeli*) ja lehväsammalet (Mniaceae).

Lettojen sammallajistosta nopeimmin, jo kaksi vuotta ennallistamisen jälkeen, seurantarauuduille ilmestyi letohäivensammal (*Ptychostomum pseudotriquetrum*). Sen jälkeen lajia on havaittu ruuduilla jokaisella seurantakerralla.



Kuva 74. Sammalyhteisö ennallistetun alueen seurantaruuuduilla (oranssi) ja luonnontilaisella letolla (sininen) ennen ennallistamista vuonna 2002 (piste) ja 22 vuotta ennallistamisen jälkeen (nuolen pää). Mikäli pistettä ei ole, ruudulla ei vuonna 2002 ole ollut sammalia. Yhtenäinen viiva kuvaa ruudun yhteisön muutosta seurannan kuluessa. Mitä lähempänä ruutujen symbolit ovat toisiaan, sitä samankaltaisempia niiden yhteisöt ovat (kuvaajan luotettavuutta kuvaava stressitaso = 0,123).

21 vuotta ennallistamisen jälkeen toinen tyypillinen lettolaji, heterahkasammal (*Sphagnum warnstorffii*), oli koko seuranta-aineiston runsain sammallaji. Hyvin pieni heterahkasammalkasvusto havaittiin seurantaruuuduilla ensimmäisen kerran vuonna 2012, minkä jälkeen laji on runsastunut merkittävästi.

Muita ennallistetulla alueella kasvavia lettosammalia ovat mm. lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*), lettokehräsammalryhmä (*Moerckia hibernica* s.l.), lettosirppisammal (*Scorpidium cossonii*) ja kirjorahkasammal (*Sphagnum subnitens*).

Lettolajien yhteispeittävyys viimeisenä seurantavuonna oli keskimäärin 27 % (vaihteluväli 0–98,2 %).

Ennallistetun alueen itäpuolella sijaitsevilla luonnontilaisilla kontrolliruuduilla runsaimpia lajeja ovat lettoväkäsammal, lettosirppisammal, rimpisirppisammal (*Scorpidium revolvens*) ja heterahkasammal, joita kasvaa myös ennallistetulla alueella. Sen sijaan matosammal (*Drepanocladus trifarium*), lettolierosammal (*Scorpidium scorpioides*) ja kultasammal (*Tomentypnum nitens*) eivät ole (vielä) levinneet ennallistetulle alueelle.

Johtopäätökset

Seuranta-aineiston perusteella lettolajisto on palaamassa ennallistetulle lettopellolle. Vuoden 2024 havaintojen perusteella leton palautumiskehitys vaikuttaa lupaavalta.

10.3 Letto- ja lähdelajisto ennallistetulla suolla: Joroisten Saarikkolammensuo

Jari Ilmonen, Tuula Kurikka ja Maarit Similä

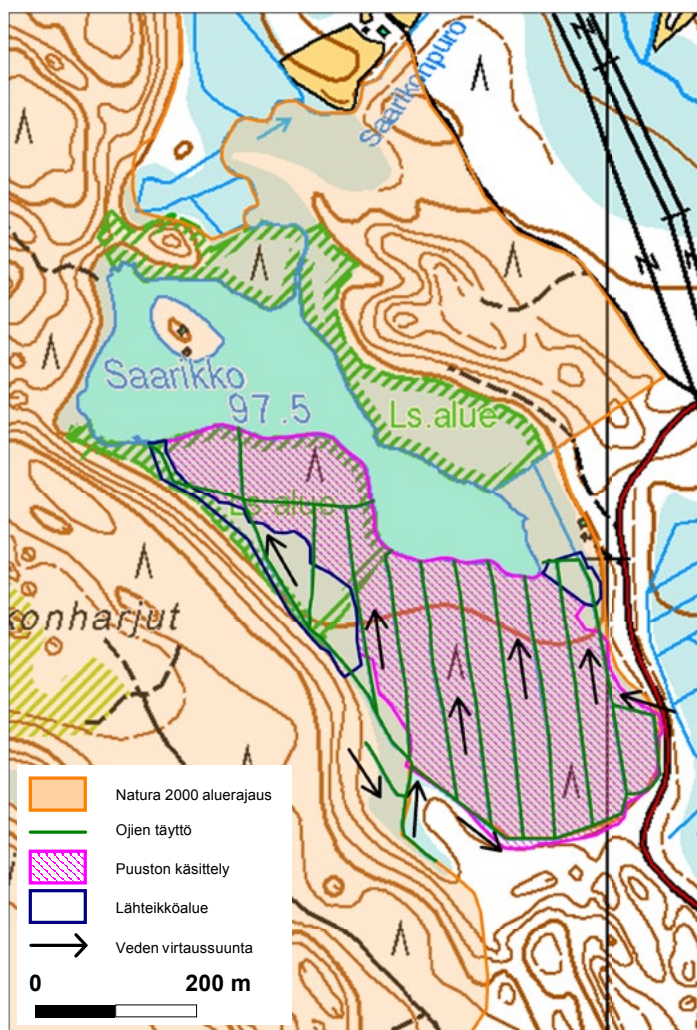
Suon kuvaus ja historia

Saarikkolammensuo sijaitsee Joroisissa, Etelä-Savossa, Tervaruukinsalon monimuotoisella ja arvokkaalla harjualueella (Natura-alue FI0500023). Alueen kallioperässä esiintyy paikoin karbonaatti- ja dolomiittikalkkilinssejä, ja alueella tavataan kalkinsuosija- ja kalkinvaatijalajeja. Saarikkolammen pohjaan on vuosisatojen kuluessa kerrostunut pohjave-

sien kuljettamaa kalkkiliejua, ja lammen vesi on lievästi emäksistä.

Alun perin Saarikkolampea ympäröivät suoalueet ovat olleet pääosin lettorämeitä ja -korpia, vain paikoin on esiintynyt avoimia lettoja. Kalkkipitoisuuden ja etenkin suon länsiosaan purkautuvien lähteiden (kuva 75) ansiosta suolle on kehittynyt monimuotoinen ja arvokas kasvillisuus. Lammen rannalla kasvaa erittäin uhanalaista taarnaa (*Cladium mariscus*) Manner-Suomen ainoalla kasvupaikallaan. Suolla tavataan myös mm. erittäin uhanalaista suoneidonvaippaa (*Epipactis palustris*), vaarantuneita veripunakämmekkää (*Dactylorhiza incarnata* ssp. *cruenta*), kaitakämmekkää (*D. traunsteineri*) ja röyhysaraa (*Carex appropinquata*), hetesaraa (*C. acutiformis*) sekä alueellisesti uhanalaista lettoviljaa (*Eriophorum latifolium*). Lettorikkoakin (*Saxifraga hirculus*) on suolla esiintynyt, mutta sitä ei ole havaittu 1980-luvun alkupuolen jälkeen. Sammallajistoon kuuluvat mm. silmälläpidettävät pohjanhuurresammal (*Palustricola decipiens*) ja kiiltosirppisammal (*Hamatocaulis vernicosus*) sekä erittäin uhanalainen kalkkilähdesammal (*Philonotis calcarea*) Manner-Suomen eteläisimmällä kasvupaikallaan. Lettoisuuden ja lähteisyyden lisäksi Saarikkolammensuo viettää kohti lampea.

Saarikkolampea ympäröivän suoalueen etelä- ja länsiosa ojitettiin vuonna 1970. Lajistoltaan arvokkaan suon kuivumisesta huolestuneet paikalliset luonnonsuojelijat patosivat ojat suon arvokkaimmalla osalla, ja alueelle perustettiin vuonna 1972 yksityismaan luonnonsuojelualue. Padot eivät kuitenkaan riittäneet estämään suota kuivumasta, ja 1990-luvulle tultaessa alue oli jo valtaosin turvekan-gasta tai pitkälle edennyttä muuttumaa, jossa kasvoi erittäin tiheä puusto. Avointa tai harva-puustoista lettoa oli jäljellä lähinnä kapeal-



Kuva 75. Saarikkolammensuon ennallistamistoimenpiteet. Lähteisiä alueita on suon itä- ja länsiosassa. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

la kaistaleella lammen rannassa. Etelä-Savon ympäristökeskus laati alueelle ennallistamissuunnitelman (Laitinen 1997). Pääosa suosta, mukaan lukien aiemmin perustettu yksityinen suojelualue, hankittiin valtiolle luonnon-suojelualueeksi vuonna 1998.

Ennallistaminen

Noin 26 hehtaarin laajuinen alue Saarikkolammen ympärillä siirtyi Metsähallituksen hallintaan vuonna 2000, minkä jälkeen Metsähallitus aloitti suon ennallistamisen. Tällöin päätettiin ennallistaa myös alueella esiintyvät useat lähteet, joiden purkautumispaikkoja oli runsaasti ojissakin. Suunnitelmaa tarkennettiin käyttämällä ennen ojitusta otettuja ilmakuvia sekä Metsähallituksessa jo kertyneitä ennallistamiskokemuksia.

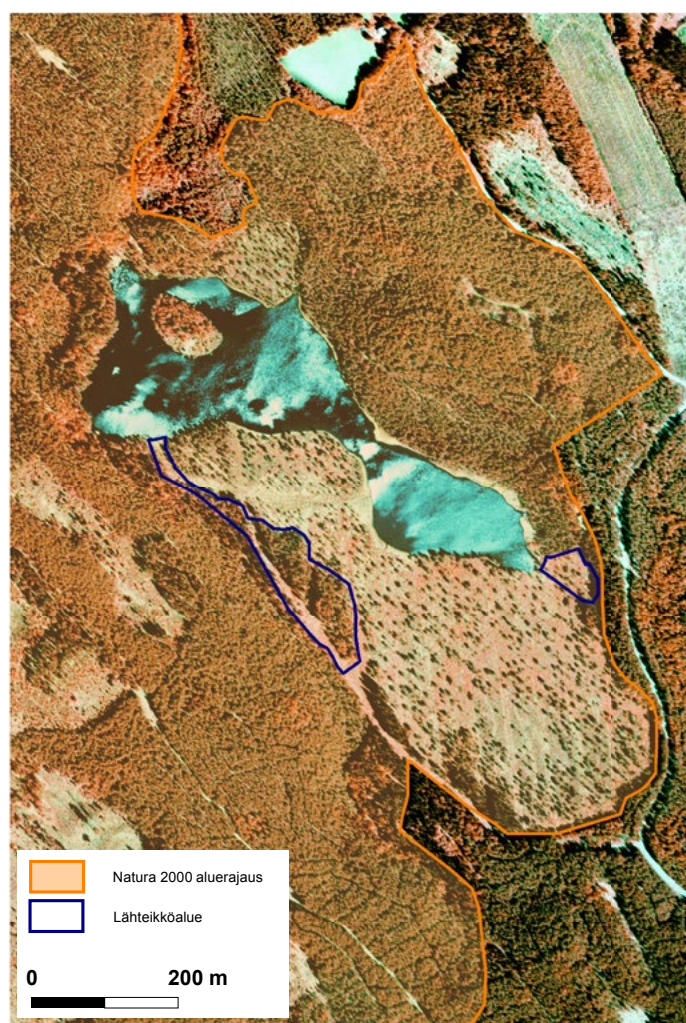
Suo ennallistettiin kahdessa vaiheessa vuosina 2000 ja 2001. Työ aloitettiin suon itäosasta. Aluksi syksyllä 2000 metsurit raivasivat ojalinjojen sekä sarkojen nuoren puuston, minkä jälkeen ojat tukittiin kaivinkonetyönä (kuva 75). Lopuksi järeämpi puusto hakattiin saroilta koneellisesti joulukuussa. Suo ei jäänyt työmaan aikana, mutta pahoilta koneiden urajäljiltä kuitenkin välttyttiin. Vesi nousi heti joulukuussa 2000 suon pintaan kaakkoisosassa, jossa on itäpuolen ainoa lähteikköinen alue.

Seuraavana keväänä suon kaakkoisosa, samoin kuin lammen rannat, olivat hyvin märkiä, mutta vetisyys tasaantui kesän mittaan. Näillä alueilla havaittiin heti ensimmäisenä kesänä rätvänän ja ojakellukan (*Geum rivale*) runsastuminen. Keskiosassa vettyminen ei kuitenkaan levinnyt ojalinjojen ulkopuolelle ja koivu alkoi vesoa voimakkaasti.

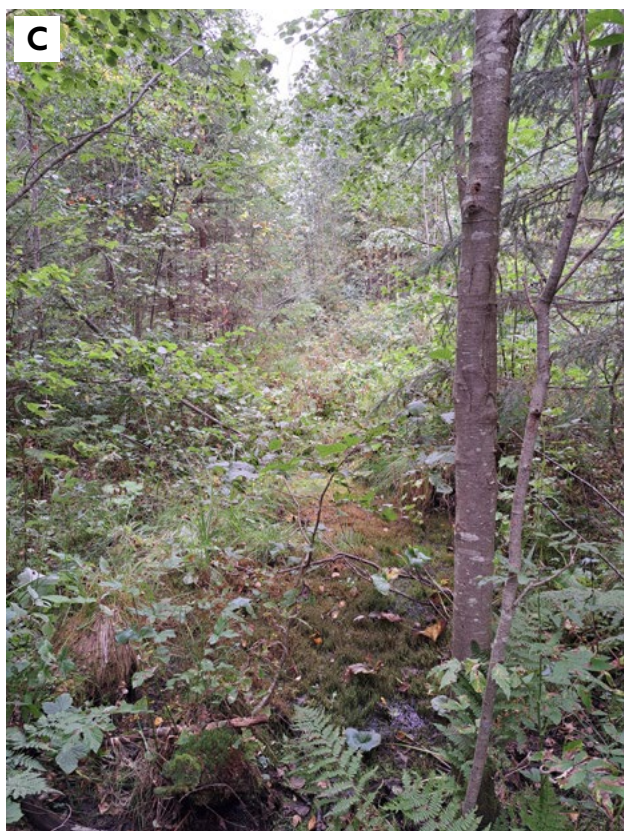
Suon länsiosa oli vaikeampi ennallistaa: siellä on runsaasti lähteitä, joten suo pysyy talvisinkin sulana. Alikasvospuusto poistettiin metsuri- ja konetyönä syksyllä 2001, ja sarkavälien järeä puusto hakattiin helmi-maaliskuussa 2002 metsurityönä. Lokakuussa 2001, ennen järeän puuston hakkaamista, ojat tukittiin kaivinkoneella, mutta ojissa sijaitsevat

lähteiden purkautumiskohdat jätettiin tukkimatta. Työkoneet upposivat paikoin märmissä kohdissa pehmeään turpeeseen ja jättivät jälkeensä syvät urat. Kaikkia lammen rannan tuntumassa sijaitsevia oja ei voitu tukkia, koska siellä kaivinkone ei olisi pysynyt pinnalla. Kohteen märkyyden ja runsaan lähteisyyden huomioon ottaen maastovauriot ja koneiden urat jäivät silti vähäisiksi.

Runsaslähteinen alue Saarikonharjun juurella, suon lounaisosassa, alkoi vettyä voimakkaasti heti ojien tukkimisen jälkeen (kuva 76). Lähteiden purkautumiskohtien ympärille muodostui laajoja lammikoita lähdeveden levitessä suon pinnalle (kuva 77A). Parin vuoden kuluessa lammikot vähitellen kutistuivat,



Kuva 76. Saarikkolammensuo ennallistamisen jälkeen. Ilmakuva on otettu kesäkuussa 2006. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 77. Länsiosan ennallistamisalueen ojassa sijaitseva lähde toukokuussa 2003, vuosi ennallistamisen jälkeen (A), toukokuussa 2010, kahdeksan vuotta ennallistamisen jälkeen (B) sekä elokuussa 2024, 23 vuotta ennallistamisen jälkeen (C). Kuvat A ja B: Jari Ilmonen, kuva C: Maarit Similä.

kun vesi löysi vanhat lähdepurouomat (kuva 77B). Ensimmäisen viiden vuoden aikana pohjavesi haki purkautumis- ja virtauspaikkojaan suolla, mutta runsaat 20 vuotta ennallistamisen jälkeen kaikki alueen lähteiköt ja tihkupinnat näyttävät luonnontilaisen kaltaisilta. Kasvava puusto ja muu kasvillisuus ovat lisänneet kenttä- ja pohjakerroksen varjostusta (kuva 77 C).

Lähes kaikki suon ennallistamisen kustannukset katettiin puunmyyntituloilla. Järeämman puun lisäksi suolta kertyi runsaasti hakepuuta myytäväksi. Metsurityöaikaa kohteella kului kahtena vuonna yhteensä noin neljän työkuukauden verran. Järeän puuston kaatamiseen motolla kului yhteensä muutama päivä. Kaadetun puuston lähikuljetus vei aikaa yhteensä lähes kuukauden, koska kuljetettavaa – erityisesti hakepuuta – kertyi paljon ja koska hyllyvällä suolla ei voinut kuljettaa täysiä kuormia. Ojien tukkiminen kaivinkonetyönä vei yhteensä vajaan viikon.

Ennallistamisen vaikutukset letto- ja lähdekasvillisuuteen

Silmämääräisesti arvioiden suosammalet ja monet lettolajit, esimerkiksi lettovilla ja röyhysara, ovat runsastuneet. Taarnakasvustokin on ennallaan, joskin sen fertiilien yksilöiden määrä vaihtelee vuosittain voimakkaasti.

Vuosina 2003, 2005 ja 2010 tehtyjen seurantakäyntien havaintojen perusteella länsiosan täytettyyn ojaan syntyneessä uudessa lähdenorossa silmälläpidettävän pohjanhuurresammalen kasvustot runsastuivat voimakkaasti muiden lähdesammalten, mm. he-tehiirensammalen (*Ptychostomum weigeli*), ohella (kuva 78). Vuosien 2021 ja 2024 seurantakäynneillä vaikutti kuitenkin, että putkilokasvillisuuden ja varjostuksen lisääntyessä pohjanhuurresammal on jälleen niukentunut norossa. Läntisessä korpilaiteessa vaarantuneen harsosammalen (*Trichocolea tomentella*) kasvustot voivat hyvin.



Kuva 78. Täytettyyn ojaan ennallistamisen jälkeen syntyneessä lähdenorossa lähdesammalet alkoivat elpyä nopeasti. Kahdeksan vuotta ennallistamisen jälkeen valtalajina oli kuvassa vihreänä näkyvä korpilehväsammal (*Plagiomnium ellipticum*), seassa kasvoi runsaana myös punaista he-tehiirensammalta sekä niukempaa pohjanhuurresammalta. Kuva: Jari Ilmonen 2010.

Ennallistamisen vaikutukset lähteikköjen pohjaeläimiin

Ennallistamisen lähteikköjen pohjaeläinyhteisöihin kohdistuvien vaikutusten seuraamiseksi länsiosan lähdepurkaumissa tehtiin pohjaeläinselvitys vuonna 2001, ennen ennallistamista, ja ennallistamisen vaikutuksia on seurattu vuosina 2003, 2005, 2010 ja 2021 (Ilmonen ym. 2006, Ilmonen ym. 2013). Pohjaeläinseuranta on tehty vakioidulla menetelmällä, ja Saarikkolammensuon ennallistamisalueen ojiin purkautuvien ja luonnontilaisen kaltaisten lähteiden lisäksi samaan aikaan ja samalla menetelmällä on seurattu neljää luonnontilaisen kaltaista lähteikköä Lounais-Suomessa.

Pohjaeläinten näytteenottopaikoilta ja itse lammesta otettiin vesinäytteet ennen ennallistamista, ja veden laatua (pH, sähköjohtokyky) ja lämpötilaa on seurattu myös ennallistamisen jälkeen maastokäyntien yhteydessä. Saarikkolammensuon pohjaeläinseuranta on tietävästi maailman ensimmäinen lähteissä tehty toistettu ja kontrolloitu ennen-jälkeen-seuranta.

Ennen ennallistamista pohjaeläinyhteisöt olivat keskenään samankaltaiset Saarikkolammensuon ojalähteissä ja luonnontilaisen kaltaisissa lähteissä Lounais-Suomessa. Kaikissa oli luonnontilaisille lähteiköille tyypillistä lajistoa. Ennallistamisen jälkeen lähdelajit, esimerkiksi lähdekorri (*Nemurella pictetii*), taantuivat lähes kaikissa Saarikkolammen alueen lähteissä ja eräät pintavesille tyypillisemmät lajit, kuten *Psectrotanypus varius* -surviaissääski, runsastuivat räjähdysmäisesti. Lähdelajien osuuden taantuminen oli havaittavissa vielä vuonna 2005, mutta vuonna 2010 lähdelajien osuus koko yhteisöistä oli lähempänä alkutilaa (Kurikka & Ilmonen 2013) ja pintavesilajit olivat taantuneet.

Vuonna 2021 pohjaeläinaineisto kerättiin ja määritettiin, mutta tuloksia ei ole analysoitu. Lajien runsauksia tarkastelemalla tilanne vaikuttaa kuitenkin olevan runsaiden lajien osalta samankaltainen vuosien 2001 ja 2010 tulosten kanssa. Esimerkiksi lähdekorri oli lähteissä luontaisen runsas ja ennallistamisen jälkeen runsastunut pintavesilaji, *Psectrotanypus varius* -surviaissääski, oli hävinnyt näytteistä kokonaan.

Ennallistaminen aiheutti lähteiden kanalta voimakkaita ympäristömuutoksia: ennen kaikkea veden laadun muutoksia, mutta myös valoisuus lisääntyi. Sekä ojissa oleviin että luonnontilaisiin lähteisiin tuli huomattavasti kiintoaineita, mikä johti mm. veden huuksisuuden ja kemiallisen hapenkulutuksen kasvamiseen ja sen seurauksena veden happipitoisuuden voimakkaaseen laskuun sekä metallien pitoisuuksien kasvuun ennallista-

mista seuraavan vuoden aikana. Muutokset lammien veden laadussa olivat samansuuntaisia, mutta vähäisempiä.

Tämä fysikaaliskemiallinen stressi oli syytä pohjaeläinyhteisöjen muutoksiin ennallistamisen jälkeen. Lisäksi ensimmäisen vuoden aikana suolle syntyneissä lammikoissa lisääntyneet pintavesilajit levittäytyivät tehokkaasti myös ennallistamisalueen lähteisiin muuttaen lajiston runsaussuhteita. Saarikkolammensuolla lähteiköt ovat lähekkäin ja osin myös maanalaisessa yhteydessä toisiinsa, minkä vuoksi voimakkaita muutoksia tapahtui myös ennallistamisalueen luonnontilaisen kaltaisissa lähteissä. Yhteisömuutokset olivat kuitenkin vähäisiä kontrollialueella Lounais-Suomessa, mistä voidaan päätellä yhteisömuutosten johtuneen ennallistamisesta. Tulevien seurantahankkeiden kannalta tärkeä havainto olikin se, että vaikutusten havaitsemiseksi käsittelemättömiä ja aidosti riippumattomia kontrollikohteita on oltava riittävän kaukana ennallistamisalueelta. Ilman ennallistamisalueen ulkopuolisia kontrollikohteita vaikutuksia ei olisi voitu erottaa luontaisesta vaihtelusta.

Johtopäätökset

Suo

Ennallistetulla suolla tehtiin hoitoseuranta kesäkuussa 2010, jolloin ensimmäisistä toimenpiteistä oli kulunut 10 vuotta.

- Suon vesitalouden arvioitiin ennallistuneen länsiosassa keskimäärin hyvin, mutta itäosa ei ole vettynyt riittävästi: vesi ei ole levinnyt ojalinjoilta tasaisesti saroille.
- Kuivemmiksi jääneillä osilla koivun vesominen on ollut voimakasta.
- Monet lettojen putkilokasvi- ja sammallajit, samoin kuin vähemmän vaativat suokasvillisuus, näyttävät runsastuneen ennallistamisen jälkeen.

Vuoden 2024 hoitoseurannan perusteella

- Aiemmalla hoitoseurantakäynnillä vettymättä jääneeksi havaittu osa suosta on edelleen kuivaa, ja alueella on paikoin tiheää puustoa.
- Saarikkolammen rantamilla taarnan, kalkkilähdesammalen ja suoneidon-vaipan esiintymät ovat ennallaan.

Lähteiköt

- Ennallistaminen nosti lähteikköisen länsilaidan vedenpinnan korkeutta ja palautti lähdeveden purkautumista ja virtausta alkuperäisille paikoilleen. Ennen ennallistamista osa lähteistä oli enää purkautumispaikkoja ojan pohjilla.
- Lähteikköjen pohjaeläinten kannalta Saarikkolammensuon tapaus on varoitettava esimerkki voimakkaiden ennallistamistoimien aiheuttamista riskeistä. Ennallistamisen seurauksena syntyvä vesistökuormitus voi olla vakava haittatekijä lähteikköjen lähiympäristössä toimittaessa, joskin lajisto vaikuttaa palautuvan muutoksista noin 10 vuodessa.
- Äkillistä ja voimakasta ennallistamista kannattaa välttää lähteiköissä, joissa elää harvinaisia ja vaateliaita lähdelajeja. Vedenpintaa on suositeltavampaa nostaa vähän kerrallaan (Eskelinen & Juutinen 2023, Ilmonen 2023).
- Perusteellinen lajistospelvitys olisi syytä tehdä aina ennen ennallistamista, jottei harvinaisten tai uhanalaisten lähdelajien esiintymistä vaaranneta, jos kyseessä on monipuolinen tihkupintalähteikkö etenkin hemi- tai eteläboreaalaisella vyöhykkeellä sekä Satakunnassa ja Etelä-Pohjanmaalla (Ilmonen 2023).

- Toisaalta seuranta osoittaa myös lähteikköjen pohjaeläinyhteisöjen toipumiskykyä. On ilmeistä, että Saarikkolammensuon lähteikköjen pohjaeläinyhteisöt olivat ennallistamiseen mennessä palautuneet vuoden 1970 ojituksesta luonnontilaisten lähteikköjen kaltaisiksi, ja jo vuoteen 2010 mennessä ne olivat alkaneet palautua vuoden 2001 tilanteen suuntaan.
- Vuonna 2024 länsilaidan lähteikköjen tila oli silmämääräisesti arvioiden hyvä. Kasvillisuus oli täyttänyt ennallistamista varten avatut urat ja harsosammalkasvustot näyttivät hyvinvoivilta.

23 vuotta ennallistamisen jälkeen

Osa lounaiskulman pohjukkaan tulevasta vedestä johtunee edelleen ajouria tai muita ihmisen tekemiä uomia pitkin rinteiden alla pohjoiseen, jolloin ne ohittavat suon. Ennallistamisen täydentäminen lienee kuitenkin vaikeaa. Pienillä toimenpiteillä tilannetta ei pystytä parantamaan, ja isot korjaukset voivat aiheuttaa uudelleen häiriöitä suon lähteisen länsilaidan vesitaloudelle ja lajistolle.

Jos vesitaloutta saataisiin huolellisesti suunnitelluilla toimenpiteillä parannettua, haihduttavaa puustoa olisi tarpeen vähentää toistamiseen.

10.4 Ennallistetun leton kasvillisuuden pitkäaikainen kehitys Kiimingin Vehmaansuolla

Sakari Rehell

Kiimingin Vehmaansuo on noin 12 hehtaarin laajuinen, voimakkaasti kalkkivaikutteinen lettosuo, joka kuuluu Kiimingin lettoalueen suojelukokonaisuuteen. Se on keskiosistaan ruoppaista rimpilettoa, reunamilla on letto-rämeitä ja kankaan reunoilla letto- ja lehtokorpia. Suon länsi- ja keskiosat ojitettiin noin vuonna 1990. Pian tämän jälkeen suo hankittiin valtiolle suojelutarkoituksiin.

Ennallistaminen

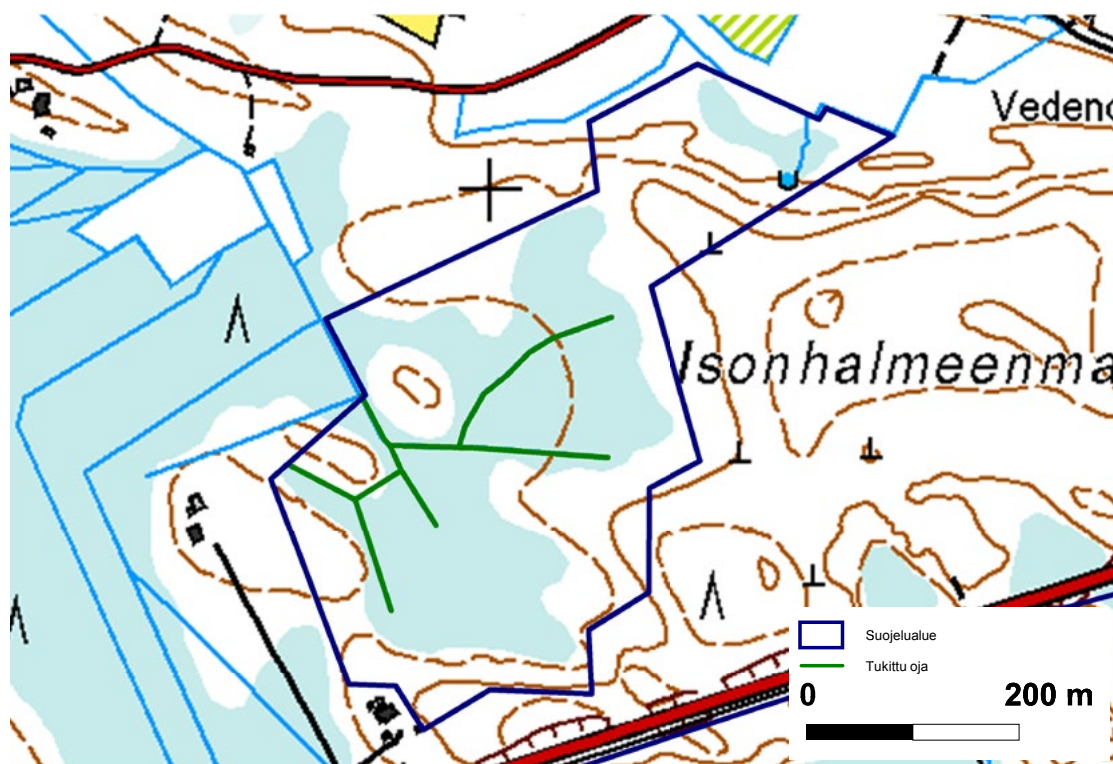
Suon ennallistaminen aloitettiin vuonna 1992, kun ojiin rakennettiin muutamia lautapatoja. Ne osoittautuivat riittämättömiksi, ja ennallistamista jatkettiin tukkimalla oja konetyönä vuonna 1994 (kuva 79). Ojamaat siirrettiin penkoilta takaisin ojiin. Koska ennallistaminen aloitettiin pian ojien kaivamisen jälkeen,

ei suon kasvillisuus ollut ehtinyt paljon muuttua ennen ennallistamistoimenpiteitä.

Koneellisesti tukitut ojat jäivät ympäröivää suonpintaa matalammiksi, joten ennallistamista täydennettiin vuonna 2014 tekemällä ojiin käsityönä 10 säkkipatoa 20 metrin välein. Padot ulotettiin poikki koko painuneen osan (kuva 80). Turve säkkeihin otettiin viereisiltä saroilta siten, että saralle muodostui samalla rimpimäisiä painanteita, joihin vesi pääsee kerräntymään.

Kasvillisuusmuutosten seuranta 1995–2010

Suon kasvillisuusmuutosten seuraamiseksi ennallistamisen jälkeen perustettiin suon keskiosan poikki seurantalinja kesällä 1995. Seuranta-asetelma ja havaintoja vuosilta



Kuva 79. Vehmaansuolla tehdyt ennallistamistoimenpiteet. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 80. Vehmaansuolla 30 vuotta aiemmin tukittu oja. Ojassa näkyy 20 vuotta ojan tukkimisen jälkeä käsityönä tehty pintavalli. Se on levittänyt paikallisesti vesiä hieman painuneen, täytetyn ojan ulkopuolelle. Tyypilliset lettosammalet ovat levinneet tukitus- ojauomassa ja paikoin ympärilläkin. Kuva: Sakari Rehell.

1995, 2005 ja 2010 on esitelty vuonna 2013 julkaistussa soiden ennallistamisoppaassa (Rehell 2013a).

Havaittuja muutoksia vuoteen 2010 mennessä

Kasvillisuus peitti täytetyt ojat nopeasti, ja maisemallisesti suo näytti pian jokseenkin luonnontilaiselta. Ympäristöään matalammalle jääneet ojauomat johtivat tukittuina-kin edelleen vettä. Niiden ympärillä mätäs- pinnan kasvillisuus ja puuntaimet näyttivät leviävän melko voimakkaasti (kuva 81). Kasvillisuusseurannan perusteella suo muuttui kuivemmaksi vuoteen 2010 mennessä (Rehell 2013a: kuvat 66 ja 67). Voimakkaimmin näytti muuttuneen suon luoteispuoliskon let-

torämealue, jonka läpi ojat oli vedetty virtaamaan kohti luodetta.

Rimpien avoimet ruoppapinnat vähentyivät. Rahkasammalet, heterahkasammal (*Sphagnum warnstorffii*) ja paikoin jopa ruskorahkasammal (*S. fuscum*) levisivät rimpipinnoille, samoin kuin välipintojen lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*) ja lettosirppisammal (*Scorpidium cossonii*). Märempiä oloja suosiva lettolierosammal (*S. scorpioides*) puolestaan hävisi kokonaan useilta ruuduilta.

Välipinnalla heterahkasammal tuli uutena lajina yli puolelle tutkituista välipintaruuduista ja runsastui voimakkaasti. Lettojen välipintojen tyypilliset lehtisammalet, lettoväkäsammal ja lettosirppisammal, vähentyivät, vaikka yksittäisillä ruuduilla ne saattoivat runsastua-



Kuva 81. Vehmaansuo ennen ojitusta vuonna 1960 (A), 13 vuotta ennallistamisen jälkeen vuonna 2007 (B) ja 30 vuotta ennallistamisen jälkeen 2023 (C). © Verotoimisto 2013, © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013 ja 2025.

kin esimerkiksi ruoppapinnan kustannuksella. Märempien lettojen lettolierosammal hävisi useimmilta välipintakasvupaikoiltaan, mutta toisaalta myös levisi joillekin aiemmille ruoppapinnoille.

Mätäspinnoilla muutokset olivat selvästi vähäisempiä kuin väli- ja rimpipinnoilla, mutta kuivien pintojen lehtisammalet (seinäsammal *Pleurozium schreberi*, suonihuopasammal *Aulacomnium palustre*) ja jäkälät levisivät jossain määrin mätäspinnoille rahkasammalten kustannuksella. Myös kanerva (*Calluna vulgaris*) runsastui mätäspinnoilla. Mätäspintojen ruskorahkasammal taantui paikoin.

Vuoden 2010 havaintojen perusteella sama kehitys jatkui: erityisesti heterahkasammalkasvustot laajenivat ja *Scorpidium*-lajit taantuivat. Varpujen peittävyys ja taimien määrä kasvoivat edelleen, ja sarojen ja raatteen (*Menyanthes trifoliata*) peittävyys väheni.

Vaativin märkäpintojen lettolajisto ei menestynyt niilläkään ruuduilla, joilla kasvillisuuden sukkessio lähti alusta ojauoman lähellä rikotusta turpeesta. Useimmin paljaan turpeen peitti heterahkasammal. Paljaalle turpeelle ilmaantui myös puuntaimia ja tupsavillaa.

Alueellisesti uhanalainen mustapääsammal (*Catoscopium nigrum*) kasvoi edelleen suon keskiosan avoimena säilyneellä, ojitusalueen ulkopuolisella ruoppapinnalla. Lettokilpisammal (*Cinclidium stygium*), joka on myös alueellisesti uhanalainen laji, oli vähentynyt voimakkaasti. Kolmas alueellisesti uhanalainen sammallaji, matosammal (*Drepanocladus trifarius*) hävisi seurantaruuuilta.

Suon kasvillisuudeltaan arvokkain osa, keskiosan ruopparimpiletto, oli jäänyt pääosin ojitusalueen ulkopuolelle ja siellä kasvillisuusmuutokset näyttivät vähäisemmiltä kuin muualla. Sinne keskittyi suon märempiä lettopintoja vaativa lajisto, joka lettorämeellä näytti taantuvan.

Syitä kuivumisen jatkumiseen

- Todennäköisesti ojien tukkiminen ei täysin estänyt vesien virtausta ojien paikalla. Ojat jäivät ympäristöään alemmaksi, eikä niihin tehty pintavaljeja tai muita kynnyksiä, jotka olisivat padonneet vettä.
- Suon vedenpinta asettui ilmeisen pysyvästi jonkin verran alkuperäistä alemmalle tasolle, ja ojien välit jäivät suurelta osin veden virtauksen ulkopuolelle.

Tilanne 2024

Letolla tehtiin hoitoseuranta vuonna 2024, noin 30 vuotta ojien tukkimisen jälkeen. Kasvillisuuden seurantaruujuja ei enää löytynyt.

- Yleisesti ottaen alue näytti edustavalta letolta, jossa keskustavaikutteinen lettolajisto, etenkin *Scorpidium*-lajit sekä lettoväkäsammal, oli elinvoimaista ja oli jopa levinnyt paikoin.
- Näyttää siltä, että pienialaisella, tasaisella letolla käsityönä tehdyt padot ovat paikallisesti nostaneet vedenpintaa ja vesi on levinnyt myös saroille.
- Keskustavaikutteisella letolla puusto oli kituliasta, ja puustotietojen perusteella näyttää siltä, että ennallistamistöiden jälkeen alkanut puuston ja taimien kasvu on hiipunut. Tämä saattaa olla täydennyspatoamisen vaikutusta tai johtua keskustavaikutteisen leton luontaisesta niukkaravinteisuudesta.
- Rimpi-, väli- ja mätäspintojen suhde näytti pysyneen ennallaan.

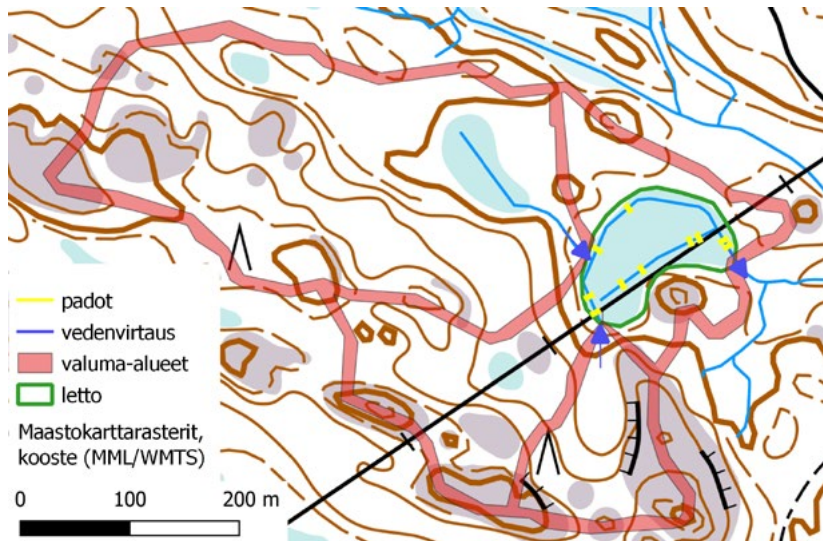
Voidaan todeta, että letto, jossa voimakas kalkkipitoisuus ylläpitää vaatielista lajistoa ja jossa pintavesivaikutus (luhtaisuus) on vähäistä, pystyy palautumaan niin, että leton tyyppilajisto säilyy ja jossain määrin leviääkin.

10.5 Leton ennallistamisesta neljännesvuosisata: Oriveden Huppionvuoren letto

Tapani Sallantaus ja Harri Vasander

Oriveden keskustan lounaispuolella, vajaa kilometri Huppionvuorelta luoteeseen, voimalinjan alla, on Huppionvuoren letoksi kutsuttu suo (kuvat 82 ja 83), joka tunnetaan arvokkaasta lettokasvillisuudestaan. Kun suo

1960-luvulla ojitettiin, eteläinen ja lounaisnurkan oja jäivät todennäköisesti voimalinjan vuoksi hieman normaalia kauemmaksi kivennäismaan reunasta. Kun juuri tuolle alueelle tihkuu kalkkipitoisia pohjavesiä ja voimalin-



Kuva 82. Huppionvuoren letto (vihreä raja) valuma-alueineen. Vesien pääasialliset tulevat purkukohtat ja lähtevä uoma on merkitty sinisin nuolin. Vuonna 1999 tehtyjen kaivuripatojen paikat on merkitty keltaisella. © Maanmittauslaitos 2025.



Kuva 83. Huppionvuoren letto (vihreä raja) vuoden 2018 ilmakuvalla. Vesien pääasialliset tulevat purkukohtat ja lähtevä uoma on merkitty sinisin nuolin. Vuonna 1999 tehtyjen kaivuripatojen paikat on merkitty keltaisella. © Maanmittauslaitos 2025.

jan puusto raivataan säännöllisesti, pienelle alueelle jäi merkittävää lettolajistoa. Kuviolla kasvavat muun muassa keltasara (*Carex flava*) ja hernesara (*C. viridula*) sekä näiden risteymä. Alueellisesti uhanalaisia lajeja ovat äimäsara (*C. dioica*), lettovilla (*Eriophorum latifolium*) ja sykeröpiippo (*Luzula sudetica*). Villapääluikka (*Trichophorum alpinum*) on erityisen runsas, keltasaran ohella. Myös suovilukkoa (*Parnassia palustris*) esiintyy.

Sammallajisto havaittiin edustavaksi. Alueellisesti uhanalaisia lajeja 2a-metsäkasvillisuusvyöhykkeellä (eteläboreaalin, Lounaismaa ja Pohjanmaan rannikko) ovat muun muassa lettokilpisammal (*Cinclidium stygium*), rassisammal (*Paludella squarrosa*), punasirppisammal (*Sarmentypnum sarmentosum*), lettolierosammal (*Scorpidium scorpioides*), lettosirppisammal (*S. cossonii*) ja kultasammal (*Tomentypnum nitens*). Luontoarvoja osoittavista lajeista (Ulvinen ym. 2002) suolta löytyivät lettokuirisammal (*Calliergon richardsonii*), hetekuirisammal (*C. giganteum*), rimpisirppisammal (*Scorpidium revolvens*), lettorahkasammal (*Sphagnum teres*) ja heterahkasammal (*S. warnstorffii*). Leton peruslajistoa ovat muun muassa lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*) ja maksasammalista lettonauhasammal (*Aneura pinquis*). Korkeaan kalkkipitoisuuteen usein liittyvät lajit, esimerkiksi matosammal (*Drepanocladus trifarius*), lettohammassammal (*Mesoptychia rutheana*) tai lettosiipisammal (*Fissidens adianthoides*), puuttuvat kokonaan, ja keskivaahteliaita lajeja, kuten lettokuirisammalta ja lettokilpisammalta, on löydetty hyvin niukalti.

Leton ennallistamisen alkutaival

Suon ennallistaminen aloitettiin vuonna 1994, kun Helsingin yliopiston opiskelijoita Hyytiälän metsäasemalta houkuteltiin talkootöihin, tukkimaan ojia käsityönä ja raivaamaan vesakkoa. Tavoitteena oli elvyttää voimalinjan

alla olevaa lettokasvillisuutta, ei vielä kokonaan oijen ympäröimää metsäojitettua osaa.

Voimalinja on 30 metriä leveä. Voimalinjan alla ojan ja kankaanreunan välissä ojan eteläpuolella on kaksi kasvillisuudeltaan erilaista kuviota. Lounaisella, pohjavesitihkuisella kuviolla kasvoivat edellä kuvatut putkilokasvi- ja lehtisammallajit. Itäkaakkoinen kuvio sai kankaalta vain vähän vesiä ja oli vain niukasti lettonevainen; muun muassa heterahkasammal ja lettorahkasammal. Kuivahtaneella suopinnalla lähellä kuviot erottavaa kallioniemekettä kasvoi kuitenkin kalliooperän ravinteisuudesta kielivä ahoneidonsammal (*Thuidium recognitum*).

Kumpikin kuvio on pieni, noin 0,15 ha, ja koko suon ala voimalinjan pohjoispuolinen ojitusalue mukaan lukien yksi hehtaari (kuva 82).

Tehdyt padot johtivat vesiä myös metsäojitusalueelle. Aluksi ennallistetun leton ja metsäojitusalueen arveltiin voivan elää sopuisaa rinnakkaiseloja; haihdunta pitäisi ojitusalueen riittävän kuivana. Syöttävän valuma-alueen pinta-ala on kuitenkin suuri suon kokoon verrattuna, 15-kertainen, ja ojitusalue tulvi sateiden tultua. Lähtöuomaa jouduttiin madaltamaan.

Alueen yläosissa, ylimmän padon kohdalla voimalinjan alla, ennallistamisen myönteiset vaikutukset näkyivät nopeasti. Lähdealueelle ulottuva oja johti alun perin tehokkaasti vesiä leton ohi ja kun se tukittiin padolla sekä ohjattiin vesiä kuivahtaneelle lettopin- nalle itään, lettokasvillisuus elpyi hyvin nopeasti. Esimerkiksi lettolierosammal, jota oli löydetty aiemmin vain muutama kituva verso, röyhähti kasvuun runsaan kymmenen neliömetrin alalla, seuralaisinaan muun muassa rimpisirppisammal ja lettoväkäsammal. Myös reunavaikutteiset lajit, kuten rassisammal, levisivät laajemmalle. Putkilokasveista keltasara ja villapääluikka elpyivät alussa nopeimmin (kuva 84).



Kuva 84. Sähkölinjanalusleton kasvillisuutta vuonna 2002, kolme vuotta koneellisen ennallistamisen jälkeen. Kuva on otettu suon eteläisimmästä lettotihkuisesta reunasta pohjoiseen. Kuva: Tapani Sallantaus.

Ennallistamisen seuraava vaihe

Maanomistajan, Oriveden seurakunnan, kanssa sovittiin vuonna 1995 koko suokuvion ennallistamisesta. Tämä oli seurakunnalta merkittävä panos hankkeeseen. Aiemmin tarkoituksena oli auttaa voimalinjan alla vielä sinnittelevää, sinänsä arvokasta lettokasvillisuutta. Ennallistamisen kokonaiskuvassa kyse oli kuitenkin erikoistapauksesta. Voimalinjan puuston säännöllinen raivaaminen oli se tärkeä tekijä, joka oli mahdollistanut lettokasvillisuuden säilymisen. Kokonaan ojitetun, jo turvekangasasteelle päätyneen entisen lettosuon ennallistamisen kokeilulla oli myös laajempaa luonnonsuojelullista merkitystä. Pääosa Etelä-Suomen letoista on päätynyt

vastaavaan tilaan, eikä tietoa ennallistamisen mahdollisuuksista ollut olemassa.

Ennallistamisen yhteydessä hakattiin melko järeä, koivuvaltainen puusto pääosin pois. Aluskasvillisuus oli lähtötilanteessa hyvin niukkaa – ruohoturvekankaan lajistoa oli siellä täällä. Etenkään sammalet eivät viihtyneet runsaan lehtikarikkeen takia eikä lettosammalia ollut.

Pääosalla suoaltaasta alkuperäisen suotyyppin arveltiin olleen pikemminkin ruohoista sarakorpea kuin lettoa. 1950-luvun ilmakuvat kertovat suon olleen luonnontilassa melko vähäpuustoinen.

Puuston poistoa seuraavana kesänä tehtiin käsityönä lisää patoja, joiden avulla valuma-alueen vedet alkoivat vettä tehokkaasti aiemmin kokonaan ojien ympäröimää ruohoturvekankaista suon keskustaa. Lettoisuuden kannalta vahvimmat vedet tulevat etelästä ja ne ruokkivat ensisijaisesti lounaisnurkkaa, jossa lettokasvillisuutta oli säilynyt. Luoteesta tulee oja, jonka valuma-alue on noin 8 hehtaaria ja sen vedet saatiin leviämään ojien ympäröimälle suon osalle (kuvat 82 ja 83).

Ruohoturvekankaan kasvillisuus reagoi ojien patoamiseen nopeasti: osin vettymiseen ja tulevien vesien aiheuttamiin veden laadun muutoksiin, osin hakkuun lisäämään valoisuuteen. Kohteelle jäi runsaasti pientä puuta ja suuria koivujakin, sillä tavoitteena oli palauttaa nevakorville ominainen puustoisten osien ja aukkopaiikkojen mosaiikkimaisuus.

Valitettavasti käsintehdyt padot pettivät yksi toisensa jälkeen, ja suo kuivui jälleen. Vuonna 1999 voimalinjan alla oli niin tiheä monimetrinen vesakko, että suon vaaitus, jota suunniteltiin ennallistamistoimien optimaaliseksi kohdentamiseksi, ei onnistunut.

Järeämpiä toimenpiteitä

Yliopisto sai Ålandsbankenin luontorahastolta rahoituksen suon koneelliseen ennallistamiseen ja kaivuri kävi patoamassa oja-astoa kesällä 1999 (kuvat 82 ja 83). Myös vesak-

koa raivattiin. Käsien tehtyjen toimien alustavat vaikutukset saatiin elvytettyä ja tilanne vakiinnutettua.

Runsaat kymmenen vuotta ennallistamisesta sen vaikutuksia jo arvioitiin vuoden 2013 ennallistamisoppaaseen (Sallantaus & Vasander 2013). Eniten muuttuneen, aikanaan ojen kokonaan ympäröimän alueen kasvillisuus oli kehittynyt kohti suurruohoista ja suursaraista luhtakorpea (kuva 85). Suon niukan kaltevuuden vuoksi vedet levittäytyivät hyvin ja märkyys oli pitänyt vesakoitumista kurissa ja harventanut puustoa. Aluskasvillisuuteen oli ilmestynyt runsaasti korpikastikkaa (*Calamagrostis phragmitoides*), mätässaratuppaita (*Carex cespitosa*), samoin pitkäpääsaraa (*C. elongata*), pullosaraa (*C. rostrata*) ja luhtaviljaa (*Eriophorum angustifolium*). Suoruohoista lajistoon kuuluivat muun muassa kurjenjalka (*Comarum palustre*), rentukka (*Caltha palustris*), suo-orvokki (*Viola palustris*), terttualpi (*Lysimachia thyrsoiflora*), ranta-alpi (*L. vulga-*

ris), ojakellukka (*Geum rivale*), luhtakuusio (*Pedicularis palustris*), luhtamatara (*Galium uliginosum*), mesiangervo (*Filipendula ulmaria*) ja lehtovirmajuuri (*Valeriana excelsa*).

Sammallajisto oli tyypillistä luhtaiselle ruohoiselle korvelle: luhtakuirisammal (*Calliergon cordifolium*) oli runsas, samoin ota-luhtasammal (*Calliergonella cuspidata*) sekä kiiltolehväsammal (*Pseudobryum cinclidioides*). Alueellisesti uhanalaista kampasammalta (*Helodium blandowii*) tavattiin, metsäkamppisammalta (*Sanionia uncinata*) löytyi jäljellä olevilta hakkuutähteiltä, korpilehväsammalta (*Plagiomnium ellipticum*) ja lettohiirensammalta (*Ptychostomum pseudotriquetrum*) oli myös paljon, hetesirppisammalta (*Sarmentypnum exannulatum*) esiintyi. Rahkasammalista tavattiin muun muassa heterahkasammal, lettorahkasammal, okarahkasammal (*Sphagnum squarrosum*) ja vaalearahkasammal (*S. centrale*). Tukitussa ojassa viihtyi hetekuirisammal.



Kuva 85. Vuonna 1999 padottujen ojen ympäröimän entisen ruohoturvekankaan kasvillisuus oli vuonna 2010 heinäistä, saraista ja suurruohoista luhtaista korpea. Kuva: Tapani Sallantaus.

Lupaavasti elpynyt lettokasvillisuus lounaisnurkassa oli käsin tehtyjen patojen pettämisen jälkeen ehtinyt taantua, mutta tilanne korjaantui ja vaikutusalue laajentui. Lettoisuus oli saanut tarvittavan piristysruiskeen (kuva 86).

On merkille pantavaa, että pääosa leton sammalista ei ollut ylittänyt padottua ojaa. Vain vähän kuivahtaneella reunaosalla lettolierosammal, rimpisirppisammal ja lettoväkäsammal lisää vettä saatuaan röyhähtivät kasvuun aivan ojan tuntumassakin, mutta ojan toiselle puolelle ne eivät siirtyneet. Ojien keskellä olleella alueella kasvillisuus oli vaateliasta luhtakorven lajistoa ja puhtaista lettolajeista lähinnä vain jokunen lettokynsisammalen (*Dicranum bonjeanii*) verso kasvoi suon valoisalla osalla.

Uusia mutkia matkaan

Tämän jälkeen suolla on tapahtunut joitain merkittäviä häiriöitä. Vuonna 2013 havaittiin, että suon lounaisosan lettolähdetihkuisen alueen yläpuolitse oli ajettu metsätyökoneella. Koneesta oli jäänyt syvät urat lähteiseen maahan. Ne muuttivat vesien kulkua tarkemmin selvittämättömällä tavalla. Suolle päätyvien vesien kokonaismäärää urat eivät vähentäneet, mutta purkautumisreitit muuttuivat, ja osia rinnetihkualueesta jäi vaille vesiään. Lännestä kulkeutui koneuraa pitkin hieman vesiä leton yläosille. Korjaavia toimenpiteitä ei yritetty.

Vuonna 2020 havaittiin tärkeimmän padon pettäneen. Padon tarkoituksena oli ohjata luoteesta tulevat vedet, pääosa suolle tulevista vesistä, padottujen ojien keskellä sijaitsevalle suonosalalle. Kuivattavan tilanteen kesto ei tiedetä, mutta pato korjattiin lapio-työnä välittömästi, kun vuoto havaittiin.



Kuva 86. Suon lettotihkuinen lounaisnurkka sai lisää vesiä eteläisimmän padon ansiosta ja sähkölinjanalaisen ojan kuivatusvaikutus väheni padotusten ansiosta. Keskustavaikutteinen lettokasvillisuus oli suurin hyötyjä, puuntaimia oli kuitenkin tulossa kilpailuun. Kuva: Tapani Sallantaus.

Kolme vuosikymmentä muutosta

Vuonna 2024 suon tilaa kartoitettiin 30 vuotta ensimmäisten ennallistamistoimenpiteiden jälkeen.

Ruohoturvekankaan puustoa oli vuonna 1995 harvennettu voimakkaasti tavoitteena palauttaa nevakorville ominainen puustoitteen osien ja aukkopaiikkojen mosaiikkimaisuus. Vuodet 1998 ja 2004 olivat märkiä ja karsivat lisää puustoa. Padotuksista ja vesien tehokkaasta leviämisestä huolimatta alue oli alkanut puustottua jo vuoteen 2013 mennessä ja oli vuonna 2024 monin paikoin hyvin tiheä. Useita suuria koivuja oli edelleen elossa ja hyväkasvuisina, pieniä koivuja ja pensastoa oli tullut runsaasti lisää.

Kuvion itäinen osa on tasaista. Vesi jää sinne seisomaan ja kuuset olivat pääosin kuol-

leet, mutta lehtipuuvesaikkooa oli ilmaantunut. Lehdettömän ajan ilmakuvassa itäinen reuna näyttää vielä harvapuustoiselta (kuva 83). Korkeakasvuiset heinät, sarat ja ruohot olivat edelleen voimissaan; kenttäkerros oli tiheää (kuva 87). Matalakasvuiselle lettolajistolle oli niukasti tilaa levitä.

Vesien tulosuunnassa, kuvion länsiosassa, on jonkin verran kaltevuutta, noin 0,5 %, ja puustossa oli säilynyt liikkuvien vesien ansiosta melko runsaasti myös kuusta ja puusto oli itäosaa selvästi tiheämpää. Runsas varjostus ja märkyys vaikuttanevat siihen, että kasvittomiakin kohtia oli edelleen tai syntynyt, putkilokasvisto oli harvaa ja matalaa, sammalillekin oli tilaa (kuva 88).

Vesittämisen alkuvaiheessa kasvillisuus oli varsin monipuolista ja vaikutelmana vuonna 2024 oli osittaista yksipuolistumista sekä län-



Kuva 87. Vuonna 2024 luhtainen heinä-, ruoho- ja sarakorpi oli varsin ennallaan. Kasvillisuus vaikutti kuitenkin hieman yksipuolistuneen. Kuva: Tapani Sallantaus.



Kuva 88. Suon läntiselle reunalle tulee pääosa tulevista vesistä ja vesi on kaltevuuden vuoksi liikkuvaa. Kuusta on vesien liikkuvuuden vuoksi jäljellä, varjostus, puuston ravinnekilpailu sekä runsas veden virtaus karsivat kenttäkerrosta, mutta antavat kasvutilaa sammalillekin. Kuva: Tapani Sallantaus.

si-, että itäreunassa. Kokonaisuutena entinen ruohoturvekangas oli lajiston suhteen kuitenkin varsin ennallaan. Vuoden 2013 tilanteeseen nähden mainitsemattomia lajeja olivat muun muassa alueellisesti uhanalainen lehtoväkäsammal (*Campyllum protensum*), joka on lehtojen ja rehevien puustoisten soiden laji, suokinnassammal (*Scapania paludicola*), aito suolaji, lähteikköjen, lehtojen ja rehevien korpien vaarantunut haaraliuskasammal (*Riccardia multifida*) sekä häirityn turvemaan pioneirilaji, vaarantunut notkoritvasammal (*Pseudocampyllum radicale*). Lettorahkasammal oli levinnyt voimakkaasti ja oli rahkasammalista runsaimpia.

Ongelmia voimalinjanalusletolla

Vuosien ja vuosikymmenten aikana lajisto on muuttunut myös voimalinjan alla. Alkuröyhädyksessä lettolajisto oli eturintamassa hyötymässä ojien patoamisista. Taantumista oli kuitenkin tapahtunut. Vuoden 2024 inventoinnissa ei esimerkiksi lettolierosammalta eikä lettosirppisammalta enää löydetty ja rimpisirppisammal oli hyvin niukka. Ne olivat aikanaan runsaita, nyt niiden kasvupaikalla oli paljolti kasvitonta turvepintaa. Esimerkiksi rassisammal ja lettoväkäsammal olivat edelleen hyvinvoivia. Alkujaankin niukkoina esiintyneitä lajeja kuten lettokilpisammalta, lettokuirisammalta, kultasammalta ja puna-

sirppisammalta ei havaittu. Lajien löytyminen aikanaan oli monien vuosien ja useiden henkilöiden työn tulosta, ja näitä lajeja saattaa edelleen piileskellä alueella.

Putkilokasvilajisto oli säilynyt hyvin. Kel-tasara oli levittäytynyt itäkoilliseen ja joitain versoja jonkin matkaa myös ojan yli kohti suon keskustaa. Lettovillaa, villapääluikkaa, sykeröpiippoa ja suovilukkoa löytyi paljon, samaan tapaan kuin vuonna 2012 (kuva 86).

Lettosammalien osittaisen taantumisen syyt eivät ole täysin selvillä. Muutoksien ajan-kohtia ja kehittymistä ei ole dokumentoitu. Vesien kuluissa on tapahtunut muutoksia. Lettotihkualueen kaltevuus on suuri, yli 1 %, hydrologiaa on haavoitettu ja se on kaltevilla pinnoilla vaikeasti korjattavissa. Kävijämäärä kohteella on suuri: opiskelijoita ja harrasta-jia vierailee säännöllisesti pienellä alueella. 15 aarin kuviosta vain osa on kasvillisuuden kannalta kiinnostavaa. Pitkospuut ovat lahonneet. Niiden reunaa kulkee kävijöiden valta-väylä, turve tiivistyy kulkijoiden alla, sammal-tuppoja otetaan tarkasteluun. Padot ovat ma-daltuneet; ylin pato on ollut erityisen tärkeä ja aikanaan lapiotyönä tehty herkän sijaintin-sa vuoksi. Toimenpiteitä tarvitaan, mutta ne ovat haasteellisia.

Kohde tuo konkreettisesti esiin ennallis-tettujen lettojen hoidon ongelmat. Puuston säännöllinen raivaus on ollut ja tulee ole-maan edellytys Huppionvuoren avolettoisen osan säilymiselle. Sitä tehdään Huppionvuor-en letolla voimalinjan tarpeisiin. Sähkölínjan alainen suo oli alkujaan kuivunut ojituksen vuoksi vain vähän, ojitus ei ollut mobilisoi-nut suuria ravinnemääriä eikä matalakasvui-nen lettokasvillisuus ollut siksi kokonaan tu-kahtunut korkean kasvillisuuden alle.

Hydrologian merkitys kasvillisuuden kehittymiselle

Suo kuivuu useina kesinä niin, että vettä ei ole lainkaan näkyvillä edes ojissa. Tämä viit-taa läpäiseviin maalajeihin. Myös inventoin-neissa vuonna 2024 suo oli kuiva vielä syys-kuun alussa (kuva 88). Avovettä ei näkynyt edes ojissa. Sateisina kausina suo saa valu-ma-alueeltaan hyvin vettä. Marraskuussa 2024 entisellä ruohoturvekankaalla sai kah-lata varoen (kuva 89).

Puuston säilymisen ja kasvillisuuden ke-hittymisen taustalla voi olla kasvukau-deltaan varsin kuiva jakso. 1,5 kilometrin päässä letosta sijaitsee ympäristöhallinnon ylläpitämä Paunulanpuron mittapatoalue, josta on valuntatietoja 1960-luvulta alkaen. Vuosien 2014–2023 kesäkuukausien keski-valuma alueella oli vain 1,7 l/skm². Kesäkuu-kausien keskiarvo vuosina 2004–2013 oli 2,8 l/skm², normaalikaudella vuosina 1971–2000 4,5 l/skm².

Monilla ennallistamiskohteilla vasta märkä kasvukausi tappaa puustoa. Edellinen märkä kasvukausi Orivedellä oli vuonna 2004, jol-loin puustoa karsiutui letolla runsaasti. Kuu-sen säilyminen ja puuston hyvä kasvu suurel-la osalla entistä ruohoturvekangasta saattavat olla siis väliaikaisia; märkä kesä voi muuttaa tilannetta lettokasvillisuuden eduksi.



Kuva 89. Suolle vettä syöttävä valuma-alue on 15-kertainen suon alaan nähden ja suo on siksi ajoittain hyvin vetinen. Kuva: Tapani Sallantaus.

Veden kemia lettoisuuden taustalla

Vesinäytteitä otettiin jo ensimmäisiä patoja voimalinjanalusletolle tehtäessä. Tavoitteena oli saada käsitys vesien lettopotentiaalista. Koneellisen ennallistamisen jälkeen alettiin seurata kahta pääasiallista tulouomaa ja lähtevää vettä (kuva 82). Tuoreita havaintoja oli tuolloin ennallistamisen vaikutuksista ravinteiden ja orgaanisen hiilen vapautumiseen (Sallantaus 2004) ja rehevillä soilla arveltiin ilmiön olevan vielä voimakkaampaa. Suuri ravinnelaskeuma tai ravinteiden mobilisoituminen esimerkiksi veden pinnan noston seurauksena on Keski-Euroopassa ongelma lettokasvillisuuden säilymisen tai palauttamisen kannalta (Kooijman 1992, Lamers ym. 2015). Suomessa entisiä lettoja löytyy metsäojitusalueilta ja kuivatuksen kesto on Keski-

Euroopan maatalousmaihin nähden lyhyt ja sääolot ovat erilaiset. Kokemuksia lettoennallistamisista ei meidän oloistamme ollut.

Näytepisteiden valuma-alueista eteläisen, sähkölinjanaluslettoa ruokkivan, katsotaan edustavan 3 hehtaarin alueelta tulevaa vettä ja luoteesta tulevan koko muuta 12 hehtaarin aluetta. Koko valuma-alue on siis 16 ha, jossa 15 ha ruokkii yhden hehtaarin suoaluetta. Hehtaarin alasta 0,7 ha on tukittujen ojien ympäröimää ja 0,3 ha ojan ja kankaan välissä olevaa aluetta. Lounainen voimalinjan alla oleva 0,15 ha:n lettokuvio saa etelästä kalkkipitoisimpia vesiä, itäkaakkoisen 0,15 hehtaarin lettonevakuvion valuma-alue on pieni ja kuvion saama vesimäärä kasvoi vasta ojien tukkimisen jälkeen ojan yli tulevien vesien ansiosta (kuvat 82 ja 83).

Veden laatu muuttuu veden kulkiessa ennallistamisalueen läpi (taulukko 2). Ennallistettu alue aiheuttaa lähtevän ja tulevan veden pitoisuuseron. Pitoisuusero kerrottuna leton kautta purkautuvalla vesimäärällä kertoo ennallistamisalueen valumaveteen tuottaman ainemäärän. Tätä ainemäärää tulkitaan suon prosessien ymmärtämiseksi, vertailukohtina suota syöttävät, metsätalousmaata olevat alueet sekä julkaistut metsätalousalueiden ja luonnontilaisten alueiden huuhtoutumat.

Vuosivalunta Oriveden Paunulanpurolla on ollut keskimäärin 280 mm jaksolla 2000–2023. Tällä valunnalla suolta poistuva vesimäärä on keskimäärin 4 500 mm/v.

Pienestä näytemäärästä aiheutuen huuhtoutumisarvot ovat suuntaa antavia, mutta niiden esittäminen mahdollistaa vertailun muihin huuhtoutumista ja kuormitusta selvittäneisiin tutkimuksiin. Lähtevästä vedestä on 17 näytteenottokertaa.

Ennallistetun suon orgaanisen hiilen huuhtouma vuosina 2020–2024 on ollut noin 400 kg/ha v suurempi kuin muun valuma-alueen, noin 6-kertainen Suomen metsätalousmaan keskimääräiseen huuhtoutumaan verrattuna (Finér ym. 2021), viisinkertainen syöttävän valuma-alueen keskimääräiseen huuhtoutumaan verrattuna. Ennallistamisen alkuvuosina ylimäärähuuhtoutumat ovat olleet noin 50 % tätä korkeampia. Orgaaniset hiiliyhdisteet ovat happamia ja huuhtovat suolta muun muassa kalsiumia. Mitatut pH-arvot ovat korkeahkoja, mutta alhaisempia lähtevässä kuin tulevassa vedessä. Ero on puolittunut vuosien saatossa.

Laskettuna vastaavasti kuin TOC:lle suotuotti vuosina 2020–2024 valumaveteen vuodessa 160 g/ha enemmän fosforia kuin muu valuma-alue, kuusinkertaisesti. Finériin ym. (2021) ja Niemiseen ym. (2020) perustuen, vertailun vuoksi, metsätalousmaan keskimääräinen fosforihuuhtouma on 80 g/ha v, luonnontilailla alueilla noin puolet tästä. Vuosina 2001–2005 Huppionvuoren ennallistamisalueen ylimäärähuuhtouma oli karkeana arviona lähes 1 000 g/ha v. Ylimäärähuuhtouma on vähentynyt siis voimakkaasti, kuudenteen osaan, ja on jo lupaavan alhainen.

Ennallistamisalueen typen huuhtoutuminen oli jaksolla 2020–2024 noin 9 000 g/ha v suurempi kuin muun alueen – viisinkertainen määrä. Huuhtoutuva tyyppi oli lähes kokonaan orgaanista tyyppiä – ei kasveille suoraan käyttökelpoista epäorgaanista tyyppiä. Typen huuhtoutumat ja pitoisuudet seuraavat orgaanisen hiilen arvoja, hiili:typpi-suhde on noin 30. Metsätalousmaan huuhtouma on keskimäärin 2 100 g/ha v, noin 50 % suurempi kuin luonnontilaisten alueiden (Finér ym. 2021, Nieminen ym. 2020).

Lähtevän veden rautapitoisuus oli huomattavan korkea ennallistamisen jälkeisenä vuotena. Huuhtouma ennallistetulta alueelta oli yli 100-kertainen muun valuma-alueen keskimääräiseen huuhtoutumaan verrattuna. Vielä vuosina 2020–2024 ero oli 30-kertainen.

Sähkönjohtavuuden kenttämittausten tulokset vuodelta 2024 osoittivat vesien leviävän hyvin, ja arvot ylsivät lettoisuuden alarajana pidetyn 40 µS/cm tasolle tai tuntumaan koko alueella. Korkeimmat mitatut arvot seu-

Taulukko 2. Veden laatu vuosina 2020–2024 havaintopisteillä, yli 20 vuotta koneellisesta ennallistamisesta. Näytteet ovat syksyiltä ja ajoittuvat vuosivaluntaa ajatellen edustaviin tilanteisiin.

Alue	Alk mmol/l	Ca mg/l	Fe µg/l	P tot µg/l	N tot µg/l	TOC mg/l	pH	y25 µS/cm	ala ha
Tuleva lettotihku	0,28	6,3	110	7	460	13	6,7	42	3
Tuleva pääosa	0,21	6	140	9,2	640	19	6,6	39	12
Tuleva yhteensä	0,23	6	140	8,8	600	18	6,6	39	15
Lähtevä	0,23	6,9	390	12,4	800	27	6,4	41	16

rantajaksolla valumaveden sähkönjohtavuudessa ovat lounaisnurkasta noin 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Alimmillaan lähtevän veden sähkönjohtavuus on ollut 32 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Myös korkeimmat alkaliniteetin pitoisuudet ja pH-arvot löytyivät lounaisnurkan lettotihkuiselle alueelle tulevista vesistä. Tämän pisteen fosforin ja orgaanisen hiilen pitoisuudet ovat kohteista pienimpiä.

Johtopäätökset

Ennallistaminen on onnistunut hyvin. Myös ongelmia on ilmennyt.

Suon lettoisuus on alun perinkin ollut melko niukkaa. Vain vähän muuttuneella suon reunaosalla leton peruslajisto hyötyi veden pinnan nostosta välittömästi. Pitkälle muuttuneen suon keskiosan vallannut lajisto on luhtaisen rehevän korven lajistoa, eivätkä leton perussammat ole levinneet sinne.

Lettolajiston leviämistä ovat estäneet ennen kaikkea ojituksen ja uudelleen vesittäamisen aiheuttamat kemialliset muutokset, jotka kuvastuvat veden laatuun. Ojitusvaiheen muokkaama turvekerros vapauttaa vettyneenä ravinteita, happamia humusaineita sekä myös muun muassa rautaa. Nämä tekijät ovat suurelle osalle leton peruskasvilajeista haitallisia, mutta suosivat muun muassa otaluhtasammalta, luhtakuirisammalta, lettohiirensammalta ja luhtakorven rahkasammalia. Vastaavia havaintoja on Hollannista, missä ilmaperäisen rehevöittävän kuormituksen ja happaman laskeuman seurauksena lettosammat ovat korvautuneet muun muassa otaluhta- ja luhtakuirisammalella sekä rahkasammalla (Kooijman 1992).

Ravinteiden ja orgaanisen hiilen kasvnutta huuhtoutumista on pidetty tärkeänä huomioon otettavana asiana soita ennallistettaessa vesistövaikutuksien välttämisen kan-

nalta (Sallantaus 2004, Koskinen ym. 2017). Huppionvuoren letto ei ole veden laadun muutosten suhteen poikkeus. Esimerkiksi ennallistamisen liikkeelle saamat fosforimäärät ovat suurimpien rehevissä korvissa havaittujen luokkaa (Kareksela ym. 2021). Lettojen ja muidenkin rehevien soiden pienialaisuuden vuoksi ongelmia ei kuitenkaan alapuolisissa vesissä käytännössä aiheudu.

Seurattu ajanjakso on pitkä, ja veden laatu, etenkin fosforin osalta, on lupaavasti parantunut. Ruohoturvekankaan tilalle syntyneen rehevän, ruohoisen, miltei lettoisen sarakorven lajistokin on arvokasta, mutta umpeenkasvu uhkaa. Tiheän puuston harvennus on kaksiteräinen miekka. Letoille ominaista avoimuutta usein tavoitellaan, mutta avoimuus voi suosia korkeaa heinä-, sara- ja ruohokasvillisuutta, joka tukahduttaa lettolajistoa. Puuston varjos- tus ja ravinnekilpailu sen sijaan tuovat kenttäkerrokseen aukkoisuutta ja matalakasvuinen lajistokin, kuten sammat, saavat tilaa levi- tä. Puustoa karsivat mätät hydrologiset jaksot ovat myös väistämättä ennen pitkää tulossa.

Letot on suurelta osin otettu maa- tai metsätalouden tarpeisiin. Ne muuttuvat hyvin nopeasti ojituksen jälkeen. Jos lettoisia soita halutaan palauttaa, on turha etsiä vain hieman muuttuneita kohteita – niitä ei ole. Tällaiset kohteet ovat lähinnä karujen rämeiden rehevyystasoa. Vaatelias kasvillisuus on palautettava niistä lähtökohdista, joita on olemassa.

Huppionvuoren leton suurin anti soiden ennallistamiselle on käytännön esimerkki siitä, että turvekangasasteelle edenneestä rehevästä, runsaspuustoisesta suometsästä saadaan haluttaessa arvokas puustoinen suo, tässä tapauksessa ruohoinen, miltei lettainen sarakorpi, pienine ongelmineen, varsin lyhyessä ajassa.

10.6 Ruovikoituneen luhtaleton hoito niittämällä

Risto Vilen

Etu-Haukilammen letto

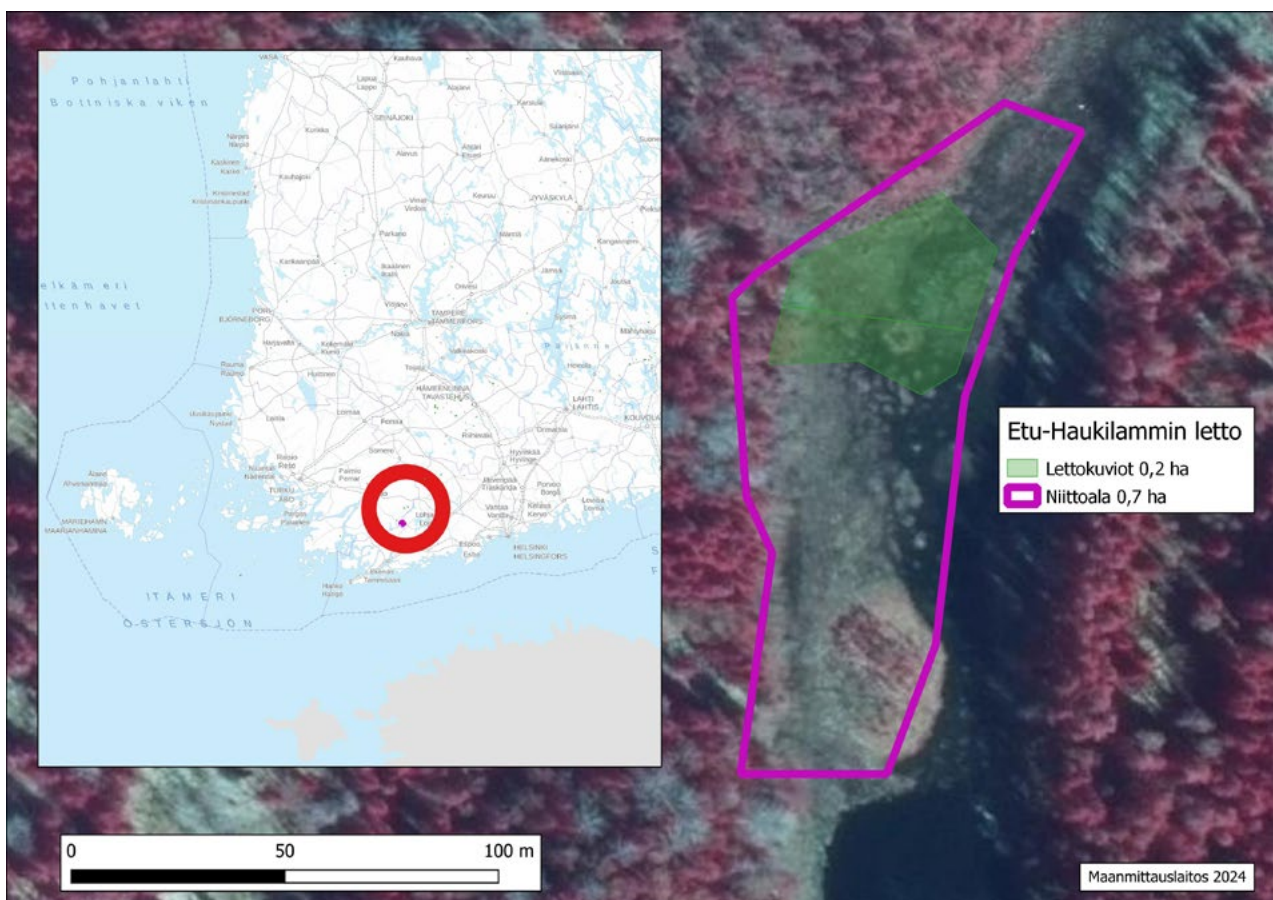
Etu-Haukilammen letto on yksi Lounais-Suomen edustavimpia lettoja. Se sijaitsee monimuotoisen kalkkikallion kupeessa, Salon Korkeaniemenkallion Natura-alueella (FI0200050) ja on osa yksityistä suojelu- aluetta (kuva 90). Vesitalous on luonnontilainen. Leton eteläsuomalaisittain vaateliasta lajistoa ylläpitävät ainakin viereisen 20 metriä korkean kalkkikallion valuvedet (kuva 91). Pohjavesivaikutusta ei ole näkyvillä, mutta pohjavettä voi purkautua luhtan pinnan alla.

Etu-Haukilammen rannalla on kaksi pieni- alaista ja rimpistä luhtallettokuviota (yht. 0,2 ha). Vanhojen ilmakuvien perusteella alue on ollut huomattavasti avoimempi (kuvat 91A ja

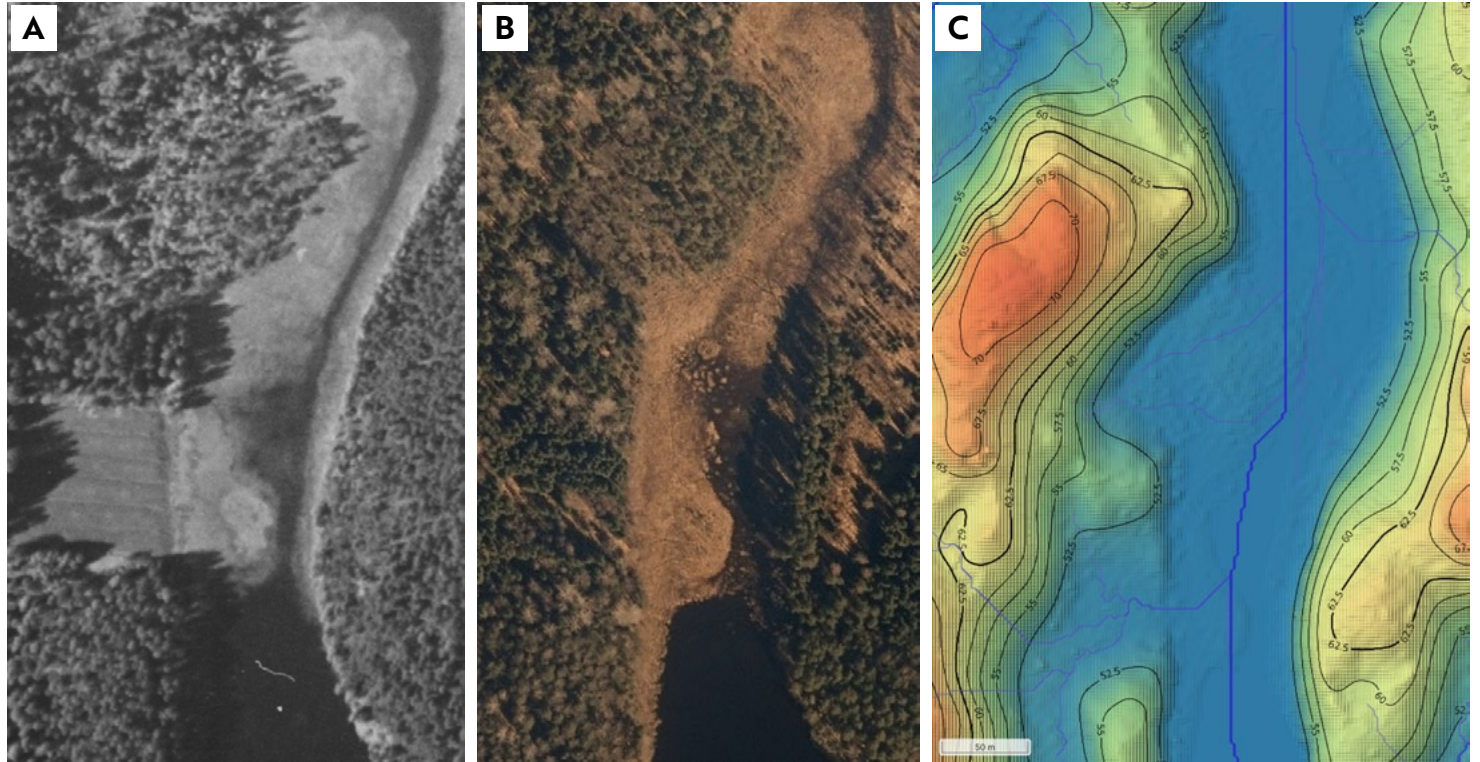
91B). Nykyisellään lettoalue on ruovikoitu- nut niiton, ja mahdollisesti laidunnuksen, lo- puttua. Järvivesi peittää ajoittain leton, mikä lienee nopeuttanut ruovikoitumista ja muu- ta umpeenkasvua yhdessä yleisen rehevöity- misen kanssa.

Taustatyöt ja hoitoniitot

Etu-Haukilammen leton hoitotarve tunnis- tettiin Varsinais-Suomen ELY-keskuksen te- kemien LETOT-hankkeen inventointien yh- teydessä vuonna 2021. Silloin molemmille lettokuvioille tehtiin LETTO-PUTTE-hank- keen tutkimukset. Toinen lettokuvioista oli käytännössä ruovikkoa, mutta rimpipinnoilta löytyi edelleen hyvin lettosammalia, vaikka-



Kuva 90. Etu-Haukilammen leton sijainti, lettokuvio ja niittoala. © Maanmittauslaitos 2024.



Kuva 91. Luhta lettoineen vuonna 1937 (A) ja 2017 (B). Järviruoko on lisääntynyt saraluhdalla, ja entinen niitty kasvaa nyt metsää. Korkeusmallissa Korkeaniemenkallio erottuu selvästi lännessä (C). Virtausverkko osoittaa kalkkipitoisten valuvesien ohjautuvan letolle ja luhdalle. © Maanmittauslaitos 2024 (A ja B) ja © Scalgo Live 2024 (C).

kin paksun ruokomassan seasta (kuvat 92A ja 92B). Edustavampi lettokuviokin oli hyvää vauhtia ruovikoitumassa (kuva 92C). Lajistossa esiintyy runsaina alueellisesti uhanalaiset lettolierosammal (*Scorpidium scorpioides*) ja lettokilpisammal (*Cinclidium stygium*) sekä lettorahkasammal (*Sphagnum teres*). Lisäksi letolla kasvaa muun muassa alueellisesti uhanalainen lettosirppisammal (*Scorpidium cossonii*), lettoväkäsammal (*Campylium stellatum*), lettonauhasammal (*Aneura pinguis*), lettohiirensammal (*Ptychostomum pseudotriquetrum*) ja silmälläpidettävä kutrirahkasammal (*Sphagnum contortum*).

Kohteelta mitattiin vuonna 2022 laajemmin pH-arvoja ja johtokykyä Helsingin yliopiston tutkimuksessa (Raijas 2022). Hoitosuunnitelma laadittiin yhteistyössä Metsähallituksen Luontopalvelujen kanssa vuonna 2022.

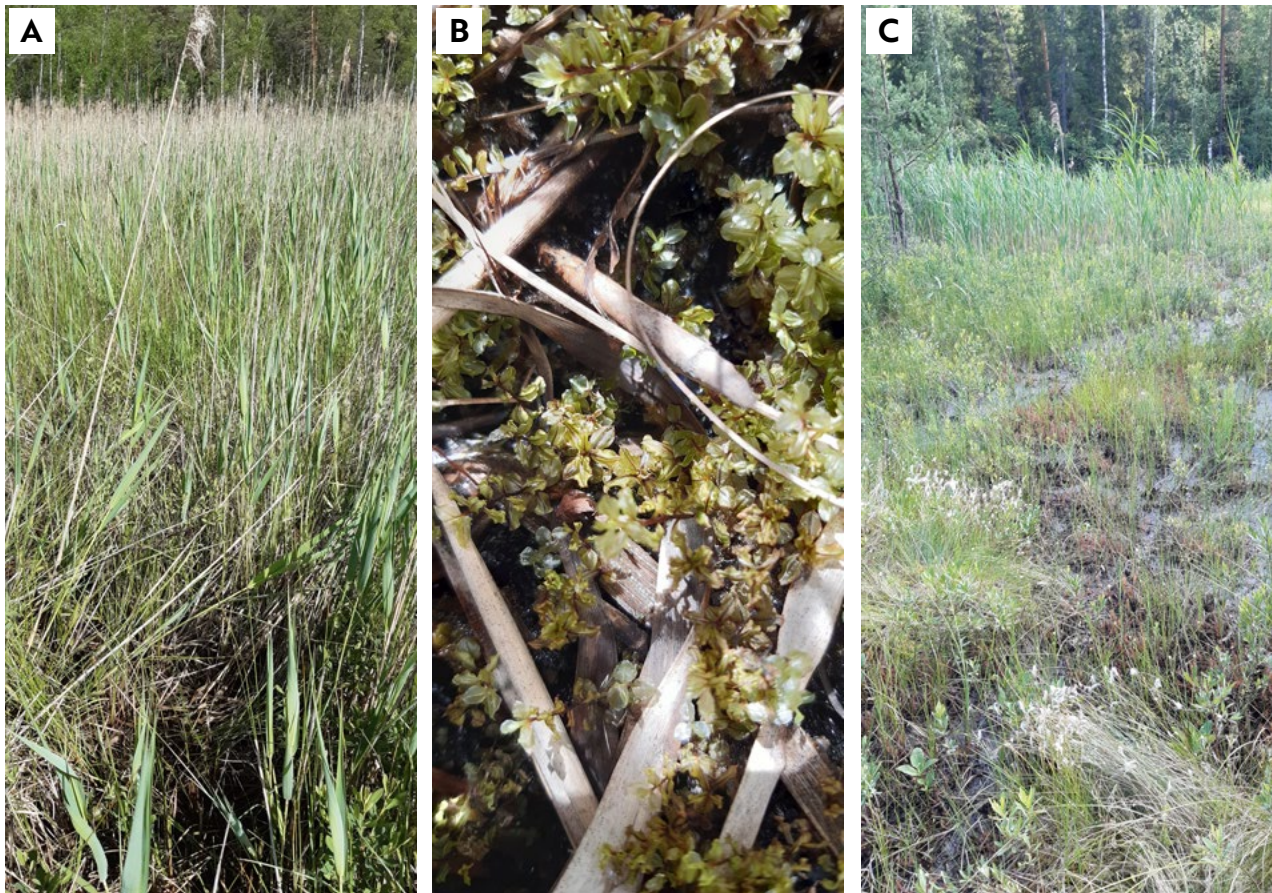
Ruovikko niitettiin kaksi kertaa vuosina 2023 ja 2024.

Vuonna 2023 tutkittiin myös leton kotilo- ja kärpäslajistoa (Könönen 2023, Winqvist 2023). Letolta ja muulta hoitoalueelta tehtiin tarkempi sammal- ja putkilokasviselvitys vuonna 2024 (Envibio 2024).

Hoitosuunnitelma

Hoidon merkitystä lettolajistolle voidaan seurata, kun lähtötilanne on tiedossa. Käytössä olivat LETOT-hankkeen yhteydessä tehdyt lettokuvioiden rajaukset ja lajistosiselvitys vuodelta 2021. Lisäksi molemmilta lettokuvioilta tehtiin LETTO-PUTTE-hankkeen menetelmällä kasvillisuusnäytealat ja vedenlaadun mittaukset. Opinnäytetyönä tehtiin tarkat vesimittaukset vuonna 2022 (kuva 93) (Raijas 2022). Mittaustulosten perusteella paikannettiin hoitoalue, jonka vedenlaatu vaikutti lettolajiston kannalta sopivalta: pH oli välillä 5,54–6,86 ja johtokyky 31–185 (kuvat 90 ja 93).

Ruovikon hillitsemiseksi pohdittiin aluksi laidunnusta, mutta tästä luovuttiin, koska



Kuva 92. Letto oli pahoin ruovikoitunut (A ja B) ja ruoko levittäytyi jo edustavammallekin kuviolle (C), kesäkuu 2021. Kuvat: Risto Vilen.

kohde on pienialainen ja sijainti on laidunnuksen kannalta hankala. Lisäksi laiduneläinten liikkuminen ohutturpeisella ja upottavalla kohteella voi olla riski lettolajistolle.

Ruovikkoa päätettiin poistaa käsityönä niittämällä, sillä märän ja upottavan kohteen niitto ei olisi mahdollista koneellisesti. Koneet voivat myös vaurioittaa luhdan pintaa ja arvokasta lajistoa.

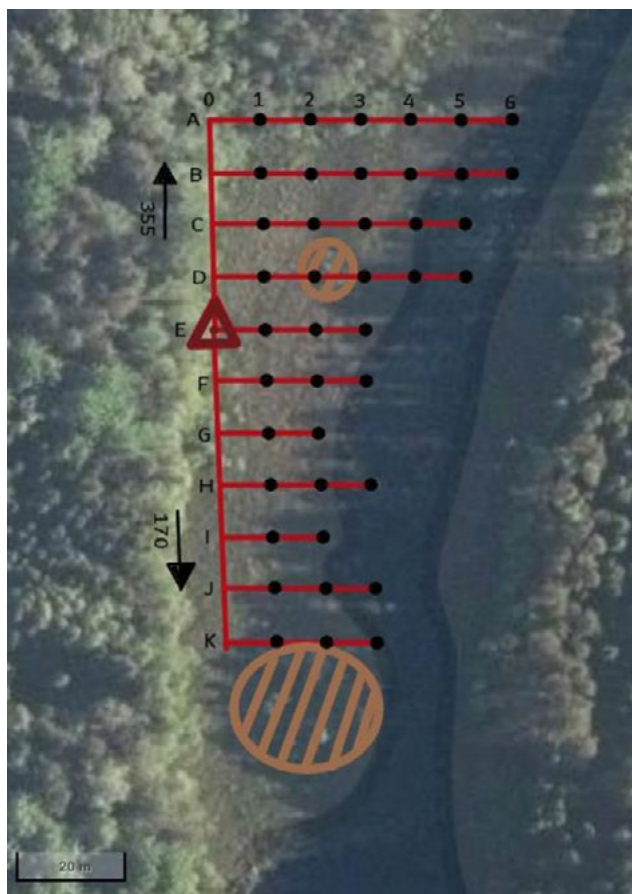
Kertyvä niittojäte päätettiin läjittää viereiseen metsään maatumaan. Ruokomassan kuljettaminen kauemmaksi olisi ollut hankalaa ja kallista.

Niittoala rajattiin pH- ja johtokykymittausten perusteella. Hoito päätettiin toteuttaa lettokuviota laajempaan (n. 0,7 ha). Lettolajiston edellyttämää hyvälaatuista vettä löytyy luhdalta lähes nelinkertaisesti nykyistä lettoa laajemmalta alalta (kuva 93). Ruovikon laajempi poisto hidastaa myös leton reunaosien umpeenkasvua. Hoidon tavoitteena on

ensisijaisesti nykyisten lettokuvioiden säilyminen ja edustavuuden parantuminen. Toisijaisena tavoitteena on lettolajiston levittäytyminen laajemmin hoidetulle alalle.

Ruovikkoa päätettiin niittää kahtena peräkkäisenä vuonna riittävän hoitotuloksen saavuttamiseksi. Kahden niittokerran vaikutus selviää seurannoissa tulevana vuosina. Niittoa jouduttaneen jatkamaan tulevaisuudessakin.

Leton sammal- ja putkilokasviselvitys tehtiin koko hoitoalalta ennen toista niittoa, jotta voidaan arvioida hoitotulosta lajistomuutoksia vertaamalla. Ensimmäinen niitto paljasti runsaasti lisää lettosammalkasvustoja, ja lettoisen alueen pinta-ala lähes kaksinkertaistui aiempien inventointien tuloksiin verrattuna. Kohteelle perustettiin kahdeksan 5 x 5 metrin näyteruutua, jotka merkittiin nevan pintaan upotetuilla metallipaloilla, jotta seurantarauut voidaan myöhemmin paikantaa metallinpaljastimella.



Liian syvä mitattavaksi Liian kuiva mitattavaksi

B

Piste	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
Ph	6,48			6,33	6,15	6,09	6,09	
Joht. (μS)	174			123	77	31	27	
Piste	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
Ph	6,54	6,13	6,63	6,58	6,49	5,69	6,1	
Joht. (μS)	143	82	101	113	32	26	25	
Piste	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	
Ph	6,66	6,86	6,68	6,38	5,55	5,75		
Joht. (μS)	135	100	63	31	50	38		
Piste	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Ph	6,73	6,76	6,59	6,41	6,24	5,96		
Joht. (μS)	151	120	63	32	31	26		
Piste	E0	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Ph	6,51	6,51	6,52	6,54				
Joht. (μS)	169	109	52	28				
Piste	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	
Ph	6,2	6,33	5,88	5,19				
Joht. (μS)	185	109	50	29				
Piste	G0	G1	G2	G3	G4	G5	G6	
Ph	6,22	6,21	6,06					
Joht. (μS)	154	99	53					
Piste	H0	H1	H2	H3	H4	H5	H6	
Ph	6,22	6,16	5,87	5,54				
Joht. (μS)	136	95	66	53				
Piste	I0	I1	I2	I3	I4	I5	I6	
Ph	6,16	6,05	5,51					
Joht. (μS)	131	108	71					
Piste	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	
Ph	6,39	6,43	6,15	5,49				
Joht. (μS)	147	100	75	33				
Piste	K0	K1	K2	K3	K4	K5	K6	
Ph	6,12	6,23	4,89	4,6				
Joht. (μS)	162	104	60	70				

Kuva 93. Vedenlaatumittaukset tehtiin 10 metrin välein. Vedenlaadun mittauspisteet paikannettiin tarkasti GNSS-laitteella. Ruskealla vinoviivoitetut alueet ovat pieniä puustosaarekkeitä (A). © Maanmittauslaitos 2022. Taulukossa ovat vedenlaadun mittaustulokset pisteittäin (B). PH- ja johtokyvyn mittausravot eivät juuri poikkea leton ja muun luhdan välillä. Lähde: Raijas 2022.

Niitto

Niitto ohjeistettiin tekemään elokuun kahden ensimmäisen viikon aikana. Ensimmäinen niitto vuonna 2023 kuitenkin siirrettiin elokuun loppuun poikkeuksellisen tulvan takia. Myöhäinen niitto heikentää vaikuttavuutta, kun ruoko on jo ehtinyt korsiintua ja vahvistaa juurakkoaan seuraavaa kasvukautta varten.

Ensimmäisellä niittokerralla joudutaan poistamaan niittoa vaikeuttavaa ylivuotista ja usein kaatunutta ruokoa, mikä kannattaa huomioida aikamenekkiä arvioitaessa. Ylivuotisen ruovikon poistaminen etukäteen talvella voisi helpottaa ensimmäistä niittoa. Jään ja lumen päällä työskentely on nopeaa ja kevyttä verrattuna märässä kasvustossa kahlailuun.

Kasvusto niitettiin raivaussahan kolmio-terällä, ja niitos haravoitiin rautaharavalla ka-

soihin (kuva 94). Myöhemmin paremmaksi työvälineeksi osoittautui kevyt ja pitkäpiikkinen monitoimiharava. Alusta oli varsin upottava, joten raivaaja käytti lumikenkiä. Märmillä alueilla tarvittiin lisäksi kahluuhaalareita.

Ensimmäisellä niittokerralla 2023 poistettiin ruovikko, suursarat, matalat varpumaiset pensaat sekä kaikki puuntaimet, jotka katkesivat raivaussahalla. Saroja ja suomyrttiä ei poistettu tarkoituksella. Ne elpyivät hyvin seuraavan kesän aikana, joten niitä voitiin toisen niiton yhteydessä säästää.

Työmaaohjetta laadittaessa tulee olla huolellinen ja varmistaa, että ohjeet päätyvät urakoitsijalle saakka. Tulee pohtia tarkkaan, mitä poistetaan ja mitä säästetään. Maastoon merkitään tarvittaessa säästettävät tai käsiteltävät

alat. Etu-Haukilammilla nauhoitettiin säästettyä sarakuvio ja tarkennettiin puutteellisia ohjeita ennen toista niittokertaa. Työ on hyvä katsoa maastossa yhdessä urakoitsijan kanssa ennen hoitotoimiin ryhtymistä.

Niittojäte läjitettiin reunametsän varjoisaan kuusikkoon, etäälle luhdasta, vähintään 10 metriä avoimen alueen reunasta. Ruokomassan keruu ja kuljetus vei aikaa lähes kaksi kertaa enemmän kuin niitto. Keruumassa kul-

jetettiin paksulla pressulla (kuva 95). Kevyt-peitettäkin kokeiltiin, mutta se repeytyi. Ruoko on märkänä painavaa ja pressun vetäminen pehmeällä alustalla raskasta. Läjityspaiikat tulee miettiä etukäteen mahdollisimman lähelle niittoaluetta (kuva 96). Mikäli mahdollista, ruokomassan on hyvä antaa kuivua ja keventyä kasoissa ennen siirtoa (kuva 97).

Toisella niittokerralla 2024 työhön päästiin tavoitellusti elokuun alussa, eikä ylivuotista



Kuva 94. Ensimmäinen niitto tehtiin raivaussahan kolmiotierällä elokuussa 2023 (A). Ruokomassaa keruui paljon. Paras työväline haravointiin on kevyt ja pitkäpiikkinen monitoimiharava (B). Kuvat: Rauno Varjonen (A) ja Ville Vasko (B).



Kuva 95. Kertynyt niittotähde vedettiin pressulla metsän reunaan, elokuu 2024. Kuva: Rauno Varjonen.



Kuva 96. Niitettyä ruokoa kertyi runsaasti, syyskuu 2023. Kuva: Risto Vilen.



Kuva 97. Etuala on haravoitu ja taka-alalla niitetyt ruokokasat odottavat vielä siirtoa, syyskuu 2023. Kuva: Risto Vilen.

ruokoa ollut haittaamassa niittoa. Tuore kasvustokin oli vuoden 2023 niiton jälkeen selvästi harvempaa ja heikkokasvuisempaa. Alueelta poistettiin ruovikko ja lehtipuiden vesat. Sarakuvio jätettiin niittämättä ja suomyrttiäkin säästettiin (kuva 98).

Henkilötyö nostaa huomattavasti kustannuksia, joten se sopii ainoastaan pienialaisille

ja herkille kohteille. Niittojätteen keruu, kuljetus ja läjitys tulee aina miettiä etukäteen, ja ne ovat usein kallein työlaji.

Etu-Haukilammilla ensimmäiseen niittoon meni 23 tuntia, mutta tähteen keruuseen peräti 47 tuntia. Toiseen niittoon meni 21 tuntia, mutta niittojätteen keruuseen kului enää 25 tuntia.



Kuva 98. Droonikuvaa toisen niiton jälkeen. Lettokuviot kuvan ylälaidassa ja keskellä, syyskuu 2024. Kuva: Ville Vasko.

Johtopäätöksiä

Etu-Haukilammilla tehtiin varsin perusteelliset selvitykset, mutta usein riittää vähempikin.

Esiselvitykset ja hoitoseuranta suunnitellaan toimenpiteiden suunnittelun yhteydessä. Tavoitteiden toteutumista voidaan seurata, kun lähtötilanne on tiedossa. Tarvittavia selvityksiä:

- Luontotyyppi-inventointi, jotta tiedetään mitä ollaan hoitamassa ja miksi.
- Uhanalaiset ja erityisesti suojeltavat lajit.
- Hoidettavalle luontotyyppille ominaiset lajit.

Etelä-Suomessa vain letoilla esiintyvää lajistoa löytyy enää hyvin harvakseltaan ja vähät kasvupaikat ovat heikkokuntoisia. Pienialaista lettoa hoidettaessa tulee huolehtia, ettei jäljellä olevaa lettolajistoa hävitetä.

Lettoa ennallistaessa tai hoitaessa on lähes aina oltava selvillä kohteen vesitaloudesta. Miksi letto on juuri siinä ja miksi sen tila on heikentynyt? Onko esimerkiksi pohjaveden laadussa tai määrässä tapahtunut muutoksia ja mitä asialle on tehtävissä? Edullisella pH-/johtokyky mittarilla ja veden lämpötilan mittaamisella pystyy tarkentamaan lettokohteen tilaa ja veden liikkeitä.

Monia lettoja on aiemmin laidunnettu. Laidunnusta suunniteltaessa laidunpaine tulee mitoittaa sopivaksi. Konetyössä taas ajourat ja työskentelyalueet tulee sijoittaa leton arvokaimpien osien ulkopuolelle. Jäljellä olevien lettojen säilyminen Etelä-Suomessa edellyttää kuitenkin hoitotoimia, joten hyvin suunniteltuihin toimiin kannattaa ehdottomasti ryhtyä.

10.7 Sallan Aatsinginhauta: 20 vuotta rinnesuon ennallistamisesta

Mika Puustinen ja Tiina Laitinen

Aatsinginhaudan rinneletto sijaitsee Sallan kansallispuistossa (Aatsingin–Onkamon Natura-alue) (kuva 99), noin 10 kilometriä Sallan kirkonkylältä itään. Suo ennallistettiin vuonna 2004 Tikankontti-Lettorikko-LIFE-hankkeessa (Kulmala 2003, 2004).

Ennallistettu rinnesuo sijaitsee Koutoivaaran länteen viettävässä rinteessä. Ennallistamisalue laskee 800 metrin matkalla keskimäärin 50 metriä. Alueella on ohutturpeisiä suopainanteita, paikoin paksumpiturpeisia suoaltaita sekä aikanaan hakattuja kivennäismaita. Rinnesuo saa vetensä Koutoivan rinneestä, joka on ennallistamisalueen yläpuolelta nuorta kasvatusmetsää ja taimikkoa. Ennallistamisalueen yläpuolella ei ole tehty

maanmuokkausta eikä ojituksia. Alueella on runsaasti pohjavesivaikutusta sekä purkautuvia lähteitä ja tihkupintoja. Alueen letoilla ja lähteissä kasvaa edelleen monia uhanalaisia-kin lajeja.

Aatsinginhaudan rinnesuot on ojitettu kolmessa vaiheessa. Suurin osa ojista on kaivettu vuosien 1963 ja 1974 välisenä aikana. Vuosina 1974 ja 1980 aluetta on täydennysojitettu ja muutama oja on kaivettu vielä 1980- ja 1990-lukujen vaihteessa. Ojat olivat ennallistettaessa kivennäismaahan syöpyneitä ja toimivia (kuva 100).



Kuva 99. Ennallistamisalue ilmakuvalla vuonna 1974. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Puolustusvoimien tiedustelukeskus 2013.

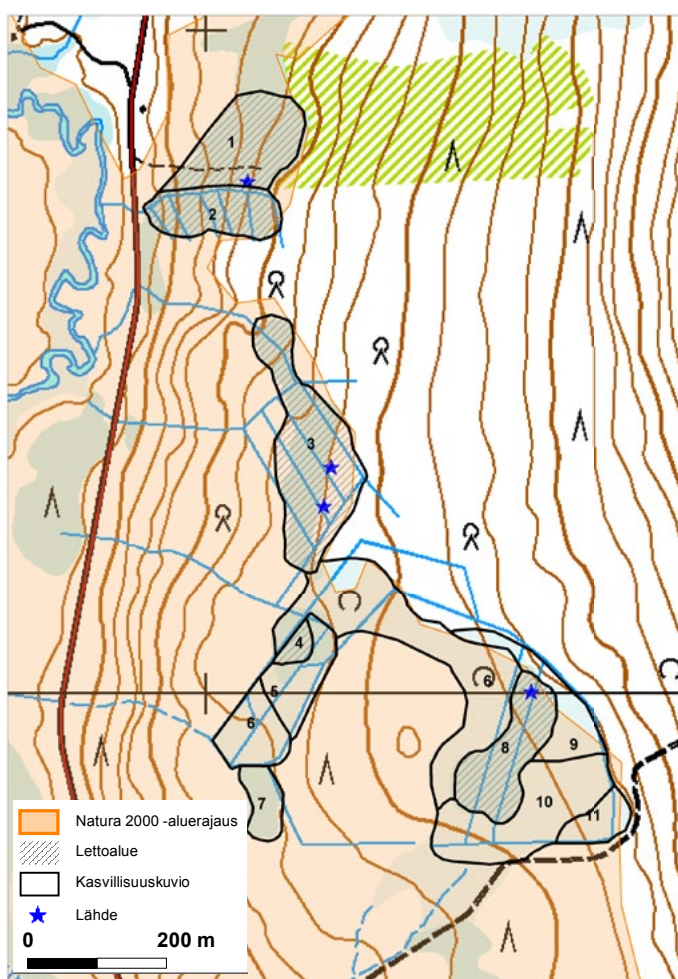


Kuva 100. Ennallistamisalueen ilmakuva vuodelta 2008. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Ojitusalueen vedet laskivat Koutoivan rinnettä alas kuutta eri pääväylää pitkin. Eteläisin pääväylä on luonnontilainen puro. Laskuojien liepeillä on ollut jonkinlaisia puroja tai noroja ennen ojitustakin, mutta niiden uomia on perattu ja oiottu kaivinkoneella. Kolmea keskimmäistä ojaa ei ole kaivettu Aatsinginjokeen asti, vaan ne päättyvät joenvarren soille.

Aatsinginhaudan rinnesuot ennen ennallistamista

Ennallistamisalue ja siellä sijaitsevat lähteet näkyvät kuvassa 101. Lettoalueet näkyvät kuvassa tummennettuina ja lähteet sinisinä tähtinä (Kulmala 2003). Alueen kasvillisuuskuviot (kuva 101) pohjoisesta alkaen:



Kuva 101. Ennallistamisalueen kasvillisuuskuviot. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

- 1) Lettorämettä ja etelälaidalla pienialaisesti lähdelettoa. Kuviolla on syvä metsäkoneura länsipuoliselta tieltä ylärinteen kivennäismaalle. Suon puusto on hakattu. Kuviolla on edustavaa lettolajistoa, mm. lettovilla (*Eriophorum latifolium*), hentokorte (*Equisetum scirpoides*), taigasara (*Carex media*), hapsisara (*C. capillaris*) ja vuorolehtihorsma (*Epilobium davuricum*).
- 2) Lyhyet poikkiojat on vedetty lettorämeelle. Letto ei vielä ole ehtinyt kuivua kovin pahoin, sillä ojat ovat vain noin kymmenkunta vuotta vanhoja. Siniheinä (*Molinia caerulea*) ja pajut (*Salix* spp.) ovat runsastuneet kuviolla. Lähdevetisissä ojissa kasvaa silmälläpidettävää (NT) sirppihuurresammalta (*Palustriella falcata*).
- 3) Lettorämemuuttuma, jolla lähteisyys on runsasta. Pohjavesivaikutuksen ansiosta suon lettolaisto on säilynyt melko hyvin siihen nähden, että eteläosan ojat ovat noin 30 vuotta vanhoja ja vetävät hyvin. Ojat ovat monin paikoin kivisiä ja kirkasvetisiä ja niissä kasvaa lähde- ja lettosammalia, harvinaisimpana kalkkihuurresammal (*Palustriella commutata*), joka on erittäin uhanalainen (EN) kalkinvaatijalaji. Ojien reunoilla kasvaa tiheä lehtipuusto, muutoin lettoräme on säilynyt melko avoimena. Alueella on luonnontilaisena säilynyt eutrofinen lähde, jonka vedet valuvat ojaan.
- 4) Pahoin kuivunut lettorämemuuttuma, jonka pohjakerroksessa ei kultasirppisammalen (*Loeskympnum badium*) lisäksi juuri kasva lettosammalia.
- 5) Kuviolla on karuja pallosara- ja isovarpurämemuuttumia sekä keskiravinteisia rämemuuttumia.
- 6) Tiheäpuustoisia ruoho- ja heinäkorpi-muuttumia, joissa kuusen ja männyn seassa kasvaa runsaasti koivua ja harmaaleppää. Paikoin suo on kuivunut turvekankaaksi, paikoin ojat halkovat kivennäismaita ja soistuneita kankaita.

- 7) Isovarpuräme.
- 8) Lähteinen lettoräme- ja paikoin välipintalettomuuttuma. Kuvion pohjoisosan runsaan lähteisyyden ansiosta tiheästi ojitettu suo on säilyttänyt leton ominaispiirteet. Mäntyjen kasvu on jonkin verran elpynyt, mutta kuvio on säilynyt puoliavoimena. Kataja (*Juniperus communis*) on hyvin runsas ja paikoitellen lähes peittävä, myös kiilto- ja lettopaju (*Salix phylicifolia*, *S. myrsinites*) ovat runsaita. Avolähde on varsin poikkeuksellinen: lautasenkokoisen pohjaveden purkautumisaukon ympärillä on halkaisijaltaan noin kaksimetrinen pyöreä, kasviton, kova- ja hiesupohjainen alue. Lähteestä alkunsa saava runsasvetinen lähdepuro laskee lounaaseen. Lähteen ympärillä kasvaa mm. purolähdesammalta (*Philonotis fontana*), otaluhtasammalta (*Calliergonella cuspidata*) ja luhtakuirisammalta (*Calliergon cordifolium*). Lähettyvillä on lukuisia muitakin hetepintoja.
- 9) Niskaoja on kaivettu kivennäismaan ja suon rajalle.
- 10) Runsaspuustoisia ja paikoin järeäpuustoisia kuivuneita mustikka-, metsäkorpe- sekä ruoho- ja heinäkorpimuuttumia. Lähteestä alkunsa saanut lähdepuro on aikaisemmin virrannut sarkojen poikki länsilounaaseen. Kuusivaltainen, noin satavuotias puusto on paikoin komeaakin, ja vanhaa ja pökölöitynyttä lehtipuuta on siellä täällä.
- 11) Runsaspuustoinen rämemuuttumaturvekangas, puusto on tiheää nuorta kasvatusmännikköä.

Ennallistamisen toteutus ja ennallistamisen onnistuminen

Aatsinginhaudan rinnesuot ennallistettiin syksyllä 2004. Alueen ojalinjoilla oli runsas puusto, joka poistettiin raivaamalla. Kaadettu puusto jätettiin suolle. Lisäksi metsurit kaa-toivat patopuut sekä auttoivat patojen raken-

tamisessa. Metsuritöissä alueella meni 34 työpäivää. Kaivinkone täytti alueen ojat ja teki niihin viisi puuvahvisteista patoa. Konetöitä tehtiin alueella 63 tuntia. Kohteen pitkulainen ja kapea muoto sekä rinteen jyrkkyys hankaloittivat kaivinkonetyötä. Rinteen jyrkän vieton ja ojien paikoitellen runsaan pohjavesivirtauksen takia ojien täyttämiseen ja patoamiseen kiinnitettiin erityistä huomiota. Täyttämisessä edettiin osa-alue kerrallaan ja siten, että ylempänä rinteessä olevat ojat täytettiin ensimmäisenä.

Ennallistamista on vaikea saada onnistumaan rinnesuolla, mikäli käytetään pelkkiä patoja, joten kaikki ojat tukittiin. Vastaavalla Riisitunturin rinnesuokohteella, jolla käytettiin täyttömaan niukkuuden takia monin paikoin pelkkiä patoja, vesi virtasi 10 vuotta ennallistamisen jälkeen edelleen patoväleissä ja ojien umpeenkasvu oli hyvin hidasta.

Pintavalleista tehtiin erityisesti viettävimmillä ojaosuuksilla riittävän pitkiä ja massiivisia ja niitä rakennettiin melko tiuhaan. Vettä johtavien ajourien muodostuminen saattaa olla ongelma rinnesuolla. Aatsingissa uria ei juuri tullut, koska ennallistettu alue on melko puustoinen ja suhteellisen tiivisturpeinen. Pintavallit estävät myös osaltaan veden virtailua mahdollisissa ajourissa. Kaadettuja puita vedettiin jälkikäteen poikittain täytettyjen ojien päälle.

Ennallistamisalueen huurresammallähteissä kasvoi vaateliaita sammallajeja. Näistä uhanalaisinta, erittäin uhanalaista kalkkihuurresammalta, löytyi muutaman version verran myös erään ojan pohjalta. Tässä tapauksessa oja kuitenkin tukittiin, koska lajia esiintyy alueella myös luonnontilaisella kasvupaikallaan. Ojan tukkimatta jättäminen olisi heikentänyt lettomuuttuman ennallistumista ja myös kalkkihuurresammalten säilymistä alueella pidemmällä tähtäimellä. Alueen muut uhanalaisesiintymät huomioitiin huolellisesti. Esimerkiksi erään niskaojan penkalta löytynyt vaarantuneeksi luokitellun metsänemän (*Epipogium aphyllum*) kasvusto merkittiin ja kohta jätettiin pistemäisesti ennallistamatta.

Hoitoseurantahavainnot kaksi vuotta ennallistamisen jälkeen

- Ennallistuminen lähti kokonaisuutena hyvin käyntiin (kuva 102).
- Myös sarat vettyivät hyvin, vaikka suhteellisen ohutturpeiset rinnesuot ovat luontaisestikin herkkiä kuivahtamaan.
- Alueella sijaitsevat lähteet toimivat yhtä lukuun ottamatta hyvin. Toimimaton lähde oli kuivunut ojituksen jälkeen eikä ole siitä palautunut (kuva 103).
- Ennallistamisalueen laidan vaatelioiden kasvilajien esiintymiin ennallistaminen ei juuri vaikuttanut. Alueen läpi johtavat syöpyneet metsäkoneen urat kuivattavat aluetta edelleen.

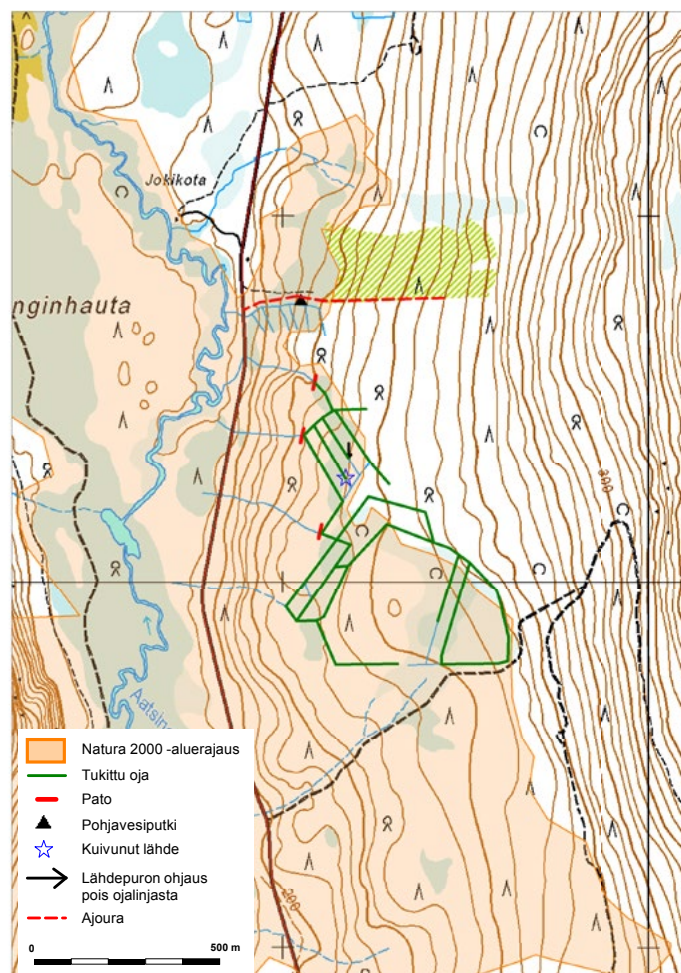
Merkittävin tekijä, jonka ansiosta Aatsinginhaudan rinnesuon ennallistaminen onnistui mutta vastaava Riisitunturin rinnesuokohde osittain epäonnistui, on se, että Aatsinginhaudassa suo oli ojitettu vinosti suon viettoon nähden, Riisitunturilla suon vieton suuntaisesti. Lisäksi Aatsingissa kaikki ojat täytettiin ja Riisitunturilla vain padottiin. Rinnesoiden kaikki ojat tulisi täyttää.

Lähdepuron palautuksen korjaus 2010

Kuvan 104 kohdassa lähdepuro ohjattiin pois ojalinjalta, mutta lähteestä tuleva vesi pääsi ojassa olevan padon läpi, koska patoon oli jäänyt noin nelimetrisen kuusi. Vesi virtasi rinnettä alas vanhaa ojalinjaa pitkin. Syyskuussa 2010 lähteen alapuolinen oja padottiin käsityönä kuokalla ja lapiolla ja ohjattiin vesi luontaiselle väylälleen saralle (kuva 104). Pato tehtiin noin neljä metriä vuotavan padon alapuolelle kohtaan, josta vedelle löytyi luontainen kulkuväylä saralle. Pato ohjasi veden saralle ja siitä luontaista reittiä rinnettä alas.



Kuva 102. Rinnesuo kuusi vuotta ojien täyttämisen jälkeen. Kuva: Mika Puustinen 2010.



Kuva 103. Vuonna 2010 korjattu lähdepuron ohjaus ja muut korjauksista vaatineet kohdat sekä pohjavesiputken sijainti. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 104. Vesi ohjautuu saralle ja ojalinjalle tehty pato pitää. Kuva: Mika Puustinen 2010.

Ennallistamista jatkettiin vuonna 2014

Vuonna 2014 Aatsiginhaudan alueella jatkettiin ennallistamista ja samalla tukittiin kuviol- la 10 (kuva 101) aiemmin auki jätetyt kaksi ojanpätkeä sekä ohjattiin lähdevesi kulke- maan vanhaan uomaan (kuva 103).

Hoitoseurantahavaintoja 20 vuotta ennallistamisen jälkeen

Kesän 2024 hoitoseuranta tehtiin pitkän kui- van jakson aikaan.

- Ennallistetut suot ovat vettyneet pää- sääntöisesti hyvin, vaikka ne ovat ohut- turpeisia.
- Suon turvekerros oli märkä koko alueel- la, eikä kasvillisuudessa ollut havaittavis- sa kuivuuden merkkejä.

- Vaateliias sammal- ja putkilokasvilajisto oli lähtenyt leviämään jokaisella ravin- teikkaammalla laikulla. Kuviolla 10 (ku- va 101) entinen ruoho- ja heinäkorpi oli vettynyt ja lajisto oli palautumassa (ku- va 105).
- Kuviolla 8 (kuva 101) lähteisyys oli lisään- tynyt voimakkaasti, ja varsinkin yläosissa oli laaja-alaisia lähdepintoja. Lisäksi alu- eelle oli muodostunut uusi pohjaveden purkauspiste, jossa oli pulppuava lähde (kuva 106).

Vaikka alueen ennallistaminen on onnistunut pääsääntöisesti hyvin, on alueella vielä auki olevia oja, jotka vaikuttavat rinnesuon vesien virtaamisiin. Alueelle kannattaisi tehdä vielä täydentävä ennallistamissuunnitelma tilan- teen korjaamiseksi.



Kuva 105. Ruohoisen korven kasvilajisto on saanut uutta puhtia vedenpinnan palautumisesta. Kuva: Mika Puustinen 2024.



Kuva 106. Täytetylle ojalle on muodostunut uusi pulppuava pohjaveden purkauma. Kuva: Mika Puustinen 2024.

Alueen erikoisuudet

Korjaamista kaipaavat ajourat

Ennallistamisalueen vieressä, kansallispuiston alueella, on metsäkoneen ajourat (kuvat 103 ja 107), jotka keräävät vaaran rinteeltä tulevan veden uriin ja muodostavat rinteesen kaksi ojaa. Ojat ovat syöpyneet kivennäismaahan asti. Noin 550 metriä pitkä ajoura kulkee läpi lettorämeen. Urasta 260 metriä on yläpuolisilla yksityismailla. Ajourassa kulkeva vesi pitäisi saada ohjattua pois urasta useammasta kohtaa rinteesessä. Yksityismaan puoli olisi hyvä saada korjattua samaan aikaan, ettei sieltä uria pitkin juokseva vesi tule liian pistemäisesti suojelualueen puolelle. Koska kyseessä on ajoura, ojamaita ei ole, joten urien täyttö kokonaan ei onnistu. Työ on tehtävä pienellä koneella tai käsityönä, ettei aiheutettaisi ohutturpeiseen rinteesen uusia koneuria, jotka toimisivat ojina.

Pohjavesiputki saa jäädä

Aatsinginhaudan rinnesuolla on maahan upotettu rautaputki, josta pulppuaa pohjavettä (kuva 108). Putken alkuperä ei ole tiedossa, mutta todennäköisesti se on peräisin geologisista kairauksista. "Lähde" sijaitsee edellä mainitun ajouran läheisyydessä ja siitä muodostuu lähdepuro, joka virtaa rinnettä alas tieojaan ja sitä kautta alapuoliseen Aatsinkijokeen. Puron ympäristöön on muodostunut lähdepurolle luontainen lajisto. Putki on päätetty jättää paikalleen ja antaa jo muodostuneen lähdepuron kulkea nykyisessä uomassaan.

Vuonna 2024 havaittiin, että putkesta purkautuvan veden muodostama lähdepuro oli jakautunut kolmeen eri pikkunoroon. Ainoastaan vähäinen määrä vettä kulkeutui enää rinteen ajouraan. Suurin osa vedestä ohjautui rinteesessä sijaitsevalle lettorämeelle. Myös ajourille ohjautuva vesi palautuu rinteen alaosassa lettorämeelle. Ajouraan ohjautuva vesi tulee kuitenkin huomioida ajouria tukittaessa.



Kuva 107. Vaaran rinteessä ajourat toimivat ojan tapaisina uomina. Kuva: Mika Puustinen 2010.



Kuva 108. Metalliputki syöttää rinteesen anteliaasti pohjavettä. Uomassa kasvaa lähdelajistoa. Kuva: Mika Puustinen 2024.

10.8 Lähteinen korpi 15 vuotta ennallistamisen jälkeen: Kannonkosken Kismanniemi

Reijo Hokkanen

Metsähallitus Metsätalous Oy:n hallinnoimalla alueella Kannonkosken Kismanniemellä ennallistettiin lähteinen korpialue vuonna 2009 (kuva 109). Korpialue on suojeltu Metsähallituksen omalla päätöksellä. Korvessa on yhteensä noin 15 lähdettä ja vaateliasta kasvilajistoa (mm. lehtopalsami *Impatiens noli-tangere* ja harsosammal *Trichocolea tomentella*).

Korpialue lienee ojitettu 1970-luvulla, jolloin myös alueen läpi virtaava Koirapuro on perattu suoraksi. Ojat olivat paikoin isoja ja syöpyneitä. Alueella kasvoi paikoin tiheä kuusikko. Lehtipuustoa oli silti vielä hyvin sekapuuna. Alueen luonto on kuvattu kattavasti aiemmassa ojitettujen soiden ennallistamisoppaassa (Hokkanen & Haapalehto 2013).

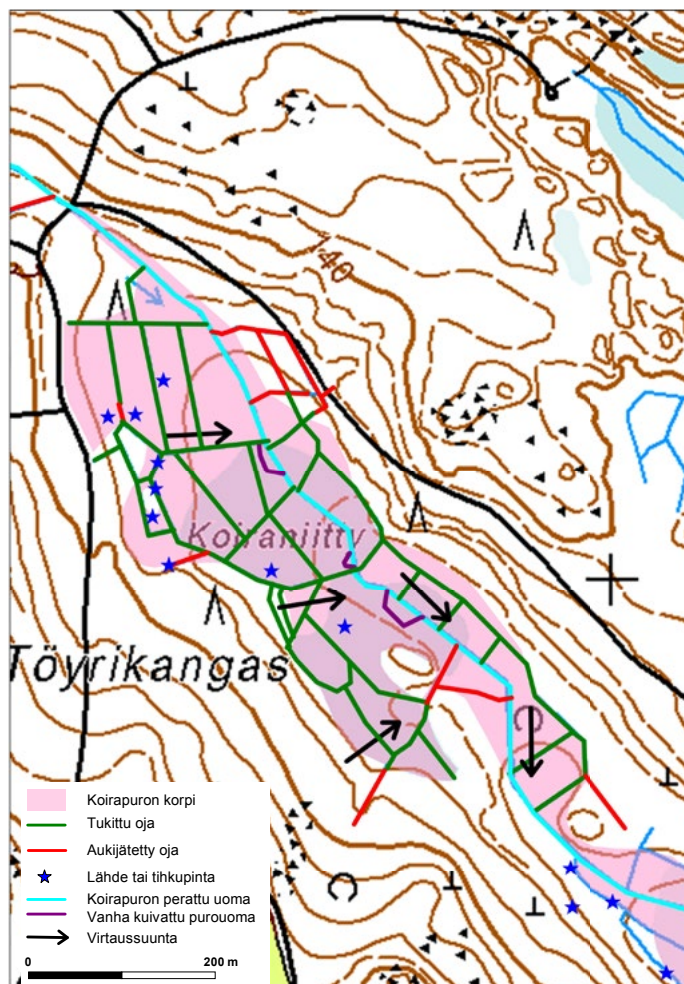
Ennallistamisen tavoitteet

- Lähdevaikutteisen lajiston elinolojen parantaminen. Lähdevesi virtasi syviksi ja leveiksi syöpyneiden ojien pohjalla. Vesi haluttiin lähemmäs suon pintaa ylläpitämään vaateliasta kasvillisuutta.
- Koirapuron uoman monipuolistaminen.
- Korven puustorakenteen monipuolistaminen. Ennallistamisen riskeiksi tunnistettiin mahdollinen kuusten runsas kuoleminen ja hyönteistuhot vedennousun takia.

Isoin kysymys liittyi lähteisiin: miten ojissa olevat pohjavesipurkaumat pitäisi ennallistaa, kun ojat olivat isoja ja syöpyneitä.

Ennallistaminen 2009

Alueelta hakattiin talvella 2009 ojituksen jälkeen kasvanutta puustoa, jotta ojat voitiin täyttää kaivinkoneella. Havupuita poistettiin lehtipuiden ympäriltä. Syksyllä 2009



Kuva 109. Koirapuron korven ennallistamistoimenpiteet vuonna 2009. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

ojat täytettiin kaivinkoneella. Lähteitä ei täytetty missään kohtaa, vaan oja tukittiin alemmaa lähteestä tai lähdevesi pyrittiin ohjaamaan vanhaan noroon. Vanhoja lähdenoroja ei kuitenkaan ollut enää löydettävissä kuin pari koko alueella.

Suurimpia ojia (leveys vähintään 2 metriä) ei voitu kokonaan tukkia, vaan ne padottiin kaivinkoneella ottamalla maata vierestä.

Koirapuro ohjattiin yhdessä kohtaa vanhaan uomaan. Muualla uomaan kaadettiin kaivinkoneella puita.

15 vuotta ennallistamisen jälkeen

Alueella käytiin 24.10.2024, lähes päivälleen 15 vuotta ennallistamisen jälkeen. Kasvit olivat jo lakastuneet ja puut lehdettömiä, jolloin rehevässä korvessa saattoi havainnoida ennallistamisen onnistumista.

Lähdevaikutteisuuden lisääminen

Ennallistettaessa yhdestä lähteestä laskeva oja tukittiin lähteen alapuolelta niin, että lähdevesi virtasi nyt tukittua ojalinjaa pitkin. Tukkiminen oli nostanut lähdeveden suon pintaan, ja lähdekasvillisuudella oli nyt laajemmat kasvupaikat kuin vain ojien pohjat.

Joidenkin lähteiden alapuolelle tehtiin pato, jolla vesi ohjattiin vanhaan noroon. Tämäkin onnistui melko helposti. Muutamissa kohdin on nähtävissä, että lähde tuo kiintoainesta (kuva 110) syvältä maakerroksista. Näin on erityisesti kohdissa, joissa iso oja on pelkästään padottu. Patojen välit ovat nyt hiesupohjaisia tihkupintoja. Tämän hiesun alkuperä on varmuudella lähteessä, sillä mitään näkyviä eroosiokohtia ei alueella ole.

Muutaman lähteen pintaa nostettiin lähemmäs alkuperäistä tasoa tukkimalla oja lähteen alapuolelta (kuvat 111A ja 111B). Näiden lähteiden laajuudessa tai lajistossa ei havaittu merkittäviä muutoksia. Yhden lähteen kohdalla harsosammal näytti yhtä runsaalta kuin ennen ennallistamistakin.



Kuva 110. Lähde on tuonut hiesua ja tukkimatta jäänyt oja on täyttynyt sillä. Lokakuu 2024. Kuva: Reijo Hokkanen.



Kuva 111. Lähde, jonka alapuolella oleva oja tukittiin, ennen ennallistamista vuonna 2007 (A) ja sama paikka 15 vuotta ennallistamisen jälkeen vuonna 2024 (B). Kuvat: Reijo Hokkanen.

Isojen ojien patoaminen ja tukkiminen

Ojat tukittiin pääosin kokonaan. Tukittuihin ojiin tehtiin lisäksi patoja, jotta vesi ei jatkossa virtaisi ojalinjaa pitkin. 15 vuotta ennallistamisen jälkeen tilanne vaikutti hyvälle. Ojalinjat olivat kasvittuneet ja niissä kasvoi lehtipuuvesaikkua. Lähdevesi virtasi monin paikoin ojalinjaa pitkin, mutta kiemurrellen ja noromaisesti. Paikoin vesi hakeutui ojasta sivuun vanhoihin painanteisiin.

Suurimpien ojien muutamat padot näyttivät edelleen ehjiltä, mutta vesi virtasi niiden ali. Vedenpinta oli noussut, ja patojen väliin oli muodostunut tihkupintamaisia kasvustoja, missä kasvoi mm. lehtopalsamia (kuva 112). Vaikka vesi virtasi patojen ali, alueelle oli muodostunut lähdemäisiä hiesupintoja entisten suurten ojien pohjalle.

Koirapuron monipuolistaminen

Koirapuro ohjattiin yhdessä kohtaa vanhaan uomaan tukkimalla suoraksi kaivettu uoma vanhan uoman yläpään kohdalta. Vesi lähti virtaamaan vanhaa uoma pitkin. 15 vuotta tämän jälkeen vesi virtasi edelleen vanhaan uomaan (kuva 113). Muualla Koirapuron varressa vanha ja perattu uoma olivat niin lommittain, että alkuperäisen uoman hyödyntäminen ei ollut mahdollista. Siksi ojien täytön yhteydessä kaadettiin kaivinkoneella kuu-



Kuva 112. Osittain tukittua ojaa, jonka pohjalla kasvaa lehtopalsamia. Lokakuu 2024, kuva: Reijo Hokkanen.

sia perattuun uomaan. 15 vuotta myöhemmin näitä runkoja vasten on kasautunut erilaisia määriä kariketta. Paikoin näissä kohdin on myös kasvillisuutta, joskin puronvarren tiheä kuusikko rajoittaa kasvillisuuden valonsaantia.

Puustorakenteen monipuolistaminen ja mahdollinen puuston kuoleminen vedennousun takia

Alueen puuston käsittelyllä oli kaksi tavoitetta: puuston poisto ojalinjoilta ojien tukkimisen helpottamiseksi ja lehtipuiden suosiminen. 15 vuotta jälkeenpäin alueen ilmeeseen on vaikuttanut se, että ojalinjoille on tullut lehtipuuvesaikkoa, esimerkiksi leppiä. Eniten on kuitenkin vaikuttanut Asta-myrsky, joka kaatoi vuonna 2010 alueelta yksittäisiä puita sekä yhden 200 metriä pitkän ja 40 metriä leveän kuusimetsikön kokonaan. Alueelta ei ole raportoitu minkäänlaisia hyönteistuhoja Astan jälkeen. Korpialueella ei ole edelleenkään havaittavissa kirjanpainajatuhoja, vaan kaikki myrskynkaatoalueen reunuskuusikot

ovat elinvoimaisia. Ehkä tuhon osuminen vielä korpinoitkelmaan oli osasy.

Koska korpialue on varsin kalteva, ei puustoa ole kuollut ojien tukkimisen seurauksena. Ojalinjojen lähellä oli vain yksittäisiä pystyynkuolleita puita.

Olisiko jotain voinut tehdä toisin?

Suoraksi kaivettuun uomaan olisi kannattanut kaataa enemmän puita. Samalla olisi lisääntynyt valon määrä puron varrella, jolloin uomaan ja kaadetuille rungoille ilmestyisi nopeammin kasvillisuutta, joka sitoisi juuriltaan maa-aineksia ja kariketta ja vähentäisi eroosiota. Nykyisin uoma ja sen varret ovat lähes kasvittomia varjostavasta kuusikosta johtuen.

Muutoin alueella ei havaittu korjattavaa. Ojalinjoille noussut vesaikko ja Asta-myrskyn kaatamat puut ovat hävittäneet suorat ojalinjat maisemasta. Alueen yleisilme on hyvin luonnontilaisen kaltainen ja vaihteleva.



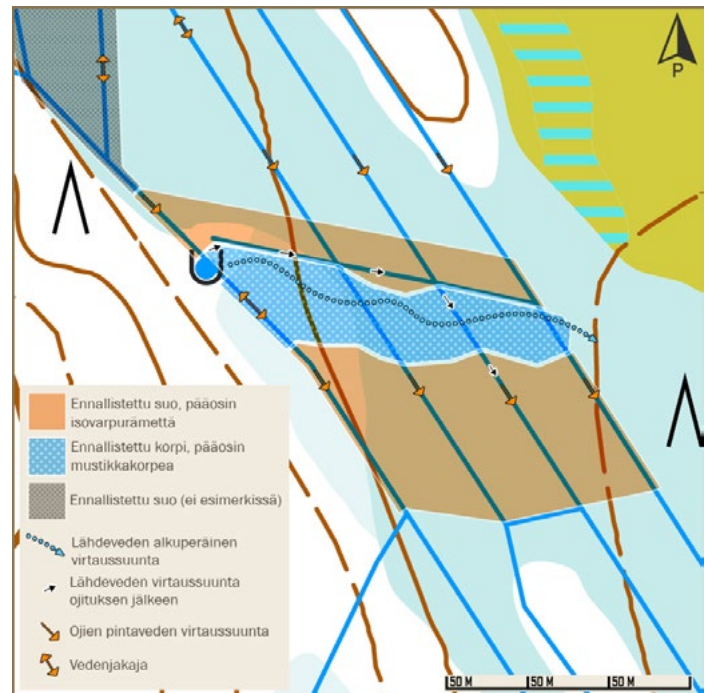
Kuva 113. Koirapuro on ohjattu virtaamaan alkuperäiseen uomaan. Kaivettu uoma kuvassa vasemmalla, lokakuu 2024. Kuva: Reijo Hokkanen.

10.9 Polttosuo ja lähdevaikutteinen piilopuro

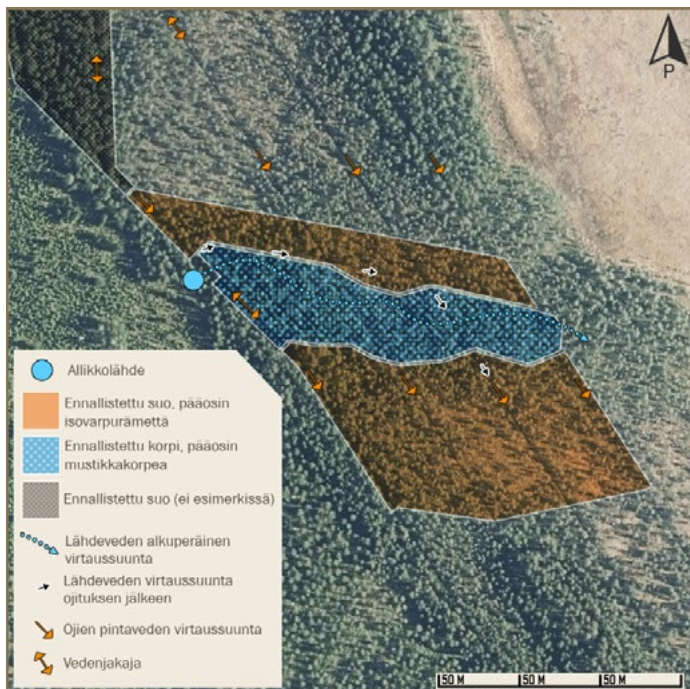
Ilina Eskelinen

Sonkajärvellä sijaitseva Polttosuo ennallistettiin Helmi-elinympäristöohjelmassa vuonna 2024. Ennallistamisen suunnitteli ja valvoi Ilina Eskelinen Pohjois-Savon ELY-keskuksesta. Työt toteutti Vesistö- ja Luontokunnostus Janne Raassina sekä Henkan Helppi (Henri Leskinen). Yhteistyö oli sujuvaa myös maanomistajan eli Tornator Oyj:n luonnonhoidon asiantuntijan Reijo Mularin kanssa.

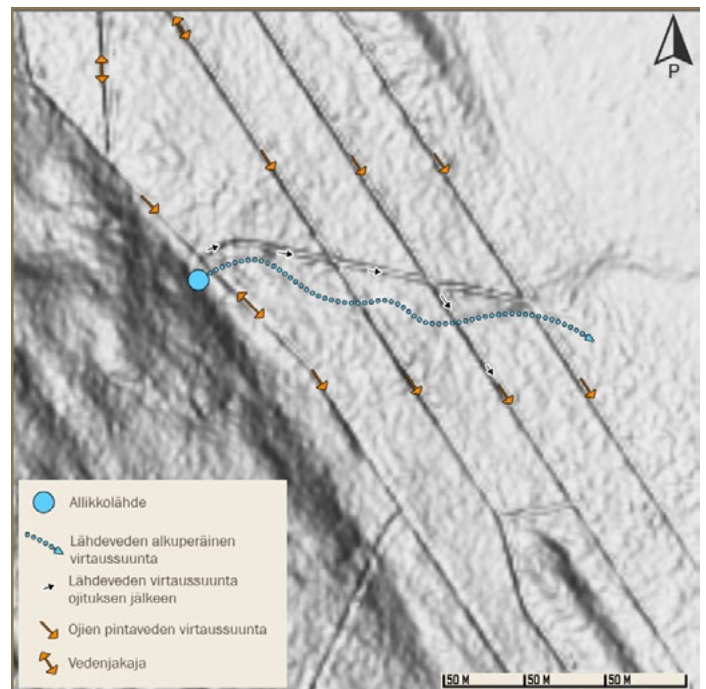
Polttosuo on keskeltä avonaisena säilynyt ja reunoiltaan ojitettu suo. Seudun topografinen vaihtelu on huomattavaa ja pienipiirteistä. Kivennäismaa on lähinnä moreenia. Alueella on paljon pistemäistä lähteisyyttä niin moreenimaiden rinteillä kuin niitä reunustavilla soilla. Polttosuon länsilaidalla on enemmänkin lähteisyyttä, mutta tässä esimerkissä keskitytään suon suurimman allikkolähteen ja sen vaikutusalueella olevan suon ennallistamiseen heinäkuussa 2024 (kuvat 114–116).



Kuva 114. Polttosuon länsilaidalla olevan allikkolähteen ja sen alapuolisen lähteisen suon ennallistamisalue. © Maanmittauslaitos 2025.



Kuva 115. Ojitus on lisännyt Polttosuon länsilaidan puuston kasvua, kun taas ojittamiselta välttynyt suon keskiosa on säilynyt avonaisena. Alun perin lähteisen korpi-kaistaleen puusto on säästetty metsätaloustoimilta. Ilmakuva vuodelta 2023. © Maanmittauslaitos 2025.



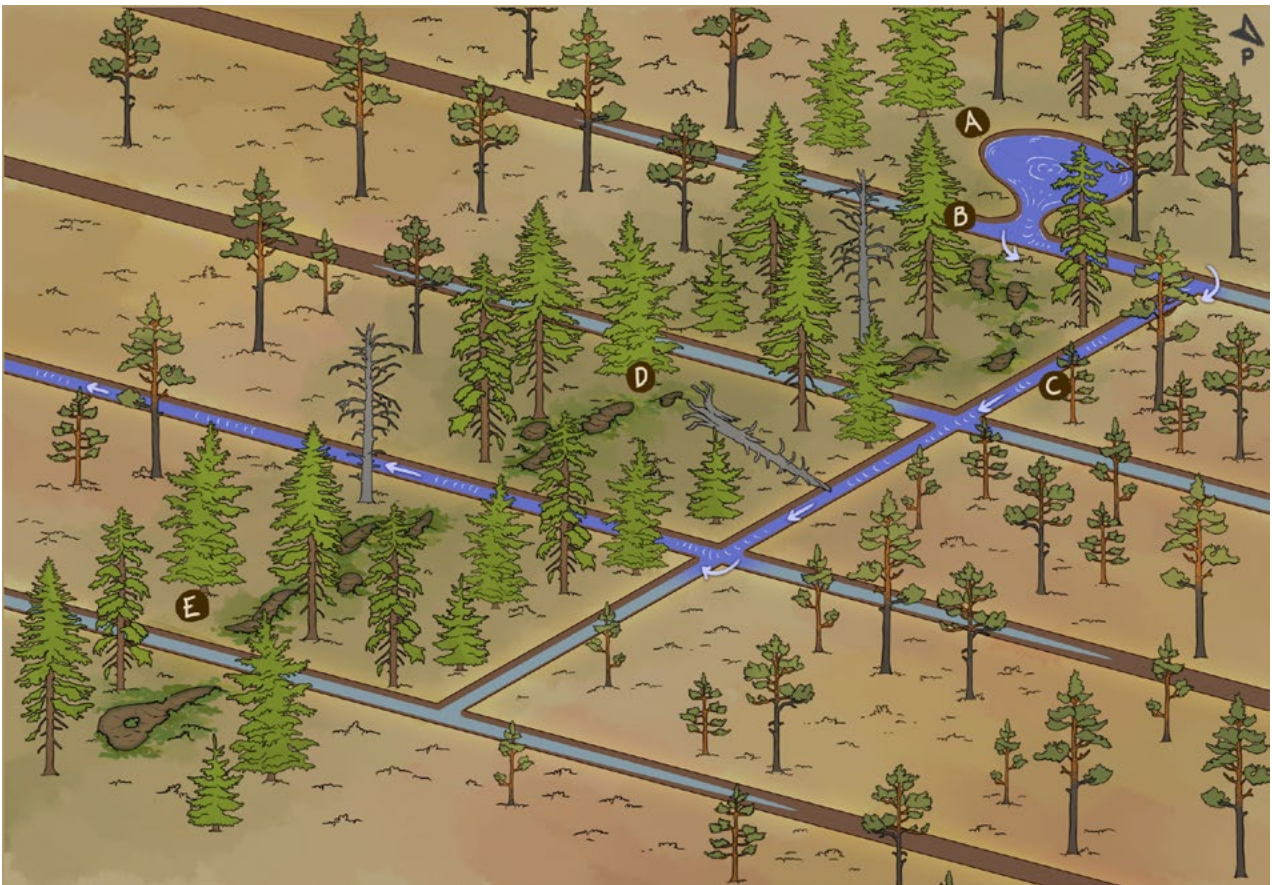
Kuva 116. Polttosuon lähde sijaitsee tyypillisessä paikassa kivennäismaarinteeseen ja suon jyrkässä taitteessa. Lähdevesi on syövyttänyt kohti suon keskiosaa virtaavan poikkiojan syväksi. Varjostettu korkeusmalli. © Geologian tutkimuskeskus.

Polttosuon lähde ja lähdevaikutteinen suoalue ennen ennallistamista

Polttosuon allikkolähde on syntynyt kivennäis- ja turvemaan jyrkkään taitteeseen (kuva 117A, kuva 118). Se on moreenimaan lähteeksi varsin runsastuottoinen. Allikon halkaisija on noin 5 metriä ja se on muodoltaan pyöreäreunainen. Lähteen pohjalla on #-merkin muotoon uponneita puunrankoja, joiden kaikkien halkaisija on 10 senttimetrin luokkaa ja jotka on aikanaan sahattu. Lähde on merkitty jo vuoden 1974 maastokarttaan ennen suon ojittamista. Kaikki tämä viittaa siihen, että lähde on aikanaan hyödynnetty ainakin satunnaisesti, sitä on mahdollisesti kaivettu ja siihen on ollut rakennettuna jonkin-



Kuva 118. Polttosuon allikkolähde toukokuussa 2023. Oransseilla aurauškepeillä on merkitty kohteen kasvilisuuden seurantarauudut. Allikon keskellä, vedenpinnan alapuolella, erottuu vedenottorakenteiden jäänteitä. Kuva: lina Eskelinen.



Kuva 117. Yksinkertaistettu piirroskuva Polttosuosta ennen ennallistamista. A) Lähdeallikko. B) Ylimmäisin oja, johon lähdevesi ohjautuu. C) Lähdevesi virtaa ojissa. Lähdeveden virtaussuunta on merkitty sinisillä nuolilla ja tummansinisellä värillä. D) Lähdeveden alkuperäinen reitti erottuu saroilla kohti suon keskiosaa jatkuvana korpikaistaleena, jonka keskellä on pintavesivaikutteisten painanteiden ketju. E) Painanteet päättyvät viimeisen ojan jälkeen alkavalle avosuolle. Kuva: lina Eskelinen.

laisia vedenottoa helpottavia tai lähdekaivoa muistuttavia rakenteita.

Polttosuo on ojitettu verrattain myöhään, vasta noin 1970- ja 1980-lukujen taitteessa. Ylimmäisin oja on kaivettu parin metrin päähän lähdeallikosta (kuva 117B, kuva 119). Lähdevesi on ohjattu suon keskiosaa kohti johtavaan poikkiojaan (kuva 117C).

Polttosuon länsilaidat ovat pääosin isovarpurämettä ja eriasteisia muuttumia. Suo on selvästi kuivunut, se on alkanut kasvaa voimakkaasti mäntyä, ja paikoitellen jäkälien kasvu on runsasta. Heti lähteen alapuolelta alkaa suon keskiosaa kohti jatkuva korpikaistale, joka erottuu historiallisissa ilmakuvissa ja poikkeaa edelleen ympäristöstään niin puulajien kuin puuston koon puolesta (kuva 117D). Korpikaistaleen maasto on ympäröivää suota epätasaisempaa ja se on täynnä matalia notkelmia, joiden pohjilla on pintavesivaikutteisia haprarakasammalen (*Sphagnum riparium*) täyttämiä allikoita. Ne ovat rikkonaisena ja mutkittelevana helminauhana korpikaista-



Kuva 119. Ylimmäinen oja, johon lähdevesi ohjautuu, toukokuussa 2023. Kuva: lina Eskelinen.

leen keskellä. Lähdevesi on virrannut ennen suon ojitusta tätä välillä pintaan tulevaa piilopuroverkostoa pitkin ja sen viimeiset painanteet ovat ojittamattoman suon puolella (kuva 117E, kuva 120). Korpikaistale on ollut nykyisellä maanomistajalla metsätaloustoimenpiteiden ulkopuolisena kuviona, joten se on säästynyt hakkuilta.

Ennallistamisen tavoitteet

Polttosuon länsilaidan ennallistamisen tavoitteena oli ohjata lähdevesi takaisin alkuperäiselle reitilleen sekä palauttaa ympäröivän suon hydrologinen tila ennalleen. Ojat halkoivat lähdeveden alkuperäistä reittiä neljästä kohdasta, eikä vielä suunnitteluvaiheessa ollut täyttä varmuutta, oliko ojitus rikkonut piilopuroketjua muuallakin. Itse lähdeallikolle ei sen todennäköisestä muuttuneisuudesta huolimatta tehty ennallistamistoimenpiteitä. Uponneet vedenottorakenteet toimivat nykyisin lahoppuuna. Rakennepiirteiden yksipuolisuudesta huolimatta allikkoa saattoi hyvin pitää luonnontilaisen kaltaiseksi palautuneena.

Lähdevaikutteisilla ennallistamiskohteilla on tärkeää kartoittaa kaikki pohjaveden purkautumispaikat jo suunnitteluvaiheessa.



Kuva 120. Suon ojittamaton keskiosa, jonne lähdevesi on ennen ojitusta virrannut. Heinäkuu 2024. Kuva: lina Eskelinen.

sa. Polttosuon toimenpidealueen ojat käytiin läpi lämpökameran kanssa suunnittelun yhteydessä, jotta mahdolliset ojiin puhjenneet pohjaveden purkauspisteet havaittiin. Huomaamatta jääneet pohjaveden purkupisteet voivat osoittautua erittäin ongelmalliseksi paikoiksi ojatäyttöä tekevälle kaivinkonekuskille, minkä lisäksi myös ojissa voi esiintyä huomioon otettavaa lähdelajistoa.

Lähtötilanteen kartoitus

Polttosuon lähteikön kasvillisuus ja pohja-eläimistö inventoitiin lähdeallikosta ja lähdevaikutteisesta ojasta vuoden 2023 aikana. Lähdeallikon ja lähdevaikutteisen ojan vesi analysoitiin vuosina 2023 ja 2024. Kohteella on tarkoitus seurata kattavasti selkärangattomien, kasvillisuuden, ympäristömuutustujen (mm. kasvillisuusruutujen pohjamateriaali ja lähdevaikutteinen pinta-ala sekä puuston varjostus) ja lähde-elinympäristön rakennepiirteiden muutoksia. Kohde on osa lähteikköjen ennallistamisen ekologista vaikuttavuutta tutkivan väitöskirjan seuranta-verkoston.

Polttosuon lähde on tyypillinen moreenimaan vähäravinteinen lähde (liuennut orgaaninen hiili 0,6 mg/l, suodatettu väri < 5 mg/l Pt, nitriitti < 2 µg/l, nitraatti < 5 µg/l, kokonaisfosfori < 0,003 µg/l, pH 6, sähkönjohtavuus 17 µS/cm, lämpötila 7,1 °C. Näytteenotto ja analyysit 14.8.2023). Lähteikön valtasammalia ovat hetealve- (*Chiloscyphus polyanthos*), hetesirppi- (*Sarmentypnum exannulatum*) ja kiiltolehväsammas (*Pseudobryum cinclidioides*). Lähdevaikutteinen alue on kauttaaltaan muuttunut ihmistoiminnan myötä. Sekä lähdeallikko että lähdevesivaikutteinen oja ovat rakennepiirteiltään yksipuolisia ja jyrkkäreunaisia. Oja on suora ja syvä, eikä virtauksessa ole vaihtelua. Ojaan on kasvanut muutamia kohtiin ojanpohjalle kaatuneiden puunrunkojen päälle parin neliömetrin laajuisia hetesirppisammalen ja hetealvesammalen matto- maisia kasvustoja, mutta pääosin oja on täysin kasviton.

Lähialueen muilla luonnontilaisempina säilyneillä ja vesikemialtaan samanlaisilla lähteiköillä kasvaa monipuolisemmin varsin tavallisia lähdesammalia, kuten hetehiirensammalta (*Ptychostomum weigeli*), purolähdesammalta (*Philonotis fontana*) ja lähdelehmä-sammalta (*Rhizomnium magnifolium*). Polttosuolta nämä lajit kuitenkin puuttuvat mahdollisesti siksi, että kohteen muokkaaminen ja ojittaminen on tuhonnut niille otolliset kasvupaikat, kun hetteiset ja loivasti lähteiset pinnat ovat muuttuneet jyrkiksi ja suora- viivaisiksi muodoiksi.

Ennallistaminen

Maanomistaja raivasi ojalinja talvella 2023–2024 toimenpidealueen länsireunalla, mutta suurin osa ojalinoista jätettiin raivaamatta. Raivatut puut ja hakkuutähteet siirrettiin pois ojalinalta.

Ojat tukittiin heinäkuussa 2024 vuoden kuivimpana aikana. Tämä osoittautui sopivaksi ajankohdaksi töiden onnistumisen kannalta.

Työt tehtiin 6 tonnin painoluokan kaivinkoneella, minkä lisäksi tarvittiin moottorisaha. Työmaalla oli samaan aikaan työmaan valvoja, kaivinkoneen kuljettaja ja apumies.

Ensimmäisenä työvaiheena ohjattiin lähteestä purkautuva vesi vanhalle reitilleen, jotta sen etenemistä pystyttiin seuraamaan töiden toteutuksen aikana. Ojien täyttö aloitettiin lähdeä lähimpänä olevalta ylimmältä ojalta. Allikkolähteen välittömään läheisyyteen ei menty kaivinkoneella, eikä lähdeä ympäröivää puustoa poistettu koneen tieltä. Tästä johtuen lähteen edestä kulkevaan ojaan jäi täyttökatko (kuva 121B). Täyttökatkon vastakaiselle laidalle tehtiin kaivinkoneen kauhalla kurottamalla parin metrin mittainen vedenohjausura varmistamaan lähdeveden hakeutuminen vanhalle reitilleen. Ojien täyttöä jatkettiin tästä eteenpäin kohti suon keskiosia. Ensimmäisellä saralla piilopuro teki mutkan kaikista lähimmäksi ojaa, ja oletus oli, että oja on kaivettu osittain piilopuron päälle (kuva 117C).

Työmaa sattui jäämään yön yli kuvassa 121 esitettyyn vaiheeseen. Seuraava päivä aloitettiin käymällä työmaa läpi lämpökameran kanssa. Sen avulla havaittiin, että lähdevesi ei vuotanut ensimmäisen saran piilopuron reitiltä (kuva 122) ojaan (kuva 121C), vaan sen alkuperäinen reitti oli pysynyt näillä paikkeilla ehjänä. Vielä yllättävämpää oli, että lähdevesi ei vuotanut myöskään alempaan piilopuron reittiä halkovaan ojaan, vaan lähdevesi oli ilmestynyt virtaamaan ojan avonaisuudesta huolimatta seuraavalle saralle (kuva 121D). Ojan kohdalla kulkeva piilopuro oli siis säilynyt ehjänä ojituksesta huolimatta. Ilman työssä sattunutta seisahdusta tai lämpökameraa asiaa ei välttämättä olisi huomattu. Kun piilopuron eheys ojan alla kävi ilmi, päätettiin kyseiseen kohtaan ojassa jättää täyttökotko, jotta kaivinkone ja ojan täyttö eivät vahingossakaan luhistaisi piilopuroa.

Ojien täyttöä jatkettiin normaalisti, mutta kuitenkin niin, että etusijalle laitettiin piilopuron ja ojien seuraavat leikkauskohdat, jotka käytiin tekemässä sitä mukaa, kun lähdevesi saavutti kyseiset ojat. Seuraavat kaksi ojaa olivat katkaisseet piilopuron, ja lähdevesi virtasi ojiin. Asia oli helppo havaita lämpökameralla (kuvat 123A ja B). Ojat täytettiin ja suunnitelun lähdeveden ylityspaikan molemmin puolin tehtiin pintavallit, joilla lähdevesi ohjattiin saralta toiselle ja ojalinjoilla liikkuva pintavesi pidettiin ojien puolella (valmis työmaa kuvat 124 ja 125, viimeinen ojanylitys kuva 126).

Polttosuon länsilaidan ennallistamiseen meni noin 5 arkipäivää.

Työmaalla käytettiin kaivinkonetta Volvo 5tn ecr50d. Alkuperäiset 40 cm leveät kumitelat oli korvattu 50 cm leveillä rautateloilla.

Käytetyssä kaivinkoneessa oli SteelWristin kauhanpyörittäjä ja kallistin sekä pihdit. Kauhanpyörittäjää voi pitää lähes pakollisena varusteena pikkutarkkuutta vaativilla lähdekohteilla. Koneessa on tyvitaitto, eli puomin voi kääntää sivulle ohjaamon vierestä. Tyvitaittoa ja kauhanpyörittäjää hyödyntäen pääsee työskentelemään tiheimmän puuston lomas- sa. Lisäksi koneesta puuttuu peräilytys, eli ko-

ne pyörähtää telojensa alalla ympäri. Myös tämä lisää kaivinkoneen ketteryyttä. Kone vaatii kulkemiseen vain 220 cm leveän uran.

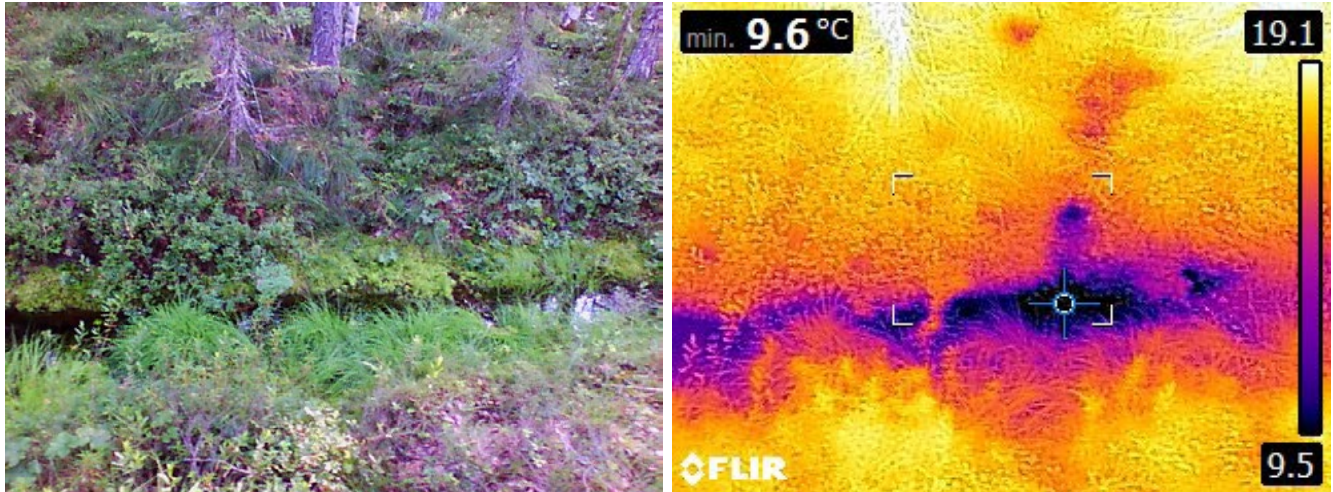
Teknisen toteutuksen onnistuneisuutta ja varsinaisia ekologisia vaikutuksia päästään seuraamaan tulevana vuosina.



Kuva 121. Keskeneräinen työmaa. A) Allikon välittömässä läheisyydessä ei liikuttu koneella. B) Läntisin oja on täytetty ja siihen on jätetty lähteen kohdalle täyttökotko. Kuvaan on merkitty keltaisella vedenohjausura. C) Ojien täytössä on edetty niille paikkeille, missä oja kulkee lähimpänä piilopuroa. D) Lämpökamera paljastaa, että lähdevesi on löytänyt reitin ojan alla säilynyttä piilopuroa pitkin seuraavalle saralle. Täytetyt ojat on merkitty kuvaan punaisella katkoviivalla. Kuva: lina Eskelinen.



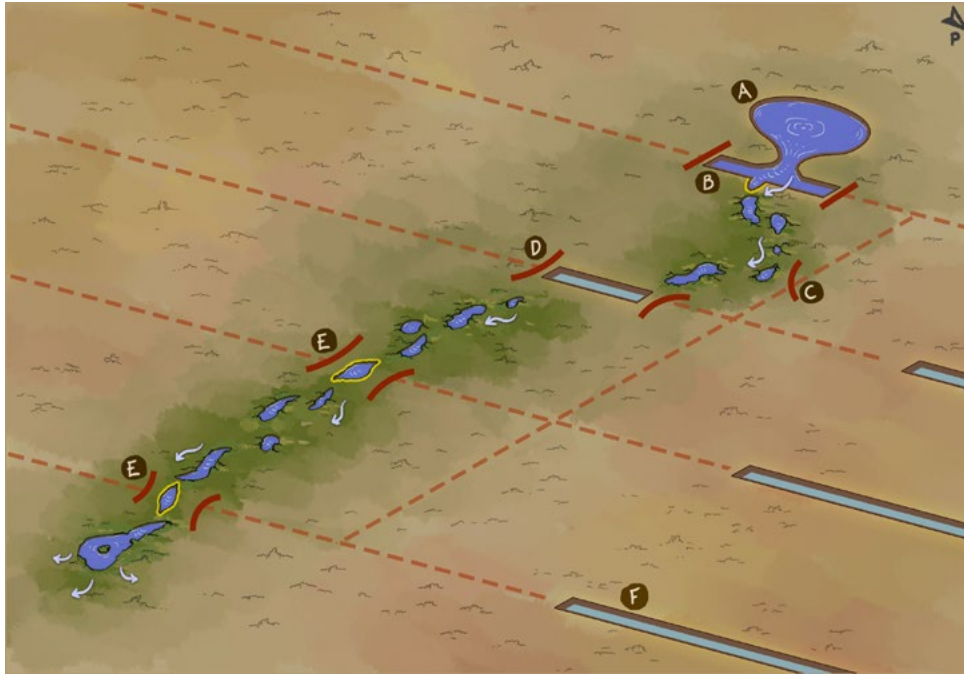
Kuva 122. Ensimmäisen sarkavälin korkea ja lähdeveden täyttämää painanteita. Kuva on otettu töiden toteutuksen yhteydessä heinäkuussa 2024. Kuva: lina Eskelinen.



Kuva 123. Lämpökameralla heinäkuussa 2024 otettu kuvapari ojasta, johon lähdevesi vuotaa katkenneesta piilopurosta. Silmämääräisesti asian havaitseminen on vaikeaa, sillä yläpuolisten ojien täytöstä johtuen ojassa on aikaisempaa enemmän myös pintavettä. Lähdeveden virtaussuunta erottuu selvästi lämpökamerakuvassa. Kuvat: lina Eskelinen.



Kuva 124. Valmis ennallistamistyömaa. Täytetyt ojat on merkitty kuvaan katkoviivalla. Kuva: lina Eskelinen.



Kuva 125. Toimenpiteet. A) Lähdeallikko säilyi kohteella häiriintymättömänä. B) Ylimmän ojan täyttökaton molemmille puolille tehtiin pintavallit, joiden myötä lähdevesi hakeutui vedenohjausuraa pitkin ensimmäiselle sarkavälille. C) Piilopuron ja ojan lähimpään taitteeseen tehtiin pintavalli, joka ohjaa erityisesti ojalinjaa pitkin virtaavan pintaveden pois piilopuroilta. D) Piilopuron ylittävään ojaan jätettiin täyttökatto, joka pysyi pintavesivaikutteisena. Täyttökaton molemmille puolille tehtiin pintavallit. E) Kahdelle viimeiselle ojan ja piilopuron risteyspaikalle tehtiin lähdeveden ylitystä varten vedenohjaus, jonka molemmille puolille tehtiin pintavallit. Pintavallit estävät erityisesti lähdevettä pääsemästä täytetyille ojalinjoille. F) Toimenpidealueen viereen jäi auki oja, joiden vesi virtaa kohti ennallistettua suota. Mikäli ojiin näyttää kertyvän paljon pintavettä, tehdään niihin vielä myöhemmin suon keskiosaa kohti viettävät vedenohjaukset. Vedenjakajan vuoksi pintavettä ei kuitenkaan pitäisi kertyä merkittävästi. Piirroskuvaan ei ole merkitty täytetyille ojille rutiinityönä tehtyjä pintavalleja. Kuva: Iina Eskelinen.



Kuva 126. Lähdeveden viimeinen ojanylityspaikka syyskuussa 2024. Kuvan taka-alalla näkyy ojittamaton avosu. Ylityspaikan molemmiin puolin tehty pintavallit jäävät kuvan ulkopuolelle. Kuva: Iina Eskelinen.

Vinkkejä lähteisten suokohteiden ennallistajalle

- Lähdevaikutteisilla ennallistamiskohteilla on tärkeää kartoittaa kaikki pohjaveden purkautumispaikat jo suunnittelu- vaiheessa.
- Lämpökamera on lähteisten suokohteiden ennallistamisen suunnittelussa erinomainen apuväline. Tällä kohteella se oli välttämätön työkalu. Vanhaan uomaan palautettu lähdevesi oli piilopuron maanpinnalla käyvissä painanteissa virtausnopeudesta riippuen 8–11-asteista, kun ojien pintavesi oli 14–16-asteista. Lähdeveden ja pintaveden lämpötilaeroa ei olisi pystynyt aukottomasti havaitsemaan kädellä kokeilemalla. Lisäksi korpikaistaleella oli paljon sellaisia pintavesivaikutteisia painanteita, joihin lähdevesi ei ennallistamisen jälkeenkään noussut. Näin ollen lähdeveden tarkkaa reittiä piilopuron onkaloissa ei olisi pystynyt varmistamaan ilman lämpökameraa. Pintavesien viilenemisen vuoksi lämpötilaero ei olisi ollut havaittavissa enää syksyllä, eli myös toteutuksen ajankohta oli paras mahdollinen.
- Kattavat inventoinnit on tärkeää tehdä huolellisesti ennen ennallistamiseen tai edes suunnitteluun ryhtymistä.
- Urakoitsijan tulee kyetä pikkutarkkaan ja joustavaan työskentelyyn.
- Työmaata valvovan tahon pitää pystyä reagoimaan nopeasti yllättäviin tilanteisiin.
- Saumattoman yhteistyön, selkeän tavoitteenasettelun ja kunkin osapuolen osaaamisen merkitys korostuu tarkkuutta vaativilla työmailla.

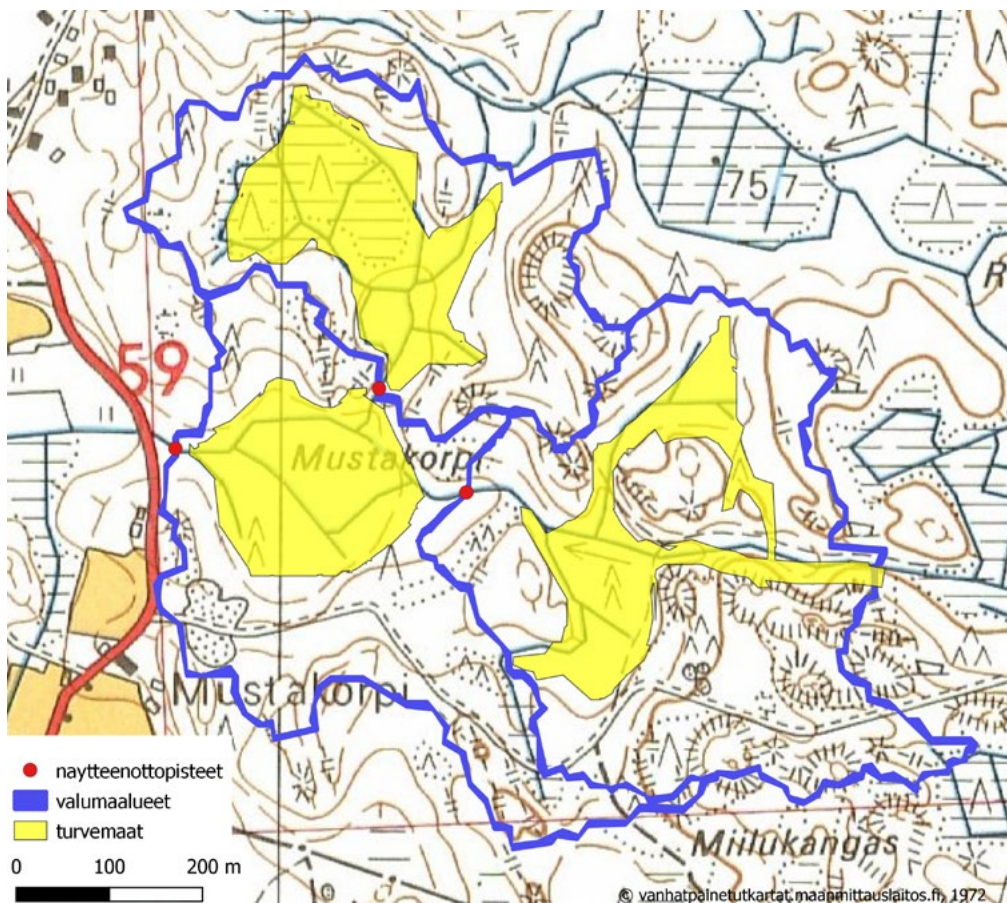
10.10 Nuuksion Mustakorpi – 20 vuoden ennallistumiskehitys ja vaikutukset veden laatuun

Tapani Sallantaus ja Markku Koskinen

Nuuksion Mustakorven kuvaus ja historia

Nuuksion kansallispuiston länsiosassa, Vihdin ja Kirkkonummen rajalla sijaitseva Mustakorpi on 45-hehtaarisella valuma-alueella sijaitseva noin 11 hehtaarin suokokonaisuus, joka koostuu keskirehevistä korvista ja pienestä isovarpurämeestä. Suokokonaisuudessa on kolme osavaluma-aluetta: itäinen, pohjoinen ja läntinen (kuva 127). Itäisen ja pohjoisen osavaluma-alueen vedet virtaavat ojituksen yhteydessä perattuja puroja pitkin län-

tiselle osavaluma-alueelle ja siitä edelleen pois Mustakorven alueelta. Läntisellä osavaluma-alueella on laakson pohjalle muodostunut hyvin runsaspuustoinen korpi, joka peittää osavaluma-alueesta runsaan neljänneksen. Pohjoisella osavaluma-alueella korpi on pienen kohosuon laiteella ja sen lähtöuoma reunustavalla painanteella. Suurimmalla, itäisellä osavaluma-alueella suo on epäyhtenäinen, ohutturpeinen korpi. Koko valuma-alueen suoprosentti on 24. Kaikki valuma-alueen suot on ennallistettu.



Kuva 127. Mustakorven ennallistamisalue. Karttaan on rajattu sinisellä osavaluma-alueiden rajat ja punaisilla pisteillä on merkitty vesinäytteidenottopisteet ja keltaisella ennallistettut suoalueet. Kaikki ojat on padottu noin 30 metrin välein, osa ojista on täytetty kokonaan. Eroosioaines itäiseltä läntiselle osavaluma-alueelle tulevasta ojasta oli vettänyt korven läntisintä nurkkaa vesien lähtöpäässä jo ennen ennallistamistoimia. © Maanmittauslaitos 2025.

Mustakorpi ojitettiin osittain 1930-luvulla ja kokonaan 1950-luvulla. Ojaverkosto ei ollut kovin tiheä, mutta sen vaikutukset alueen korpiin olivat huomattavat. Suurin puuston tilavuus ennen ennallistamista oli yli 300 m³/ha, ja kaikki korvet oli ennallistamissuunnitelmassa luokiteltu turvekankaiksi (kuva 128).

Pohjoisen osavaluma-alueen rämeisillä osilla puusto oli kasvanut heikosti ja suokasvillisuutta oli jäljellä runsaasti. Koko valuma-alueen läntisin korpinurkkaus vesien lähtöpäässä oli jossain määrin ennallistunut itseksseen, koska sitä kuivattaneet ojat olivat tukkeutuneet yläpuolelta tulleen kiintoaineskuormituksen vuoksi. Itäisen ja läntisen suoaltaan välillä on noin 100 metrin matkalla pudotusta 3 metriä ja ojasta on syöpynyt suuruusluokkaa sata tonnia kivennäismaata. Vettynyttä aluetta oli noin hehtaari, neljännes läntisen osavaluma-alueen koko suoalasta. Itseksseen ennallistuneen osan arvioitiin toimivan ravinnepuskurina yläpuolella tehtäville ennallistamistoimenpiteille.



Ennallistamistoimenpiteet, seuranta ja ennallistumisen eteneminen

Mustakorpi ennallistettiin loppusyksystä 2001. Suon pääojat tukittiin suurilla turvepadoilla, ja osa ojista tukittiin kokonaan, mutta puustoon ei koskettu.

Ennallistamisen vaikutusta veden laatuun seurattiin kolmella mittapisteellä suon kolmen osavaluma-alueen lähtöuomissa (kuva 127). Vesinäytteiden keruu aloitettiin ennen ennallistamistoimia huhtikuussa 2001, ja kalibrointikauden pituudeksi muodostui noin kuusi kuukautta. Kalibrointikauteen sisältyivät kevätylivalumat, kesä ja osa syysylivalumista.

Koskinen ym. (2011) ovat kuvanneet alkuvaiheen seurannan tuloksia. Veden laatua seurattiin yhtäjaksoisesti vuoteen 2010 asti ja tämän jälkeen vuosina 2012, 2014 ja 2020–2021. Ennallistamisen aiheuttama lisähuuhtouma laskettiin vertaamalla toteutunutta huuhtoumaa laskennalliseen taustahuuhtoumaan. Laskennallinen taustahuuhtouma laskettiin käyttäen kalibrointikauden virtaamapainotettuja pitoisuuskeskiarvoja. Huuhtoumat laskettiin valunnan ja pitoisuuden tulona. Päivittäiset valunnat saatiin läheiseltä Suomen ympäristökeskuksen pienten valuma-alueiden ohjelmassa olevalta Teeressuonojan valuma-alueelta. Päivittäiset pitoisuudet saatiin interpoloimalla havaituista pitoisuuksista.

Mustakorvessa ei ole systemaattisesti seurattu kasvillisuuden muutoksia. Vuonna 2007 soiden korpisille osille tehtiin kuitenkin pohjakasvillisuuslinjat, joilta arvioitiin kahden metrin välein halkaisijaltaan 30 cm:n ympyränäytealalta rahkasammalten ja muiden suosammalten, metsäsammalten sekä karikkeen peittävyys. Läntisellä osavaluma-alueella suosammalten peittävyys oli suuri, kun taas pohjoisen osavaluma-alueen korpireu-

Kuva 128. Ruohoturvekankaan kenttä- ja pohjakeroksessa kasvavat tuoreiden kangasmetsien lajit. Kuva: Tapani Sallantaus.

nuksella paljaan karikkeen osuus oli huomattava, paikoin 100 prosenttia. Samalla mitattiin relaskooppikoealoilla kuolleen puuston osuus, joka oli paikoin jopa kolmannes kaikesta puustosta. Valtaosa puustosta oli edelleen elossa.

Kasvillisuusseurannan puutteellisuuden vuoksi ennallistumisen etenemisestä ei ole tarkkaa kuvaa. Vuodet 2002–2003 heti ennallistamisen jälkeen olivat poikkeuksellisen kuivia, mikä viivästytti kasvillisuuden muutoksia; valunta vuonna 2003 oli vaivaiset 111 mm. Ennallistuminen käynnistyi kuitenkin ripeästi hyvin sateisten vuosien 2004 ja 2005 ansiosta. Vuosivalunnat olivat seurantajakson suurimmat, 500 mm ja 393 mm, kun koko jakson keskivuosivalunta oli 259 mm. Voimakkaan vettymisen myötä puita kuoli runsaasti, ja kasvillisuus alkoi hyvin nopeasti palautua takaisin korpikasvillisuudeksi (kuva 129). Isoalvejuuri (*Dryopteris expansa*) oli alusta alkaen näkyvin, rahkasammalpeite levisi nopeasti.

Kasvillisuusinventointi vuonna 2024

Kesällä 2024 korven kasvillisuus kartoitettiin pintapuolisesti. Rahkasammalet olivat edelleen vallanneet alaa. Läntisellä altaalla rahkasammalpeite oli jo varsin yhtenäinen, vain mättäillä oli ojitusvaiheen metsäsammalista. Putkilokasvisto oli painanteiden nopeasti kasvavassa rahkasammalikossa enimmäkseen niukkaa, kosteilla tasapinnoilla hyvinkin runsasta. Kuollutta puustoa oli paljon ja valoaukoihin oli syntynyt runsaasti kuusen taimia, suurimmat jo noin viiden metrin mittaisia. Tiheä kuusitaimikko oli tukahduttamassa lupaavasti alueelle levinnyttä suokasvillisuutta. Monin paikoin kuusta oli niin tiheästi, että läpikulku oli hankalaa (kuva 130)

Kuusitaimikoissa oli kuitenkin jäljellä paljon pieniä, aukeita, märkiä rahkasammalpeitteisiä laikkuja, mättäiden reunoilla aluskasvillisuuden kilpailu kuusen kanssa oli tiukkaa.



Kuva 129. Jo vuonna 2007 luonnontilaisen korven kasvillisuutta oli runsaasti ja järeitä puita oli kuollut. Kuva: Tapani Sallantaus.

Täystiheissä, sopivasti vettyneissä kuusikoissa taimettuminen ei ollut ongelma ja suoputkilokasvilajistoa esiintyi hyvin (kuva 131). Län-tisellä osavaluma-alueella puustoa kuoli selvästi eniten, mutta silti selvästi yli puolet oli edelleen hengissä.

Kuusen menestyminen selittyy korven kohtuullisen suurella, noin prosentin kaltevuudella. Vesi ei pääse nousemaan kovin korkealle eikä jää märkään aikaan seisomaan. Lämpimään kauteen osuva märkä jakso todennäköisesti niukentaisi Mustakorven kuusitaimikoita, kuten vuosien 2004 ja 2005 märkyys tappoi varttuneita puita. Noiden vuosien jälkeen on ollut kuivahkoa, ja kuusi on suollakin menestynyt. Inventointia edeltäneen kuudentoista vuoden jakson, 2009–2024, keski-valuma on ollut vain 222 mm, eikä runsasvaluntaisimmankaan vuoden 2016 valunta 339 mm ole kuin 63 % vuoden 2004 valunnasta.

Itäisen valuma-alueen suot olivat suhteellisen kapeita ja ojitetut vain yhdellä ojalla. Suurimmalla korpikuviolla oja oli suon matalalla puolella, ja kun kaltevuutta kohti ojaa on prosentin verran, ojan patoaminen vesitti vain pienen alueen ojan ympärillä. Ojituksen aikaista kasvillisuutta oli kuviolla suureksi osaksi jäljellä – isokastesammalen (*Plagiochila asplenoides*) runsaus kiinnitti huomiota. Kapeat korpijuotit Kelinsuolta ja pohjoisesta ovat myös viettäviä, kaltevuus kahden prosentin luokkaa ja vettymää on vähän. Kuusen taimia ei ollut suurten kuusien varjoon juuri ilmaantunut, vettyneet paikat olivat rahkasammaloituneet.

Pohjoisen valuma-alueen suoalasta noin puolet on rahkasuota, jonka keskusta on noin metrin laiteita korkeammalla. Mäntypuusto ei vaikuttanut kärsineen ennallistamisesta, laitteet olivat hyvin ennallistuneet. Muu suoala



Kuva 130. Puustokuolemissa syntyneet valoisat aukot alkoivat nopeasti taimettua ja puut olivat jo monimetrisiä vuonna 2024. Kuva: Tapani Sallantaus.



Kuva 131. Varjoisilla paikoilla kuusen taimia oli harvassa ja korven lajistoa esiintyi hyvin. Kuva: Tapani Sallantaus 2024.

koostuu kapeista korpijuoteista. Etenkin rahkasuon eteläisen laiteen tuntumassa oli kuolleet runsaasti kuusia ja valoisuus oli lisääntynyt. Rahkasammal oli peittänyt entiset kasvittomat alueet ja kuusen taimia oli kasvanut aukkojen reunoille.

Ennallistamisen vesistökuorma

Mustakorven ennallistaminen aiheutti toimenpidepinta-alaa kohden huomattavan ravinne- ja hiilipäästön valumavesiin. Ennen ennallistamista huuhtoumat olivat metsätalousalueiden ja luonnontilaisten alueiden keskimäärien arvojen (Finér ym. 2021, Nieminen ym. 2020, 2021b) välimaastossa. Orgaanisen hiilen huuhtouma oli 70 kg/ha vuodessa, typen 1,5 kg/ha vuodessa ja fosforin 0,06 kg/ha vuodessa. Kymmenen ennallistamisen jälkeisen vuoden summana huuhtouman lisäys oli ennallistettua hehtaaria kohden yhteensä 2 000 kiloa orgaanista hiiltä, 60 kiloa typpeä (josta 8 kg epäorgaanista typpeä) ja 4,5 kiloa fosforia.

Vuosien 2012–2021 ylimäärähuuhtouma oli enää murto-osa edellisestä kymmenvuotisjaksosta tai oli ohi kokonaan. Typen ylimäärähuuhtouman 10-vuotissumma ennallistettua hehtaaria kohden oli 7 kg ja fosforin oli jo nolilla. Hiilen huuhtouma oli tasaantunut, mutta oli edelleen noin 25 % lähtötasoa korkeampi.

Etelä-Suomen metsäalueiden orgaanisen hiilen huuhtoutuminen on seurantajaksoilla kasvanut yleisestikin (Vuorenmaa ym. 2006, Finér ym. 2021), esimerkiksi Lepistön ym. (2021) seuraamalla Vihdin Teeressuonojan valuma-alueella noin 50 %. Ennallistamisen vaikutusta orgaanisen hiilen huuhtoutumiseen ei kasvavien trendien vuoksi voi luotettavasti arvioida.

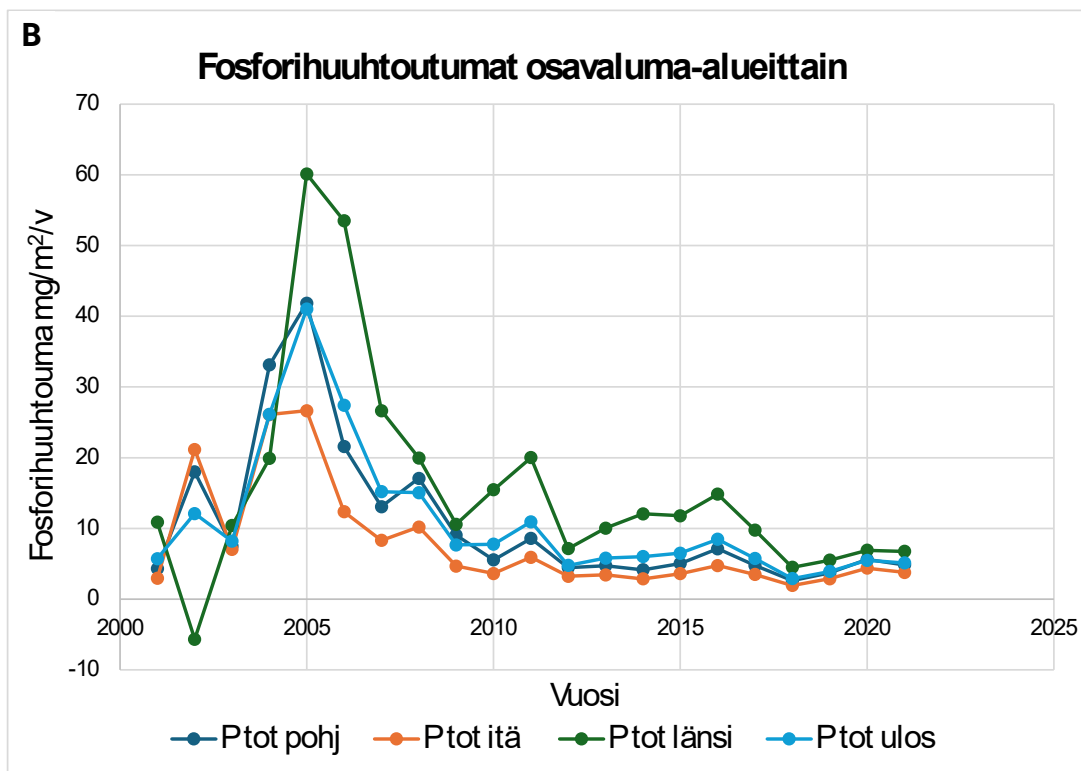
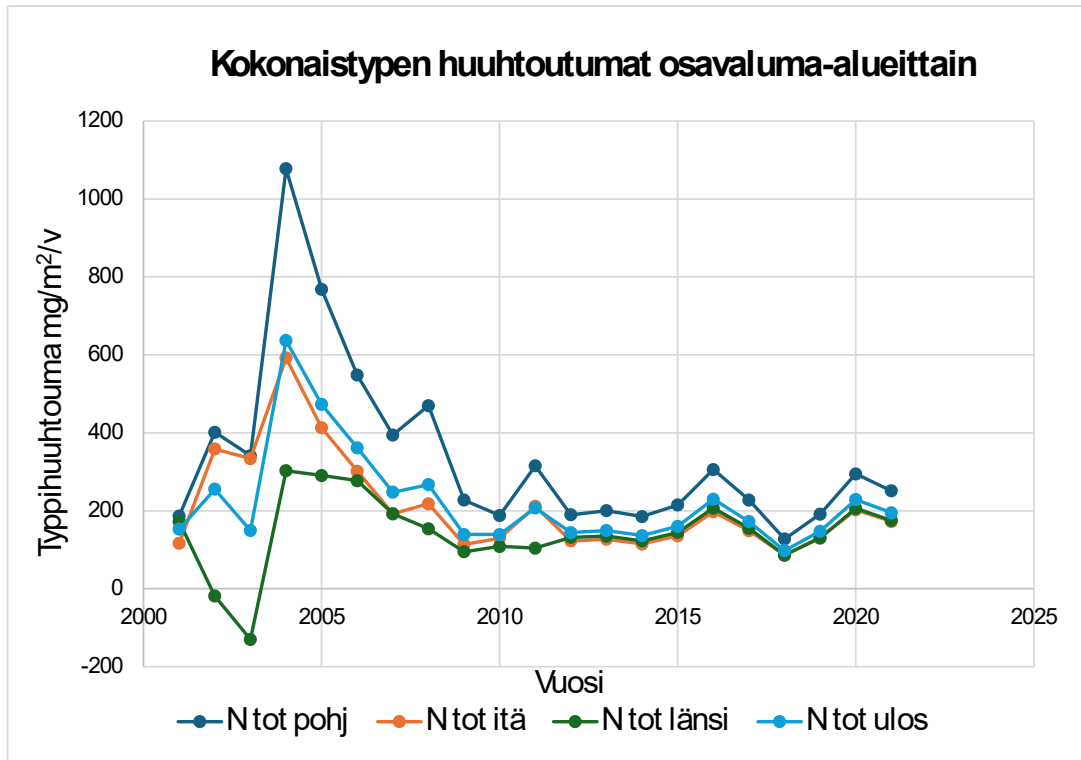
Huuhtoutumisissa oli eroa osavaluma-alueittain (kuva 132). Typen huuhtoumasta pohjoiselta ja itäiseltä osavaluma-alueelta noin

30 % oli epäorgaanista ensimmäisellä kymmenvuotisjaksolla. Läntinen osavaluma-alue vastaanotti vedet ja poisti pääosan epäorgaanisesta tyyppistä. Typen huuhtouma oli alueista pienin etenkin alkuvuosina. Ennallistamisesta aiheutui typpikuormitusta vain murto-osa siitä, mitä muilta osa-alueilta. Näin oli myös suurimman kuormituksen aikoina vuosina 2004 ja 2005. Yläpuolisen ojan eroosion vaikutuksesta syntynyttä lähtöpään ennallistumaa arveltiin pidättymisen mahdollistajaksi.

Sen sijaan fosforia huuhtoutui läntiseltä osa-alueelta valuma-alueista eniten kolmea alkuvuotta lukuun ottamatta (kuva 132B). Läntinen alue vastaanottaa pohjoisen ja itäisen valuma-alueen vedet ja vettyi siksi parhaiten. Puustoa kuoli läntisellä osa-alueella eniten. Fosforin huuhtoutumiselle oli hyvät edellytykset eikä puskuri pystynyt sitä riittävästi sieppaamaan. Läntisen osavaluma-alueen huuhtouma oli ennen ennallistamista jo korkea, yli kaksinkertainen muihin osavaluma-alueisiin nähden, joten ylimäärähuuhtouma ei noussut muita alueita korkeammaksi.

Myös vesistökuorman kehittyminen kertoo, että puustoisien korven ennallistuminen käynnistyi viiveellä, toden teolla vasta lämpimään aikaan osuneen voimakkaan vettymisen jälkeen. Tätä ennen puuston haihdutus todennäköisesti kompensoi vettymistä. Vastaavia havaintoja on myös Liesjärven kansallispuiston Soukonkorvesta, jossa märkä vuosi 1998 käynnisti ennallistumisen. Märkä vuosi on sattunut näissä tapauksissa varsin pian ennallistamisen jälkeen. Laaja-alaiset puuston kuolemiset ovat kuitenkin tavallisia korvenennallistamiskohteilla (Liutu 2023).

Ennallistamisen aiheuttamat fosforikuormat Mustakorvessa ovat suoalaa kohden laskettuna pienempiä kuin esimerkiksi Helvetinjärven tai Evon korpikohteilla, typen osalta samaa suuruusluokkaa (Kareksela ym. 2021, Koskinen ym. 2017).



Kuva 132. Typen (A) ja fosforin (B) huuhtoutumat osavaluma-alueittain. Vuoden 2001 huuhtoutumat kuvaavat tilannetta ennen ennallistamista. Vuosien 2011, 2013 ja 2015–2019 pitoisuudet on saatu interpoloimalla ja kerrottu Teeressuonojan valunnoilla. Pohjoisen osa-alueen pinta-alasta ennallistettiin 33 %, itäisestä 14 %, läntisestä 27 % ja kolmen osa-alueen muodostamasta kokonaisuudesta 24 %.

Johtopäätökset

Mustakorven ennallistamisen voidaan katsoa onnistuneen. Pohjakasvillisuus muuttui nopeasti luonnontilaista korpikasvillisuutta vastaavaksi. Myös alueella kasvanut järeä kuusikko on monin paikoin harventunut, ja aukkoja on syntynyt lisäten korprien valoisuutta. Ennallistumisprosessi, rahkasammalten elpyminen ja suolajien ilmaantuminen, on vettyamisen jälkeen edennyt vauhdilla, vaikka suoli ojituksen seurauksena hyvin voimakkaasti muuttunut. Korprien vettäminen on melko helppoa niiden laajan valuma-alueen vuoksi. Kuusi kuolee ennallistamisen seurauksena herkästi etenkin ravinteisilla soilla (Liutu 2023).

Taimettuminen kuitenkin alkaa valaistuksen kasvaessa ja Mustakorvessa liiallinen kuusettuminen saattaa muodostua ongelmaksi. Märät jaksot kasvukaudella ja rahkasammalten kasvu voivat karsia liiallista puustoa. Mustakorvessa kuusi on menestynyt suon kaltevuuden ansiosta hyvin. Liesjärven Soukonkorvessa, jossa kaltevuus on pieni (luokkaa 0,1 %), kuusta kuoli paljon laaja-alaisemmin ja aukkoihin kasvoi koivua.

Mustakorven esimerkki vahvistaa, että korven ennallistaminen voi aiheuttaa valumavesiin huomattavan ravinne- ja hiilihuuhtoutuman lisääntymisen. Korvet ovat kuitenkin tyypillisesti sen verran pienialaisia, että vesistövaikutukset jäävät pieniksi. Voimakas vettyminen – turvekerroksen peittyminen laaja-alaisesti veden alle – on ollut yhteinen piirre vielä voimakkaammissa kuormitustapauksissa (Koskinen ym. 2017).

Vesitalouden optimointi korvessa on haasteellista. Suuri kaltevuus tuottaa usein ongelmia, vesiä ei saa helposti leviämään. Mustakorvessa vedet levisivät erittäin hyvin pääaltaalla, mutta heikosti itäisellä valuma-alueella. Vettymisen tuomille aukkoille tuli nopeasti rahkasammalta ja myös muuta suokasvillisuutta, mutta kuusettuminen alkoi valoisuuden lisääntyessä. Rahkasammalet ovat vallanneet myös varjoisia suon osia. Muutakin suolajistoa niillä esiintyy eikä kuusen taimia ole merkittävästi ilmaantunut.

Suokasvillisuuden lisäksi alueelle on syntynyt erittäin runsaasti lahoavaa puuta. Luonnontilaisen metsän piirteitä on laajalti. Veden laatu on palannut hyvin lähelle luonnontilaisten soiden pitoisuuksia. Kaiken kaikkiaan Mustakorpi on erittäin lupaava suon ennallistamiskohde.

10.11 Viettävä, lähteinen puronvarsikorpi: Ilomantsin Hoikka

Maarit Similä ja Suvi Haapalehto

Ilomantsin Koitajoen Natura-alueen pohjoisin osa on metsä-, maankäyttö- ja rakennus- sekä maa-aineslaeilla toteutettava Hoikan alue, joka on pääosin Metsähallitus Metsätalous Oy:n hallinnassa. Vajaan kilometrin mittainen ja noin 130 metrin levyinen, maastonmuodoiltaan selvärajainen ennallistettu korpinotko on metsätalouden luontokohde. Korven maanpinnan korkeus laskee etelästä pohjoiseen kilometrin matkalla noin 15 metriä (kuva 133). Korpi on ohutturpeisen mustikkakangaskorven ja korpirämeen mosaiik-

kia. Korpi ennallistettiin osana Helmi-LIFE-hanketta vuonna 2006.

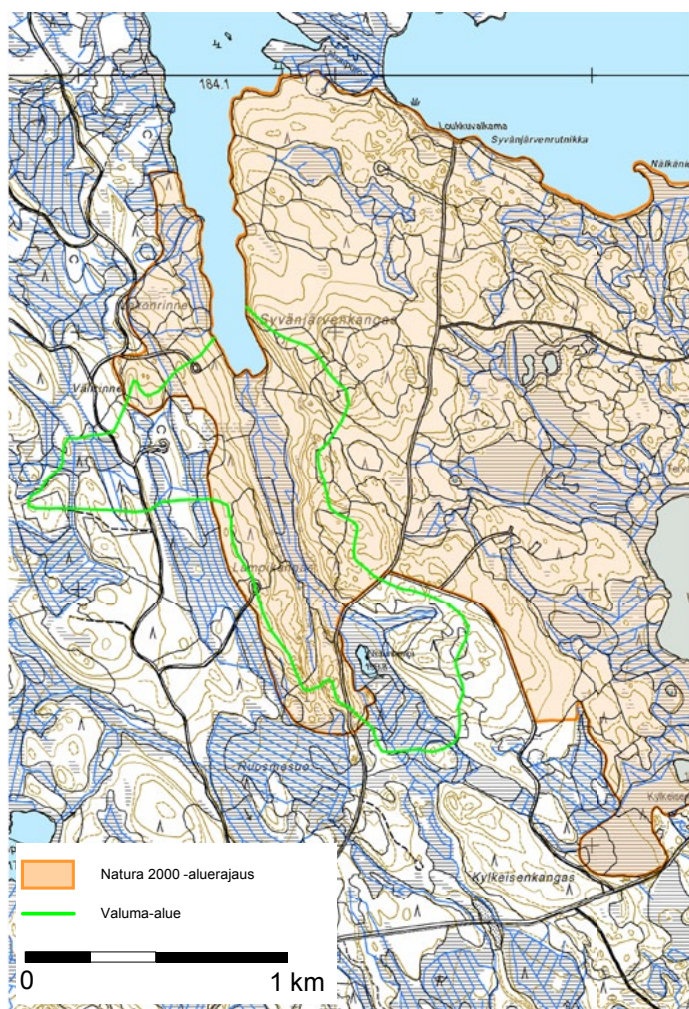
Korvessa virtaa puro, joka laskee suoraan pohjoispuolella olevaan Lakonjärveen. Puro saa vetensä valuma-alueen yläosien ojitetuilta soilta, korven yläosan tihkupintaisesta lähteestä ja ympäröivien rinteiden alaosien tihkupinnoista sekä rinteiden valumavesistä. Puroa oli ojituksen yhteydessä perattu ja oiottu. Oikaistu uoma oli syöpynyt voimakkaasti 150 metrin matkalta, ja vesi oli kuljettanut puron pohjalta hiekkaa Lakonjärveen. Syöpyneen puron pohja oli hiekkainen eikä siinä ollut merkittävässä määrin vakiintunutta purorasvillisuutta. Alkuperäistä purouomaa oli peratulla osalla näkyvissä enää muutama lyhyt ja matala mutka. Syöpynyttä osaa reunustava puusto oli lähes 100-vuotiasta korpikuumikkoo, jossa kasvoi myös mäntyjä ja koivuja.

Vuonna 2003 tehdyssä ennallistamissuunnitelmassa ehdotettiin ojien patoamista ja täyttämistä. Puron syöpyneet osat aiottiin jättää pääosin koskematta.

Kohteella vieraili suoasiantuntijaryhmä syksyllä 2004. Maastokeskusteluissa tultiin tulokseen, että pelkkä ojien patoaminen ei riitä, vaan ojat on täytettävä tavalla tai toisella kokonaan. Myös syöpyneen purouoman täyttämistä suositeltiin.

Korpi ennallistettiin elokuussa 2006 kolmen päivän aikana. Kaksi kaivinkonetta täytti ja patosi ojia, toinen kahdessa vuorossa. Purossa oli kuivan kesän seurauksena vähän vettä, joten vesi ei hankaloittanut ennallistamista. Koska korpi viettää paikoin voimakkaasti ja vettä liikkuu korven kautta runsaasti Lakonjärveen, viettäviin kohtiin tehtiin 18 puulla ja suodatinkankaalla vahvistettua patoa (kuva 134).

Työnjohto oli paikalla puroa ja viettävimpiä kohtia ennallistettaessa, ja pulmia (mm. täyttömaiden puute) ratkottiin sitä mukaa kuin niitä tuli eteen.



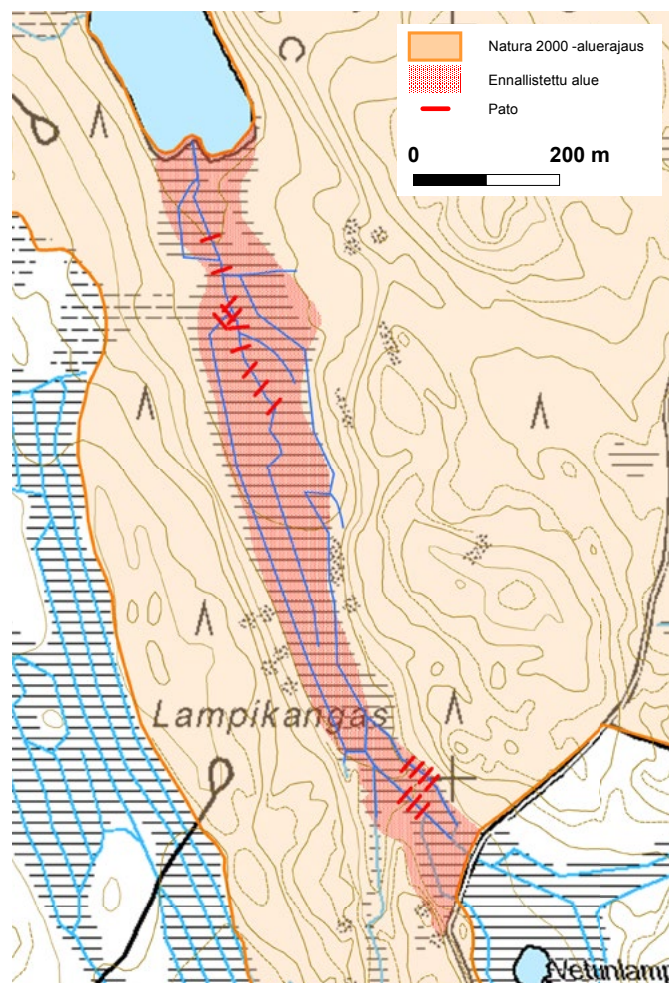
Kuva 133. Hoikan korven valuma-alue on noin 100 ha. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Ojien täyttö aloitettiin alueen yläosasta ja ojat täytettiin veden laskusuuntaan. Niskaojat täytettiin viettämään korven keskusta, jotta kivennäismaalta valuva pintavesi pääsee luontaiselle reitilleen niskaojien ylitse. Lähtesyyttä ja tihkupintaa on ojien välisellä saralla. Korven yläosassa myös itäisempään ojaan tihkui 10 metrin matkalle rinteestä pohjavettä. Ojan täyttö lopetettiin tihkupinnan yläosaan. Tihkupinnan yläpuolella on viettävä kohta, johon rakennettiin kolme puuvahvisteista patoa varmistamaan vesien ohjautuminen täytetyn ojalinjan ylitse sen sijaan, että pintavedet valuisivat täytettyä oja pitkin tihkupinnalle.

Kun ojien täytössä ehdittiin syöpyneen peratun puron kohdalle, täyttö hankaloitui. Uoma oli syvä, vaikkakaan ei kovin leveä. Ojamaita ei ollut paikoin lainkaan ja kangaskorpi oli niin ohutturpeinen, ettei saroilta saatu merkittävästi lisää täyttömaata. Täytön jälkeen puron kohta jäikin laakeaksi painanteeksi. Tällä osalla korostuu puu- ja suodattinkangasvahvisteisten patojen tärkeys, jotta helposti huuhtoutuva maa-aines ei jatka huuhtoutumistaan. Kun vesi muutaman viikon kuluessa nousi takaisin purouomaan, se ohjautui patojen ansiosta jäljellä oleviin alkuperäisiin uoman pätkiin ja muuten luontevasti mutkaiseksi purouomaksi. Puron kohdalla vesi yleensä kiertää puuvahvisteisen padon matalamman pään kohdalta, mutta muuten padot ovat pysyneet ehjinä ja toimivat hyvin.

Hoitoseurantahavainnot 1–5 vuotta ennallistamisen jälkeen

- Korven keskustaa kohti viettävä niskaojien täyttötapa on tarkoituksenmukainen.
- Puuvahvisteisten patojen käyttäminen on ollut tarpeen ja padot ovat pysyneet hyvin paikoillaan.
- Lähellä Lakonjärven rantaa vesi ohjautuu ojien täytön ja patoamisen myötä laajalle alueelle ja osin pintavaluntaan, mikä vähentää järveen joutuvan kiintoaineen määrää.



Kuva 134. Kaikki ennallistettavan alueen ojat täytettiin. Tarvittavien puuvahvisteisten patojen paikat merkittiin korpeen etukäteen kuitunauhalla. Patojen paikkoja hienosäädettiin työn edetessä. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

- Kuusia ja mäntyjä kuoli ensimmäisen viiden vuoden aikana ennallistamisen jälkeen 30 x 50 metrin alalla Lakonjärven rannassa.
- Kymmenkunta nuorta kuusta kuoli veden nousun myötä myös kohdassa, jossa purouoma muistutti luontaista eikä sille tehty ennallistamisen yhteydessä mitään.

Kaiken kaikkiaan puustoa on kuollut ennallistamisen intensiteettiin nähden vähän, mikä johtuu korven optimaalisista korkeuseroista: purolle ja tulvavesille on tilaa korven matalimmissa kohdissa ja vesi liikkuu viettävän korven kautta Lakonjärveen.

Hoitoseurantahavainnot 18 vuotta ennallistamisen jälkeen

- Ennallistaminen on onnistunut kokonaisuudessaan silmämääräisesti arvioiden hyvin, paikoin erinomaisesti. Korpinotkon molemmilla laidoilla on mm. palautunut tihkupintoja ja pienialaisia lähdesuolaikkuja (kuva 135).
- Ojalinjat erottuvat latvusaukkoina vielä pitkään. Ne ovat puustottumassa maltillisesti: paikoin on nuorta koivua jonka matkaa, paikoin yksittäisiä kuusia tai pieniä kuusiryhmiä.
- Puustoa ei ole kuollut alkuaikojen vedennousun jälkeen.
- Paikoin vesi liikkuu edelleen epätoivostusti pitkin tukittuja ojia, mutta ohjautuu yksittäisten pintavallien tai notkelmien kohdalta ennen pitkää kohti korpinotkon keskiosaa.



Kuva 135. 18 vuotta ennallistamisen jälkeen pohjavesivaikutuksesta kertovaa lajistoa on palautunut korpinotkoon useisiin kohtiin. Täytetyt ojalinjat erottuvat pitkään latvusaukkona. Kuva: Maarit Similä.

10.12 Märän, luhtaisen aapasuon kuivatuskanavan tukkiminen: Siikajoen Revonneva

Sakari Rehell

Revonnevan ominaispiirteet ja ennallistamistarve

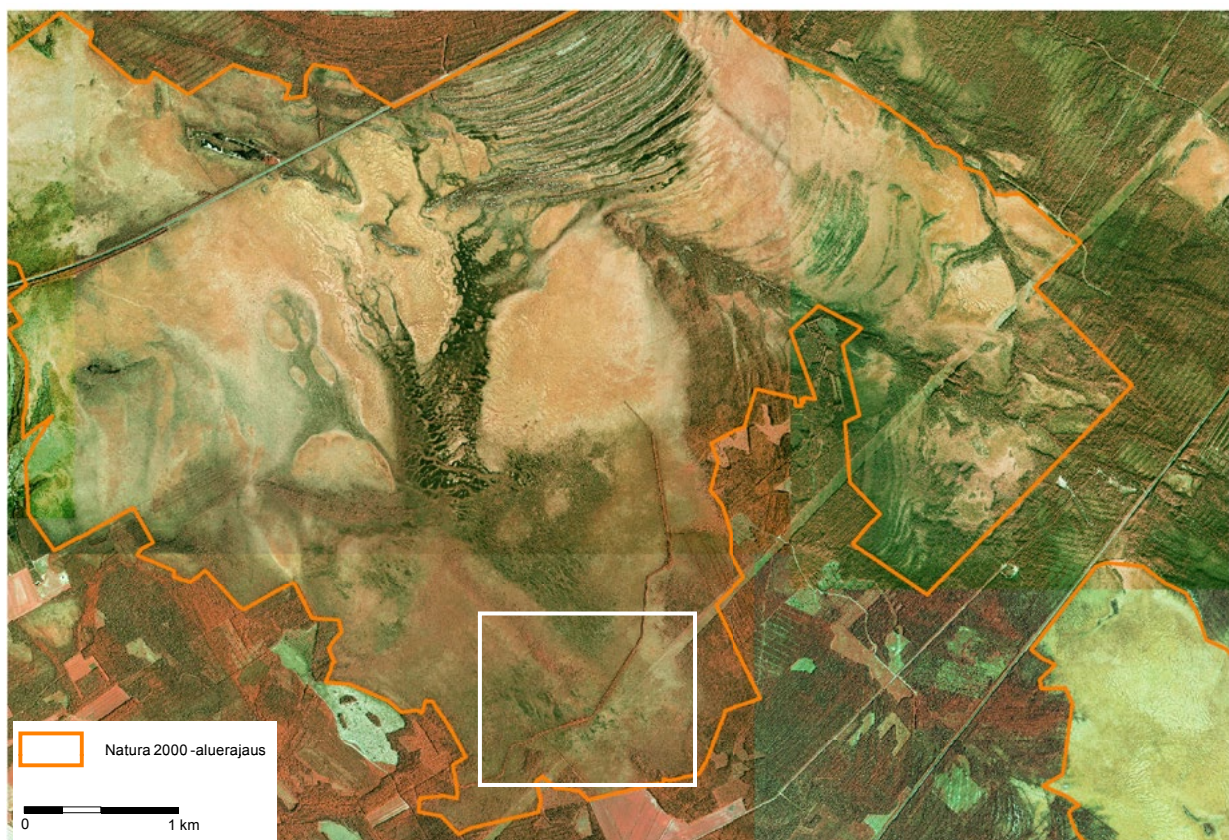
Revonneva on sekakompleksi, jossa ruskorahkakeitaat ja aapasuo-osat peittävät suunnilleen yhtä suuren osan suoalasta (kuva 136). Revonneva on osa Revonnevan–Ruonnevan Natura-aluetta.

Suon itäpuolinen valuma-alue on suurelta osin ojitettu, pääosin 1960-luvulla. Ojitusalueiden vedet oli johdettu märän aapasuo-osan läpi kaivettua kuivatuskanavaa pitkin suoraan lounaispuolella olevaan Siikajokeen.

Kuivatuskanava oli kuivattanut erittäin laajasti myös kanavan länsipuolista ojittamatonta aapasuota. Vielä noin 500 metrin päässä

kanavan länsipuolella entinen märkä rimpisuo kasvoi männyntaimia ja vaivaiskoivua (kuva 137). Rimmet olivat kuivia, niiden kasvillisuus oli yksipuolistunut ja koko suon merkitys lintujen pesimä- ja levähtämisalueena oli kärsinyt.

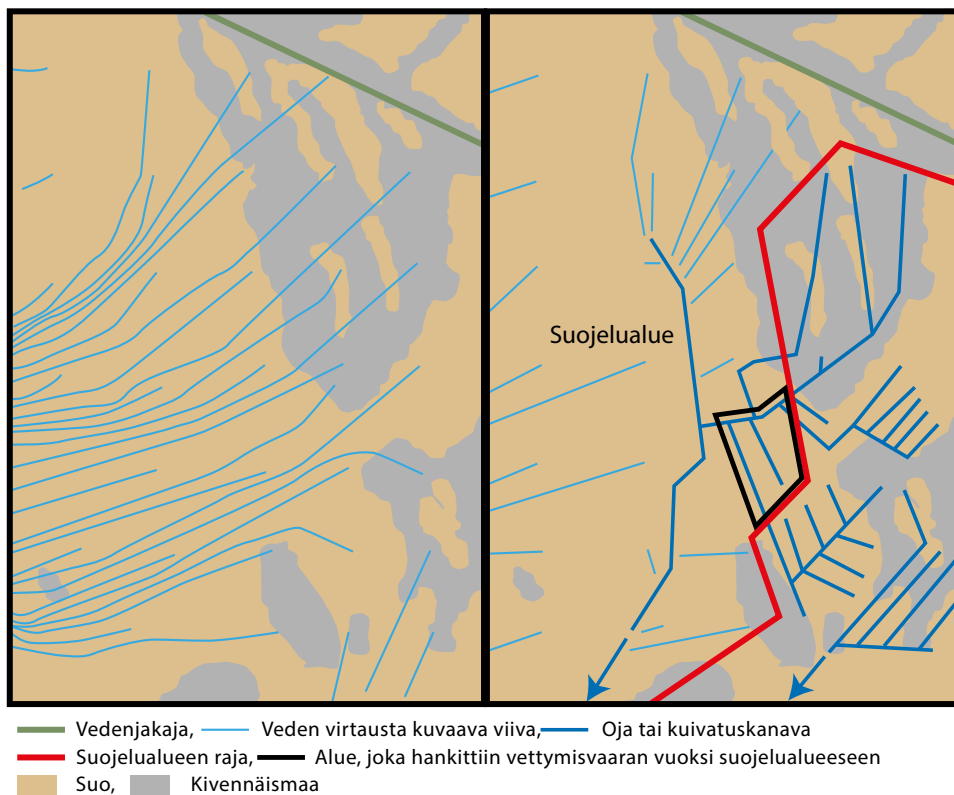
Luonnontilassa vesi on kerääntynyt noin 800 hehtaarin alueelta aapasuon keskiosiin (kuva 138), jossa vallitsevana suotyyppinä on ollut rehevä, luhtainen rimpineva. Laajan valuma-alueen vuoksi kanavassa virtasi hyvin paljon vettä. Revonnevan jännerakenne on ollut heikosti kehittynyt ja turvekerroksen paksuus paikoin yli kaksi metriä.



Kuva 136. Ilmakuva Revonnevan alueesta ennen ennallistamista. Sittemmin tukittu kuivatuskanava on kuvan keskiosassa, alaosiltaan valkoisen laatikon keskellä. Valkoinen laatikko osoittaa viinovalovarjosteen ottokohtaa kuvassa 141. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 137. Maisema ojittamattomalta, mutta pahoin kuivuneelta entiseltä rimpinevalta noin 200 metriä kuivatuskanavan länsipuolelta. Kuva: Päivi Virnes elokuu 2006.



Kuva 138. Veden virtaus Revonnevalla ennen ojitusta (vasemmalla) ja sen jälkeen (oikealla). © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Kuivatuskanava oli 1–2 metriä leveä ja ulottui monin paikoin kivennäismaahan asti. Kanavan varren pintaturve oli painunut kuivumisen myötä voimakkaasti (kuva 139), ja kanavan ympärille oli muodostunut noin 50 metriä leveä uoma.

Ennallistamisen suunnittelu

Syksyllä 2005 suon pinnan korkeuseroja vaahtiin painumisen mittasuhteiden selvittämiseksi. Laajan painumisen vuoksi ojauoman poikki päätettiin tehdä niin mittavia turvevalleja, että ne ulottuisivat koko painuneen alan poikki. Pelkän uoman tukkiminen olisi jättänyt ennallistamistuloksen puolitiehen.

Revonnevan suojelualueetta ympäröivät yksityismaat. Suunnittelun aikana neuvoteltiin tiiviisti naapurimaanomistajien kanssa. Suunnittelun yhteydessä järjestettiin laaja tiedotus- ja neuvottelutilaisuus, johon kutsuttiin ennallistamisalueen lähiseudun maanomistajat sekä viranomaisia. Maanomistajat saivat kommentoida alustavia suunnitelmavaihtoehtoja ja kommentit huomioitiin suunnittelussa.

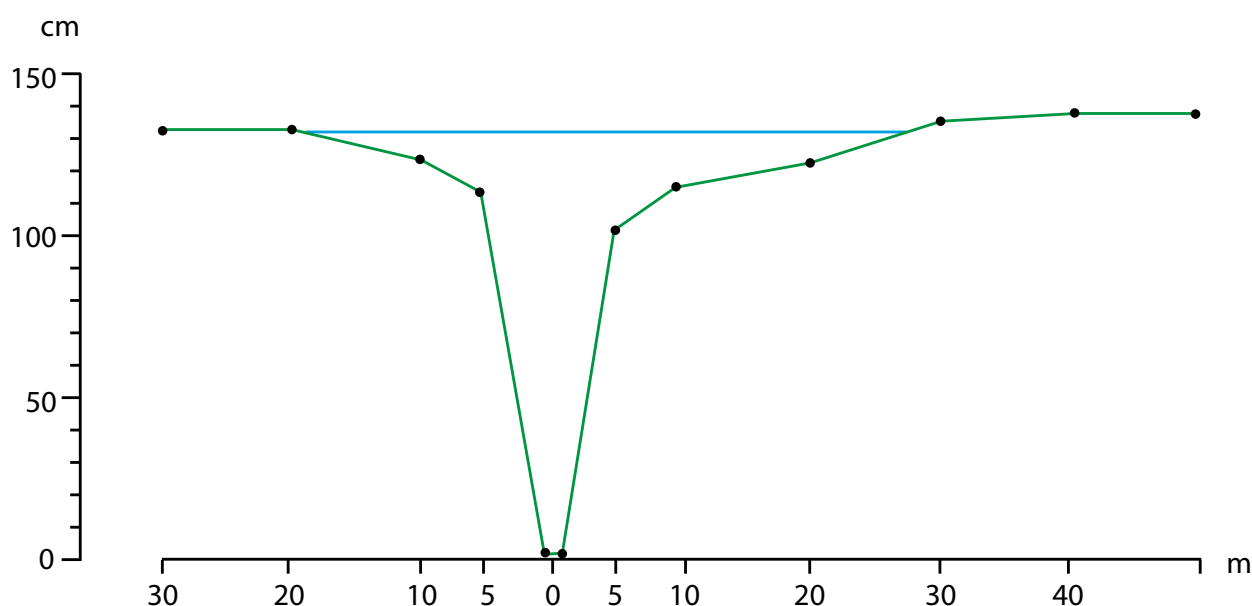
Ennen töiden aloittamista saatiin hankittua valtiolle noin 10 hehtaaria vettymisuhan alaista yksityismaan ojitettua suota (kuva 138).

Ennallistaminen

Ennallistaminen aloitettiin puuston hakkuulla kevättalvella 2006. Ojien varrelle kasvanut puusto korjattiin kokopuuna energiaksi, ja ojien tukkimisen jälkeen puustoa harvennettiin vielä metsurityönä avohakattujen oja-linjojen väleistä.

Elokuussa 2007 kuivatuskanava tukittiin tekemällä noin 70 metrin välein noin 50 metrin levyisiä turvevalleja (kuva 140). Samassa yhteydessä tukittiin pienimpiä metsäojia kanavaan laskevilta ojitusalueilta.

Kanava saatiin padottua suunnitelmien mukaisesti (Rehell 2013b). Lopputuloksena oli noin 2,5 kilometriä pitkä, peräkkäisistä lamista muodostunut helminauha. Avovesipinta-ala kasvoi koko suolla merkittävästi. Altaiden täytyttyä vedenpinnan nousu alkoi koko kanavan länsipuolisella alueella.



Kuva 139. Kuivatuskanavan keskiosista vaahtu poikkaisprofiili, joka ulottuu kanavasta noin 30 m länteen ja 50 m itään. Nollatasona on kanavan veden pinta, joka tällä kohdalla on ollut noin 130 cm ympäröivien soiden pinnan alapuolella. Sininen viiva kuvaa tasoa, jolle veden pinta pitäisi nostaa, jotta se pääsisi virtaamaan länteen kohti suon keskiosia.

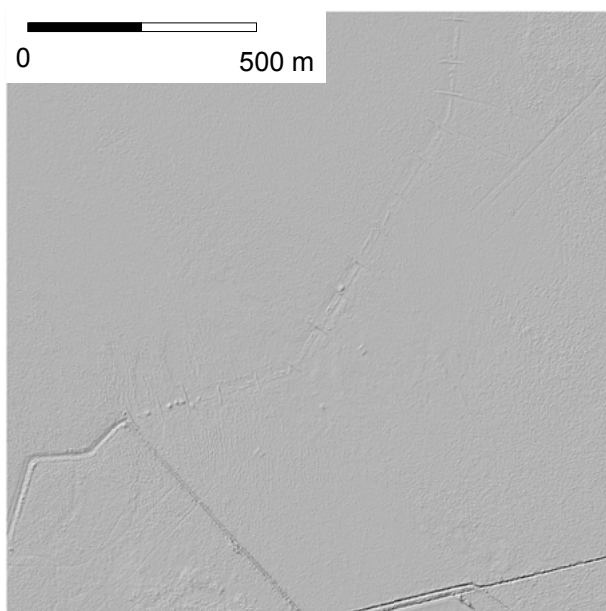


Kuva 140. Patovalli pari viikkoa työn tekemisen jälkeen (A). Kaivettu lammikko ei ole vielä täyttynyt vedellä. Seitsemäntoista vuotta myöhemmin patovallilla kasvaa lehtipuustoa ja mäntyä (B). Kuvat: Päivi Virnes, elokuu 2007 (A), Sakari Rehell, 2024 (B).

Ennallistamisen vaikutukset kahden vuoden kuluttua

- Vesi oli noussut koko kuivahtaneella länsipuolen alueella.
- Vettymisen vuoksi kuolleiden männyn taimien alue ulottui noin 500 metrin päähän entisestä kanavasta.
- Yksityismaille ei aiheutunut vettymishaittoja. Niiden välttämiseksi tehty toimenpiteet heikensivät kuitenkin ennallistamisen tulosta paikoin suojelualueen reunaosissa. Vesiä purkautui suolle auki jätettyjen ojien päistä paikoin pistemäisesti, ja muualla suo pysyi paikallisesti kuivana.
- Myös kanavan alaosa jouduttiin alapuolisten peltojen kuivatuksen vuoksi jättämään muutama sata metriä auki (kuva 141). Näin lähes parikymmentä hehtaaria suojelusuota jäi ennallistetun suokokonaisuuden ulkopuolelle. Sittemmin tämäkin ala on ennallistettu.
- Kaikkiaan saatiin palautettua noin 200 hehtaaria kuivunutta suota vesitaloudeltaan luontaisen kaltaiseksi (kuva 142). Suon keskiosiin pääsee ennallistamisen jälkeen vesiä noin 4/5 luonnontilaisesta määrästä.
- Kasvillisuusseurantojen perusteella suokasvilajisto on kahden ensimmäisen vuo-

den aikana alkanut palautua varsin nopeasti luontaisen rimpinevan suuntaan.



Kuva 141. Korkeussuhteita kuvaava vinoalovarjoste Revonnevan padotun kanavan alapäästä vuodelta 2010. Auki jätetyt ojat (kanavan alaosa aivan kuvan vasemmassa reunassa sekä pellon kuivatusojat kuvan oikeassa alakulmassa) erottuvat syvinä. Kanavan poikki noin 70 metrin välein tehty, noin 50 metriä pitkät turvevallit erottuvat heikosti, eikä entinen kanava muodosta enää yhtenäistä uomaa. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 142. Maisema tukitun kanavan yli kohti länsipuolista avosuokeskustaa noin vuosi toimenpiteiden jälkeen. Kuva: Sakari Rehell, heinäkuu 2008.

Ennallistamisen vaikutukset 17 vuoden kuluttua

Revonnevan nykytila käytiin tarkastamassa elokuussa 2024. Ennallistamisesta oli aikaa 17 vuotta. Ennallistamisen tavoitteet oli saavutettu hyvin, ja aapasuolle ominainen hydrologia, jossa ympäröivän valuma-alueen vedet kerääntyvät rimpiseen keskiosaan, oli saatu palautettua.

- Suoyhdistymän keskiosan padottua kanavaa myöten ei enää virrannut vesi.
- Pitkien patovallien (kuva 140) viereen kaivettujen lammikoiden päistä vesi pääsi virtaamaan aapasuon keskiosaa kohti.
- Isojen patovallien päällä kasvoi tiheässä noin 2 metriä korkeita männyn ja koivun taimia (kuva 140).
- Vallien ympäristöt olivat kauttaaltaan märkää avosuota (kuva 143).
- Lammikot, joista oli otettu materiaali patovalleihin, olivat vielä avoimia, joten avovesialue oli lisääntynyt. Lammikoiden reunoille kasvanut sara- ja ruoho-

reunus oli hieman supistanut avovesialaa.

- Puut, joita ei korjattu pois tai kaadettu ennallistamisen yhteydessä, olivat kehoutuneet (kuva 143).
- Uusia taimia ei ollut määrimpiin osiin tulut (kuva 144), ja noin 600 metrin päässä padotusta kanavasta aapasuon keskustaan päin avosuopinnoilla männyn taimet olivat kuolleet veden noustua (kuva 145).
- Kaikkialla oli luhtaista ja kasvoi ravinteisuutta vaativia suursaroja ja ruohoja, esimerkiksi pullosaraa (*Carex rostrata*), jouhisaraa (*C. lasiocarpa*), järvikortetta (*Equisetum fluviatile*), raatetta (*Menyanthes trifoliata*), kurjenjalkaa (*Comarum palustre*), luhtasuoputkea (*Peucedanum palustre*) ja paikoin myös kastikoita (*Callamagrostis* sp.).
- Lähimpänä tukittua kanavaa, missä veden nousu ja ravinteiden lisääntyminen on ollut voimakkainta, sammalkerros oli

heikko ja kasvillisuus muistutti avoluh-
taa. Sinne oli ilmaantunut luhdille oimi-
naisten lehtisammalien lisäksi yksittäisiä
rahkasammallaikkuja (sararahkasammal
Sphagnum fallax, viitarahkasammal *S.*
fimbriatum).

- Kauempana tukitusta kanavasta, aiem-
min ojituksen kuivattamilla rimpipin-
noilla, olivat runsastuneet rimpipintojen

rahkasammalet. Aiemmin osin ruoppai-
set rimmet olivat rahkasammalpeittei-
siä, ja jännerakenne näytti muuttuneen
aiempaa epäselvemmäksi.

- Vasta noin 600 metrin päässä tukitusta
kanavasta kasvillisuus oli tyypillistä jän-
teiselle ja ruoppaiselle, mesotrofiselle
rimpinevalle (kuva 145).



Kuva 143. Luhtaiseksi kehittynyttä avonevaa tukitun ison kana-
van vieressä. Hakkuissa jätetyt männyt ovat kaikki kuolleet ja
kaatuneet. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 144. Kanavan tukkimisen jälkeen männyntaimet ovat
kuolleet ja suursarat ovat runsastuneet 200 metrin päässä
kanavasta. Rimpipintaa ei juuri ole. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 145. Ennallistamisen myötä kuolleita männyntaimia näkyy vielä 600 metrin päässä tukitusta kanavasta. Luontaiselle rimpinevalle ominaisia selkeitä, osin ruoppaisia rimpipintoja on palautumassa epäselvien jänteiden väleihin. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 146. Revonnevan reunan ennallistettu, luontaisesti puustoisempi alue alkaa 17 vuotta toimenpiteiden jälkeen muistuttaa luontaista, ruohoista sara-ämettä. Etualalla on tukittu oja, joka muistuttaa märimmissä osissa kasvillisuudeltaan kortelua. Vasemmassa laidassa oleva pintavalli on maastoutunut lähes huomattomaksi. Kuva: Sakari Rehell.

- Suoyhdistymän reunaosan osin luontaisesti puustoinen sararämealue oli palautunut hyvin ja alkoi muistuttaa ruohoista sararämettä (kuva 146). Luhtaruohot kukoistivat. Puusto, jota ennallistamisen yhteydessä harvennettiin voimakkaasti, oli muuttunut lehtipuustoisemmaksi. Puolet pystyyn jätetyistä männyistä oli keloutunut. Pystyyn jätetyt koivut olivat hengissä, mutta niiden kasvu oli heikkoa. Uusia koivun ja pajujen taimia oli tullut paikoitellen, mutta varsin vähän.

Johtopäätöksiä

- Yksittäisen hyvin syvän märälle avosuolen kaivetun kuivatusojan vaikutus voi ulottua yli puolen kilometrin päähän, näennäisesti ojittamattomalle nevalle.
- Kanavan tukkiminen siten, että vesi ei pääse kiertämään patoja, vaan virtaa luontaiseen suuntaan, pystyy palauttamaan avosuoluonteeseen koko muuttuneelle alueelle suolla, jossa virtaavat vesimäärät ovat suuria.
- Voimakas vedenpinnan nousu ja voimakkaan virtauksen palautuminen aiheuttavat ravinteisuuden lisääntymis-

tä, mikä näkyy kasvillisuudessa etenkin suursarojen ja luhtaruohojen rehevöitymisenä. Suo voikin alkaa muistuttaa kasvillisuudeltaan luhtaa. Aapasoiden tilan heikkenemisessä keskeistä on usein ruoppaisen rimpipinnan häviäminen. Tämä ei välttämättä palaudu, vaikka vedenpinnantasoa ja virtaus palautuisivat, koska rahkasammal on ehtinyt kasvaa aiemmille rimpipinnoille.

- Luhtaisuuden lisääntyminen voi haitata keskustavaikutteisia soita suosivia kasvilajeja, jos rehevöityvä kasvillisuus tukahduttaa ne. Tästä ei kuitenkaan Revonnevalla liene ollut haittaa, koska kuivatuskanavan tuntumassa ei ollut keskustavaikutteisia soita suosivia lajeja. Koko suon lajistolliseen monimuotoisuuteen rehevöitymisellä voi olla positiivisia vaikutuksia: mätät, luhtaiset ja rehevät alueet ovat hyvää ruokailu- ja pesimäympäristöä esimerkiksi hirville sekä kahlaaja- ja vesilinnuille. Rehevöitymisvaihe voi olla väliaikainen. Esimerkiksi primäärisessä soistumisessa alkuvaiheelle on tyyppillistä voimakas luhtaisuus, joka hiljalleen heikkenee.

10.13 Soiden ja pienvesien kokonaisuus: Pihtiputaan Suurisuo

Reijo Hokkanen ja Anneli Suikki

Pihtiputaan Suurisuolla ennallistettavana oli laskettu lampi, kuivunut puro, ojitettuja nevoja ja ojittamattomia – mutta kuivuneita – nevoja.

Suurisuo kuuluu Pohjanmaan aapasoihin ja Suurisuon–Sepänsuon soidensuojelualueeseen. Suurisuon pinnanmuodot ovat melko heikosti kehittyneet, eikä suuria avovesirimpää ole. Aapasoiden keskiosat ovat pääosin mesotrofisia rimpinevoja. Keidassuo-osat ovat melko pienialaisia ja karuja lyhytkortisia rämeitä. Suojelualueella on myös lähes kaksi kilometriä pitkä, soiden ympäröimä harju. Ennallistettavan alueen keskellä sijaitseva Vuosiaissalo on samaan harjujaksoon kuuluva, kahdeksan hehtaarin laajuinen kivennäismaasaareke.

Vuoden 2009 aikana ennallistettiin Neva-Kukko-lammen ja Vuosiaissalon ympäristön noin 39 hehtaarin laajuinen ojikko (kuva 147). Ennallistettava alue on kokonaan Metsähallituksen hallinnassa.

Tilanne ennen ojitusta

Vesien liikkuminen ennen ojitusta selvitettiin vertaamalla vanhoja ja uusia ilmakuvia, ja maastosta kerättiin lisää tietoa.

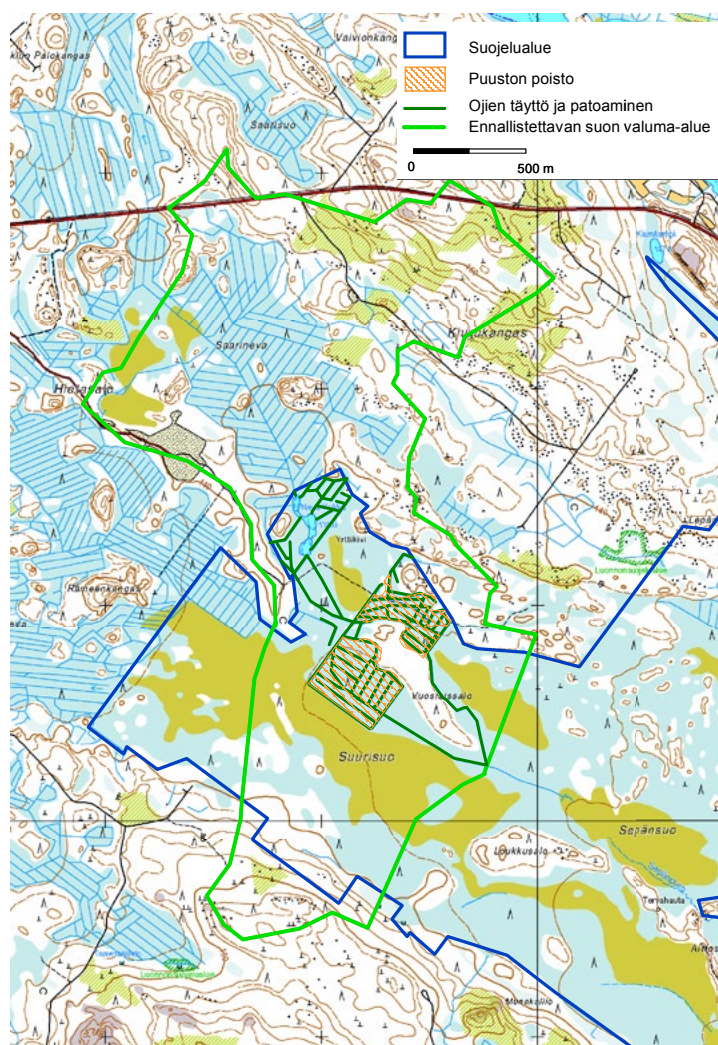
Alueen ojien virtaussuunnat tarkastettiin. Suurisuolla on rimpinevajuotteja, joita seuraamalla voitiin selvittää vesien alkuperä esimerkiksi Isomäen lähteisiin (kuva 149). Kohtiin, joissa oja läpäisi rimpinevajuotin, suunniteltiin padot, jotta veden kulku jatkuisi täytetyn ojan yli.

Ennallistettavan alueen vedet ovat peräisin pääosin luoteesta (Neva-Kukon valuma-alue) ja lounaasta (Isomäen lähteiden valuma-alue, kuva 147). Vuosiaissalo erottaa nämä vedet, kunnes ne osin yhtyvät metsäsaarekkeen itäpuolella.

Koska alueella on harjuja, on todennäköistä, että suolle purkautuu jossain määrin myös

pohjavesiä. Selkeitä purkautumispaikkoja ei löytynyt, mutta ilmeisesti Vuosiaissalon länsi-lounaispuolella oleva rimpineva on pohjavesivaikutteinen.

Neva-Kukko on vanhan ilmakuvan perusteella ollut nevarantainen lampi (kuva 148). Lammesta on laskenut puro, joka näkyy vanhassa ilmakuvassa Vuosiaissalon metsäsaarekkeen luoteispäähän asti, noin 500 metrin matkalla. Tästä vedet ovat pääosin kääntyneet Vuosiaissalon koillispuolen rimpinevajuottiin. Vedet ovat lopulta levittäytyneet laa-

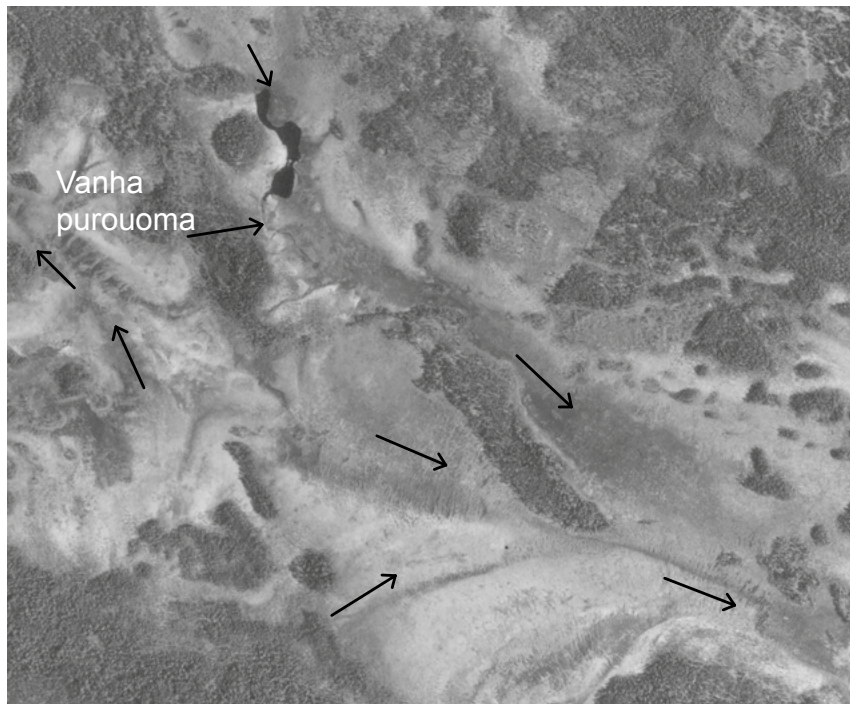


Kuva 147. Ennallistettava alue Vuosiaissalon metsäsaarekkeen ja Neva-Kukko-lammen ympäristössä. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

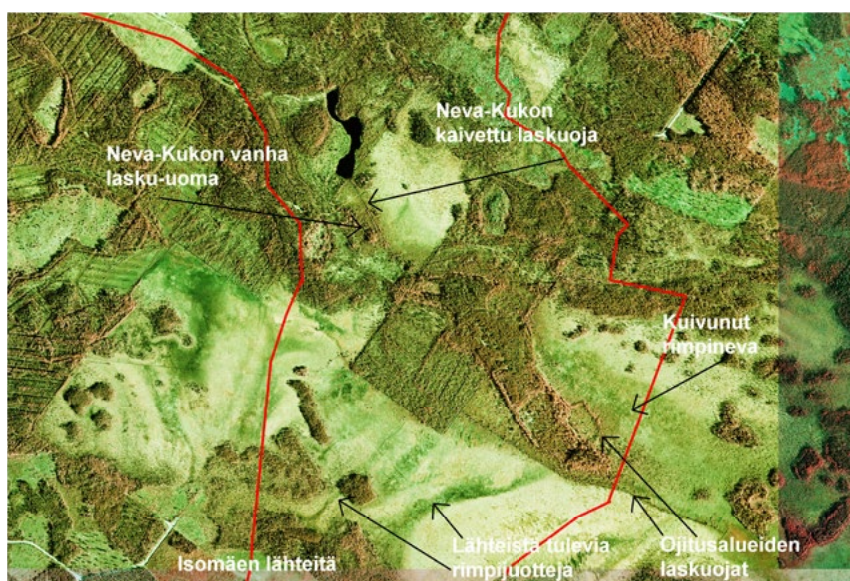
jalle rimpinevalle Vuosiaissalon koillis-itäpuolelle.

Vuosiaissalon eteläpuoliselle nevalle ei ole vanhan ilmakuvan perusteella tullut merkittäviä määriä vesiä Neva-Kukosta, vaan lounaas-

ta Isomäen suunnasta sekä osin myös pohjavetenä. Isomäki on Suurisuon eteläpuolen korkea mäki, jonka kupeessa on Suurisuon reunassa useita lähteitä. Niistä purkautuva vesi muodostaa rimpinevajuotteja, jotka



Kuva 148. Vanhassa ilmakuvassa näkyy Neva-Kukosta laskeva purouma, jonka vedet levittäytyvät lopulta Vuosiaissalon koillispuolen rimpinevalle. © Metsähallitus 2013, © Puolustusvoimien tiedustelukeskus 2013.



Kuva 149. Ennen ennallistamista otetussa ilmakuvassa Neva-Kukon vanhan lasku-uoman varrelle kasvaneet hieskoivut erottuvat punertavina. Myös Vuosiaissalon molemmin puolin olevat suorakaiteen muotoiset ojitusalueet erottuvat selvästi. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

muodostavat Vuosiaissalon lounaispuolella laajemman mesotrofisen rimpinevan. Tällä rimpinevalla vedet kääntyvät kaakkoon Vuosiaissalon suuntaisesti. Vuosiaissalon jälkeen vedet ovat kulkeutuneet hyvin kapeassa rimpinevapainanteessa itään päin.

Tilanne ojituksen jälkeen

Suurisuon ennallistettavien alueiden valuma-alueen kaikki suot on ojitettu suojelualueen ulkopuolella. Valuma-alueen vedet ohjautuvat kuitenkin edelleen Suurisuolle. Suurisuon ojat on kaivettu 1970-luvulla.

Neva-Kukosta on kaivettu oja Vuosiaissalon luoteispuolelle ja edelleen koko Suurisuon läpi, jolloin lammen pinta on laskenut (kuva 149). Lammen rantanevalle on istutettu mäntyä, ja puusto oli ennallistamisen aikaan noin 40-vuotiaista. Vanha purouoma oli kuivunut ja näkyi maastossa lähinnä painanteena ja ympäristöstään poikkeavana kasvillisuutena. Uoman reunoille oli kasvanut paikoin tiheää hieskoivuvesakkoa. Vuosiaissalon pohjois- ja eteläpuolelle oli kaivettu suorakaiteen muotoiset, selvästi maisemassa erottuvat ojitusalueet. Näille ojitusalueille oli istutettu mäntyä, joka oli ehtinyt ensiharvennusvaiheeseen. Vuosiaissalon pohjoispuolella, entisellä rimpinevalla, oli myös hieskoivua sekapuuna. Alueella oli myös yksittäisiä kontortamäntyjä.

Lammen laskuvedet oli ohjattu Vuosiaissalon eteläpuolisiin ojiin, kun ne luonnontilassa olivat liikkuneet Vuosiaissalon pohjoispuolelta. Ojat oli kaivettu Vuosiaissalon ympäri ja ne yhtyivät saaren kaakkoispuolella. Ojaa oli kaivettu vielä muutama sata metriä, minkä jälkeen kaivu oli lopetettu keskelle nevaa. Se oli muuttunut luhtaiseksi.

Ojitukset kuivattivat myös suon ojittamattomia osia, varsinkin Vuosiaissalon koillispuolella, missä ojat katkaisivat vesien kulun rimpinevalle. Vuosiaissalon eteläpuolella kuivatusvaikutus ojituksen ulkopuolella ei ollut yhtä laajaa, koska ojat oli kaivettu rimpinevan keskelle luontaisen valumissuunnan mukaisesti.

Ennallistamisen tavoitteet

Tärkeimmäksi tavoitteeksi nousi vesien luontaisen liikkumisen palauttaminen, mikä vaati seuraavat toimenpiteet:

- Vedet oli ohjattava vanhaan Neva-Kukon lammen lasku-uomaan. Tällöin myös lammen pinta nousisi.
- Neva-Kukon laskuvedet oli ohjattava Vuosiaissalon pohjoispuolelle ja ne tuli saada leviämään entisen rimpinevan laajuiselle alueelle.
- Vedet oli ohjattava ojittamattomalle rimpinevalle, erityisesti Vuosiaissalon koillispuolella.
- Vuosiaissalon molemmin puolin olevat yhtenäiset ojitusalueet oli palautettava avosuoksi, jolloin puuston haihdutus vähenisi.

Neva-Kukon vedenpinnan nousun seuranta varten lammen rannoille upotettiin kolme merkkikeppiä.

Ennallistaminen

Ennallistaminen aloitettiin helmikuussa 2009 puuston poistolla (kuva 150). Vuosiaissalon molemmin puolin poistettiin 17 hehtaarin alalta kaikki ojituksen jälkeen kasvaneet männyt kuitu- ja energiapuuksi (kuva 151), pääasiassa monitoimikoneella, mutta osin myös metsurityönä. Alkuperäistä suopuustoa ei ollut, koska alueet olivat olleet puuttomia. Kaikki koivut jätettiin pystyyn vesakoitumisen ehkäisemiseksi. Myös kivennäismaasaarekkeiden puusto jätettiin pystyyn.

Ojien täyttäminen aloitettiin syyskuussa 2009 kaivinkoneella. Täyttöjärjestys mietittiin tarkkaan, sillä alueen läpi laskeva vesimäärä oli suuri, ja täyttäminen väärässä järjestyksessä olisi hankaloittanut kaivinkoneen työtä. Ensin täytettiin Neva-Kukon ranta-alueiden ojat. Tämän jälkeen täytettiin Neva-Kukon laskuoja, jolloin lammen pinta alkoi välittömästi nousta. Sitten tukittiin Vuosiaissalon eteläpuoleiset ojat, jolloin vesi ohjautui

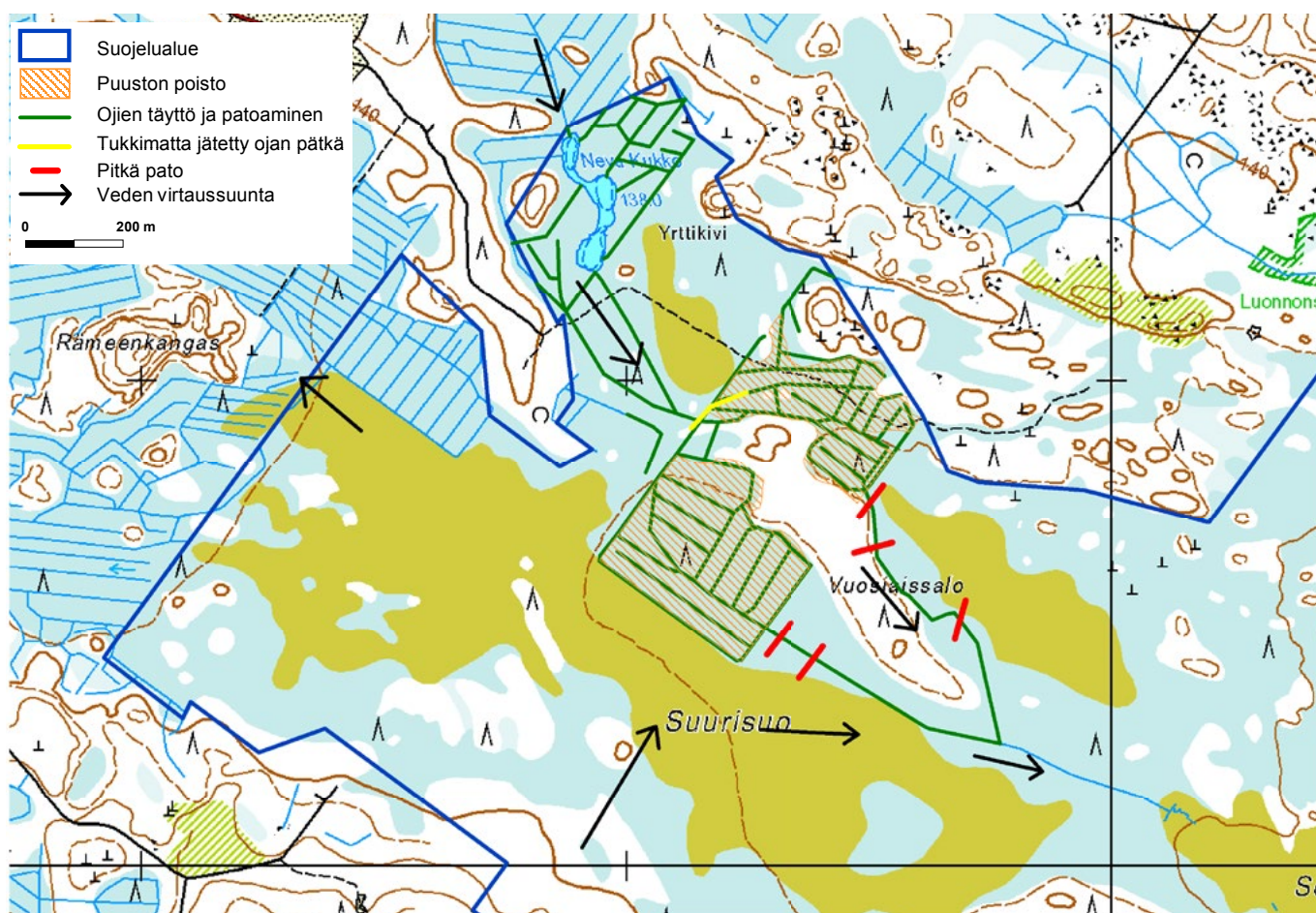
Vuosiaissalon pohjoispuolelle. Vuosiaissalon eteläpuolen avosuolle tehtiin patojen yläpuolelle muutamia isompia altaita, joihin jätettiin keskelle pesimäsaari lintuja varten.

Tämän jälkeen tukittiin Vuosiaissalon pohjoispuolen ojat, ja lopulta täytettiin Vuosiaissalon kaakkoispään ympäri kaivetut laskuojat. Tukkimistyön aikana (2 viikkoa) vesi ei vielä ehtinyt nousta lammessa niin paljon, että se olisi alkanut virrata vanhassa Neva-Kukon lasku-uomassa. Vanhaa purouomaa ei perattu, vaikka se olikin todennäköisesti hieman kasvanut umpeen, kun virtaus oli loppunut.

Vuosiaissalon luoteispäähän jätettiin noin 50 metriä ojaa auki kohtaan, johon purouoma loppuu (kuva 150). Sillä varmistettiin, että purovedet ohjautuvat Vuosiaissalon poh-

joispuolelle. Vesien ohjailu pelkkien patojen avulla tässä kohdassa olisi ollut vaikeaa, sillä puron suu levittäytyy laajalle.

Tärkeimpien patojen paikat nauhoitettiin kaivinkoneen kuljettajaa varten. Padot tehtiin jänteiden tai muiden ympäristöä korkeampien mättäiden kohdalle. Suurimmat, noin 20–50 metriä pitkät padot tehtiin molempien ojikkoalueiden laskuojaan (kuva 150). Vuosiaissalon pohjoispuolella ne ohjaavat vettä keskemälle suota entisen rimpinevan laajuiselle alueelle. Vuosiaissalon eteläpuolella laskuoja oli kaivettu keskelle rimpinevaa. Myös täällä oli tavoitteena levittää vettä entiselle rimpinevalle. Muualla ojiin tehtiin lyhyempiä (noin 8 metrin) patoja.



Kuva 150. Puusto poistettiin Vuosiaissalon molemmiin puolin olevilta ojitusalueilta. Muualle puustoa oli kasvanut vain vähän. Pitkillä padoilla vesi pyrittiin ohjaamaan ojittamattomille nevoille, ja Vuosiaissalon luoteiskulmasta jätettiin tukkimatta pätkä ojaa, jotta vesi saatiin ohjattua kulkemaan salon pohjoispuolelle. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 151. Vuosiaissalon eteläpuolinen ojikko syyskuussa 2009. Puut on poistettu edellisenä talvena ja ojat ovat vielä tukkimatta. Kuva: Reijo Hokkanen.



Kuva 152. Vuosiaissalon ennallistettua eteläpuolta syyskuussa 2023. Kuva on otettu noin 100 metriä koillisempaa kuin kuva 151. Kuva: Anneli Suikki.

Tilanne pian ennallistamisen jälkeen

- Ennallistamisen jälkeen, keväällä 2010, Neva-Kukko-lammen pinta oli merkki-keppien mukaan noussut noin puoli metriä.
- Vesi oli ohjautunut lammen alkuperäiseen lasku-uomaan (kuva 153), joka oli korkeammalla kuin kaivettu oja oli ollut. Uoma ja sen ympäristö oli vettynyt noin parin metrin leveydeltä ja uoman varrelle kasvaneiden puiden arveltiin kuolevan.
- Vesi oli noussut myös lammen rantasoil- le, missä oli kuolemassa jonkin verran puustoa (kuva 154).
- Vuosiaissalon luoteispäässä purovedet ohjautuivat valtaosin saarekkeen poh- jois-koillispuolelle. Pieni osa vedestä näytti kuitenkin ohjautuvan ainakin tulva-aikana myös Vuosiaissalon etelä- puolelle.
- Vuosiaissalon pohjoispuolella vesi virtasi hakatun alueen pinnalla kiertäen padot, mutta levisi suunnilleen entisen rimpinevan laajuiselle alueelle.
- Vuosiaissalon koillispuolella ojikkoalu- een laskuojan suulle tehty pitkä pato ohjasi kaikki vedet suon reunan vanhas- ta niskaojasta keskemälle suota. Myös alempana vesi ohjautui ojalinjalta enti- selle kuivuneelle nevalle.
- Vuosiaissalon eteläpuoleinen alue näyt- ti vettynneen tasaisesti. Märimmät kohdat olivat ojikon laskuojan suulla, missä pit- kät padot levittävät veden rimpinevalle. Sinne oli myös syntynyt laajoja avovesi- pintoja.



Kuva 153. Veden virtaus palautui Neva-Kukko-lammen lasku-uomaan. Kuva: Reijo Hokkanen 2009.



Kuva 154. Neva-Kukko-lammen vedenpinta nousi noin 50 cm ennallistamisen jälkeen. Kuva on lammen itäpuolelta pohjoista kohti. Kuva: Reijo Hokkanen 2009.

Tilanne vuonna 2023

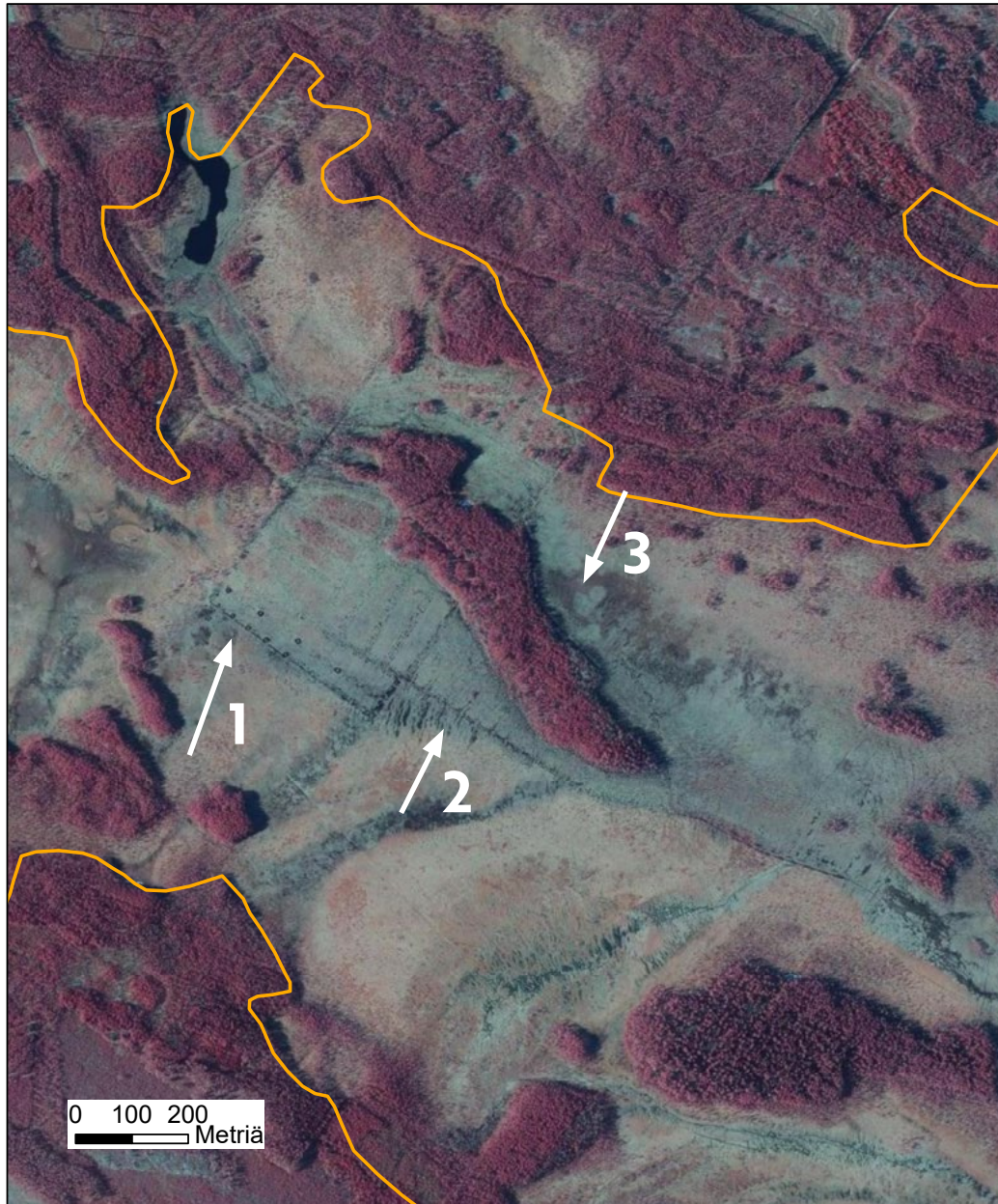
Ennallistamisesta oli kulunut 14 vuotta (kuva 156).

- Entisten ojien paikat eivät enää erottuneet, vain kaivuukuopat siellä täällä kielivät kaivinkoneen reitistä.
- Hieskoivua oli noussut suolle paikoin sankaksi pensaikoksi, esimerkiksi Neva-Kukon eteläpuolella tukitun ojan kohdalle ja paikoin Vuosiaissalon etelä- ja pohjoispuolen osille, joista puustoa oli ennen ojien tukkimista poistettu runsaammin (kuva 152).
- Vuosiaissalon etelä- ja pohjoispuoliset ennallistetut alueet olivat vettyneet niin hyvin, että alueilla kulkeminen oli hankalaa.
- Vuosiaissalon eteläpuolelle oli kasvanut paikoin tiheähkö männikkö, mutta puiden kasvu oli heikentymässä ja neulaset olivat kellastuneita.
- Eteläisemmille ojille, joille oli tehty lintujen pesimäsaarekkeitä, ei päässyt suon märkyyden takia kulkemaan. Ojien kohdat ja pesimäsaarekkeet erottuvat tuoreessa ilmakuvassa (kuva 156).



Kuva 155. Neva-Kukko-lammen rantamilla on kuollut puustoa vedenpinnan nousun myötä. Kuva on otettu syyskuussa 2023 lammen luoteiskulmalta kaakkoa kohti. Kuva: Anneli Suikki.

- Vuosiaissalon pohjoispuolelle jätettiin puuston poiston yhteydessä vuonna 2009 kaikki hieskoivut kasvamaan. Koi-vut selkeästi kärsivät korkeasta vedenpinnasta, eikä mäntyjen taimia näkynyt. Tuoreessa ilmakuvassa näkyy suon keskiosan vettyminen. Kivennäismaan reunassa olleeseen niskaojaan tehdyt padot ohjaavat vettä hyvin pohjoispuolen suolle, ja kasvillisuudessa suon vettyminen näkyy suursarojen elpymisenä.
- Vesi virtaa edelleen Neva-Kukon entisessä lasku-uomassa, joka erottuu hyvin myös tuoreessa ilmakuvassa. Lammen reunamien vettyminen erottuu hyvin eri-ikäisiä ilmakuvia vertailemalla. Heti ennallistamisen jälkeen on ollut korkean veden vaihe, joka on tasaantunut, mutta nevareunukset ovat säilyneet huomattavan märkinä. Lammen reunamilla on kuollut puustoa vedenpinnan nousun seurauksena (kuva 155).
- Neva-Kukon ja Vuosiaissalon välinen suoalue lasku-uoman pohjoispuolella ei vielä ole vettynyt kovin paljon. Jäkälää esiintyi yhä välipinnoillakin, tosin heikentyneenä.
- Yleensä ottaen ojat on tukittu hyvin. Ne ovat kasvittuneet, eikä virtauksia näkynyt. Vesi on levinnyt hyvin soille. Kasvillisuudessa jäkälät ja metsäsammalet ovat taantuneet, ja tupasvilla ja rahkasammalet vallitsevat tällä hetkellä. Täytetyillä ojilla kasvaa paikoin männyn taimia ja hieskoivua, saroilla kasvavien mäntyjen kasvu on taantumassa.



Kuva 156. Ilmakuvassa vuodelta 2022 erottuvat ennallistamisen jälkeen uudelleen vettyneet alueet. Lintujen pesimäsaaria tehtiin Vuosiaissalon länsipuolelle (1). Vuosiaissalon eteläkärjen länsipuolella erottuvat edelleen isot padot (2). Ojittamattomalle, mutta kuivuneelle rimpinevalle ohjautuu jälleen vettä (3). © Maanmittauslaitos 2025.

10.14 Seitsemisen kansallispuiston suot

Pekka Vesterinen ja Tapio Lindholm

Seitsemisen kansallispuisto perustettiin monivaiheisen prosessin jälkeen vuonna 1982 silloisten Kurun ja Ikaalisten kuntien alueelle. Nykyisin Kuru on osa Ylöjärven kaupunkia. Puiston tämänhetkinen pinta-ala on noin 4 500 hehtaaria. Perustettaessa puistoon sisällytettiin arvokkaiden alueiden lisäksi alueita, joihin metsätalous oli vaikuttanut voimakkaasti. Kansallispuiston pinta-alasta yli puolet on soita. Niistä 60 % on ojitettu, ja valtaosa metsistä on ollut metsätaloustaloudessa. Vuonna 1989 puiston kaakkoisosaan liitettiin luonnontilainen Soljasten suoalue ja vuosina 2000–2024 joitain suovaltaisia alueita.

Seitsemisen luonnontilaisina säilyneet suot ovat pääasiassa pieniä, kuivahkoja metsäkeittä. Ojitetut suot ovat olleet vanhojen ilmakuviin perusteella suurelta osin märkiä, vähäpuustoisia tai avoimia minerotrofisia nevoja tai nevarämeitä. Korpia on noin 10 % pinta-alasta. Ne ovat lähinnä kangaskorpia, joista suurin osa on ojitettuja.

Seitsemisessä alettiin opetella ennallistamista vuonna 1987 (Seppä ym. 1993), ja työn mittavuuden vuoksi tarvittiin kokonaisvaltainen suunnitelma. Silloiselta Vesi- ja ympäristöhallituksen luonnonsuojelututkimusyksiköltä tilattiin Seitsemisen kansallispuiston soiden ennallistamissuunnitelma vuonna 1993. Tavoitteena oli tehdä samalla malli muiden suoalueiden soiden ennallistamissuunnitelmille. Samanaikaisesti Seitsemisen ennallistamissuunnitelman kanssa tehtiin ensimmäistä soiden ennallistamisopasta (Heikkilä & Lindholm 1995a), joten näitä kahta edistettiin tiiviissä vuorovaikutuksessa.

Kattava Seitsemisen kansallispuiston soiden ennallistamissuunnitelma valmistui vuonna 1993 (Heikkilä & Lindholm 1994). Suunnitelmassa esitetyt noin 1 250 hehtaaria ennallistettiin lähes kokonaisuudessaan vuosina 1993–2015. Lisäksi puiston laajennusalueelta ennallistettiin noin 100 hehtaaria soita.

Suunnitelma ja sen toteuttaminen olivat ensimmäinen laaja luonnonsuojelualueen soiden ennallistamishanke Suomessa. Tavoitteena oli tehdä Seitsemisestä todellisuudessaakin Suomenselän Helmi (Lindholm 1995a, b). Seitsemisestä aloitettiin myös ennallistamisen vesistövaikutusten seurantatutkimukset (Sallantaus 2013).

Ainutlaatuisuutensa vuoksi hanke herätti laajaa mielenkiintoa ja siitä saatuja kokemuksia on hyödynnetty niin Suomessa kuin ulkomailla. Seitsemisen ennallistettuja soita on käyty katsomassa ainakin Karjalan tasavalta, Liettuasta, Latviasta, Virossa ja Ruotsista. Kansainvälisen soidensuojeluryhmän (IMCG) retkikunta vieraili alueella kesällä 2006. Ennallistamistyön alussa tavoitteita ja tuloksia esiteltiin myös tiedeyhteisölle (Heikkilä & Lindholm 1995b, c).

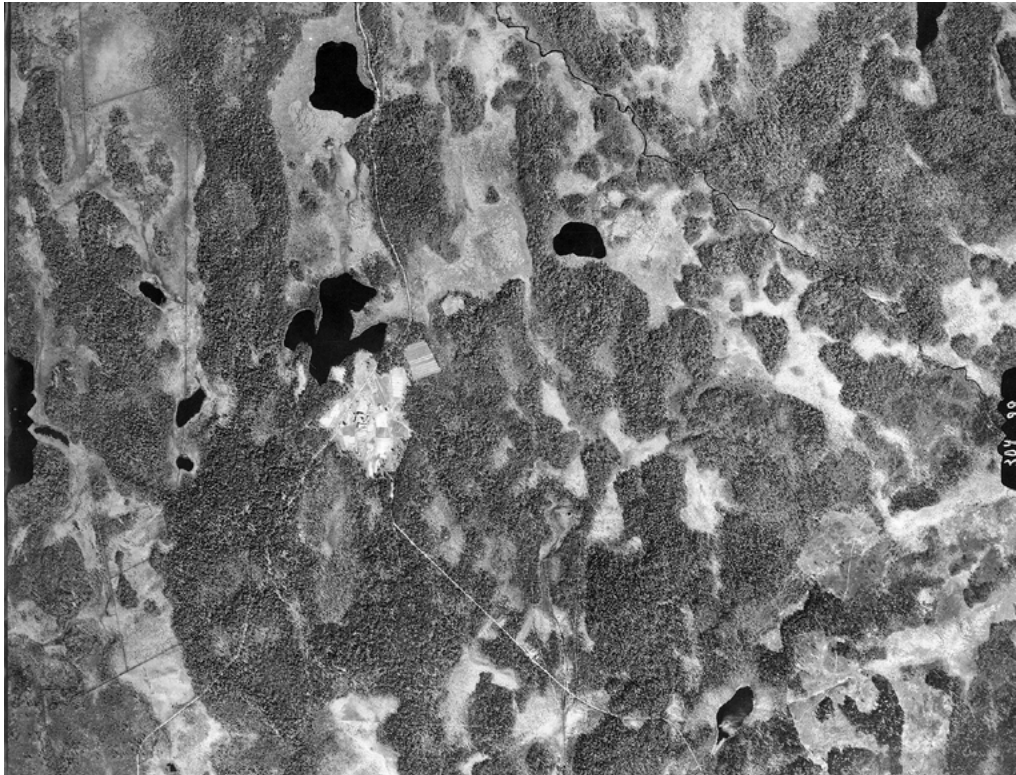
Ennallistamisen suunnittelu

Suunnitelman rungoksi laadittiin valuma-alueisiin perustuva aluejako. Valitulla tarkastelutasolla alueita oli 28, jotka muunnettiin 17:ksi toteutuksen kannalta mielekkääksi käsittelyalueeksi: pieniä valuma-alueita yhdisteltiin ja suurempia jaettiin.

Ennallistamissuunnitelma tehtiin vanhojen, ojitusta edeltävän ajan, ja uusien, ojitusten jälkeisten, ilmakuviin avulla (kuvat 157 ja 158). Ilmakuvatulkinta varmennettiin maastossa.

Ennallistamisessa oli kaksi peruseriaa. Ekologinen tavoite oli palauttaa soille luontaisen kaltainen hydrologia. Maisemallinen tavoite oli palauttaa Seitsemisen alueelle ominainen suon ja metsän mosaiikki.

Hydrologisen tavoitteen saavuttamiseksi päädyttiin ojien täyttämiseen ja vain poikkeustapauksessa niiden patoamiseen. Tavoitteena oli, että vesi kulkisi alkuperäisiä reittejään eikä ojia myöten.



Kuva 157. Ilmakuva ennen Seitsemisen alueen laajamittaisia ojituksia vuodelta 1941.
© Metsähallitus 2013, © Puolustusvoimien tiedustelukeskus 2013.



Kuva 158. Ilmakuva vuodelta 1995, kolme vuotta ennallistamisen jälkeen. Nuoli osoittaa Kirkkaanlamminnevan sijainnin. © Metsähallitus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Erityisen tärkeänä pidettiin niskaojia pitkin tapahtuvan vesien virtauksen estämistä täyttämällä ojat. Ojituksen jälkeen kasvanutta puustoa poistettiin toisaalta alkupe-
räisen avoimuuden saavuttamiseksi, toisaalta puuston haihduttamisen vähentämiseksi. Lisäksi suunnitelmassa kiinnitettiin erityistä huomiota märkien avointen soiden reunojen, korpijuottien, lähteiden ja purojen ennallistamiseen.

Suunnitelmassa ei puututtu soiden metsätaloudellisen lannoittamisen vaikutuksiin. Tiedettiin, että suot oli ojituksen yhteydessä lannoitettu PK-lannoittein, ehkä paikoin myös NPK-lannoittein. Lannoitushistoriasta ei kuitenkaan ollut tarkkoja tietoja. Myöhemmin on todettu, että lannoittamisella on selviä kasvistovaikutuksia ennallistetullakin suolla, muun muassa tupasvillan (*Eriophorum vaginatum*) voimakas runsastuminen muutaman vuoden kuluessa ennallistamistoimista. Lannoituksella on vaikutusta myös puuston määrään ja laatuun, minkä lisäksi se vaikuttaa ennallistamiskohteilta valuvien vesien ravinnepitoisuuksiin. Tarkkaa tutkimusta lannoituksen vaikutuksesta ennallistamistoimien jälkeiseen sukkessioon ei ole edelleenkään tehty, eikä vielääkään ole keinoja eliminoida lannoituksen vaikutuksia.

Ennallistaminen

Ojien täyttö

Ensimmäiset ojat täytettiin Kirkkaanlamminnevalalla (kuva 158) kaivinkonetyönä loka-marraskuussa 1992. Täytettäviin ojiin laitettiin turpeen lisäksi ojanvarsilla kasvanutta pieniläpimittaista puustoa. Pintavalleja ei tehty.

Pian havaittiin, että Kirkkaanlamminnevala ojiin laitettu puutavara toimi salaojituksen tavoin ja vettä kulki edelleen ojalinjoja pitkin. Ojien huolellinen täyttö pelkällä turpeella todettiin tehokkaammaksi veden kulun hidastajaksi. Pintavallien puuttumisen takia vesiä liikkui ojien suuntaisesti myös turpeen pinnalla.

Toisesta toteutusvuodesta lähtien ojat täytettiin ojamailla ja saroilta otetulla turpeella. Kivennäismaata käytettiin ainoastaan joidenkin niskaojien ja kivennäismaiden ojien täyttöön. Ensimmäisten hoitoseurantojen johdopäätösten perusteella alettiin tehdä myös pintavalleja, jotka hidastavat pintavesin virtausta. Pintavallien paikka ja koko ratkaistiin tapauskohtaisesti.

Pelkkää patoamista tehtiin vain paikoitellen muun muassa pitkälle umpeutuneilla ojilla, polkujen lähellä ja hyvin märillä paikoilla, missä ojien täyttäminen kokonaan oli upottavuuden takia vaikeaa. Joidenkin ojituksen yhteydessä laskettujen suolampien veden pintaa nostettiin patojen avulla, jotta turvattiin lampia ympäröivien soiden ennallistuminen.

Ojia täyttäneet kaivinkoneet olivat 12–19 tonnin painoisia ja niiden telaleveys oli 900–1 200 millimetriä.

Puuston käsittely

Ennallistamisen alkuvuosina puustoa poistettiin miestyönä ojien täytön jälkeisenä talvena. Ainespuu kuljetettiin tien varteen metsätraktorilla. Kustannusten kohoamisen ja hakkuun hitauden vuoksi siirryttiin myöhemmin konehakkuuseen, mutta ojalinjapuusto raivattiin lähes kaikilla alueilla edelleen metsurityönä. Viimeisinä vuosina myös ojalinjojen ainespuusto poistettiin konehakkualueilla koneellisesti. Parin poikkeuksellisen lauhan talven jälkeen puusto alettiin korjata ennen ojien tukkimista.

Pieniläpimittainen puusto ja ainespuun hakkuutähteet kasattiin suolle. Kasat poltettiin yleensä ojien tukkimisen jälkeisenä syyskesänä. Viimeisinä vuosina pieniläpimittaista puustoa kerättiin teiden läheisiltä alueilta myös energiapuuksi, mutta valtaosin sen poiskeräämisestä luovuttiin.

Ainespuun autokuljetusta varten rakennettiin useita talviteitä. Niiden sijainti ratkaistiin toteutuksen yhteydessä. Talviteitä käyttämällä korjuukustannuksia saatiin alennettua huomattavasti.

Korjuukalustona käytettiin keskiraskasta hakkuukonetta ja metsätraktoria. Poikkeus-tilanteissa, esimerkiksi upottavuuden takia, käytettiin myös kevyempää kalustoa. Puusto korjattiin tammi-maaliskuulla. Talviteiden varsille ajettut puut pyrittiin kuljettamaan tehtaille heti, kun talvitiet alkoivat kantaa autoja. Näin saatiin käytettyä suotuisimpien talvien olosuhteet tehokkaasti hyväksi. Joskus kevät koitti kuitenkin niin nopeasti, että puutavara jouduttiin kuljettamaan talvitievarastoista kesäajokelpoisen tien varteen välivarastoon.

Kustannukset ja puunmyyntitulot

Seitsemisen ennallistamistöiden kokonaiskustannukset olivat noin 1,2 miljoonaa euroa (sisältää henkilöstökulut ja yrittäjämaksut). Keskimääräinen hehtaarikustannus vuoden 2005 hintatason mukaan oli 888 euroa. Yksittäisten soiden välillä oli kuitenkin isoja kustannuseroja johtuen lähinnä poistettavan puuston määrästä. Yksi merkittävimmistä kustannuksista lisäävistä työvaiheista oli hakkuutahteiden kasaaminen ja polttaminen.

Myytävää ainespuuta kertyi noin 17 000 m³ ja siitä saatiin tuloa noin 0,75 miljoonaa euroa.

Keskeiset tulokset ja johtopäätökset

Ennallistumiskehityksen voidaan katsoa edenneen pääosin tavoitteiden mukaisesti. Paras tilanne näyttää olevan alueilla, joihin merkittävä määrä vesistä ohjautuu yläpuolisilta luonnontilaisilta soilta. Myös mahdollisuus ennallistaa valuma-aluekokonaisuuksia näyttää tuottavan hyviä tuloksia (kuva 159).

Ennallistamistyöstä kertyvää kokemuseräistä tietoa ojien tukkimisen menetelmistä, ajanmenekistä ja kustannuksista hyödynnettiin sitä mukaa kuin kokemusta kertyi. Ennallistamismenetelmät kehittyivätkin selvästi kansallispuiston soiden ennallistamisen aikana. Koneelliseen puunkorjuuseen siirtyminen mahdollisti kunnollisen työjäljen ja kustannustehokkaan toteutuksen. Ojien tukkimises-

sa alettiin kiinnittää huomiota pintavallien tekemiseen ja puiden käyttäminen ojien tukkimisessa lopetettiin.

Merkittävimmät ongelmat liittyivät alkuvaiheen toteutukseen, taimettumiseen ja ravinteiden vapautumiseen: Kirkkaanlamminnevalle vesiä liikkui tukittujen ojien kohdilla niin paljon, että kosteus ei lisääntynyt riittävästi, männyn ja koivun taimettuminen oli monin paikoin runsasta ja joidenkin järvien ja lampien veden laatu heikentyi tilapäisesti. Joillain soilla, mm. Koveronnevalle, taimikon kasvu on taantunut 25 vuoden kuluttua ennallistamisesta. Märimmillä alueilla taimia kuolee ja avoimuus palautuu vähitellen. Joillain luontaisesti vähävetisillä soilla taimikot ovat kuitenkin edelleen elinvoimaisia.

Kasvillisuuden muutokset ovat olleet vaihtelevia: joillain soilla muutokset ovat olleet nopeita ja tavoitteen mukaisia, joillain hitaita ja paikoittaisia. Valtaosin suolajisto, mm. rahkasammalet, sarat ja tupasvilla, on kuitenkin elpynyt ja metsälajisto, mm. seinäsammal (*Pleurozium schreberi*), kanerva (*Calluna vulgaris*) ja puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*), taantunut.

Suoperhosten osalta tilanne on parantunut (Pöyry & Loukola 2013). Linnuston muutoksen arviointi on vaikeaa, koska lähtötilannetta ei kartoitettu ennallistamisseurantaa ajatellen vaan yleispiirteisesti. Yksittäisiä havaintoja on mm. kurjen pesinnöistä. Seitsemisen riekkokanta on taantunut ennallistamisesta huolimatta, mutta syy siihen voi olla myös alueen eristyneisyydessä. Talvisin riekkoja on tavattu myös ennallistetuilla soilla.

Vuonna 2018 Kirkkaanlamminnevan ennallistamista täydennettiin lisäämällä patoja vuonna 1992 täytettyihin ojiin. Patoaminen pysäytti veden virtauksen ja kosteus alkoi lisääntyä alueella. Samana vuonna siellä kaadettiin tiheimpien taimikkoalueiden puustoa giljotiinilla. Kaadettu puusto poltettiin suolla talviaikaan. Täydentävien toimenpiteiden positiivinen vaikutus oli nähtävissä myös viiden vuoden kuluttua.



Kuva 159. Ilmakuva vuodelta 2022. © Maanmittauslaitos 2025.

10.15 Laaja pohjavesivaikutteinen aapasuokokonaisuus: Olvassuo

Sakari Rehell

Olvassuo on laaja aapasuokokonaisuus Pohjois-Pohjanmaalla, Pudasjärven, Puolangan ja Utajärven kuntien alueella. Olvassuo on keskeinen osa noin 26 000 hehtaarin laajuisesta Olvassuon Natura-alueesta. Suon hydrologiaan vaikuttaa voimakkaasti sen eteläpuolella sijaitseva laaja, paksuista hiekka-, sora- ja moreenikerroksista muodostunut sauma-muodostuma, Kälvsavaara, jolla muodostuvat valtavat pohjavesimäärät purkautuvat Olvassuolle eri kerroksista lähteinä ja tihkuvyöhykkeinä (kuvat 160 ja 161).

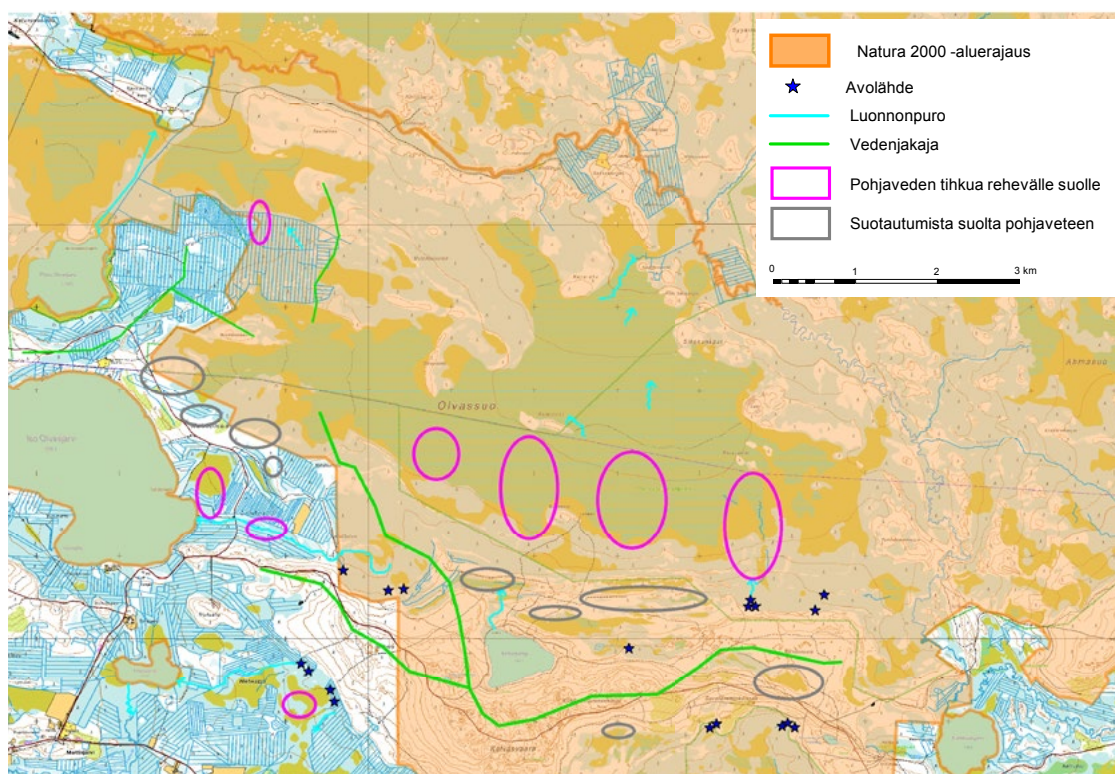
Olvassuon kasvillisuus on erittäin monipuolinen. Uhanalaista lajistoa esiintyy erityisesti suon keskiosassa pohjaveden purkautumisvyöhykkeen laajoilla koivulettomaisilla osilla, mutta myös reunan kausivaihtelevien altaiden kasvisto on mielenkiintoista.

Olvassuon kokonaisuutta voidaan pitää parhaiten hydrologisen luonnontilansa säi-

lyttäneenä kokonaisuutena koko Pohjanmaan aapasuovyöhykkeellä. Olvassuon alueella on monia laajojakin valuma-aluekokonaisuuksia lähes ilman ojituksia tai muita hydrologisia muutoksia. Joitakin alueen keskeisiä osia on kuitenkin ojitettu 1970-luvun puolivälissä.

Ennallistaminen

Olvassuon eteläreunalla on 140 hehtaarin ojitusalue, joka on ennallistettu kahdessa osassa (kuva 162). Ojitusalueen yläosa on Kälvsavaaran reunan rantavallimaastossa, jossa ojat on kaivettu suoraan hiekkaisten rantavallien läpi. Tämä osa on ollut karuhkoa mutta hyvin vaihtelevaa, sillä suotyypit vaihtelevat pieni-piirteisesti ohutturpeisista avorimpinevoista puustoisiin rämeisiin ja nevakorpiin. Ojitusalueen alareuna ulottuu yhtenäisen avosuon reunaan, vyöhykkeelle, joka on purkautuvien



Kuva 160. Olvassuon–Kälvsavaaran vedenvirtaussysteemit. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

pohjavesien ansiosta meso-eutrofista osittain koivulettomaista nevakorpea ja luhtanevaa.

Ojitus oli toteutettu kapealla 12 metrin sarkavälillä. Ennallistamisen aikaan suo oli pitkälle muuttunutta ja tiheäpuustoista. Ojitusalueen vedet purkautuivat paria syöttö-ojaa myöten keskustan luhtanevalle, johon oli muodostunut lajistoltaan yksipuolisempi vettynyt saraikko. Suon puusto oli avohakattu ojituksen yhteydessä, ja pääosa ojitusalueesta lienee lannoitettu. Ennallistamisvaiheessa puusto oli tasaikäistä nuorta männikköä. Alue ennallistettiin kahdessa vaiheessa.

Alareunan 70 hehtaaria ennallistettiin syksyllä 1998 (kuva 162). Männyt poistettiin kokopuukorjuuna ja ojat täytettiin kaivinkoneella. Ojitusalueen ylempi puolisko ennallistettiin vastaavalla tavalla vuonna 2004 (kuva 162).

Ensimmäiselle ennallistamisalueelle perustettiin koealoja, joilla seurattiin kasvillisuuden kehittymistä vuosina 1997–2003. Seuran tuloksia on esitelty vuonna 2013 julkaisussa Ojitettujen soiden ennallistamisoppaassa (Rehell 2013c).

Hoitoseurantahavaintoja 10 vuoden sisällä ennallistamisesta

Olvassuon eteläreunan ennallistuminen ei sunnut aivan tavoitteiden mukaisesti.

- Keskiosien nevoilla ja nevarämeillä kasvoi voimakas mäntytaimikko. Tämä johtune siitä, että oja tukittaessa tehtiin vain lyhyet ja matalat pintavallit, jotka hävisivät muutamassa vuodessa.
- Entiset ojat erottuivat selvästi ympäröivää suota matalampina uomina (kuva 130 julkaisussa Rehell 2013c), joita pitkin ylhäältä tulevat pintavedet virtasivat, eikä vesi päässyt leviämään saroille. Ennallistetun alueen alareunassa oli laaja, yksitoikkoinen rahkasammalmatto, mutta heti sen alapuolisella ojittamattomalla nevalle kasvoi pohjavettä indikoivaa lajistoa.

Olvassuolla ennallistettu alue on vain pieni osa laajasta kokonaisuudesta, eikä ennallistetulla alueella ollut esimerkiksi uhanalaisia lajistoa. Millaisilla toimenpiteillä olisi saatu parempi ennallistamistulos?

- Toteutusjärjestys: pohjavesivaikutteinen alareuna ennallistettiin ensin, jolloin karumman yläosan vielä auki olleet ojat toivat ennallistetulle alueelle happamia pintavesiä. Alareunan ojien tukkiminen nosti vedenpinnan nopeasti, jolloin humuspitoinen ja hapan vesi levisi alueelle, jossa pohjaveden purkautuminen oli vielä pitänyt hengissä meso-eutrofista lajistoa. Äkillinen veden laadun muutos tarjosi rahkasammalille voimakkaan kilpailuedun suhteessa vaativampiin lehtisammaliin.
- Tärkein syy heikkoon tulokseen lienee pintavallien riittämättömyys. Karumman yläosan ennallistamisen yhteydessä uusi hapan ja humuspitoinen valuntapiikki on todennäköisesti päässyt ojauomia myöten alapuolisen ennallistetun alan rehevimmille osille, sillä yläosassa pintavallit olivat liian pienet ohjaamaan veden pois ojauomista.
- Suolle jätettävään puustoon olisi voinut jättää enemmän vaihtelua. Nyt puustoltaan luontaisesti vaihtelevia soita on laajalti lähes puuttomina, mutta tasaisesti taimettuneina.

Ensimmäinen ennallistamisalue oli poikkeuksellisen vaikeasti toteutettava monessakin mielessä. Kun on ennallistettu vastaavia ojitusalueita myöhemmin, esimerkiksi Olvasuon länsiosassa, on toimenpidejärjestystä muutettu. Ensin ennallistettiin karut yläosat ja vasta myöhemmin pohjavesivaikutteiset alaosat.

Korjaustoimenpiteitä

Vuonna 1998 ennallistetulta osalta raivattiin mäntytaimikkoa vuonna 2009. Lisäksi sinne tehtiin vuonna 2014 täydentäviä pintavalleja kaivinkonetyönä (kuva 165).

Alueen monimuotoisuuden perustana oleva pohjaveden purkautuminen Kälväsvaarialta jatkuu luontaisessa laajuudessa, mikä antaa toivoa, että vaatelias lajisto voi ajan myötä palautua ennallistetulle alueelle sen alapuoliselta ojittamattomalta suolta.



Kuva 163. Vuonna 1998 ennallistetulla osalla mäntytaimikkoa kasvavat edelleen. Taimia raivattiin reilu 15 vuotta sitten, mutta puuttomuutta ei ole onnistuttu palauttamaan. Tukkittu oja (keskellä kuvaa) erottuu edelleen ympäristöstä matalampana uomana, josta vesi ei leviä mätäspintaiksi kehittyneille saroille. Riittämättömät pintavallit ovat yksi syy. Voimakas hakkuu, jossa kaikki ojituksen seurauksena kasvanut puusto hakattiin energiapuiksi, ei ole ainakaan vähentänyt taimettumista. Kuva: Sakari Rehell.

Hoitoseurantahavaintoja 20–25 vuotta ennallistamisen jälkeen

Vuonna 2024 Olvassuon eteläosan ennallistamisalueilla tehtiin hoitoseurantaa. Ennallistetun suon muutoksia ja tilaa havainnollistetaan kuvapareilla (kuvat 163–169). Vasemmanpuoleisissa kuvissa on yläosan eli vuonna 1998 ennallistetun suon tilanne vuonna 2024 ja oikeanpuoleisissa kuvissa vuonna 2004 ennallistetun suon tilanne vuonna 2024.



Kuva 164. Vuonna 2004 ennallistetulle suolle puustoa jätettiin enemmän, koska suo on alun perinkin ollut puustoisempi ja karumpi. Männyn taimia on kasvanut lähinnä täytettyjen ojien kohdille (kuvassa keskellä entinen oja ja pintavalli), saroille taimia on tullut vain vähän. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 165. Konetyönä 2014 tehdyt täydentävät pintavallit ovat paikallisesti lisänneet monimuotoisuutta laajentamalla avoimia välipintoja. Rimpipinnat eivät silti ole palautuneet vuonna 1998 ennallistetulle osalle. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 166. Vuonna 2004 ennallistetulle osalle tehtiin selvemmät pintavallit. Niiden yhteyteen on palautunut pieniä rahkasammaleisia rimpipintoja, eikä täydennystoimille ole ollut tarvetta. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 167. Vuonna 1998 ennallistetulla osalla on määrimmillä entisillä rimpinevoilla, joihin kertyy vettä laajalta alueelta, avoimia pintoja enemmän kuin kuivemmilla osilla. Taimia on täälläkin laajasti niillä saroilla, joilla mätäspintaa oli ehtinyt kehittyä ojituksen aikana. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 168. Vuonna 2004 puustoa poistettiin kevyemmin myös alun perin saraisilta avosoilta. Lopputulos on vaihteleva: eläviä puita ja lahoppuuta on siellä täällä. Taimettuminen ei ole sen runsaampaa kuin avoimeksi hakatulla osalla. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 169. Vuonna 1998 ennallistetulla osalla on ollut pieni puro harvapuustoisien, rehevän nevakorpimaisen suon keskellä. Koska täytetyt ojat ovat painuneet ja vesi virtaa niissä, puro on nykyisin hajautunut useisiin pieniin uomiin. Taimet kasvavat voimakkaasti. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 170. Vuonna 2004 ennallistetulla osalla saman puron kohta on palautunut huomattavasti paremmin. Koivut on pääosin jätetty hakkaamatta ja ovat osin elossa, osin pötkelöinä. Yksittäiset säästetyt männyt ovat keloutuneet. Taimettuminen on vähäistä, ja puro virtaa selvästi luontaisessa uomassaan eikä pääse täytettyihin ojiin. Kuva: Sakari Rehell.

Johtopäätöksiä

- Puuttomaksi hakatulla alueella taimettuminen voi muodostua ongelmaksi. Jos hakkuussa olisi jätetty enemmän puita, elävät, keloutuvat ja pötkelöityvät puut lisäisivät suon monimuotoisuutta. Taimettuminen voi toki olla runsasta myös kevyemmin hakatuilla kohteilla, jos vedenpintaa ei saada nousemaan riittävän ylös.
- Mätäspintaiseksi muuttunutta, tiheään ja syvään ojitettua suota on vaikea saada palautettua avosuoksi. Tarvitaan riittävän isot ja tiheään sijoitetut pintavallit, jotta edes paikoin saadaan vesi nostettua niin ylös, että se pääsee pois ojauomista.
- Sarkapintaa alemmaksi jääneet täytetyt ojat eivät vuosien kuluessakaan näytä luontaisesti korjaantuvan, vaan tarvitaan ennallistamisen täydentämistä esimerkiksi lisäämällä ojiin riittävän isoja pinta-alleja.
- Pieniä suopuroja palautettaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että vesi ohjataan alkuperäiseen uomaansa ja estetään veden karkaaminen täytetyille ojille esimerkiksi padoilla, jos täytetyt ojat ovat täytön jälkeenkin luontaista purouomaa matalammalla.

10.16 Vedenlaatuongelmia ennallistamisen jälkeen: Siikaisten Ylinenkeidas

Johanna Ruusunen

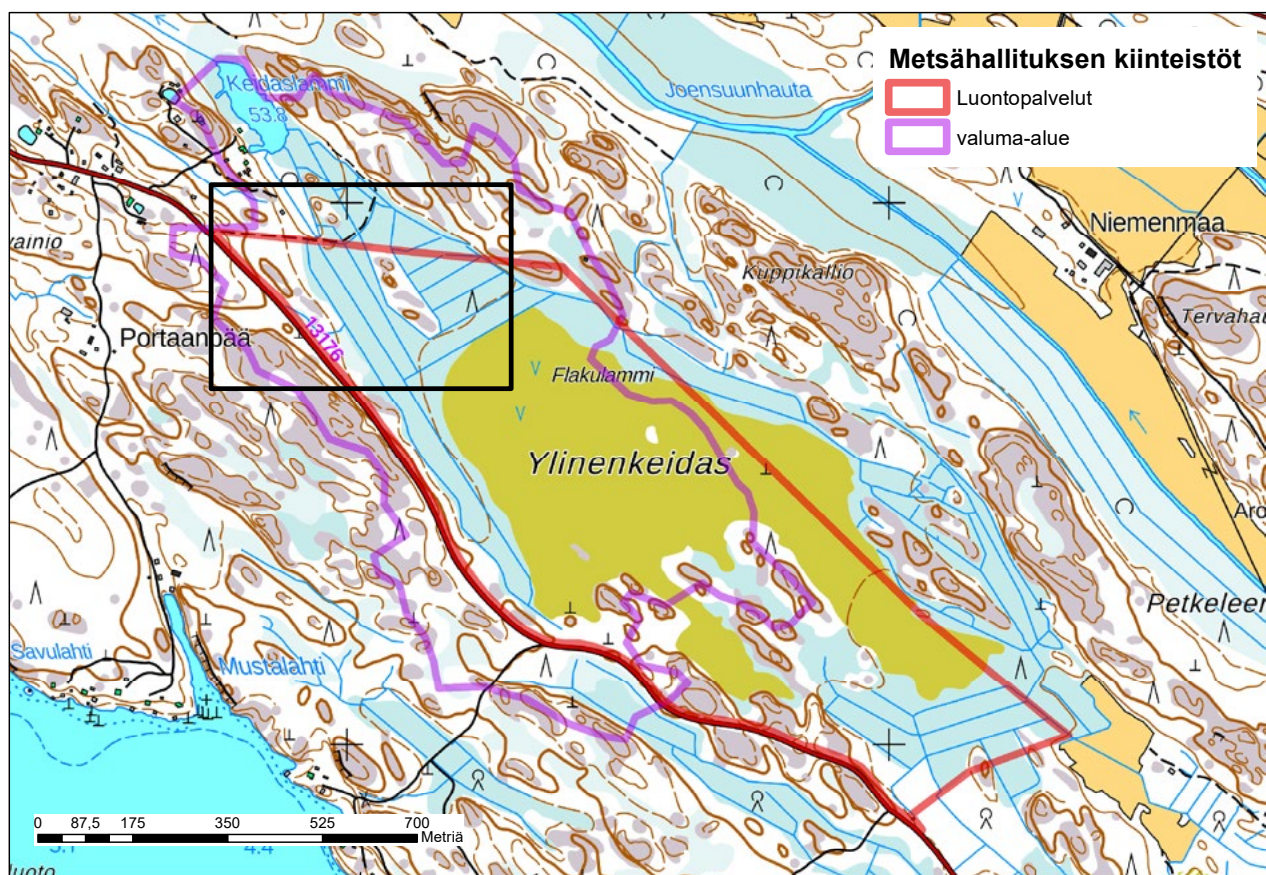
Ylinenkeidas sijaitsee Satakunnassa Siikaisten Saarikoskella. Suosta 64 hehtaaria on suojeltu (kuva 171) kaavalla ja alue on valtion omistuksessa.

Alueen pohjoisosan vedet laskevat Keidaslammen kautta Leväsjokeen, joka laskee edelleen Isojärveen. Keidaslammin valuma-alue on 68 hehtaaria.

Vanhon ilmakuviin perusteella keidasuo on ollut ojittamaton vielä 1967. Vain suojelukiinteistön eteläosassa on pienialainen pelto. Suo lienee ojitettu 1970–1980-luvuilla, koska vuoden 1995 ilmakuvassa ojat jo nä-

kyvät ja puustossa on tapahtunut muutoksia. Ojitettu osa on ollut keidassuon laidetta, johon vesi on luontaisesti valunut sekä kivennäismaalta että suon keskiosista ja purkautunut sitten pohjoiseen kohti Keidaslammiä.

Osa ojitetusta suoaltaasta on suojelukiinteistön ulkopuolella, joten kaikkia suoaltaan oja ei voitu tukkia. Suojelualueelle tehtiin tavalliseen tapaan työkohtainen suunnitelma, joka sisälsi ojalinjan raivaukset ja ojien tukkimisen patoineen ja pintavalleineen. Tavoitteena oli suolunnon luonnontilaan palauttaminen eli suon vedenpinnan nosto.



Kuva 171. Ylinenkeitaan suojelualuearajaus ja Keidaslammin valuma-alue. Musta ruutu osoittaa kuvan 175 (korjaavat toimenpiteet) sijaintia alueella. © Metsähallitus 2025, © Maanmittauslaitos 2025.

Ensimmäinen hoitoseuranta

Alueelle tehtiin tekninen hoitoseuranta huhtikuun 2024 lopulla. Maassa oli edelleen lunta, osittain vielä uutta lunta. Valtaosa tukkimisista ja pintapadoista toimi hyvin.

Länsiosan kivennäismaalta ja avosuolta tulee paljon vettä länsilaidalle, josta pitkät reunaojat (A ja Ab) johtivat vedet aiemmin luoteeseen. Tukkimisen jälkeenkin vesi hakeutuu ojalinjoille. Ab-ojan pohjoispäässä pintavalli oli jäänyt liian lyhyeksi, joten vesi ohjautui saran kautta tienvarsiojaan (kuva 173) ja siitä edelleen Keidaslammiin. A-ojan pintavallit olivat painuneet ja osasta vesi virtasi läpi.

Keväällä vesi oli kirkasta sulamisvettä. Ilmeisesti syksyllä iso sademäärä oli huuhdellut suon ennallistamisen yhteydessä rikottua turvepintaa, oli vienyt mennessään osan pintapadoista ja sai aikaan kiintoainesryöpyn.

Muilta osin ennallistaminen oli onnistunut hyvin eli vedenpinta nousi suolla ja pintavallit pitivät. Puustoa oli paikoin alkanut kuolla vettymisen seurauksena.

Ylimääräinen hoitoseuranta

Tilanne tarkastettiin maastossa jälleen elokuussa 2024. Etenkin A-ojassa useat pohjoisosan pintavallit olivat mataloituneet ja päästivät vettä läpi (kuva 174). Turvepinta ei ollut vielä ehtinyt kasvittumaan. Tämän seurauksena kiintoainesta ja humusta huuhtoutui veden mukaan.

Korjaustoimenpiteet

Seurantojen johtopäätöksenä suunniteltiin korjaustoimenpiteitä (kuva 175), jotta vesi viipyisi suolla pidempään. Erityisen painava perustelu korjauksille oli Keidaslammin kuormituksen vähentäminen.

Korkeusmalleja apuna käyttäen maastoon merkittiin vahvistettavien pintavallien paikat. Lisäksi A- ja Ab-ojien päähän suunniteltiin niitä yhdistävä pintapato. Pato tehtäisiin kivennäismaasta, koska turvepintaan ei haluttu ka-



Kuva 173. Ab-ojan pohjoispään pintavalli oli osin pettänyt voimakkaiden syystulvien seurauksena. Kuva: Johanna Ruusunen.

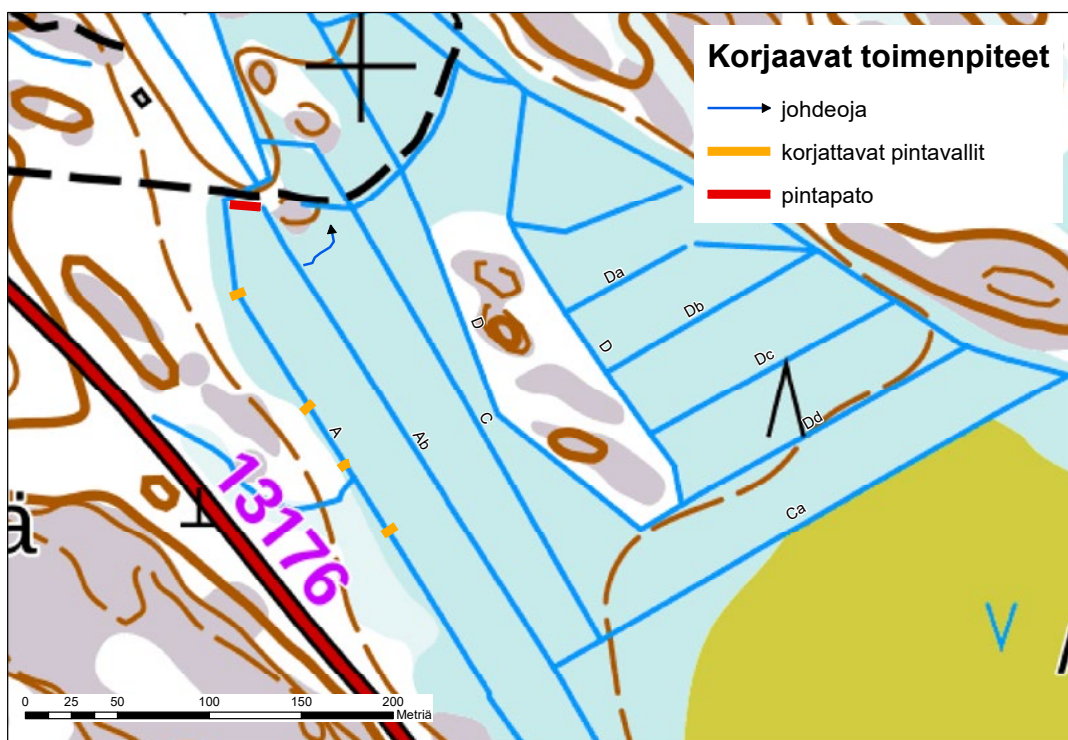
jota enempää lisähuuhtoutumisriskin vuoksi. Ab-ojalta vesi ohjattiin johdeojalla pintavallun kautta sammaloituneeseen tienvarsiojaan. Pintapato tehtiin hieman korkeammaksi kuin mikä on johdeojan mitoitus.

Korjaustoimenpiteet onnistuivat helposti, koska korjattava kohta oli lähellä tietä ja koneella liikkuminen onnistui kivennäismaan kautta.

Korjaustoimenpiteet tehtiin kuivan jakson jälkeen syyskuussa 2024. A-ojan pintavallit korjattiin kivennäismaan kautta niin pitkälle kuin puomilla ylettyi. A- ja Ab-ojien välistä pintapadon tieltä raivattiin puusto. Puut jätettiin suon puolelle hidastamaan virtausta. Kaivinkone kuljetti kauhalla kankaalta kivennäismaata osittain padon päällä edeten. Työn loppuvaiheessa suo alkoi pettää, mutta silloin patorakenne oli jo valmis. Matala johdeoja avattiin Ab-ojasta tienvarsiojaan suunnitellusti.



Kuva 174. Suon länsireunalla ojien tukkiminen nosti veden korkealle. Voimakas syystulva vuonna 2023 sai reunaojan pintavallit vuotamaan. Kuvausajankohtana elokuussa 2024 vesi liikkui edelleen vanhalla ojalinjalla. Kuva: Johanna Ruusunen.



Kuva 175. Pohjoisosan ennallistamisalueen (kuva 172) korjaussuunnitelma. Tämän kartan sijainti on esitetty kuvassa 171 mustareunaisella ruudulla. © Metsähallitus & ympäristöhallinto 2025, © Maanmittauslaitos 2025.

Tilanne korjausten jälkeen

Marraskuussa 2024 satoi noin 20 cm lunta. Sitä seurasi lämmin jakso, jonka aikana suo tulvi. Marraskuun sademäärä Porissa oli 93,7 mm (162 % pitkän ajan keskiarvosta). Joulukuun maastokäynnillä havaittiin veden vuotaneen uuden pintapadon yli (kuva 176), koska johdeoja ei ollut vetänyt kaikkea tulvavettä (kuva 177). Pintapadon kuntoa on seurattava keväällä 2025. Talvi 2024–2025 on ollut haastava lumi- ja vesisateiden vuorotellessa.



Kuva 176. Vesi söi tiensä myös uuden pintapadon yli. Kuva: Johanna Ruusunen.

Johtopäätöksiä

Tämän keidassuon ennallistamisen vaikutukset ja vedenpaljous yllättivät. Jälkiviisaasti voidaan todeta, että yhdellä kertaa ennallistettava alue oli näin tulvaisissa olosuhteissa liian iso osa yhden hehtaarin laajuisen Keidaslammin valuma-alueesta. Vastaavilla kohteilla tulee jatkossa tehdä huolellinen arvio vastaanottavien vesien tilanteesta vesiensuojelun näkökulmasta.

Lisäksi jatkossa on huomioitava äärevät sääilmiöt, jotka ainakin eteläisimmässä Suomessa lisäävät talvisadantaa ja tulvia. Suuret vesimäärät pitäisi pystyä ennakoimaan ja varmistamaan, että ne mahtuvat liikkumaan hai-toitta.



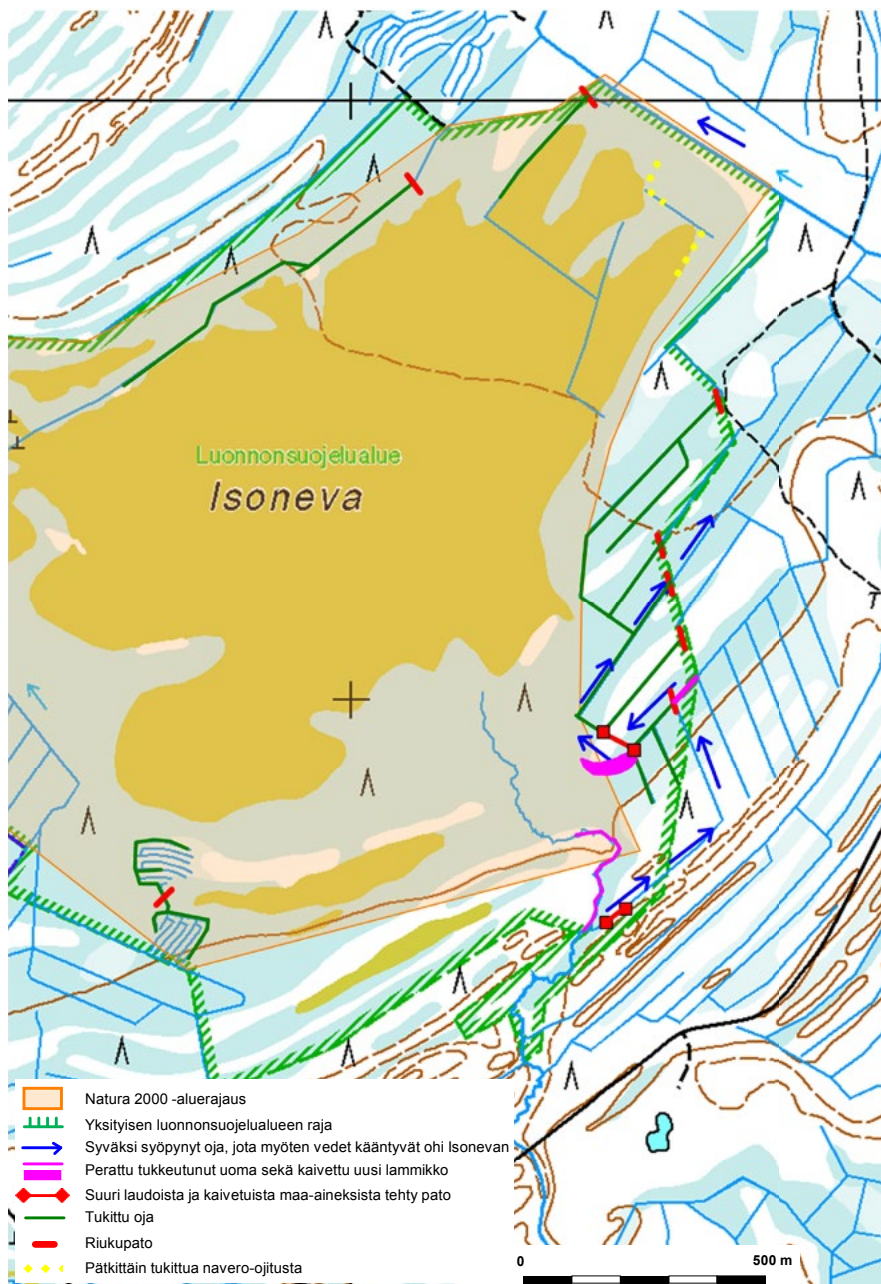
Kuva 177. Johdeoja ei riittänyt vetämään loppusyksyn 2024 tulvavesiä. Kuva: Johanna Ruusunen.

10.17 Ison syöpyneen ojan patoaminen: Siikajoen Isoneva

Sakari Rehell

Siikajoen Isoneva on rehevä luhta- ja letto-alue, joka kuuluu Siikajoen lintuvedet ja suot -Natura-alueeseen. Isonevan kaakkoiskulmaan laskeva Iso-oja on suurehko puro tai pieni joki (kuva 178), jonka valuma-alue on noin 1 400 hehtaaria, pääosin soistuneita

hiekkamaita. Alajuoksullaan puro on levinnyt Isonevalle, jonne on muodostunut rehevää metsä- ja pensasluhtaa. Näiden alapuolella aukeavat luhtaiset rimpiletot, joita myöten vedet ovat virranneet kohti suon länsi- ja pohjoislaitoja (kuva 179).

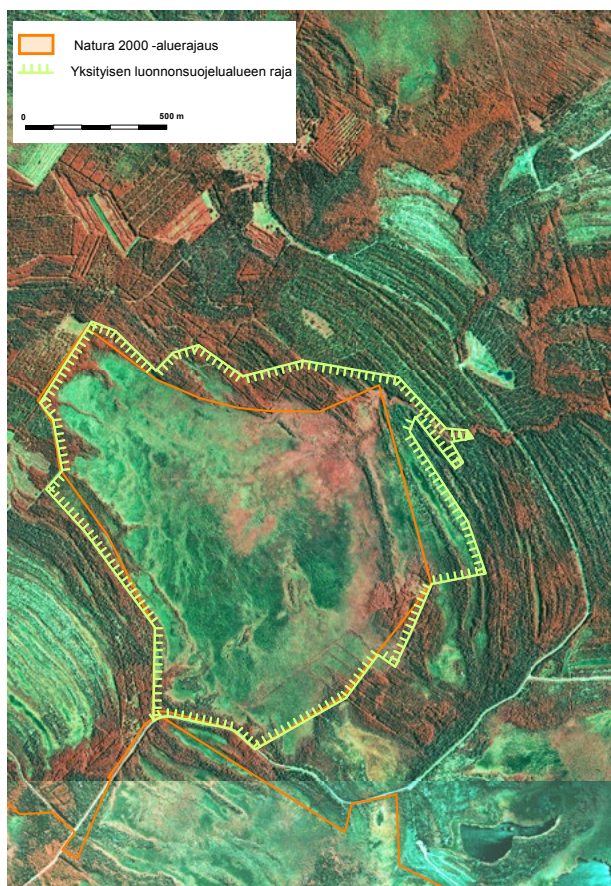


Kuva 178. Isonevan ennallistamistoimenpiteet. Siniset nuolet osoittavat virtaussuuntaa syväksi syöpyneessä ojassa, jota myöten vedet ennen ennallistamista kääntyivät Isonevan ohi. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Tilanne ennen ennallistamista

Isonvan valuma-alueella on tehty runsaasti ojituksia ja kunnostusojituksia. Kunnostusojituksiin liittyen oli Isonvan itälaidalla kaivettu 1990-luvun lopulla suunnitelmista poiketen pieni, kaksi ojanpäästä yhdistävä oja. Tämä oja muutti koko Iso-ojan alajuoksun virtausta niin, että vedet siirtyivät pois luontaisesta uomastaan ja virtasivat Isonvan ohi pohjoispuoliseen Majavaojaan (kuva 180).

Oja oli syöpynyt erittäin voimakkaasti muutaman vuoden aikana. Vuonna 1999 pääosa virtauksesta tuli vielä luontaista uomaa myöten Isonvalle, mutta vuonna 2005 enää pieni osa. Yhdysoja oli yli kolme metriä syvä ja seitsemän metriä leveä rotko, johon oli kaatunut melkoisesti puustoa reunojen sortuessa.



Kuva 179. Ilmakuva hiekkakaartojen luonnehtimalta Isonvan alueelta. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.

Kesällä 2007 syöpymisen huomattiin edenneen niin, että luontaiseen uomaan ei tullut enää lainkaan vettä edes tulva-aikoina.

Iso-ojan latvoilla oli toteutettu myös laaja kunnostusojitushanke, jolloin virran mukana tuli hiekkaa ja muuta kiintoainetta. Ne sedimentoituiivat paksuksi kerrokseksi vanhan uoman kohdalle. Iso-ojan vesien virtauksen siirtyminen kokonaan Isonvan ulkopuolelle vaikutti erittäin voimakkaasti koko suon vesitalouteen. Muutos oli kuitenkin niin tuore, ettei kasvillisuus ollut ehtinyt merkittävästi muuttua. Uhattuja luontotyppejä olivat ainakin aapasuot, metsäluhdet, letot sekä puusoiset suot.

Vuonna 2007 Isonva perustettiin yksityiseksi luonnonsuojelualueeksi. Alueellinen ympäristökeskus neuvotteli maanomistajan kanssa suojelualuearajauksen jonkin verran Natura-rajausta laajemmaksi (ks. kuvat 178 ja



Kuva 180. Metsäoja, jota myöten koko Iso-ojan vesimäärä oli siirtynyt virtaamaan Isonvan ohi. Virtaus oli kuluttanut uoman syväksi ja leveäksi. Kuva on otettu ennen ennallistamistoimenpiteitä toukokuussa 2005. Kuva: Sakari Rehell.

179). Tämä mahdollisti ennallistamistoimien toteuttamisen.

Ennallistaminen

Metsähallituksen Luontopalvelut laati Isonvalle ennallistamissuunnitelman, jonka olennainen osa oli patojen rakentaminen syöpyneen ojan kynnyskohtiin sekä alkuperäisen uoman aukaisu, jotta vedet pääsisivät taas virtaamaan luontaiseen suuntaansa (kuva 178).

Isoneva ennallistettiin sateisena kesänä 2008. Hiekalla ja siltillä tukkeutunut vanha uoma perattiin auki noin 150 metrin matkalta. Työ aloitettiin alaosasta. Samalla kun kone perkasi tukkeutunutta uomaa, se siirsi kasvavaa maakasaa edellään ylöspäin, kohti padottavaa kohtaa. Tällä välin metsurit rakensivat filmivanerista ja lankuista kaksi riittävän isoa ja tukevaa seinää valmiiksi odottamaan asennusta.

Kun kone pääsi ensimmäisen rakennettavan padon kohdalle, se aukaisi vedelle reitin perattuun alkuperäiseen uomaan. Padottavaan ojaan pystytettiin kaksi ”seinää” noin 20

metrin päähän toisistaan. Kaivinkoneella kaivettiin seinälevyjä varten kuoppa, jonka reunat ulottuivat syöpymättömään maahan. Levyjen reunat ylsivät joka puolelta vähintään puoli metriä syöpymättömän maahan. Levyt peitettiin suodatinkankaalla, ja avatusta uomasta kaivettu maamassa siirrettiin patojen väliin. Lopputuloksena oli reilun parinkymmenen metrin pituinen, ympäröivän kangasmaan pinnan tasalle ulottuva tiivis maapato (kuva 181), jonka ansiosta pienen joen luokkaa oleva veden virtaus saatiin ohjattua alkuperäiseen uomaan.

Syväksi syöpynyt oja jäi lähes kuivaksi, siihen jäi virtaamaan vain jonkin verran pohjavettä. Muutaman sadan metrin päässä tästä, alavirran puolella, syöpynyt oja sivusi seuraavan kerran Isonvan luhta-aluetta, johon Ison ojan vedet nyt taas pääsivät leviämään. Syöpyneeseen ojaan tehtiin hiekkakaarron kohdalle toinen massiivinen maapato. Tämä paikka ei ollut aivan vanhan uoman lähellä, vaan lähimpään luontaiseen purouomaan oli lähes sata metriä matkaa. Jotta padon taakse kertyvä vesimäärä saatiin ohjattua luontaiseen uomaan, väliin kaivettiin pitkä, kapea lampi



Kuva 181. Isoin vuonna 2008 tehty pato kesällä 2024. Pato on kestänyt hyvin, ja paikalla on nyt nuori lepikko. Kuva: Sakari Rehell.

(kuva 182). Lammen kaivamisesta kertyneet maa-ainekset käytettiin padon rakentamiseen. Kun tärkein ongelma oli ratkaistu, eli puron valtava vesimäärä oli saatu ohjattua luontaiseen suuntaan Isonnevan keskiosiin, voitiin tukkia muita suon reunan ojia.

Myöhemmin huomattiin, että vanha uoma oli peratun uoman alapuolellakin niin lietetty, ettei se pystynyt vetämään kaikkea Iso-ojan vettä, vaan osa vedestä kulkeutui kaartojen välistä tasaista rimpinevaa myöten suon eteläosan lahdekkeeseen, mihin uhkasi kertyä



Kuva 182. Alemman suuren padon yläpuolinen lammikko, josta saatiin ainekset taustalla vasemmalla olevan suuren maapadon rakentamiseen. Kuva on otettu vuonna 2010, kaksi vuotta toimenpiteiden jälkeen. Lammikko ohjaa vedet alueelta katsojan suuntaan, kohti Isonnevalle johtavaa purouomaa. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 183. Ennallistamisen yhteydessä kaivetun altaan vettä värjäsi vuonna 2024 ruoste. Kasvillisuus oli tavanomaista luhtalajistoa, mutta on mahdollista, että jossain vaiheessa myös lettolajistoa voisi tulla tämän tapaiseen ympäristöön. Kuva: Sakari Rehell.

liikaa vettä. Uomaa perattiin seuraavana talvena vielä noin sadan metrin matkalta, minkä jälkeen vesi ohjautui tavoitteiden mukaisesti luhta-alueella oleviin vanhoihin uomiin. Lisäperkaus ei juuri lisännyt kokonaistymäärää, sillä Isonavan länsilaidan märkien rimpinevojen keskellä oleva pienempi ojitusalue oli joka tapauksessa ennallistettava talvityönä.

Suuren maapadon tekemiseen meni kaihinkoneelta noin kahdeksan tuntia. Lisäksi kumpaankin patoon tarvittiin kahden miehen päivän työpanos.

Havaintoja kahden vuoden kuluessa ennallistamisesta

Vajaan kahden vuoden kuluttua ennallistamisesta tehdyssä hoitoseurannassa havaittiin, että työ oli onnistunut kaikin puolin tavoitteiden mukaisesti:

- Iso-ojan vesi pääsi leviämään Isonevalle, ja suon reunan muuttuneet korvet ja letot olivat palautuneet hyvin.
- Kaivettu uoma ja lammikko sopivat maisemaan suhteellisen hyvin. Varsinkin lampi oli muuttunut kauniiksi ja merkittäväksi lintujen elinympäristöksi.

Havaintoja 17 vuoden kuluttua ennallistamisesta

Vuonna 2024 ennallistamisesta oli kulunut 17 vuotta, ja alueella tehtiin hoitoseuranta.

- Seurannassa todettiin, että hydrologialtaan palautetun metsäluhdan puusto pystyy kasvamaan hyvinkin määrässä ympäristössä, jos vesi virtaa (kuva 184).
- Suon reunassa, jossa ojat tukittiin ilman pintavalleja, ruohoinen korpi oli palautunut erinomaisesti. Puusto oli pysynyt elossa ja se oli kehittynyt vaihtelevaksi ja monimuotoiseksi (kuva 185).
- Paikoin luhta-alueiden reunan tuntumassa on luhtaisen kasvillisuuden lomassa niukasti vaatimatonta lettosammalikkkoa (*Campylium stellatum*). Suotyppi on lähinnä luhtalettoa. Lettokas-

villisuus on saattanut paikallisesti myös niukentua luhtaisuuden lisääntyessä. Ennallistamisen toimenpide- ja vaikutusalueet olivat Isonavalla pääosin letto-alueiden ulkopuolella.

- Paikka, johon oli sedimentoitunut kunnostusojituksista tullutta hiekkaa ”del-taksi” on kehittynyt pajukkoiseksi heinäkoksi (kuva 186). Vesi virtaili alueella luhtaisissa uomissa.
- Allas, joka ennallistamisen yhteydessä kaivettiin kuivuneelle suonreunalle ohjaamaan vettä luontaiseen suuntaan, on kehittynyt pieneksi lammeksi. Sen vesi oli ruosteen ruskeaksi värjäämää (kuva 183), mikä osoittaa, että yläpuolisilta hiekkakankailta tulee altaaseen rautapi-toista pohjavettä.



Kuva 184. Metsäluhta-alueella Iso-ojan vesi leviää pieniin uomiinsa. Luhtaruohot ja erityisesti järvikorte ovat rehevöityneet voimakkaasti. Harmaaleppä, hieskoivu ja puumaiset pajut kasvavat erinomaisesti, vaikka vesi on paikoin pinnassa. Puusto on eri-ikäistä ja alueella on myös lahoppua. Kuva: Sakari Rehell elo-syyskuun vaihteessa 2024.



Kuva 185. Ruohoisessa korvessa tukittu oja erottui saraisena ja märkänä pintana elosyyskuun vaihteessa 2024. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 186. Kasvillisuus peittää hiekka-alueen, jonka kunnostusojitus on kuljettanut suojelualueelle ulkopuolisilta mailta. Kuva: Sakari Rehell.

10.18 Talousmetsän kunnostusojituksen ja suojelualueen ennallistamisen yhteensovittaminen Oulun ja Pudasjärven Hirvisuolla

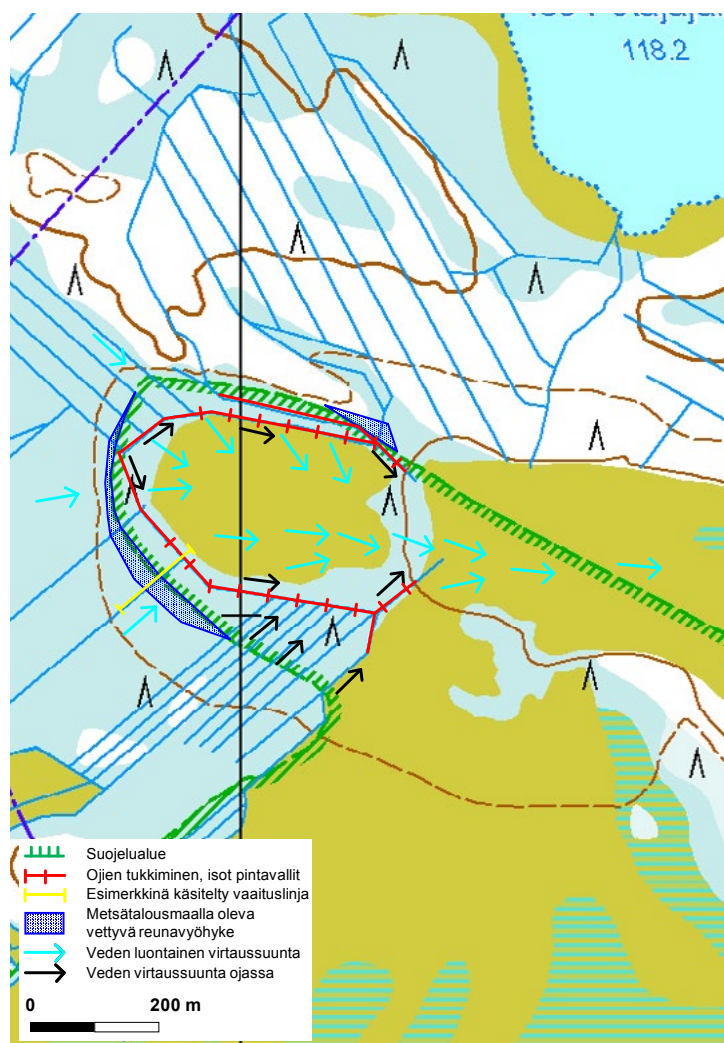
Sakari Rehell

Oulun ja Pudasjärven Hirvisuo on laaja aapasuovaltainen suokokonaisuus, jonka pääosa on suojeltu lähes 4 500 hehtaarin laajuisena soidensuojelualueena. Suojelualueeseen rajautuvia talousmetsiä hallinnoiva Metsähallitus Metsätalous Oy suunnitteli suojelualueen pohjoispuolisten ojitettujen soiden hakkuita ja kunnostusojitusta vuonna 2008 ja otti yhteyttä suojelualueetta hallinnoivaan Metsähallituksen Luontopalveluihin. Yhteistyönä laadittiin ennallistamissuunnitelma, jossa tarkasteltiin koko Hirvisuon Natura-aluetta. Kunnostusojitusalueeseen rajautuva Nau-

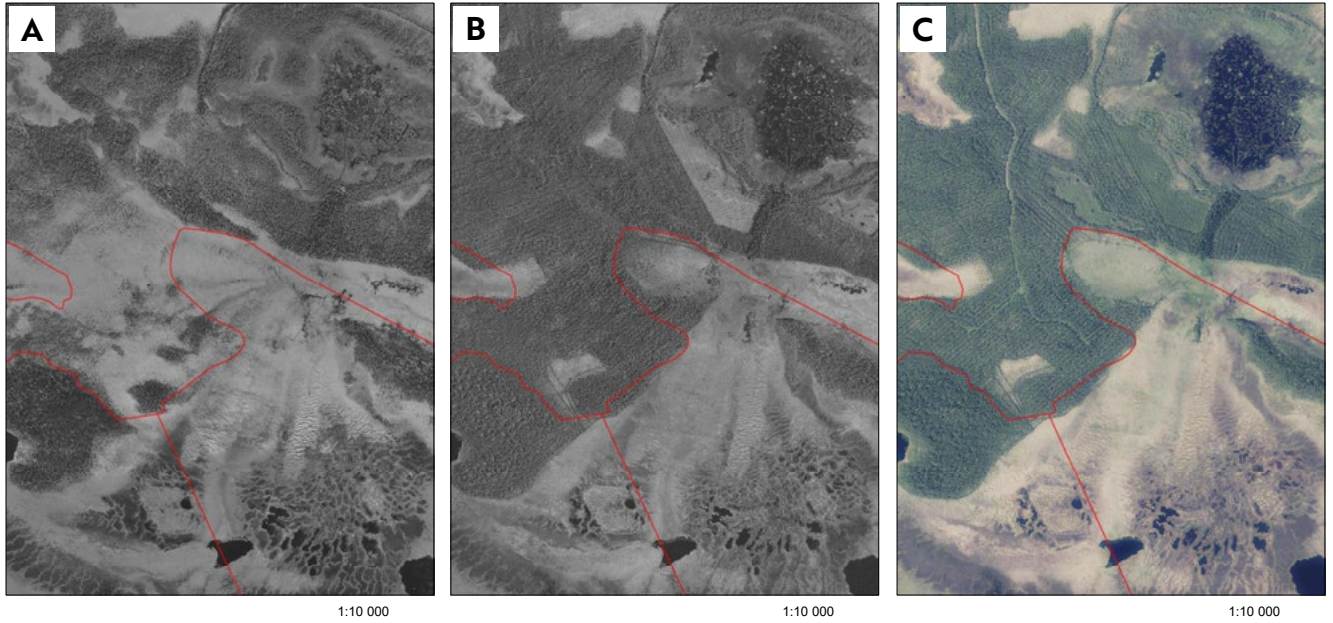
ruanperän lahdeke arvioitiin luonnontilansa menettäneeksi ja sitä esitettiin ennallistettavaksi (kuva 187). Lahdeke haluttiin palauttaa osaksi linnustoltaan hyvin arvokasta suokokonaisuutta, pääosin saraiseksi rimpipintasuoksi.

Lahdekettä ympäröivät puustoiset ja rehevät räme- ja korpialueet ja avosuot on ojitettu 1960-luvun lopussa, ja ojitusalueet on todennäköisesti myös lannoitettu. Ojitusaluiden vedet on ohjattu kahta syvää kokoojaojaa myöten Nauruanperän avosuolahdekkeen laitojen läpi. Suojelualueella olikin lähes 20 hehtaaria entistä avosuota, jonka reunaojat olivat kuivattaneet perusteellisesti, vaikka itse lahdekettä ei ollut ojitettu. Kokoavat ojat johtivat vetensä Nauruanperän lahdekkeen itäpuolelle märälle nevalle, jonne oli syntynyt laaja vettynyt saraikko lisääntyneen pistemäisen virtauksen vuoksi.

Vanhan ilmakuva perusteella nykyisin suojelualueeseen kuuluva lahdeke on luontaisesti ollut lähes avointa, märkää nevaa: eteläosista ilmeisesti rehevää luhtanevaa, pohjoisempana rimpinevaa (kuva 188). Ennen ennallistamista alue oli kauttaaltaan puustoisia muuttumaa, vaikka kuivattavat ojat olivat noin 200 metrin päässä suon keskiosista. Suon keskiosissa mäntytaimikko oli pientä ja harvaa, reunamilla kookkaampaa (kuva 189). Kasvillisuudessa huomiota herättivät tiheät vaivaiskoivu- ja tupasvillakasvustot. Etelälaidan rehevimmässä osassa ravinteisuudesta kieli viitakastikan runsaus. Alkuperäinen kasvillisuus oli pääosin hävinnyt. Voimakkaimmin olivat muuttuneet ojien reunamat sekä ete-



Kuva 187. Veden virtaus ja ennallistamistoimenpiteet Nauruanperän lahdekkeella. © Metsähallitus 2013, © Suomen ympäristökeskus 2013, © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 188. Nauruanperän lahdeke ilmakuvalla ennen ojitusta vuonna 1950 (A), ennen ennallistamista vuonna 2007 (B) ja 14 vuotta ennallistamisen jälkeen vuonna 2024 (C). © Verotoimisto 2013, © Maanmittauslaitos 2013 ja 2025.



Kuva 189. Nauruanperän lahdekkeen entinen märkä avosuo oli kuivunut ja taimettunut kaukana ojien ulkopuolella. Kuva on otettu ennen hakkuita suojelualueelta, reilun sadan metrin päässä kuivattavista ojista. Maaliskuu 2010, kuva: Sakari Rehell.

läisemmän kokoojaojan eteläpuoli, jotka olivat jo osin turvekangasmaisia männiköitä.

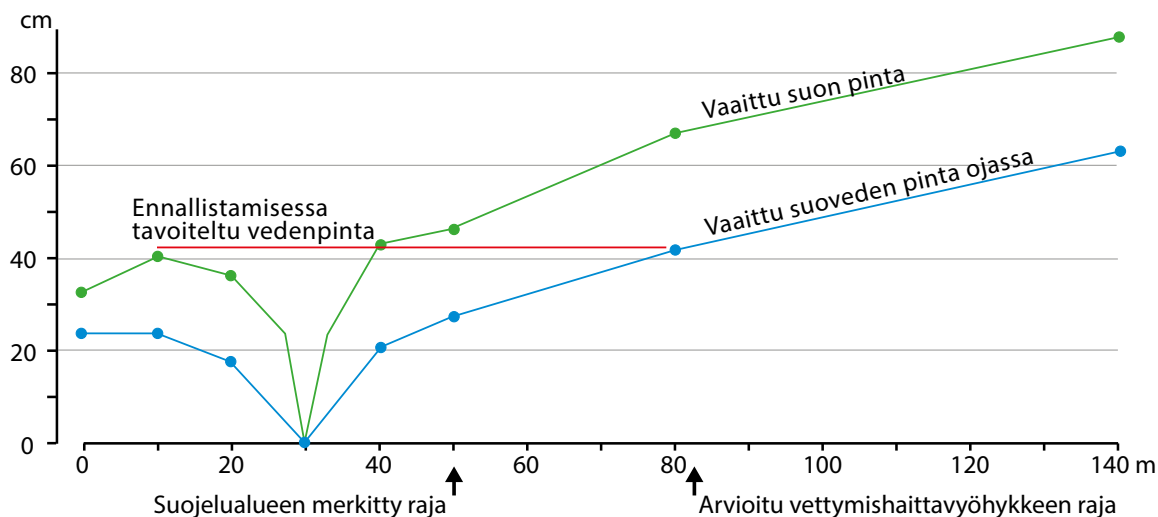
Alue vaaittiin ja todettiin, että veden nostaminen riittävälle tasolle suojelualueella merkitsisi väistämättä vettymishaittoja noin kahdelle metsätalousmaahehtaarille (luokiteltu kasvulliseksi metsämaaksi) (kuvat 187 ja 190). Vettymishaitoista huolimatta ojat sovitettiin tukittavaksi ja työmaa toteutettavaksi Metsähallituksen metsätalouden ja luontopalvelujen yhteistyönä.

Ennallistaminen

Ennallistaminen aloitettiin puuston hakkuulla maaliskuussa 2010. Männyt hakattiin kokonaan suurimmalta osalta aluetta (kuva 191). Yhdeltä rämekuvioilta hakattiin noin 3/4 männyjen runkoluvusta siten, että isoimmat männyt jätettiin pystyyn. Koivut ja kuuset jätettiin kaikilla kuvioilla hakkaamatta, mutta niiden määrä oli vähäinen.

Ojat tukittiin elokuussa 2010, ja samassa yhteydessä kunnostusojitetettiin viereiset metsätalouskuviot. Nauruanperän lahdekettareunustavat kokoojaojat tukittiin. Noin 50 metrin välein tehtiin isoja turvevalleja, jotka ulottuvat vähintään 15 metriä ojan molemmille puolille, jotta vesi ohjautui virtaamaan ojaumasta suon keskusta (kuva 193). Aines tukkimiseen ja valleihin otettiin vallin viereen kaivetusta lammikosta. Työtä tehtäessä tarkistettiin, että veden virtaus todella kääntyi suon keskiosiin päin. Parissa kohdassa kaivettiin kuokalla ja lapiolla turvevallien patoamista altaista pieniä viiksiojia keskusta päin.

Pian toimenpiteiden jälkeen työn arvioitiin onnistuneen tavoitteiden mukaisesti. Padot pitivät syksyn sateiden jälkeen, vedenpinta oli noussut laajasti ja vesi oli lähtenyt virtaamaan kohti suon keskiosaa.



Kuva 190. Esimerkki ennen ennallistamista tehdystä vaaituslinjasta Hirvisuolla. Vaaittaessa otettiin lukemat sekä suon pinnalta että viereisen ojan vedenpinnasta. Profiileista näkyy, kuinka tässä kohdassa tarvitaan noin 30 metriä pitkä pintavalli ohjaamaan vedet reunaojan yli lahdekkeen keskiosiin. Tämän tavoitteen mukainen vedenpinnan taso nostaisi veden suojelualueen rajan ojitetulla metsämaalla hyvin lähelle pintaa, mutta jo vajaan 40 metrin päässä rajasta suolle jäisi kuivavaraa suunnilleen saman verran kuin nykytilassa (noin 30 cm).



Kuva 191. Maisema hakatun lahdekkeen keskeltä kohti suojelualueen reunaa, jossa näkyy kaivuri tukkimassa ojaa elokuussa 2010. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 192. Kuvan 191 seutu 14 vuotta ennallistamisen jälkeen vuonna 2024. Vedenpinta on noussut ja tupasvilla runsastunut, mutta myös puiden taimet kasvavat edelleen. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 193. Nauruanperän lahdeketta ympäröivät isot laskuojat tukittiin ja niihin tehtiin säännöllisin välein pitkiä pintavalleja. Vallien rakentamista varten kaivetuista lammikoista vedet lähtivät virtaamaan suon keskiosiin päin. Kuva: Sakari Rehell, syyskuu 2010.



Kuva 194. Kuvassa oikealla on lähes 15 vuotta aiemmin tehty patovalli. Vasemmalle puolelle on muodostunut lammikko kohtaan, josta patoaines on otettu. Vedenpinta on noussut suolla paikallisesti, ja monet ravinteisuutta suosivat suokasvit, kuten tupasvilla ja kastikat, ovat runsastuneet. Suolle on silti ilmaantunut taimikko. Kuva: Sakari Rehell.

Ennallistamisen vaikutukset vuonna 2024

Alueella tehtiin hoitoseuranta vajaa 15 vuotta ennallistamistoimenpiteiden jälkeen (kuvat 192 ja 194–198).

- Lahdekkeen keskiosissa suo oli kuivunut yli 200 metrin päässä reunaojista. Turpeen lisääntynyt kasvu on todennäköisesti kohottanut koko karuuntunutta keskustaa (kuva 192).
- Ohjaukset (kuvat 193 ja 194) ovat palautaneet veden virtauksen valuma-alueelta suolle päin, mutta vaikutus on jäänyt paikalliseksi ojittamattomalla, kuivahtaneella osalla. Rimpipinta ei ole palautunut.
- Lahdekkeen keskiosan nevoille vettä on tullut noin 45 hehtaarin valuma-alueel-

ta. Suot ovat olleet alun perin reheviä ja reunavaikutteisia. Kuivattaminen on muuttanut kasvillisuutta laajalti ja voimakkaasti, mikä on näkynyt etenkin taimettumisena. Ennallistamisen vedenpalautustoimissa vedet saatiin palautettua kahdeksasta kohdasta (kuva 197) noin 300 metrin matkalla suolle.

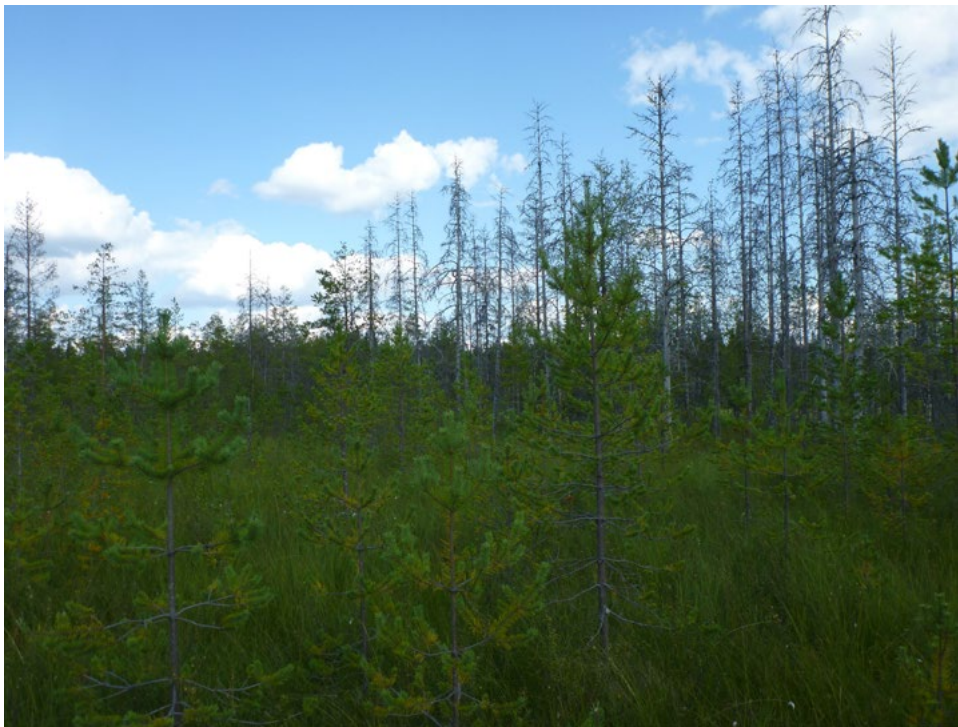
- Luonnonsuojelualueen ja metsätalousalueen rajan tienoilla varauduttiin siihen, että nouseva vedenpinnan taso voi heikentää puuston kasvua talousmetsässä, minkä vuoksi sieltä poistettiin lähinnä mäntyä. Nyt tällä paikalla on kuivavaraa noin 20 cm eli vedenpinta on noussut yli suositellun tason, mutta hakkuissa jäte-tyt koivut kasvavat hyvin ja uusia taimia-kin on tullut (kuva 198). Vaikutukset talousmetsään näyttävät vähäisiltä.



Kuva 195. Lahdekkeen pohjoislaidalla suolle on luontaisesti tullut vettä vain noin 10 hehtaarin alalta ja vesi on levinnyt noin 400 metrin matkalle. Suot ovat olleet karuja ja keskustavaikutteisia. Myös reunaojituksen aiheuttama muutos on jäänyt heikoksi. Kun vedenpinta on noussut ennallistamisen jälkeen, tämän osan kasvillisuus muistuttaa luontaista kalvakkanevaa. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 196. Vajaan sadan metrin päässä tukitusta ja pintavallitetusta reunaojasta entiselle avosuolle kasvaneet männyntaimet ovat pääosin hengissä. Niiden kasvu on kyllä heikentynyt. Alueelta kerättiin energiapuuta ennallistamishakuiden yhteydessä. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 197. Itäosassa kuivatusojan varsille oli kasvanut kookas puusto. Tällä osalla noin 80 hehtaarin valuma-alueen vedet kerääntyvät suppealle alalle (noin 100 metrin matkalle vanhan ojan lähelle). Ennallistamisen jälkeen isot puut ovat kuolleet ojan lähellä, missä suon pinta oli painunut, mutta taimet menestyvät. Kuva: Sakari Rehell.



Kuva 198. Luonnonsuojelualueen rajan tienoilla kuivavaraa on noin 20 cm, mutta hakkuis-
sa jätetyt koivut kasvavat hyvin ja myös taimia on tullut. Kuva: Sakari Rehell.

Johtopäätelmiä

- Vedenpalautustoimet sopivat parhaiten laajemmille kokonaisille suoyhdistymille. Suppeilla suoyhdistymän osilla keski-osan kuivuneet nevat palautuvat vain kohdissa, joihin vettä kertyy riittävästi. Vesiensuojeluhyötyjä saadaan kuitenkin pienemmänkin kokoluokan töissä.
- Vedenpinnan nousu ja virtauksen lisääntyminen näkyvät eräiden putkilokasvilajien rehevöitymisenä lähellä ohjauskoh-
tia. Mikäli mätäs-välipintaa on kuivatus-
vaiheessa tullut paljon lisää, se voi rajoit-
taa veden pääsyä laajemmin suolle.
- Voimakas reunaojien aiheuttama kuivu-
minen lisää rimpisillä nevoilla rahkasam-
malten kasvua. Sen seurauksena suon
pinta kohoaa, eikä ennallistaminen riitä
nostamaan veden pintaa riittävästi. Tä-
mä on esimerkki ojitusten aiheuttamas-
ta palautumattomasta muutoksesta, jo-
ka estää kasvillisuuden palautumisen
"alkuperäiseksi". Mikäli kehitys jatkuu,
lahdekkeen keskusta kehittyä ombro-
trofiseen suuntaan ja vesien palautuksen
vaikutus rajoittuu kapeahkolle reuna-
alueelle.
- Mikäli ennallistettavaan alueeseen ra-
joittuvalla metsätalousalueella vesi to-
dennäköisesti nousee suositeltua 40 cm
kuivavaraa ylemmäs, on mahdollista ha-
kata ainespuiksi kelpaavia puita etukä-
teen pois. Lyhyellä aikavälillä voi talou-
dellinen tulos maanomistajalle olla sa-
maa luokkaa kuin normaalissa metsän-
kasvatuksessa, ja mikäli vesi ei nouse ai-
van pintaan, voi puuston kasvu olla jat-
kossakin hyvä.

10.19 Naavakorpi, Lapinlahti

Jarmo Laitinen

Naavakorven ennallistaminen on esimerkki luonnonhoitohankkeesta, jonka tavoitteena oli toteuttaa ympäristötukihankkeen yhteydessä sovitut ennallistamistyöt. Naavakorven vesitaloutta ennallistettiin ojia tukkimalla.

Naavakorven hankealue on noin kolmen hehtaarin korpialue Pohjois-Savossa. Alue ei ole ollut pitkään metsätalouskäytössä, joten maanomistajien hakemuksesta kohteelle myönnettiin ympäristötukea Metso-ohjelman ja metsälain 10 §:n kriteerien mukaisesti ja lisäksi suunniteltiin kohteelle ennallistamistyöt.

Naavakorpi-tilan halki virtaa luonnontilainen puro, ja siihen rajoittuva metsikkökuvio on luokiteltu ruohokorveksi. Aivan puron varressa on myös kosteaa lehtoa (kuva 199). Korpialue on aikaisemmin ojitettu (kuvat 200 ja 201), mutta ojituksen jälkeen puustoa ei ole

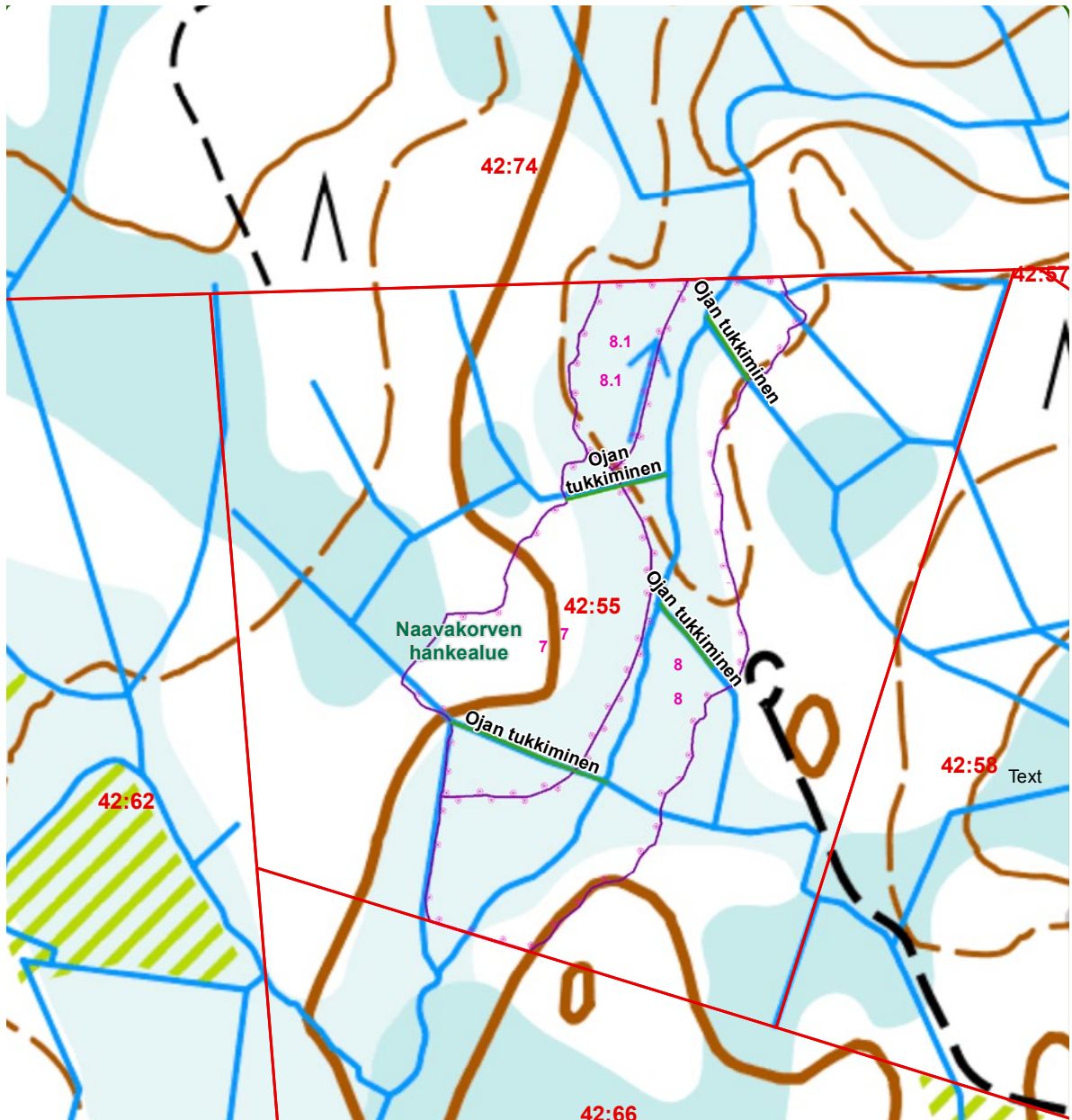
käsitelty useaan vuosikymmeneen ja puusto on hyvin luonnontilaista (kuva 202). Metsänomistajat halusivat ennallistaa ympäristötukialueen suot ympäristötuen uusimisen yhteydessä. Korvet ennallistettiin loppuvuonna 2023 täyttämällä suolta puroon johtavat ojat vanhoilla kaivumailla ja tiivistämällä kaivinkoneella (kuva 203). Ojalinjoja ei tarvinnut raivata, koska ne eivät olleet vesakoituneet. Täytettäviä ojia oli neljä kappaletta, ja niiden yhteispituus on noin 200 metriä. Koska puron varren korpi oli tulkittu metsälain turvaamaksi ruohokorveksi, liikkuminen ojalinjoille ja ojien täyttäminen tällä kuviolla oli tehtävä maan ollessa jäässä. Toteuttaja sopi liikkumisen ennen töiden aloittamista maanomistajan sekä Metsäkeskuksen rahoitus- ja tarkastusasiantuntijan kanssa.



Kuva 199. Puronvarren lehtoa vuonna 2024. Kuva: Jarmo Laitinen.

Ojien täyttäminen kaivinkoneella onnistui lumesta huolimatta hyvin. Vanhat kaivumaat riittivät, eikä täytetyistä ojista jäänyt vedenkulku-uomia puroon. Pisimmän oja-linjan päähän lisättiin varmuuden vuoksi ki-

viä estämään maa-ainesten liikkumista (kuva 204). Ennallistamisen pitkäaikaista vaikutusta on vielä vaikea arvioida, mutta ojien täyttäminen nopeuttanee suoalueen vettymistä ja samalla se paransi puron luonnontilaisuutta.



Kuva 200. Naavakorven hankealue ja neljä tukittua ojaa. © Suomen metsäkeskus 2025, © Maanmittauslaitos 2025.



Kuva 201. Naavakorven oja ennen täyttöä vuonna 2023. Kuva: Jarmo Laitinen.



Kuva 202. Korven puusto on rakenteeltaan luonnontilaista, 2024. Kuva: Jarmo Laitinen.



Kuva 203. Yksi täytetyistä ojista elokuussa 2024. Kuva: Jarmo Laitinen.



Kuva 204. Täytetyn ojan loppupäähän laitettiin kiviä estämään maa-ainesten liikkumista, 2024. Kuva: Jarmo Laitinen.

10.20 Purovaluma-alueen kunnostaminen yksityismaan luonnonhoitohankkeena, Pihlajaoja, Pudasjärvi

Ville Koukkari ja Riikka Salomaa

Tervonsuon ja Pihlajaojan ennallistaminen on esimerkki yksityismaalla toteutetusta luonnonhoitohankkeesta, jossa tavoitteena oli purovaluma-alueen kunnostaminen kahden maanomistajan kiinteistöjen sisällä. Metsäojitusalueita ennallistettiin ojia tukkimalla, palauttamalla vesiä ympäröivien ojitusten kuivatamalle ojittamattomalle suoalueelle sekä tekemällä erilaisia vesiensuojelurakenteita. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus hyväksyi hankkeen toteutuksen suunnitelman mukaisesti.

Hankealue sijaitsee Pudasjärvellä ja sen kokonaispinta-ala on noin 200 hehtaaria. Suota ennallistettiin noin 20 hehtaaria Tervonsuon eteläosassa, Pihlajaojan latvaosien valuma-alueella (kuva 205). Pihlajaojassa esiintyy purotaimenta.

Luonnonhoitohanke sai alkunsa toisen ennallistamisalueen maanomistajan aloitteesta, kun hän huomasi maillaan kulkevan puron pohjan liettyneen ja veden samentuneen. Vanhoista metsäojista valui puroon ravinteita ja hienojakoista maata, jotka olivat muuttaneet puroveden rusehtavaksi. Lisäksi osa purouomasta oli kuivunut. Myös Pihlajaojan purotaimenkanta oli taantunut.

Tavoitteena oli ennallistaa alun perin avoimia, mutta ojituksen myötä pääosin puustotuneita soita. Sillä parannettaisiin alueen riekkojen elinolosuhteita. Pihlajaojan taantunutta purotaimenkantaa puolestaan hyödyttäisi alapuolisen vesistön ravinne- ja kiintoainekuormituksen väheneminen.

Metsäojitukset olivat muuttaneet vesien luontaisia virtausreittejä. Voimakkaat virtaukset olivat syövyttäneet hienojakoista maata, jolloin kiintoainesta ja ravinteita oli valunut runsaasti alapuoliseen vesistöön. Ennen ojituksia vaaran valumavedet olivat suotautuneet Tervonsuon läpi. Ojituksen myötä osa Pihlajaojan vanhasta uomasta oli jäänyt kuivaksi.

Ennallistamistyöt

Tervonsuota ennallistettiin metsäojia tukkimalla (kuva 206). Ennen tukkimista poistettiin suurin osa puustosta. Ojien tukkimiseen käytettävä maa-aines otettiin vanhoista ojien kaivupenkoista. Muutamilla uusilla ojilla johdettiin Tervonsuon pohjoispuolelta tulevista metsäojista vettä Tervonsuolle, josta vesi valuu luontaista reittiä pintavaluntana ennallistettavan Pihlajaojan vanhaan luonnonpurouomaan (kuvat 207 ja 208). Suunnittelussa ja toteutuksessa huolehdittiin, että vesi ei pääse jatkossa mistään kohtaa vanhoihin ojitusuomiin, vaan se virtaa uutta ojaa myöten Tervonsuon ojittamattomaan osaan pintavalutukseen (kuva 209).

Hankkeessa tehtiin myös muutamiin Pihlajaojaan laskeviin ojiin laskeutusaltaita, pintavalutuskenttiä sekä pahiten syöpyneisiin paikkoihin pohjapatosarjoja. Idän ja etelän suunnasta tulevien ojien vesi johdettiin laskeutusaltaisiin, joista vedet valuvat pintavaluntana Pihlajaojaan. Tilan eteläpuolella olevan yksityisen luonnonsuojelualueen rajaojan vedet käännettiin ojatukoksen avulla pohjoiseen laskevaan ojaan, joka johdattaa vedet laskeutusaltaan ja pintavaluntakentän kautta Pihlajaojaan. Metsäojitusten vesiä jaettiin useampaan ojaan, millä vähennettiin Tervonsuon eteläpuolella olevan piennartien ojien jatkuvaa syöpymistä. Lännen suunnasta päälaskusuuntaan jyrkästi laskevaan pahasti syöpyneeseen metsäojaan rakennettiin pohjapatosarja.

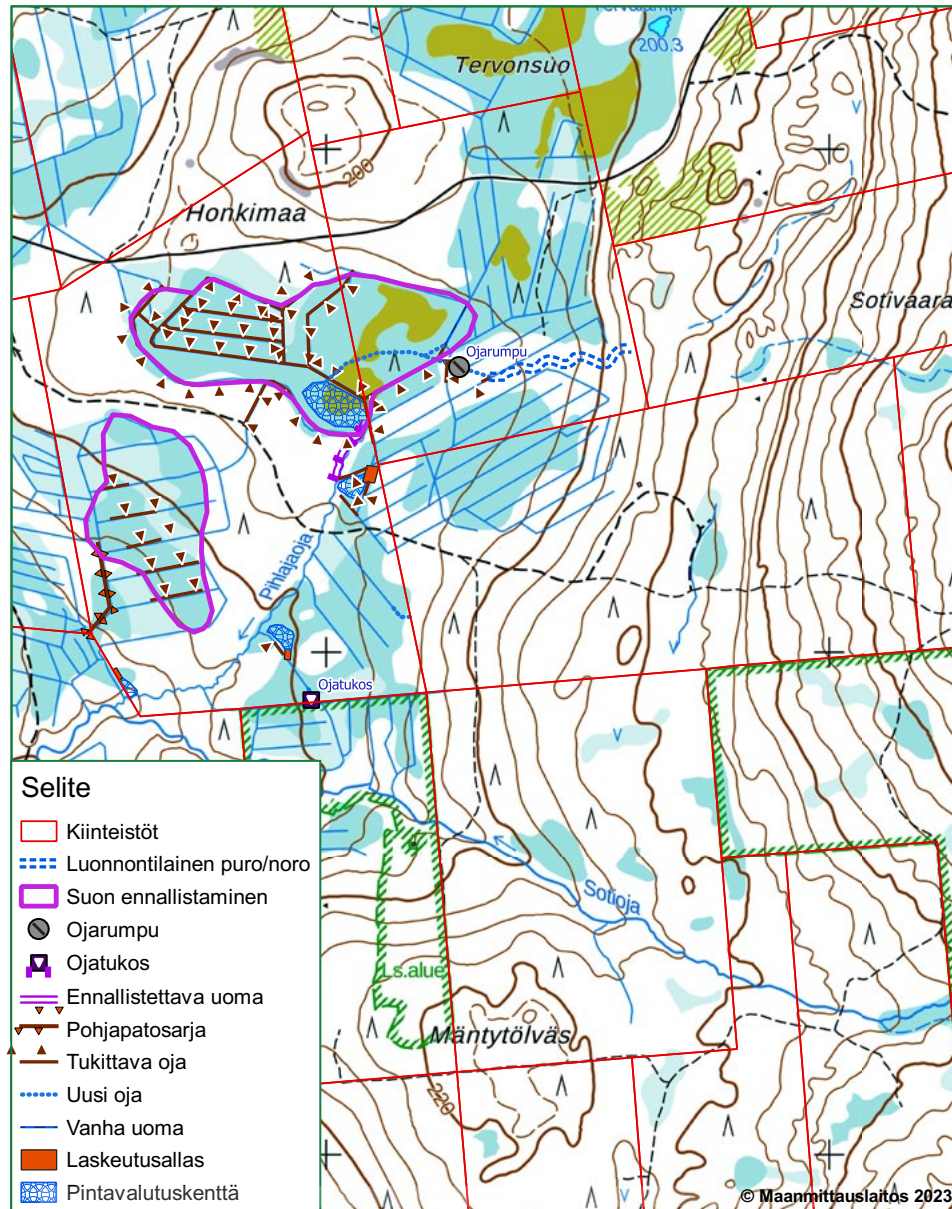
Työt toteutettiin vuonna 2021 ja heti havaittiin, että kiintoaineen kulkeutuminen hankealueelta Pihlajaojaan loppui. Tervonsuolta valuvat vedet löysivät myös kuivuneen Pihlajaojan alkuperäisen uoman, ja näin myös puroelinympäristö ennallistuu. ELY-keskuksen purokunnostajien havainnot syksyn 2024

maastokäynniltä kertovat, että Pihlajaojan uoman pohja on puhdistunut hiekasta useammassa kohtaa (kuva 210). Ilmeisesti vanhat kiintoaineskertymät ovat lähteneet liikkeelle, ja kun uusia ei ole valuma-alueen kunnostus-

toimien ansiosta tullut, on uoman pohja puhdistunut. Uoman kunnostustarvetta arvioitiin olevan enää muutamassa kohdassa ja tämä työ hoitunee käsityönä.



Tervonsuo-Pihlajaoja
luonnonhoitohanke



Kartta on tulostettu Metsäkeskuksen tietojärjestelmästä:
14.11.2024

KP: ETRS89 / TM35FIN(E,N)
Y: 7285083.21
X: 519316.38

1:10 000

Kuva 205. Kartta Tervonsuosta ja Pihlajaojasta ympäristöineen sekä ennallistamistoimenpiteiden ja muiden luonnonhoitotoimien sijainti.



Kuva 206. Tukittuja oja Tervonsuolla. Taustalla näkyvät ojittamattoman suon osalle kaivettu uusi oja ja vettynyt pintavalutuskenttä vuonna 2024. Kuva: Mika Tuovila.



Kuva 207. Uudelleen vettyneen suon alaosaan vesi alkaa kerääntyä Pihlajaojaan, vuosi 2023. Kuva: Riikka Salomaa.



Kuva 208. Vesi on palannut vanhaan purouomaan, vuosi 2023. Kuva: Riikka Salomaa.



Kuva 209. Kuivunut suon osa vettyi uudelleen, kun sinne ohjattiin syöttöojalla vettä pintavalutukseen, vuosi 2023. Kuva: Ville Koukkari.



Kuva 210. Pihlajaojan valuma-alueella toteutetut ennallistamis- ja vesiensuojelutoimenpiteet ovat vähentäneet kiintoainekuormitusta, ja uoman pohja on puhdistunut. Kuvan puro on inventoitu osana ympäristöministeriön Helmi-ohjelmaa. Kuva: Juhani Aho, lokakuu 2024.

Lähteet

- Aalto, M. & Aalto, A. 2018: Opas soiden ennallistamiseen käsityönä. – <aallokas.fi/documents/Opas-soiden-ennallistamiseen-kasityona.pdf>. 18 s.
- Aaltonen, H., Tuukkanen, T., Palviainen, M., Laurén, A., Tattari, S., Piirainen, S., Mattsson, T., Ojala, A., Launiainen, S. & Finér, L. 2021: Controls of organic carbon and nutrient export from unmanaged and managed boreal forested catchments. – *Water* 13(17): 2363.
- Aapala, K. (toim.) 2001: Soidensuojelualueverkon arviointi. – Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 490/2001. 285 s.
- & Tukia, H. 2006: Restoration of the spruce mire Soukonkorpi in Liesjärvi National Park. – Teoksessa: Heikkilä, R., Lindholm, T. & Tahvanainen, T. (toim.), *Mires of Finland: daughters of the Baltic Sea*. Finnish Environment Institute, Helsinki. *The Finnish Environment* 28/2006. S. 144–146.
- & Tukia, H. 2008: Restoration as a tool to improve the quality of drained spruce mires in conservation areas. – Teoksessa: Farrell, C. & Feehan, J. (toim.), *After wise use – the future of peatlands*. Volume 1, Oral Presentations. Proceedings of the 13th International Peat Congress. Tullamore, Ireland, 8.–13 June 2008. Jyväskylä, International Peat Society. S. 17–20.
- , Similä, M. & Penttinen, J. (toim.) 2013: Ojitettujen soiden ennallistamisopas. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja B 188. 301 s.
- , Rehell, S., Kokko, A., Sallantausta, T. & Lindholm, T. 2013: Voidsaanko uhanalaisten suoluontotyyppien tilaa parantaa ennallistamalla? – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), *Ojitettujen soiden ennallistamisopas*. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 108–112.
- , Haltia, E., Kettunen, M., Heikkilä, R., Ohtonen, A., Hokkanen, T., Horne, P., Jäppinen, J., Lilja-Rothsten, S., Luotonen, H., Maanavilja, L., Saaristo, L., Sallantausta, T., Silvennoinen, S., Tuittila, E.-S., Tukia, H. & Vihervaara, P. 2015: Pohjois-Karjalan biosfäärialueen soiden ja turvemaiden ekosysteemipalvelujen tunnistaminen ja arvottaminen. – PTT työpapereita 152: 1–73.
- , Similä, M., Kokko, A., Leikola, N. & Määttä, A.-M. 2022: Suot. – Teoksessa: Kuusela, S., Annala, M., Kontula, T., Leikola, N., Määttä, A.-M., Virkkala, R. & Virtanen E. (toim.), *Kohti kattavaa suojelualueverkostoa*. Luonnon monimuotoisuuden turvaamisen painopisteet Suomessa. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 18/2022. S. 79–120.
- Ahola, M. & Havumäki, M. (toim.) 2008: *Puorokunnostusopas*. Käsikirja metsäpurojen kunnostajille. – Kainuun ympäristökeskus ja Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 89 s.
- Ahti, E. 1980: Ditch spacing experiments in estimating the effects of peatland drainage on summer runoff. – Teoksessa: *The influence of man on the hydrological regime with special reference to representative and experimental basins* IAHS-AISH Publication 130: 49–53.
- 1987: Water balance of drained peatlands on the basis of water table simulation during the snowless period. – *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 141. 64 s.
- 2005: Kunnostusojitus. – *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 947: 114–120.
- Ahtiainen, M. & Huttunen, P. 1999: Long-term effects of forestry managements on water quality and loading in brooks. – *Boreal Environment Research* 4: 101–114.

- Albert-Saiz, M., Lamentowicz, M., Rastogi, A. & Juszczak, R. 2025: Unveiling water table tipping points in peatland ecosystems: Implications for ecological restoration. – *Catena* 257 (2025) 109149.
- Alderson, D. M., Evans, M. G., Shuttleworth, E. L., Pilkington, M., Spencer, T., Walker, J. & Allott, T. E. H. 2019: Trajectories of ecosystem change in restored blanket peatlands. – *Science of the Total Environment* 665: 785–796.
- Alsila, T., Elo, M., Hakkari, T. & Kotiaho, J. S. 2021: Effects of habitat restoration on peatland bird communities. – *Restoration Ecology* 29 (1): e13304.
- Andersen, A. N. & Majer, J. D. 2004: Ants show the way down-under: invertebrates as bio-indicators in land management. – *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(6): 291–298.
- Anderson, R., Vasander, H., Geddes, N., Laine, A., Tolvanen, A., O’Sullivan, A. & Aapala, K. 2016: Afforested and forestry-drained peatland restoration. – Teoksessa: Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (eds), *Peatland restoration and ecosystem services. Science, Policy and Practice*. Cambridge University Press. S. 213–233.
- Annala, E. 1969: Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). – *Annales Zoologici Fennici* 6: 161–208.
- & Petäistö, R.-L. 1978: Insect attack on windthrown trees after the December 1975 storm in western Finland. – *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 94: 1–24.
- Anttila, S., Koskela, T., Aapala, K. & Mutttilainen, H. (toim.) 2025: METSO-tilannekatsaus 2024: Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelma 2008–2025. – *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 52/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 49 s.
- Aro, L., Jylhä, P., Järvenranta, K., Matila, A., Ramstadius, U., Ronkainen, T., Räsänen, A., Silvan, N., Silvenius, F., Virkajärvi, P., Wall, A. & Tolvanen, A. 2023: Turvetuotannosta poistuvien alueiden jatkokäytön vaihtoehdot Suomessa sekä arvio niiden ympäristö- ja talousvaikutuksista. – *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 120/2023. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 71 s.
- Assandri, G. & Bazzi, G. 2022: Natural and anthropogenic determinants of peatland dragonfly assemblages: Implications for management and conservation. – *Biodiversity and Conservation* 31: 703–722.
- Atlegrim, O. & Sjöberg, K. 2004: Selective felling as a potential tool for maintaining biodiversity in managed forests. – *Biodiversity and Conservation* 13: 1123–1133.
- Autio, O. 2008: Ennallistamisen vaikutuksia soiden vesitalouteen ja vaaksiaisten (Diptera, Nematocera) monimuotoisuuteen. – *Pro gradu*, Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Jyväskylä. 36 s.
- Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S., Napari, M., Nylund, M., Kupiainen, V., Vienonen, S., Forsman, J., Suikkanen, T., Auri, J., Boman, A. & Mattbäck, S. 2022: Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin. Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan. – *Ympäristöministeriön julkaisuja* 2022:3. 152 s.
- Auvinen, A.-P., Hildén, M., Toivonen, H., Primmer, E., Niemelä, J., Aapala, K., Bäck, S., Härmä, P., Ikävalko, J., Järvenpää, E., Kaipainen, H., Korhonen, K. T., Kumela, H., Kärkkäinen, L., Lankoski, J., Laukkanen, M., Mannerkoski, I., Nuutinen, T., Nöjd, A., Puntila, P., Salminen, O., Söderman, G., Törmä, M. & Virkkala, R. 2007: Evaluation of the Finnish national biodiversity action plan 1997–2005. – *Monographs of the Boreal Environment Research* 29: 1–54.

- , Lehtikainen, A., Sirkiä, P., Jukarainen, A., Kahilainen, A., Lindén, A., Mikkola-Roos, M., Piha, M., Pessa, J., Krüger, H., Holopainen, S., Alhainen, M. & Below, A. 2023: Kuinka paljon lintukantoja voidaan elvyttää? – Linnut-vuosikirja 2022: 132–139.
- Bain, C. G., Bonn, A., Stoneman, R., Chapman, S., Coupar, A., Evans, M., Gearey, B., Howat, M., Joosten, H., Keenleyside, C., Labadz, J., Lindsay, R., Littlewood, N., Lunt, P., Miller, C. J., Moxey, A., Orr, H., Reed, M., Smith, P., Swales, V., Thompson, D. B. A., Thompson, P. S., Van de Noort, R., Wilson, J. D. & Worrall, F. 2011: IUCN UK Commission of Inquiry on Peatlands. – IUCN UK Peatland Programme, Edinburgh. 109 s.
- Batzer, D. P. & Wissinger, S. A. 1996: Ecology of insect communities in nontidal wetlands. – Annual Review of Entomology 41: 75–100.
- & Wu, H. 2020: Ecology of terrestrial arthropods in freshwater wetlands. – Annual Review of Entomology 65: 101–119.
- , Wu, H., Wheeler, T. & Eggert, S. 2016: Peatland invertebrates. – Teoksessa: Batzer, D. & Boix, D. (toim.), Invertebrates in freshwater wetlands. Switzerland, Springer International Publishing. S. 219–250.
- Beadle, J. M., Holden, J. & Brown, L. E. 2023: Landscape-scale peatland rewetting benefits aquatic invertebrate communities. – Biological Conservation 283, 110116.
- Benayas, J. M., Newton, A. C., Diaz, A. & Bullock, J. 2009: Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: A meta-analysis. – Science 325: 1121–1124.
- Bengtsson, F., Rydin, H., Baltzer, J. L., Bragazza, L., ... & Granath, G. 2021: Environmental drivers of *Sphagnum* growth in peatlands across the Holartic region. – Journal of Ecology 109: 417–431.
- Berry, G. J. & Jeglum, J. K. 1991: Hydrology of drained and undrained black spruce peatlands: groundwater table profiles and fluctuations. – Forestry Canada, Ontario Region, Sault Ste. Marie. COFRDA Report No. 3307. 31 s.
- Beven, K. J. & Kirkby, M. J. 1979: A physically based variable contributing area model of basin hydrology. – Hydrological Sciences Bulletin 24: 43–69.
- Boman, A., Fröjdö, S. & Åström, M. 2008: Sulfur dynamics in boreal acid sulfate soils rich in metastable iron sulfide – the role of artificial drainage. – Chemical Geology 255: 68–77.
- Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (toim.) 2016: Peatland restoration and ecosystem services. Science, Policy and Practice. – Cambridge University Press. 493 s.
- Brigić, A., Bujan, J., Alegro, A., Šegota, V. & Ternjej, I. 2017: Spatial distribution of insect indicator taxa as a basis for peat bog conservation planning. – Ecological Indicators 80: 344–353.
- Bujan, J., Brigić, A. & Ješovnik, A. 2010: Ant diversity in Croatian peat bogs. – Teoksessa: Nash, D. R., den Boer, S. P. A., De Fine Licht, H. H. & Boomsma, J. J. (toim.), Abstracts for the XVI Congress of the International Union for the Study of Social Insects. Copenhagen, Denmark, 8–13 August 2010. 18 s.
- , Brigić, A., Sedlar, Z. & Šoštarić, R. 2015: Progressive vegetation succession of fen habitats promotes the lack of habitat specialist ants. – Insectes Sociaux 62(4): 415–422.
- Bullock, J. M., Aronson, J., Newton, A. C., Pywell, R. F. & Rey-Benayas, J. M. 2011: Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. – Trends in Ecology and Evolution 26: 541–549.

- Cameron, R. A. D. 2003: Lifecycles, molluscan and botanical associations of *Vertigo angustior* and *Vertigo geyeri* (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). – *Heldia* 5: 95–110.
- CBD 2010: Decision X/2, The Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020 and the Aichi Biodiversity Targets, Nagoya, Japan, 18 to 29 October 2010.
- CBD 2022: Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework. – CBD/COP/DEC/15/4; Convention on Biological Diversity: Montreal, QC, Canada, 2022.
- Collingwood, C. A. 1963: Three ant species new to Norway. – *Entomologist's Record and Journal of Variation* 75: 225–228.
- 1979: The Formicidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark. – *Fauna Entomologica Scandinavica* 8: 1–174.
- 1999: Changes in the ant (Hym.: Formicidae) fauna of a Swedish bogland area 1986–1997. – *Entomologist's Record and Journal of Variation* 111: 233–234.
- Convention on Wetlands 2021: Global guidelines for peatland rewetting and restoration. – Ramsar Technical Report No. 11. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands. 77 s.
- Deacon, C., Samways, M. J. & Pryke, J. S. 2023: Interplay between pond size and matrix extent drives odonate diversity patterns in a fragmented landscape. – *Biodiversity and Conservation* 32: 4767–4785.
- Desrochers, A. & van Duinen, G.-J. 2006: Peatland fauna. – Teoksessa: Wieder, R. K. & Vitt, D. H. (toim.), *Boreal peatland ecosystems*. Springer. Ecological Studies 188. S. 67–100.
- Dlussky, G. M. 2001: Structure of ant community (Hymenoptera, Formicidae) from an oligotrophic peat bog. (venäjäksi; yhteenveto englanniksi). – *Zoologičeskij Žurnal* 80: 976–985.
- Ecke, F. & Rydin, H. 2000: Succession on a land uplift coast in relation to plant strategy theory. – *Annales Botanici Fennici* 37: 163–171.
- Eisto, K. & Kondelin, H. 2013: Suopellosta taikaisin letoksi: Juuan Polvela. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), *Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B* 188: 192–195.
- Ellison, A. M., Farnsworth, E. J. & Gotelli, N. J. 2002: Ant diversity in pitcher-plant bogs of Massachusetts. – *Northeastern Naturalist* 9(3): 267–284.
- Elo, M., Penttinen, J. & Kotiaho, J.S., 2015: The effect of peatland drainage and restoration on Odonata species richness and abundance. – *BMC ecology* 15, 11.
- , Kareksela, S., Ovaskainen, O., Abrego, N., Niku, J., Taskinen, S., Aapala, K. & Kotiaho, J. S. 2024: Restoration of forestry-drained boreal peatland ecosystems can effectively stop and reverse ecosystem degradation. – *Communications Earth & Environment* 5, 680 (2024).
- , Isoaho, A., Korhonen, P., Marttila, H., Ovaskainen, O., Pääkilä, L., Rana, P. & Räsänen, A. 2025a: Effective hydrological restoration is a prerequisite, but not a guarantee, for the recovery of vegetation communities in boreal forestry-drained peatlands. – *Julkaisematon käsikirjoitus*.
- , Niku, J., Noreika, N., Ovaskainen, O., Punttila, P., Vähätalo, A., Vähätalo, L. & Kotiaho, J. S. 2025b: Can restoration counteract biotic homogenization? A long-term study of boreal peatland butterflies. – *Julkaisematon käsikirjoitus*.
- ELY-keskus 2021: Vesienhoidon toimenpideohjelmat. – Valtakunnallinen tietopalvelu. <etpo.fi>.
- Envibio 2024: Salon Kiskon Etu-Haukilammin leton putkilokasvi- ja sammalselvitys 2024. – *Julkaisematon*. 10 s.
- Eriksson, M., Lilja, S. & Roininen, H. 2006: Dead wood creation and restoration burning: Implications for bark beetles and beetle induced tree deaths. – *Forest Ecology and Management* 231: 205–213.

- , Neuvonen, S. & Roininen, H. 2007: Retention of wind-felled trees and the risk of consequential tree mortality by the European spruce bark beetle *Ips typographus* in Finland. – Scandinavian Journal of Forest Research 22: 516–523.
- , Neuvonen, S. & Roininen, H. 2008: *Ips typographus* (L.) attack on patches of felled trees: "Wind-felled" vs. cut trees and the risk of subsequent mortality. – Forest Ecology and Management 255: 1336–1341.
- Eskelinen, I. & Juutinen, R. 2023: Lähteikköjen ennallistamisopas. – Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Opas 6/2023. 192 s.
- Eurola, S., Huttunen, A. & Kukko-oja, K. 1995: Suokasvillisuusopas. 2. korj. p. – Oulanka reports 14. 85 s.
- , Huttunen, A., Kaakinen, E., Kukko-oja, K., Saari, V. & Salonen, V. 2015: Sata suotyyppiä. Opas suokasvillisuuden tuntemiseen. – Thule-instituutti & Oulangan tutkimus-asema & Oulun yliopisto, Oulu. 112 s.
- Euroopan komissio 2020: Vuoteen 2030 ulottuva EU:n biodiversiteettistrategia. Luonto takaisin osaksi elämäämme. – Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. COM(2020) 380 final.
- Euroopan unioni 2010: The EU Biodiversity Strategy to 2020.
- Evans, C. R., Mullan, D. J., Roe, H. M., Fox, P. M., Gray, S., & Swindles, G. T. 2024: Response of testate amoeba assemblages to peatland drain blocking. – Wetlands Ecological Management 32 (1): 1–18.
- Fenner, N. & Freeman, C. 2011: Drought induced carbon loss in peatlands. – Nature Geoscience 4: 895–900.
- Finér, L., Lepistö, A., Karlson, K., Räike, A., Tattari, S., Huttunen, M., Härkönen, L., Joensuu, S., Kortelainen, P., Mattson, T., Piirainen, S., Sarkkola, S., Sallantausta, S. & Ukonmaanaho, L. 2020: Metsistä ja soilta tuleva vesistökuormitus 2020. – MetsäVesi-hankkeen loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2020:6.
- , Lepistö, A., Karlsson, K., Räike, A., Tattari, S., Huttunen, M., Härkönen, L., Joensuu, S., Kortelainen P., Mattsson, T., Piirainen, S., Sallantausta, T., Sarkkola, S. & Ukonmaanaho, L. 2021: Drainage for forestry increases N, P and TOC export to boreal surface waters. – Science of the Total Environment 762, 144098.
- Fisk, M., Ruether, K. & Yavitt, J. 2003: Microbial activity and functional composition among northern peatland ecosystems. – Soil Biology & Biochemistry 35: 591–602.
- Fox, A. D. 1986: Effects of ditch-blockage on adult Odonata at a coastal raised mire site in central west Wales, United Kingdom. – Odonatologica 15(3): 327–334.
- & Lehtikoinen, A. 2025: Disappearing aapa mires and why we should care: unnoticed climate change exacerbates drainage effects on birds. – Ibis 167: 591–598.
- Fraixedas, S., Lindén, A., Meller, K., Lindström, Å., Keiss, O., Kålås, J.A., Husby, M., Leivits, A., Leivits, M. & Lehtikoinen, A. 2017: Substantial decline of northern European peatland bird populations: Consequences of drainage. – Biological Conservation 214: 223–232.
- Franch, J. & Espadaler, X. 1988: Ants as colonizing agents of pine stumps in San Juan de la Peña (Huesca, Spain). – Vie et Milieu 38: 149–154.
- Freibauer, A., Drösler, M., Augustin, J., Bergmann, L., Fiedler, S., Hoell, B. & Jungkunst, H. 2008: The methane fraction of the carbon balance in restored temperate peatlands. – Geophysical Research Abstracts 10, EGU2008-A-10958. 2 s.

- Frolking, S., Roulet, N., Moore, T., Ruchard, P. J. H., Lavoie, M. & Muller, S. D. 2001: Modeling northern peatland decomposition and peat accumulation. – *Ecosystems* 4: 479–498.
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J. Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decler, K. & Dixon, K. W. 2019: International principles and standards for the practice of ecological restoration. – *Restoration Ecology* 27: S1–S46.
- Geomatikk Finland 2025: Kaivulupa.fi-verkkopalvelu. – <kaivulupa.fi>.
- Gorham, E. 1991: Northern peatlands: Role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming. – *Ecological Applications* 1: 182–195.
- Gotelli, N. J. & Ellison, A. M. 2002a: Assembly rules for New England ant assemblages. – *Oikos* 99(3): 591–599.
- & Ellison, A. M. 2002b: Biogeography at a regional scale: Determinants of ant species density in New England bogs and forests. – *Ecology* 83(6): 1604–1609.
- Granqvist, A.-L. 2024: Vesienpalautus suojeluosille. Opas käytännön toimijoille. – Opas 4/2024. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 70 s.
- Guilfoyle, C., Lusby, J., de Eyto, E., Lally, H. T., & Graham, C. T. 2025: Avian communities show distinct responses to forest-to-bog restoration. – *Journal of Environmental Management* 373, 123763.
- Haapakoski, J., Hotanen, J.-P., Miina, J., Korpela, L. & Mäkipää, R. 2021: Eirakenteishakkuiden vaikutus aluskasvillisuuden rakenteeseen metsäojitetuissa korvissa. – *Suo* 72(1): 1–27.
- Haapalehto, T., Vasander, H., Jauhiainen, S., Tahvanainen, T. & Kotiaho, J. S. 2011: The effects of peatland restoration on water-table depth, elemental concentrations and vegetation: 10 years of changes. – *Restoration Ecology* 19(5): 587–598.
- , Kotiaho, J. S., Matilainen, R. & Tahvanainen, T. 2014: The effects of long-term drainage and subsequent restoration on water table level and pore water chemistry in boreal peatlands. – *Journal of Hydrology* 519: 1493–1505.
- , Juutinen, R., Kareksela, S., Kuitunen, M., Tahvanainen, T., Vuori, H. & Kotiaho, J. S. 2017: Recovery of plant communities after ecological restoration of forestry-drained peatlands. – *Ecology and Evolution* 7(19): 7848–7858.
- Hájek, M., Těšitel, J., Tahvanainen, T., Peterka, T., Jiménez-Alfaro, B., Jansen, F., Pérez-Haase, A., Garbolino, E., Carbognani, M., Kolari, T. H. M., Hájková, P., Jandt, U., Aunina, L., Pawlikowski, P., Ivchenko, T., Tomaselli, M., Tichý, L., Dítěl, D., Plesková, Z. & Mikulášková, E. 2022: Rising temperature modulates pH niches of fen species. – *Global Change Biology* 28:1023–1037.
- Hakala, S. M., Seppä, P., Heikkilä, M., Puntila, P., Sorvari, J. & Helanterä, H. 2018: Genetic analysis reveals Finnish *Formica fennica* populations do not form a separate genetic entity from *F. exsecta*. – *PeerJ* 6: e6013.
- Hamard, S., Planchenault, S., Walcker, R., Sytiuk, A., ... & Jassey, V. E. J. 2025: Microbial photosynthesis mitigates carbon loss from northern peatlands under warming. – *Nature Climate Change* 15: 436–443.
- Hamberg, L., Hotanen, J.-P., Nousiainen, H., Nieminen, T. M. & Ukonmaanaho, L. 2019: Recovery of understorey vegetation after stem-only and whole-tree harvesting in drained peatland forests. – *Forest Ecology and Management* 442: 124–134.
- Hannigan, E., Mangan, R. & Kelly-Quinn, M. 2011: Evaluation of the success of mountain blanket bog pool restoration in terms of aquatic macroinvertebrates. – *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* 111B(2): 95–105.
- Hanski, I. 1999: Metapopulation ecology. – Oxford University Press. 324 s.

- Hansson, J. & Gunnarsson, U. 2022: Handbok för skötsel och restaurering av rikkärr. – Länsstyrelsen Dalarnas rapport 2022:11. 118 s.
- Harpenslager, S. F., van Den Elzen, E., Kox, M. A., Smolders, A. J., Ettwig, K. F. & Lamers, L. P. 2015: Rewetting former agricultural peatlands: Topsoil removal as a prerequisite to avoid strong nutrient and greenhouse gas emissions. – *Ecological Engineering*, 84: 159–168.
- Hedberg, P., Kotowski, W., Saetre, P., Mälson, K., Rydin, H. & Sundberg, S. 2012: Vegetation recovery after multiple-site experimental fen restoration. – *Biological Conservation* 147: 60–67.
- Heikkilä, H. 1998: Ihminen muuttaa lettoja. – Teoksessa: Lappalainen, I. (toim.), Suomen luonnon monimuotoisuus. Suomen ympäristökeskus & Edita, Helsinki. S. 178.
- & Lindholm, T. 1994: Seitsemisen kansallispuiston ojitettujen soiden ennallistamissuunnitelma. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja B 13. 127 s.
- & Lindholm, T. 1995a: Metsäojitettujen soiden ennallistamisopas. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja B 25. 101 s.
- & Lindholm, T. 1995b: Mires of Seitsemisen – How to make a national park. – Teoksessa: Heikkilä, H. (toim.), Finnish-Karelian symposium on mire conservation and classification. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja A 207. S. 70–77.
- & Lindholm, T. 1995c: The basis of mire restoration in Finland. – Teoksessa: Wheeler, B. D., Shaw, S. C., Fojt, W. J. & Robertson, R. A. (toim.), Restoration of temperate wetlands. Wiley & Sons, Hoboken. S. 549–556.
- , Kukko-oja, K., Laitinen, J., Rehell, S. & Sallantausta, T. 2001: Arvio Viinivaaran pohjavedenottohankkeen vaikutuksesta Olvasuon Natura 2000 -alueen luontoon. – *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 799. 55 s.
- Heikkinen, K., Saari, M., Heino, J., Ronkanen, A.-K., Kortelainen, P., Joensuu, S., Vilmi, A., Karjalainen, S. M., Hellsten, S., Visuri, M. & Marttila, H. 2022: Iron in boreal river catchments. Biogeochemical, ecological and management implications. – *Science of the Total Environment* 805 (2022) 150256.
- Heikurainen, L., Kenttämies, K. & Laine, J. 1978: The environmental effects of forest drainage. – *Suo* 29: 49–58.
- Hendriks, D. M. D., van Huissteden, J., Dolma, A. J. & van der Molen, M. K. 2007: The full greenhouse gas balance of an abandoned peat meadow. – *Biogeosciences* 4: 411–424.
- Herranen, T. 2009: Turpeen rikkipitoisuus Suomessa. – *Geologian tutkimuskeskus, Turvetutkimusraportti* 398. 55 s.
- Hiltula, O., Lensu, T., Kotiaho, J. S., Saari, V. & Päivinen, J. 2005: Voimajohtoaukeiden raivauksen merkitys soiden päiväperhosille ja kasvillisuudelle. – *Suomen ympäristö* 795. 38 s.
- Hirst, V., Bain, C., Bonn, A., Evans, C., Glenk, K., Holden, J., Martin-Ortega, J. & Reed, M. 2012: Catchment management using payments for ecosystem services to restore and maintain upland peat. – *Briefing Note*, August 2012, Valuing Nature Network. 5 s.
- Hokkanen, R. & Haapalehto, T. 2013: Lähteinen korpi: Kannonkosken Kismanniemi. – Teoksessa: Aapala, K. ym. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja B 188. S. 220–224.
- Holden, J., Chapman, P. J. & Labadz, J. C. 2004: Artificial drainage of peatlands: hydrological and hydrochemical process and wetland restoration. – *Progress in Physical Geography* 28(1): 95–123.
- Hotanen, J.-P. 2003: Multidimensional site description of peatlands drained for forestry. – *Silva Fennica* 37(1): 55–93.
- Hynninen, P. & Sepponen, P. 1983: Erään suoalueen ojituksen vaikutus purovesien laatuun Kiiminkijoen vesistöalueella, Pohjois-Suomessa. – *Silva Fennica* 17(1): 23–43.

- Hyvärinen, E. & Aapala, K (toim.) 2009: Metsien ja soiden ennallistamisen sekä harjumetsien paahdeympäristöjen luonnonhoidon seurantaohje. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 118. 114 s.
- , Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019: Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. – Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 704 s.
- Hyvärinen, V. & Vehviläinen, B. 1980: The effect of climate fluctuation and man on discharge in Finnish river basins. – Teoksessa: The influence of man on the hydrological regime with special reference to representational and experimental basins. IAHS-AISH Publication 130: 97–103.
- Härkönen, L., Nieminen, T. M., Hadcik, M., Ilvesniemi, H. & Joensuu, S. 2020: Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen torjunta metsätaloudessa. – Vesitalous 2/2020. S. 17–20.
- , Lepistö, A., Sarkkola, S., Kortelainen, P. & Räike, A. 2023: Reviewing peatland forestry: Implications and mitigation measures for freshwater ecosystem browning. – Forest Ecology and Management 531 (2023) 120776.
- Hökkä, H., Salminen, H., Ahtikoski, A., Kojo-la, S., Launiainen, S. & Lehtonen, M. 2017: Long-term impact of ditch network maintenance on timber production, profitability and environmental loads at regional level in Finland: A simulation study. – Forestry 90: 234–246.
- Hölldobler, B. & Wilson, E. O. 1990: The ants. – Harvard University Press, Cambridge, Mass. xii + 732 s.
- Hörnberg, G., Ohlson, M. & Zackrisson, O. 1995: Stand dynamics, regeneration patterns and long-term continuity in boreal old-growth *Pice abies* swamp forest. – Journal of Vegetation Science 6: 291–298.
- , Zackrisson, O., Segerström, U., Svensson, B.W., Ohlson, M. & Bradshaw, R. 1998: Boreal swamp forests. Biodiversity "hotspots" in an impoverished forest landscape. – BioScience 48: 795–802.
- Ikkala, L. & Similä, M. 2024: Ennallistettujen soiden seurannan kehittämisehdotukset – Hydrologia-LIFE-hankkeessa kertyneitä kokemuksia hoitoseurannan ja hydrologisen seurannan parantamiseksi ja kaukokartoitusseurannan perustamiseksi. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 251. 148 s.
- Ilmonen, J. 2023: Lähteikköjen pohjaeläimet. – Raportteja 9/2023. Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 39 s.
- , Paasivirta, L. & Muotka, T. 2006: Changes in benthic macroinvertebrate assemblages following watershed-scale restoration: first results. – Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie Verhandlungen 29: 1487–1491.
- , Virtanen, R., Paasivirta, L. & Muotka, T. 2013: Detecting restoration impacts in interconnected habitats: spring invertebrate communities in a restored wetland. – Ecological Indicators 30: 165–169.
- Ingram, H. A. P. 1983: Hydrology. – Teoksessa: Gore A. J. P. (toim), Mires. Swamp, bog, fen and moor. Elsevier. Ecosystems of the World. 4A. S. 67–158.
- IPBES 2018: The IPBES assessment report on land degradation and restoration. – Montanarella, L., Scholes, R. & Brainich, A. (toim.), Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 744 s.
- 2019: Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. – Brondízio, E. S., Settele, J., Díaz, S. & Ngo, H. T. (toim.), IPBES secretariat, Bonn, Germany. 63 s.

- Isoaho, A., Ikkala, L. & Räsänen, A. 2024: Sa-
telliittikuvien muutostulkinta aapasoiden
ennallistamisen hoitoseurannan priori-
soinnissa. – Suo 75 (1–2): 49–62.
- , Pitkänen, T. P., Ikkala, L., Sallinen, A., Ra-
na, P., Marttila, H., Pääkilä, L. & Räsänen, A.
2025: An automated Google Earth Engine
application for detecting the impacted
area of treeless boreal peatland resto-
ration – a tool for practitioners and deci-
sion-makers. – Käsikirjoitus lähetetty ar-
vioitavaksi.
- Ivanov, K. E. 1981: Water movement in mire-
lands. – Academic press, London. 276 s.
- Jaatinen, K., Fritze, H., Laine, J. & Laiho, R.
2007: Effects of short- and long-term
water-level drawdown on the populations
and activity of aerobic decomposers in a
boreal peatland. – *Global Change Biology*
13: 491–510.
- , Laiho, R., Vuorenmaa, A., del Castil-
lo, U., Minkkinen, K., Pennanen, T., Pent-
tilä, T. & Fritze, H. 2008: Responses of
aerobic microbial communities and soil
respiration to water-level drawdown in
a northern boreal fen. – *Environmental
Microbiology* 10(2): 339–353.
- Janssen, A., Hunger, H., Konold, W., Pufal,
G. & Staab, M. 2018: Simple pond resto-
ration measures increase dragonfly (Insec-
ta: Odonata) diversity. – *Biodiversity and
Conservation* 27: 2311–2328.
- Jansson, H. 2011: Kulttuuriperinnön huomioi-
minen ennallistamisessa ja luonnonhoi-
dossa. – Teoksessa: Similä, M. & Junninen,
K. (toim.), Metsien ennallistamisen ja luon-
nonhoidon opas. Metsähallituksen luon-
nonsuojelujulkaisuja. Sarja B 157. S. 148–
157.
- Jassey, V. E., Signarbieux, C., Hattenschwil-
er, S., Bragazza, L., Buttler, A., Delarue, F.,
Fournier, B., Gilbert, D., Laggoun-Defarge,
F., Lara, E., Mills, R. T., Mitchell, E. A., Payne,
R. J. & Robroek, B. J. 2015: An unexpected
role for mixotrophs in the response of
peatland carbon cycling to climate war-
ming. – *Scientific Reports* 5 (2015) 16931.
- Jauhiainen, J., Limin, S., Silvennoinen, H. &
Vasander, H. 2008: Carbon dioxide and
methane fluxes in drained tropical peat
before and after hydrological restoration.
– *Ecology* 89: 3503–3514.
- Jauhiainen, S., Laiho, R., & Vasander, H. 2002:
Ecohydrological and vegetational changes
in a restored bog and fen. – *Annales Bo-
tanici Fennici*, 39(3): 185–199.
- Jiménez-Alfaro, B., Aunina, L., Carbognani,
M., Dítě, D., Fernández-Pascual, E., Gar-
bolino, E., Hájek, O., Hájková, P., Ivchen-
ko, T. G., Jandt, U., Jansen, F., Kolari, T. H.
M., Pawlikowski, P., Pérez-Haase, A., Peter-
ka, T., Petraglia, A., Plesková, S., Tahvanai-
nen, T., Tomaselli, M. & Hájek, M. 2023:
Habitat-based biodiversity responses to
macroclimate and edaphic factors in Eu-
ropean fen ecosystems. – *Global Change
Biology* 29: 6756–6771.
- Joensuu, J., Heliövaara, K. & Savolainen, E.
2008: Risk of bark beetle (Coleoptera,
Scolytidae) damage in a spruce forest res-
toration area in central Finland. – *Silva
Fennica* 42: 233–245.
- Joensuu, S. 2002: Effects of ditch network
maintenance and sedimentation ponds
on export loads of suspended solids and
nutrients from peatland forests. – *Metsän-
tutkimuslaitoksen tiedonantoja* 868. 83 s.
- , Ahti, E. & Vuollekoski, M. 2002: Effects of
ditch network maintenance on the chem-
istry of runoff water from peatland forests.
– *Scandinavian Journal of Forest Research*
17: 238–247.
- , Tenhola, T. & Hyvärinen, A. 2015: Paikka-
tiedon hyödyntäminen metsätalouden
vesiensuojelussa ja tulvasuojelussa. – Ta-
pio Raportti 1 (14). 76 s.
- Johansson, B. & Seuna, P. 1994: Modelling
the effects of wetland restoration on high
flows. – *Aqua Fennica* 24: 59–68.
- Johtotieto 2025: Johtotietopankki. Johtojen
sijaintitieto- ja näytönvarauspalvelut. –
<johtotietopankki.fi>.

- Joosten, H. & Clarke, D. 2002: Wise use of mires and peatlands. Background and principles including a framework for decision-making. – IMCG, IPS. Saarijärvi, Finland. 303 s.
- Jukarainen, A., Mikkola-Roos, M. & Rajasärkkä, A. 2023: Suomessa pesivien lintulajien osuus Euroopan unionin kannasta. – Linnut-vuosikirja 2022: 122–123.
- Juottonen, H., Hynninen, A., Nieminen, M., Tuomivirta, T., Tuittila, E.-S., Nousiainen, H., Kell, D. K., Yrjälä, K., Tervahauta A. & Fritze, H. 2012: Methane-cycling microbial communities and methane emission in natural and restored peatlands. – *Applied and Environmental Microbiology* 78: 6386–6389.
- Juutinen, R. & Ilmonen, J. 2013: Lähteikköjen ennallistaminen. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 157–163.
- Juvonen, J. 2020: Cost-benefit analysis of continuous cover forestry and buffer zones as nature based solutions to preserve water quality level in Lake Puruvesi and in its sub-catchment area. – Pro gradu -tutkielma, Helsingin yliopisto, maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. 79 s.
- Kaakinen, E., Kokko, A., Aapala, K., Kalpio, S., Eurola, S., Haapalehto, T., Heikkilä, R., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Nousiainen, H., Ruuhijärvi, R., Salminen, P., Tuominen, S., Vasander, H. & Virtanen, K. 2008a: Suot. – Teoksessa: Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.), Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Osa 1. Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 8/2008. S. 75–109.
- , Kokko, A., Aapala, K., Kalpio, S., Eurola, S., Haapalehto, T., Heikkilä, R., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Nousiainen, H., Ruuhijärvi, R., Salminen, P., Tuominen, S., Vasander, H. & Virtanen, K. 2008b: Suot. – Teoksessa: Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.), Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Osa 2. Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 8/2008. S. 143–256.
- , Kokko, A., Aapala, K., Autio, O., Eurola, S., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Lindholm, T., Nousiainen, H., Rehell, S., Ruuhijärvi, R., Sallantausta, T., Salminen, P., Tahvanainen, T., Tuominen, S., Turunen, J., Vasander, H. & Virtanen, K. 2018a: Suot. – Teoksessa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.), Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. S. 63–80.
- , Kokko, A., Aapala, K., Autio, O., Eurola, S., Hotanen, J.-P., Kondelin, H., Lindholm, T., Nousiainen, H., Rehell, S., Ruuhijärvi, R., Sallantausta, T., Salminen, P., Tahvanainen, T., Tuominen, S., Turunen, J., Vasander, H. & Virtanen, K. 2018b: Suot. – Teoksessa: Kontula T., Raunio A. (toim.), Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus & Ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen Ympäristö 5/2018. S. 321–474.
- Kaartinen, S. & Rehell, S. 2013: Lähteikköjen kunnostaminen käsityönä: Talaskangas. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 217–219.
- Kaila, A., Sarkkola, S., Laurén, A., Ukonmaanaho, L., Koivusalo, H., Xiao, L., O’Driscoll, C., Asam, Z., Tervahauta, A. & Nieminen, M. 2014: Phosphorus export from drained Scots pine mires after clear-felling and bioenergy harvesting. – *Forest Ecology and Management* 325: 99–107.

- , Laurén, A., Sarkkola, S., Koivusalo, H., Ukonmaanaho, L., Xiao, L., Asam, Z., O’Driscoll, C. & Nieminen, M. 2015: The effect of clear-felling and harvest residue removal on nitrogen and phosphorus export from drained Norway spruce mires in southern Finland. – *Boreal Environment Research* 20: 693–706.
- Kalatalouden keskusliitto 2025: Osakaskunnat. – <ahven.net/osakaskunnat>.
- Kangasjärvi, S. 2006: Kahden metsäojitetun suon ennallistamiskehitys kymmenen vuoden aikana. – *Soiden ekologian ja suometstieteen pro gradu -tutkielma*, Helsingin yliopisto, metsäekologian laitos, Helsinki. 57 s. + 7 liitettä.
- Kareksela, S., Haapalehto, T., Juutinen, R., Matilainen, R., Tahvanainen, T. & Kotiaho, J. S. 2015: Fighting carbon loss of degraded peatlands by jump-starting ecosystem functioning with ecological restoration. – *Science of the Total Environment* 537: 268–276.
- , Ojanen, P., Aapala, K., Haapalehto, T., Ilmonen, J., Koskinen, M., Laiho, R., Laine, A., Maanavilja, L., Marttila, H., Minkkinen, K., Nieminen, M., Ronkanen, A.-K., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tolvanen, A., Tuittila, E.-S. & Vasander, H. 2021: Soiden ennallistamisen suoluonto-, vesistö- ja ilmastovaikutukset. – *Vertaisarvioitu raportti. Suomen Luontopaneelin julkaisuja 3b/2021*. 102 s. + 6 liites.
- Karjalainen, S. 2010: Suomen sudenkorennot. – Tammi, Helsinki. 239 s.
- Keskinen, H.-L., Rintala, T. & Siitonen, J. (toim.) 2021: Helmi-elinympäristöohjelma 2021–2030. Valtioneuvoston periaatepäätös. – Valtioneuvoston julkaisuja 2021:83. 74 s.
- Keskisarja, V., Salminen, E. & Westberg, V. (toim.) 2018: Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen vähentämisen suuntaviivat vuoteen 2020. Väli raportti. – Maa- ja metsätalousministeriön työryhmämuistio. 48 s.
- Kimmel, K. & Mander, Ü. 2010: Ecosystem services of peatlands: implications for restoration. – *Progress in Physical Geography* 34: 491–514.
- Kitson, E. & Bell, N. G. A. 2020: The response of microbial communities to peatland drainage and rewetting. A review. – *Frontiers in Microbiology* 11 (2020) 582812.
- Klarica, J. & Glaser, F. 2015: Ameisen (Hymenoptera: Formicidae) im Fohramoos, Vorarlberg: Arten und Lebensräume in einem montanen Moorkomplex. – *inatura - Forschung online* 17. 17 s.
- Koivisto, S. 2017: Archaeology of Finnish wetlands. With special reference to studies of stone age stationary wooden fishing structures. – Academic Dissertation, Department of Philosophy, Culture and Art Studies, University of Helsinki. 100 s.
- Koivula, M., Siitonen, J., Tonteri, T., Assmuth, A., Hotanen, J.-P., Huhta, E., Kaitera, J., Lintunen, J., Salminen, H., Shorokhova, E. & Viitala, E.-J. 2025: Synteesiraportti: Talousmetsien luonnon monimuotoisuuden kehitys ja luonnonhoidon vaikuttavuus. – *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 19/2025*. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 77 s.
- Koivunen, A., Malinen P., Ormio, H., Terhivuo, J. & Valovirta, I. 2014: Suomen kotilot ja etanat. Opas maanilviäisten maailmaan. – *Hyönteistarvike TIBIALE Oy*. 376 s.
- Kokko, A., Ojanen, P., Aapala, K., Hotanen, J.-P., Laitinen, J., Punntila, P., Rehell, S., Tiainen, J. & Vasander, H. 2020: Suoluontotyyppien uhanalaisuus. – *Suo* 71(2): 149–155.
- Kokkonen, N. A. K., Laine, A. M., Laine, J., Vasander, H., Kurki, K., Gong, J. & Tuittila, E.-S., 2019: Responses of peatland vegetation to 15-year water level drawdown as mediated by fertility level. – *Journal of Vegetation Science* 30: 1206–1216.
- Komonen, A. & Alajoki, H. 2011: Kirjanpajatuhot luonnonhoidon jälkeen litin Saviojalla. – *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2001: 257–264.

- & Kouki, J. 2008: Do restoration fellings in protected forests increase the risk of bark beetle damages in adjacent forests? A case study from Fennoscandian boreal forest. – *Forest Ecology and Management* 255: 3736–3743.
- , Toivanen, T. & Punttila, P. 2011: Ennallistamiseen, metsäpaloihin ja tuulenkaatoihin liittyvät hyönteistuhoriskit. – Teoksessa: Similä, M. & Junninen, K. (toim.), *Metsien ennallistamisen ja luonnonhoidon opas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B* 157. S. 67–70.
- Komulainen, V.-M, Nykänen, H., Martikainen, P. J. & Laine, J. 1998: Short-term effect of restoration on vegetation change and methane emissions from peatlands drained for forestry in southern Finland. – *Canadian Journal of Forest Research* 28: 402–411.
- , Tuittila, E.-S., Vasander, H. & Laine, J. 1999: Restoration of drained peatlands in southern Finland: initial effect on vegetation change and CO₂ balance. – *Journal of Applied Ecology* 36: 634–648.
- Kondelin, H. & Eisto, K. 2010: Juuan Polvelan lettopellon ennallistaminen ja seuranta 2002–2007. – Raportti, Metsähallituksen arkisto, Vantaa. 14 s. + liitteet.
- Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). 2018: Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. 388 s.
- Kooijman, A. M. 1992: The decrease of rich fen bryophytes in the Netherlands. – *Biological Conservation* 59(2–3): 139–143.
- Korhonen, K. T., Ahola, A., Heikkinen, J., Henttonen, H. M., Hotanen, J.-P., Ihalainen, A., Melin, M., Pitkänen, J., Rätty, M., Sirviö, M. & Strandström, M. 2021: Forests of Finland 2014–2018 and their development 1921–2018. – *Silva Fennica* 55 (5) article id 10662.
- Korkeamäki, E. & Suhonen, J. 2002: Distribution and habitat specialization of species affect local extinction in dragonfly Odonata populations. – *Ecography* 25: 459–465.
- Korkiakoski, M., Tuovinen, J.-P., Penttilä, T., Sarkkola, S., Ojanen, P., Minkkinen, K., Rainne, J., Laurila, T. & Lohila, A. 2019: Greenhouse gas and energy fluxes in a boreal peatland forest after clearcutting. – *Biogeosciences* 16: 3703–3723.
- , Ojanen, P., Penttilä, T., Minkkinen, K., Sarkkola, S., Rainne, J., Laurila, T. & Lohila, A. 2020: Impact of partial harvest on CH₄ and N₂O balances of a drained boreal peatland forest. – *Agricultural and Forest Meteorology* 295: 108168.
- Kortelainen, P. & Saukkonen, S. 1998: Leaching of nutrients, organic carbon and iron from Finnish forestry land. – *Water, Air and Pollution* 105: 239–250.
- Koskinen, M., Sallantausta, T. & Vasander, H. 2011: Post-restoration development of organic carbon and nutrient leaching from two ecohydrologically different peatland sites. – *Ecological Engineering* 37: 1008–1016.
- , Tahvanainen, T., Sarkkola, S., Menberu, M. W., Laurén, A., Sallantausta, T., Marttila, H., Ronkanen, A.-K, Parviainen, M., Tolvanen, A., Koivusalo, H. & Nieminen, M. 2017: Restoration of nutrient-rich forestry-drained peatlands poses a risk for high exports of dissolved organic carbon, nitrogen, and phosphorus. – *Science of the Total Environment* 586: 858–869.
- Kotiaho, J., Bäck, J., Jokimäki, J., Kallio, K., Ketola, T., Laine, I., Lakka, H.-K., Lehtikainen, A., Nieminen, T.-M., Nieminen, M., Oksanen, E., Repo, A., Pappila, M., Sinkkonen, A. & Sääksjärvi, I. 2022: Jatkovapeitteisen metsänkasvatuksen ympäristö- ja talousvaikutukset. – Suomen luontopaneelin julkaisu 1A/2022.

- Krieger, A., Fartmann, T. & Poniatowski, D. 2019: Restoration of raised bogs – Land-use history determines the composition of dragonfly assemblages. – *Biological conservation* 237: 291–298.
- Kritzberg, E. S., Hasselquist, E. M., Skerlep, M., Löfgren, S., Olsson, S., Stadmark, J., Valinia, S., Hansson, I. A. & Laudon, J. 2020: Browning of freshwaters: Consequences to ecosystem services, underlying drivers and potential mitigation measures. – *Ambio* 49: 375–390.
- Krogerus, R. 1960: Ökologische Studien über nordische Moorarthropoden. – *Commentationes Biologicae – Societas Scientiarum Fennica* 21: 1–238.
- Kulmala, P. 2003: Aatsinginhaudan ennallistamissuunnitelma. Aatsinki–Onkamon Natura-alue, Salla. – Metsähallitus, Perä-Pohjolan luontopalvelut, Rovaniemi. 18 s.
- 2004: Aatsinginhauta. Ennallistamisen työselostus. Aatsinki–Onkamon Natura-alue, Salla. – Metsähallitus, Perä-Pohjolan luontopalvelut, Rovaniemi. 5 s.
- 2005: Lettorikon tila Suomessa. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 148. 71 s.
- Kurikka, T. & Ilmonen, J. 2013: Letto- ja lähdelajisto ennallistetulla suolla: Joroisten Saarikkolammensuo. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 196–200.
- Kuuri-Riutta, O., Väiliranta, M. & Tuittila, E.-S. 2022: Literature review on testate amoebae as environmental indicators and as a functional part of the microbial community in northern peatlands. – *Mires and Peat* 28, Article 28.
- , Pilkama, E., Salminen-Paatero, S., Vögeli, C., Mitchell, E. A. D., Lohila, A., Tuittila, E.-S. & Väiliranta, M. 2024: Recent hummock establishment in the margin of a subarctic fen, Finnish Lapland. – *Boreas* 53: 282–295.
- Könönen, K. 2023: Varsinais-Suomen kotilokartoitus 2023. – Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon. 40 s.
- Köster, E., Chapman, J. P. B., Barel, J. M., Korrensalo, A., Laine, A. M., Vasander, H. T. & Tuittila, E.-S. 2023: Water level drawdown makes boreal peatland vegetation more responsive to weather condition. – *Global Change Biology* 29: 5691–5705.
- Laaka-Lindberg, S., Anttila, S. & Syrjänen, K. (toim.) 2009: Suomen uhanalaiset sammallet. – Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas. 347 s.
- Laasasenaho, K., Lauhanen, R. & Palomäki, A. 2024: Maanomistajien rooli turvemaiden ennallistamisessa. – *Suo* 75(1–2): 63–66.
- Laatikainen, A., Kolari, T. H. M. & Tahvanainen, T. 2025: Sphagnum moss layer growth after restoration of forestry-drained peatlands in Finland. – *Restoration Ecology*, e70008.
- Lafleur, P. M., Roulet, N., Bubier, J., Froking, S. & Moore, T. R. 2003: Interannual variability in the peatland-atmosphere carbon dioxide exchange at an ombrotropic bog. – *Global Biogeochemical Cycles* 17: 1036.
- Lahermo, P., Valovirta, V. & Särkioja, A. 1984: The geobotanical development of spring-fed mires in Finnish Lapland. – *Geological Survey of Finland. Bulletin* 287. 44 s.
- Laiho, R. 2006: Decomposition in peatlands: Reconciling seemingly contrasting results on the impacts of lowered water levels. – *Soil Biology & Biochemistry* 38: 2011–2024.
- , Vasander, H., Penttilä, T. & Laine, J. 2003: Dynamics of plant-mediated organic matter and nutrient cycling following water-level drawdown in boreal peatlands. – *Global Biogeochemical Cycles* 17: 1–11.
- Laine, A. M., Leppälä, M., Tarvainen, O., Päätaalo, M.-L., Seppänen, R. & Tolvanen, A. 2011: Restoration of managed pine fens: effect on hydrology and vegetation. – *Applied Vegetation Science* 14: 340–349.

- , Tolvanen, A., Mehtätalo, L. & Tuittila, E.-S. 2016: Vegetation structure and photosynthesis respond rapidly to restoration in young coastal fens. – *Ecology and Evolution* 6(19): 6880–6891.
- , Mehtätalo, L., Tolvanen, A., Froking, S. & Tuittila, E.-S. 2019a: Impacts of drainage, restoration and warming on boreal wetland greenhouse gas fluxes – *Science of The Total Environment* 647: 169–181.
- , Mäkiranta, P., Laiho, R., Mehtätalo, L., Penttilä, T., Korrensalo, A., Minkkinen, K., Fritze, H. & Tuittila, E.-S. 2019b: Warming impacts on boreal fen CO₂ exchange under wet and dry conditions. – *Global Change Biology* 25: 1995–2008.
- , Korrensalo, A., Kokkonen, N. A. K. & Tuittila, E.-S. 2021: Impact of long-term water level drawdown on functional plant trait composition of northern peatlands. – *Functional Ecology* 35: 2342–2357.
- , Ojanen, P., Lindroos, T., Koponen, K., Maanavilja, L., Lampela, M., Turunen, J., Minkkinen, K. & Tolvanen, A. 2024: Climate change mitigation potential of restoration of boreal peatlands drained for forestry can be adjusted by site selection and restoration measures. – *Restoration Ecology* e14213.
- Laine, J. & Vanha-Majamaa, I. 1992: Vegetation ecology along a trophic gradient on drained pine mires in southern Finland. – *Annales Botanici Fennici* 29: 213–233.
- , Vasander, H. & Sallantausta, T. 1995a: Ecological effects of peatland drainage for forestry. – *Environmental Review* 3: 286–303.
- , Vasander, H. & Laiho, R. 1995b: Long-term effects of water level drawdown on the vegetation of drained pine mires in southern Finland. – *Journal of Applied Ecology* 32: 785–802.
- , Minkkinen, K., Laiho, R., Tuittila, E.-S. & Vasander, H. 2000: Suokasvit – turpeen tekijät. – Helsingin yliopiston Metsäekologian laitoksen julkaisuja 24. 55 s.
- , Komulainen, V.-M., Laiho, R., Minkkinen, K., Rasinmäki, A., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Silvan, N., Tolonen, K., Tuittila, E.-S., Vasander, H. & Päivänen, J. 2002: Lakkasuo – opas suon ekosysteemiin. – Helsingin yliopiston Metsäekologian laitoksen julkaisuja 26. 120 s.
- , Komulainen, V.-M., Laiho, R., Minkkinen, K., Rasinmäki, A., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Silvan, N., Tolonen, K., Tuittila, E.-S., Vasander, H. & Päivänen, J. 2004: Lakkasuo – a guide to mire ecosystem. – University of Helsinki, Department of Forest Ecology Publications 31. 123 s.
- , Harju, P., Timonen, T., Laine, A., Tuittila, E.-S., Minkkinen, K. & Vasander, H. 2009: The intricate beauty of *Sphagnum* mosses – A Finnish guide to identification. – University of Helsinki Department of Forest Ecology Publications 39. 190 s.
- , Vasander, H., Hotanen, J.-P., Nousiainen, H., Saarinen, M. & Penttilä, T. 2018: Suotyyppit ja turvekankaat – kasvupaikkaopas. – Metsäkustannus, Helsinki. 160 s.
- Laing, C. G., Granath, L., Belyea, L. R., Allton, K. E. & Rydin, H. 2014: Tradeoffs and scaling of functional traits in *Sphagnum* as drivers of carbon cycling in peatlands. – *Oikos* 123: 817–828.
- Laitinen, J. 2008: Vegetation and landscape level responses to water level fluctuations in Finnish, mid-boreal aapa-mire – aro-wetland environments. – *Acta Universitatis Ouluensis Series A* 513. 70 s. + 6 liiteartikkeliä.
- , Rehell, S., Huttunen, A., Tahvanainen, T., Heikkilä, R. & Lindholm, T. 2007: Mire systems in Finland – special view to aapa mires and their water flow pattern. – *Suo* 58(1): 1–26.
- , Rehell, S. & Oksanen, J. 2008: Community and species responses to water level fluctuations with reference to soil layers in different habitats of mid-boreal mire complexes. – *Plant Ecology* 194: 17–36.

- Laitinen, T. 1997: Saarikkolammen kunnostussuunnitelma, kasvillisuusselvitys. – Etelä-Savon ympäristökeskuksen moniste 1. 23 s.
- Lajitietokeskus 2024: Laji.fi-tietokanta.
- Lamers, L., Vile, M., Grootjans, A. P., Acreman, M., van Diggelen, R., Evans, M., Richardson, C., Rochefort, L., Kooijman, A., Roelofs, J. & Smolders, A. 2015: Ecological restoration of rich fens in Europe and North America: from trial and error to an evidence-based approach. – *Biological Reviews* 90: 182–203.
- Lammi, A., Kokko, A., Kuoppala, M., Arovii-ta, J., Ilmonen, J., Jormola, J., Karonen, M., Kotanen, J., Luotonen, H., Muotka, T., Myk-rä, H., Rintanen, T., Sojakka, P., Teeriaho, J., Teppo, A., Toivonen, H., Urho, L. & Vuori, K.-M. 2018: Sisävedet ja rannat. – Teoksessa: Kontula T., Raunio A. (toim.), Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5 /2018. S. 185–320.
- Lappalainen, E. 1996: General review of peatland and peat resources. – Teoksessa: Lappalainen E. (toim.), Global peat resources. IPS, GTK. S. 53–56.
- Larmola, T., Tuittila, E.-S., Tirola, M., Nykänen, H., Martikainen, P. J., Yrjälä, K., Tuomivirta, T. & Fritze, H. 2010: The role of *Sphagnum* mosses in the methane cycling of a boreal mire. – *Ecology* 91: 2356–2365.
- , Tirola, M., Leppänen, S. M., Putkinen, A., Aarva, M., Merilä, P., Fritze, H. & Tuittila, E.-S. 2014: Metaanin hapettajat – suon hiilen ja typen kierron kaksoisagentit. – *Metsätieteen aikakauskirja* 4: 5889.
- Lehtonen, H., Ojanen, H., Kekkonen, H., Niskanen, O., Savikko, R., Wejberg, H., Knuuttila, M., Stenberg, L., Niemi, J., Salmivaara, A. & Laurila, M. 2024: Turvepeltojen käytön tiekartta vuoteen 2050. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 89/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 154 s.
- Lepistö, A., Räike, A., Sallantausta, T. & Finér, L. 2021: Increases in organic carbon and nitrogen concentrations in boreal forested catchments – changes driven by climate and deposition. – *Science of the Total Environment* 780 (2021) 146627.
- Leppelt, T., Dechow, R., Gebbert, S., Freibauer, A., Lohila, A., Augustin, J., Drösler, M., Fiedler, S., Glatzel, S., Höper, H., Järveoja, J., Laerke, P., Maljanen, M., Mander, U., Mäkiranta, P., Minkkinen, K., Ojanen, P., Regina, K. & Strömberg, M. 2014: Nitrous oxide emission budgets and land-use driven hotspots for organic soils in Europe. – *Biogeosciences* 11: 6595–6612.
- Leppiniemi, O. 2014: Opas ojitusyhteisölle uoman kunnossapito- ja peruskorjaushankkeeseen. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Opas 3 | 2014. 28 s.
- Leppä, K., Hökkä, H., Laiho, R., Launiainen, S., Lehtonen, A., Mäkipää, R., Peltoniemi, M., Saarinen, M., Sarkkola, S. & Nieminen, M. 2020: Selection cuttings as a tool to control water table level in boreal drained peatland forests. – *Frontiers in Earth Science* 8: 1–16.
- Leppälä, M., Kukko-oja, K., Laine, J. & Tuittila, E.-S. 2008: Seasonal dynamics of CO₂ exchange during primary succession of boreal mires as controlled by phenology of plants. – *Ecoscience* 11: 460–471.
- , Oksanen, J. & Tuittila, E.-S. 2011a: Methane flux dynamics during mire succession. – *Oecologia* 165: 489–499.
- , Laine, A. M., Seväkivi, M.-L & Tuittila, E.-S. 2011b: Differences in CO₂ dynamics between successional mire plant communities during wet and dry summers. – *Journal of Vegetation Science* 22: 357–366.
- Lindholm, T. 1995a: Seitsemisen kansallispuisto, Suomenselän helmi. – Teoksessa: Lokki, J. & Miettinen, K. (toim.), Kaunis Kotimaa 3. WSOY, Helsinki. S. 218–223.
- 1995b: Suot korjaamalla kuntoon. – Teoksessa: Lokki, J. & Miettinen, K. (toim.), Kaunis Kotimaa 3. WSOY, Helsinki. S. 221–223.

- & Vasander, H. 1990: Production of eight species of *Sphagnum* at Suurisuo mire, southern Finland. – *Annales Botanici Fennici* 27: 145–157.
- Lindman, L., Ranius, T. & Schroeder, M. 2023: Regional climate affects habitat preferences and thermal sums required for development of the Eurasian spruce bark beetle, *Ips typographus*. – *Forest Ecology and Management* 544 (2023) 121216.
- Lindsay, R. 2010: Peatbogs and carbon. A critical synthesis. – RSPB Scotland. 315 s.
- Littlewood, N., Anderson, P., Artz, R., Bragg, O., Lunt, P. & Marrs, R. 2010: Peatland biodiversity. – Report to IUCN UK Peatland Programme, Edinburgh. 42 s.
- Liutu, O. 2023: Puustodynamiikka ennallistetuilla aidoilla puustoisilla soilla Etelä- ja Keski-Suomessa. – Maisterintutkielma, Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Metsätieteiden osasto. 88 s.
- Lohila, A., Minkkinen, K., Aurela, M., Tuovinen, J.-P., Penttilä, T., Ojanen, P. & Laurila, T. 2011: Greenhouse gas flux measurements in a forestry-drained peatland indicate a large carbon sink. – *Biogeosciences* 8: 3203–3218.
- Loukola, O. 2008: Ennallistamisen vaikutukset soiden perhosiin. – Pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 35 s.
- Loukola-Ruskeeniemi, K., Auri, J., Hyvärinen, J., Hyvönen, E., Lerssi, J., Nieminen, T. M., Nuottimäki, K., Turunen, R. & Ukonmaanaho, L. 2023: Opas mustaliuskeiden ympäristövaikutusten arviointiin ja hallintaan. – GTK tutkimustyöraportti 81/2023. 57 s.
- Lukkala, O. J. 1929: Über den Aziditätsgrad der Moore und die Wirkung der Entwässerung auf denselben. – *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 13: 1–24.
- Lundin, L. 1987: Effects of forest drainage on the acidity of groundwater and surface water. – International Symposium on Acidification and Water Pathways, 4.–5.3.1987, Bolkesjö, Norway. The Norwegian National Committee for Hydrology in co-operation with Unesco and WMO, the IHP National Committees of Denmark, Finland and Sweden. Vol. II. S. 269–277.
- 1988: Impacts of drainage for forestry on runoff and water chemistry. – Proceedings of the International Symposium on the Hydrology of Wetlands in Temperate and Cold Regions, Joensuu, Finland 6.–8. June 1988. The Publications of the Academy of Finland 1988(5): 197–205.
- Lundström, J., Öhman, K. & Laudon, H. 2018: Comparing buffer zone alternatives in forest planning using a decision support system. – *Scandinavian Journal of Forest Research* 33: 493–501.
- Lång, K., Honkanen, H., Kekkonen, H., Laurila, M., Nieminen, M., Saarnio, S., Sarkkola, S., Savikko, R., Sorvali, J. & Virkkunen, E. 2024: Kosteikkoviljely ilmastonmuutoksen hillintäkeinona. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 106/2024. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 76 s.
- Långström, B. 1984: Windthrown Scots pines as brood material for *Tomicus piniperda* and *T. minor*. – *Silva Fennica* 18: 187–198.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2008: Purokunnostusopas. Purot – elävää maaseutua. – Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 53 s.
- 2025: Metsänhoidon suositukset. – Verkko-sivusto. <metsanhoidonsuosituks.fi/fi>.
- Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry (MTK) & Svenska lantbruksproducenternas centralförbund SLC r.f (SLC) (toim.) 2024: MTK:n ja SLC:n luonnon monimuotoisuuden tiekartta maa- ja metsätaloudelle. 431 s.

- Maanavilja, L., Aapala, K., Haapalehto, T., Koti-aho, J. S. & Tuittila, E.-S. 2014: Impact of drainage and hydrological restoration on vegetation structure in boreal spruce swamp forests. – *Forest ecology and management* 330: 115–125.
- Maanmittauslaitos 2025: Satelliittipaikannus. – <maanmittauslaitos.fi/tutkimus/teemati-etoa/satelliittipaikannus>.
- Mabelis, A. A. & Chardon, J. P. 2005: Survival of the black bog ant (*Formica trankausica* Nasanov) in relation to the fragmentation of its habitat. – *Journal of Insect Conservation* 9: 95–108.
- & Korczyńska, J. 2012: Can the Black bog ant (*Formica picea* Nyl.) survive in the Bieszczady National Park (SE Poland)? – *Fragmenta Faunistica* 55(2): 123–130.
- Maljanen, M., Sigurdsson, B. D., Guðmundsson, J., Óskarsson, H., Huttunen, J. T. & Martikainen, P. J. 2010: Greenhouse gas balances of managed peatlands in the Nordic countries – present knowledge and gaps. – *Biogeosciences* 7: 2711–2738.
- Maljanen, M., Hytönen, J., Mäkiranta, P., Laine, J., Minkinen, K. & Martikainen, P. 2013: Atmospheric impact of abandoned boreal organic agricultural soils depends on hydrological conditions. – *Boreal Environmental Research* 18: 250–268.
- Manninen, P. 1998: Effects of forestry ditch cleaning and supplementary ditching on water quality. – *Boreal Environment Research* 3: 23–32.
- Marinier, M., Glatzel, S. & Moore, T. 2004: The role of cottongrass (*Eriophorum vaginatum*) in CO₂ and CH₄ exchange at two restored peatlands, Eastern Canada. – *Écoscience* 11: 141–149.
- Markó, B., Kiss, K. & Gallé, L. 2004: Mosaic structure of ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in Eastern Carpathian marshes: regional versus local scales. – *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 50(2): 77–95.
- Martikainen, P. J., Nykänen, H., Alm, J. & Silvola, J. 1995: Change in fluxes of carbon dioxide, methane and nitrous oxide due to forest drainage of mire sites of different trophic. – *Plant and Soil* 168–169: 571–577.
- , Siitonen, J., Kaila, L., Punttila, P. & Rauh, J. 1999: Bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) and associated beetle species in mature managed and old-growth boreal forests in southern Finland. – *Forest Ecology and Management* 116: 233–245.
- Marttila, H., Karjalainen, S.-M., Kuoppala, M., Nieminen, M. L., Ronkanen, A.-K., Kløve, B. & Hellsten, S. 2018: Elevated nutrient concentrations in headwaters affected by drained peatland. – *Science of the Total Environment* 643: 1304–1313.
- Maslov, A. A. 2000: Mass Scots pine decline during the outbreak of *Tomicus piniperda* in a raised boreal forested bog: causes, consequences and influence on structural biodiversity. – Teoksessa: Karjalainen, L. & Kuuluvainen, T. (toim.), *Disturbance dynamics in boreal forests. Restoration and management of biodiversity*. Kuhmo, Finland, August 21–25. Abstracts. 33 s.
- Mattson, T., Finer, L., Kortelainen, P. & Salantausta T. 2003: Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland. – *Water, Air and Soil Pollution* 147: 275–297.
- Menberu, M. 2018: Hydrology of peat-dominated headwater catchments. Theories and empirical analysis of the impacts of anthropogenic disturbance. – *Acta Universitatis Ouluensis C* 661. 99 s.
- , Tahvanainen, T., Marttila, H., Irannezhad, M., Ronkanen, A.-K., Penttinen, J. & Kløve, B. 2016: Water-table-dependent hydrological changes following peatland forestry drainage and restoration: Analysis of restoration success – *Water Resources Research*, 52: 3742–3760.

- , Marttila, H., Tahvanainen, T., Kotiaho, J. S., Hokkanen, R., Kløve, B., & Ronkanen, A.-K. 2017: Changes in pore water quality after peatland restoration: Assessment of a large-scale, replicated Before-After-Control-Impact study in Finland. – *Water Resources Research* 53: 8327–8343.
- Merilä, P., Galand, P. E., Fritze, H., Tuittila, E.-S., Kukko-oja, K., Laine, J. & Yrjälä, K. 2006: Methanogen communities along a primary succession transect of mire ecosystems. – *FEMS Microbiology Ecology* 55: 221–229.
- Metsähallitus 2025a: Priodiversity LIFE – luontokadon pysäyttämiseksi. – <metsa.fi/projekti/priodiversity>.
- 2025b: Lettohernesaran kylvö- ja istutuskokeen seurantatiedot 2016–2022. – Metsähallitus, Luontopalvelut, julkaisematon excel-tiedosto.
- 2025c: Suojelualueiden hoidon ja käytön periaatteet. – Metsähallituksen luonnon-suojelujulkaisuja. Sarja B 272. 249 s.
- Metsä- ja turvetalouden vesiensuojelutoimikunta 1988: Metsä- ja turvetalouden vesiensuojelutoimikunnan mietintö. – Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki, Komiteamietintö 62/1987. 344 s.
- Metsäkeskus 2021: Puumateriaalin lisääminen laskeutusaltaisiin. Toimintamalli suomet-sien hoitoon. – PuuMaVesi-hanke, Metsä-keskus. <metsakeskus.fi/sites/default/files/document/hanke-puumavesi-puuma-teriaal-lisaaminen-laskeutusaltaseen.pdf>. 7 s.
- Metsäteollisuus ry. & Sahateollisuus ry. 2023: Puuta jalostavan teollisuuden tiekartta Monimuotoisemmat metsät. – Metsäteol-lisuus ry & Sahateollisuus ry. 20 s.
- Meyer, A., Tarvainen, L., Noursatpour, A., Björk, R. G., Ernfors, M., Grelle, A., Kasimir Klemedtsson, Å., Lindroth, A., Råntfors, M., Rütting, T., Wallin, G., Weslien, P. & Kle-medtsson, L. 2013: A fertile peatland forest does not constitute a major greenhouse gas sink. – *Biogeosciences* 10: 7739–7758.
- Miles, C. J. & Brezonik, P. L. 1981: Oxygen con-sumption in humic-colored waters by a photochemical ferrous-ferric catalytic cycle. – *Environmental Science & Techno-logy* 15(9): 1089–1095.
- Millennium Ecosystem Assessment 2005: Ecosystems and human well-being: Bio-diversity synthesis. – World Resources Institute, Washington, DC. 100 s.
- Minkkinen, K. & Laine, J. 1998a: Long-term effect of forest drainage on the peat carbon stores of pine mires in Finland. – *Canadian Journal of Forest Research* 28(9): 1267–1275.
- & Laine, J. 1998b: Effect of forest drainage on the peat bulk density of pine mires in Finland. – *Canadian Journal of Forest Re-search* 28: 178–186.
- , Vasander, H., Jauhiainen, S., Karsisto, M., & Laine, J. 1999: Post-drainage changes in vegetation composition and carbon balance in Lakkasuo mire, central Finland. – *Plant Soil* 207: 107–120.
- Miranto, M. (toim.) 2017: Etäsuojelijan opas. – Norrlinia 32. 65 s.
- Mustamo, P., Hyvärinen, M., Ronkanen, A.-K. & Kløve B. 2016: Physical properties of peat soils under different land use options. – *Soil Use and Management* 32(3): 400–410.
- Mäkilä, M. 2006: Regional distribution of peat increment in Finland. – Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (toim.), Finland – Land of mires. The Finnish Environment 23/2006. S. 89–93.
- & Goslar, T. 2008: The carbon dynamics of surface peat layers in southern and central boreal mires of Finland and Russian Kare-lia. – *Suo* 59: 49–69.
- Mäkiranta, P., Laiho, R., Mehtätalo, L., Strako-va, P., Sormunen, J., Minkkinen, K., Penttilä, T., Fritze, H. & Tuittila, E.-S. 2018: Respons-es of phenology and biomass production of boreal fens to climate warming under different water-table regimes. – *Global Change Biology* 24: 944–956.

- Mälson, K. & Rydin, H. 2007: The regeneration capabilities of bryophytes for rich fen restoration. – *Biological Conservation* 135: 435–442.
- , Backéus, I. & Rydin, H. 2008: Long-term effects of drainage and initial effects of hydrological restoration on rich fen vegetation. – *Applied Vegetation Science* 11: 99–106.
- , Sundberg, S. & Rydin, H. 2010: Peat disturbance, mowing, and ditch blocking as tools in rich fen restoration. – *Restoration Ecology* 18: 469–478.
- Naturvårdsverket 2006: Åtgärdsprogram för bevarande av rikkärr. Inklusive arterna gullyxne *Liparis loeselii* (NT), kalkkärrsgrynsnäckä *Vertigo geyeri* (NT) och större agat-snäckä *Cochlicopa nitens* (EN). – Rapport 5601. 81 s.
- Nellemann, C. & Corcoran, E. (toim.) 2010: Dead planet, living planet – Biodiversity and ecosystem restoration for sustainable development. A rapid response assessment. – United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. Birkeland Trykkeri AS, Norway. 109 s.
- Nieminen, M. 2003: Effects of clear-cutting and site preparation on water quality from a drained Scots pine mire in southern Finland. – *Boreal Environment Research* 8: 53–59.
- 2004: Export of dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorus following clear-cutting of three Norway spruce forests growing on drained peatlands in southern Finland. – *Silva Fennica* 38: 123–132.
- & Ahti, E. 1993: Leaching of nutrients from an ombrotrophic peatland area after fertilizer application on snow. – *Folia Forestalia* 814: 1–22.
- , Ahti, E., Koivusalo, H., Mattsson, T., Sarkkola, S. & Laurén, A. 2010: Export of suspended solids and dissolved elements from peatland areas after ditch network maintenance in south-central Finland. – *Silva Fennica* 44: 39–49.
- , Koskinen, M., Sarkkola, S., Laurén, A., Kaila, A., Kiikkilä, O., Nieminen, T. M. & Ukonmaanaho, L. 2015: Dissolved organic carbon export from harvested peatland forests with differing site characteristics. – *Water, Air, and Soil Pollution* 226: 181.
- , Sallantausta, T., Ukonmaanaho, L., Nieminen, T. M. & Sarkkola, S. 2017a: Nitrogen and phosphorus concentrations in discharge from drained peatland forests are increasing. – *Science of the Total Environment* 609: 974–981.
- , Sarkkola, S. & Lauren, A. 2017b: Impacts of forest harvesting on nutrient, sediment and dissolved organic carbon exports from drained peatlands. A literature review, synthesis and suggestions for the future. – *Forest Ecological Management* 392: 13–20.
- , Sarkkola, S., Hellsten, S., Marttila, H., Piirainen, S., Sallantausta, T. & Lepistö, A. 2018: Increasing and decreasing nitrogen and phosphorus trends in runoff from drained peatland forests – Is there a legacy effect of drainage or not? – *Water, Air, & Soil Pollution* 229, 286 (2018).
- & Sallantausta, T. 2020: Metsäojitettujen soiden vesistökuormitus. – *Suo* 71(2): 205–209.
- , Sarkkola, S., Haahti, K., Sallantausta, T., Koskinen, M. & Ojanen, P. 2020: Metsäojitettujen soiden typpi- ja fosforikuormitus Suomessa. – *Suo* 71(1): 1–13.
- , Sallantausta, T., Sarkkola, S. & Koskinen, M. 2021a: Soiden ennallistamisen vaikutukset valumavesien laatuun. – *Vesitalous* 2/2022: 16–18.
- , Sarkkola, S., Sallantausta, T., Hasselqvist, E. M. & Laudon, H. 2021b: Peatland drainage – a missing link behind increasing TOC concentrations in waters from high latitude forest catchments? – *Science of the Total Environment* 774 (2021) 145–150.
- Nieminen, T. M., Hökkä, H., Ihalainen, A. & Finer, L. 2016: Metsänhoito happamalla sulfaattimailla. – *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 21/2020. 28 s.

- , Ihalainen, A. & Uusi-Kämppe, J. 2020a: Happamat sulfaattimaat ja ojitus. – *Suo* 71 (2): 211–218.
- , Silver, T., Boman, A., Ilvesniemi, H., Joensuu, S. & Härkönen, L. 2020b: Geologian tutkimuskeskuksen happamien sulfaattimaiden yleiskartoituksen hyödyntäminen metsätaloudessa. – *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 21/2020. 26 s.
- Nilsson, M., Segerfors, J., Buffam, I., Laudon, H., Eriksson, T., Grelle, A., Klemendsson, L., Weslien, P. & Lindroth, A. 2008: Contemporary carbon accumulation in a boreal oligotrophic mire – a significant sink after accounting all C-fluxes. – *Global Change Biology* 14: 2317–2323.
- Noreika, N., Kotiaho, J. S., Penttinen, J., Punttila, P., Vuori, A., Pajunen, T., Autio, O., Loukola, O. J. & Kotze, D. J. 2015: Rapid recovery of invertebrate communities after ecological restoration of boreal mires. – *Restoration Ecology* 23(5): 566–579.
- , Kotze, D. J., Loukola, O. J., Sormunen, N., Vuori, A., Päivinen, J., Penttinen, J., Punttila, P. & Kotiaho, J. S. 2016: Specialist butterflies benefit most from the ecological restoration of mires. – *Biological Conservation* 196: 103–114.
- Nugent, K. A., Strachan, I. B., Strack, M., Roulet, N. T. & Rochefort, L. 2018: Multi-year net ecosystem carbon balance of a restored peatland reveals a return to carbon sink. – *Global Change Biology* 24(12): 5751–5768.
- Nupponen, K., Nieminen, M., Kaitila, J.-P., Hirvonen, P., Leinonen, R., Koski, H., Kullberg, J., Laasonen, E., Pöyry, J., Sallinen, T. & Välimäki, P. 2019: *Perhoseet*. – Teoksessa: Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.), *Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019*. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. S. 470–508.
- Oinonen, E. A. 1956: Kallioiden muurahaisista ja niiden osuudesta kallioiden metsittymiseen Etelä-Suomessa. – *Acta Entomologica Fennica* 12: 1–212.
- & Wuorenrinne, H. 1976: Über die finnischen Ameisenarten aus waldpflegerischen Gesichtspunkten. – *Waldhygiene* 11: 167–170.
- Oittinen, T. 2007: Valuma-alueella tehtyjen vesistötoimenpiteiden vaikutus yli- ja alivirtaamiin. – *Opinnäytetyö, Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu*.
- Ojala, L., Heikkinen, H. I. & Tolvanen, A. 2013: Soiden merkitys virkistyskäytölle – Haastattelututkimus Oulussa, Haukiputaalla, Muhoksella ja Pudasjärvellä. – *Metlan työraportteja* 258: 213–229.
- Ojanen, P., Minkkinen, K., Alm, J. & Penttilä, T. 2010: Soil-atmosphere CO₂, CH₄ and N₂O fluxes in boreal forestry-drained peatlands. – *Forest Ecology and Management* 260: 411–421.
- , Minkkinen, K. & Penttilä, T. 2012: Greenhouse gas balance of forestry-drained boreal peatlands: Sinks or sources? – Teoksessa: *Peatlands in Balance: Proceedigs of the 14th International Peat Congress, Stockholm, Sweden, June 3-8, 2012*. S. 239–243.
- , Minkkinen, K. & Penttilä, T. 2013: The current greenhouse gas impact of forestry-drained boreal peatlands. – *Forest Ecology and Management* 289: 201–208.
- & Minkkinen, K. 2020: Rewetting offers rapid climate benefits for tropical and agricultural peatlands but not for forestry-drained peatlands. – *Global Biogeochemical Cycles* 34:e2019GB006503.
- , Aapala, K., Hotanen, J.-P., Kokko, A., Kortelainen, P., Marttila, H., Nieminen, N., Nieminen, T. M., Punttila, P., Rehell, S., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tiainen, J., Turunen, J., Valpola, S., Vasander, H., Vähäkuopus, T. & Minkkinen, K. 2020a: Ojituksen vaikutus luonnon monimuotoisuuteen, ilmastoon ja vesistöihin – yhteenveto. – *Suo* 71(2): 93–114.

- , Aapala, K., Hotanen, J.-P., Hökkä, H., Kokko, A., Minkkinen, K., Myllys, M., Punttila, P., Päivänen, J., Rehell, S., Turunen, J., Valpola, S. & Vähäkuopus, T. 2020b: Soiden käyttö Suomessa. – *Suo* 71(2): 115–124.
- , Minkkinen K. & Regina K. 2020c: Ojituksen vaikutus maaperän kasvihuonekaasupäästöihin. – *Suo* 71(2): 173–188.
- Oldén, A., Peura, M., Saine, S., Kotiaho, J. & Halme, P. 2019: The effect of buffer strip width and selective logging on riparian forest microclimate. – *Forest Ecology and Management* 453: 117623.
- , Penttilä, E. & Elo, M. 2023: The efficacy of the decay fungus *Chondrostereum purpureum* in the biocontrol of downy birch (*Betula pubescens*) sprouting in restored peatlands. – University of Jyväskylä. <met-sa.fi/wp-content/uploads/2023/10/hydrology-life_efficacy_of_-decay_fungus_chondrostereum_purpureum_in_restored_peatlands.pdf>, luettu 12.3.2024.
- Osmala, E. 2012: Riekon (*Lagopus lagopus*) reviiirin muodostus havumetsäalueella. – Pro gradu -tutkielma, Itä-Suomen yliopisto. 45 s.
- Paalamo, P., Eeronheimo, H. & Ilmonen, J. 2009: Metsähallituksen vastuulajien tila ja suojelutaso vuonna 2006. Lettorikko – *Saxifraga hirculus* L. – Tietolomake, lajit. Metsähallitus, Vantaa. 6 s. <julkaisut.metsa.fi/wp-content/uploads/sites/2/2012/10/lettorikko_2006.pdf>. 6 s.
- Paappanen, J., Paukkunen, J., Teräs, I., Leinonen, R., Mutanen, M., Punttila, P., Pöyry, J., Raekunnas, M., Vepsäläinen, K., Viitasaari, M. & Vikberg, V. 2019: Havaintoja Suomalaisista uusista, hävinneistä, uhanalaisista ja silmälläpidettävistä myrky- ja sahapistiäislajeista vuosina 2009–2017. – *Sahlbergia* 25.2: 3–23.
- Paavilainen, E. & Päivänen, J. 1995: Peatland forestry. Ecology and principles. – Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York. Ecological Studies 111. 248 s.
- Palviainen, M., Peltomaa, E., Laurén, A., Kinnunen, N., Ojala, A., Berninger, F., Zhu, X. & Pumpanen, J. 2021: Water quality and the biodegradability of dissolved organic carbon in drained boreal peatland under different forest harvesting intensities. – *Science of the Total Environment* 806:150919.
- Pamilo, P. 1991: Life-span of queens in the ant *Formica exsecta*. – *Insectes Sociaux* 38: 111–119.
- Pasanen, H., Juutilainen, K. & Siitonen, J. 2019: Responses of polypore fungi following disturbance-emulating harvesting treatments and deadwood creation in boreal Norway spruce dominated forests. – *Scandinavian Journal of Forest Research* 34: 557–568.
- Paukkunen, J., Paappanen, J., Leinonen, R., Punttila, P., Pöyry, J., Raekunnas, M., Teräs, I., Vepsäläinen, K. & Vikberg, V. 2019: Myrkkypistiäiset. – Teoksessa: Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.), Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Helsinki, ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. S. 451–465.
- Persson, T., Lenoir, L. & Vegerfors, B. 2013: Which macroarthropods prefer tree stumps over soil and litter substrates? – *Forest Ecology and Management* 290: 30–39.
- Peuravuori, J. 1987: Turvesoiden kemiallinen kartoitus energiantuotantoa silmälläpitäen: Chemical mapping of peatlands with emphasis on the energy production. – *Turun yliopisto*. 346 s.
- Philpott, S. M., Perfecto, I., Armbricht, I. & Parr, C. L. 2010: Ant diversity and function in disturbed and changing habitats. – Teoksessa: Lach, L., Parr, C. L. & Abbott, K. L. (toim.), *Ant ecology*. Oxford University Press, New York. S. 137–156 + References s. 319–383.

- Pickard, A. E., Heal, K. V., McLeod, A. R. & Dinsmore, K. J. 2017: Temporal changes in photoreactivity of dissolved organic carbon and implications for aquatic carbon fluxes from peatlands. – *Biogeosciences* 14: 1793–1809.
- Piirainen, S., Domisch, T., Moilanen, M. & Nieminen, M. 2013: Long-term effects of ash fertilization on runoff water quality from drained peatland forests. – *Forest Ecology and Management* 287: 53–66.
- Pistiäistyöryhmä 2010: Julkaisematon arvio vuoden 2010 pistiäislajien uhanalaisuuden arvioinnissa.
- Pitkänen, A., Turunen, J., Tahvanainen, T. & Simola, H. 2013: Carbon storage change in a partially forestry-drained boreal mire determined through peat column inventories. – *Boreal Environmental Research* 18: 223–234.
- Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2025: Turvetuotantoalueet uuteen maankäyttöön. – Verkkosivusto. <ely-keskus.fi/web/turvetuotantoalueiden-jatkokaytto>.
- Pokryszko, B., Ruta, R., Książkiewicz-Parulskam, Z. 2016: The first record of *Vertigo geyeri* (Lindholm, 1925) (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginiidae) in N-W Poland. – *Folia Malacologica* 24(2): 63–68.
- Postila, H., Korhonen, P., Raumanni, E., Saari, M. & Marttila, H. 2023: Raudan haitallisten vesistövaikutusten vähentäminen turvetvaltaisilla metsätalousmailla (Rautavirta) – loppuraportti. – Oulun Yliopisto. 40 s.
- Prévost, M., Plamondon, A. P. & Belleau, P. 1999: Effects of drainage of a forested peatland on water quality and quantity. – *Journal of Hydrology* 214(1): 130–143.
- Price, J., Evans, C., Evans, M., Allott, T. & Shuttleworth, E. 2016: Peatland restoration and hydrology. – Teoksessa Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (toim.), *Peatland restoration and ecosystem services*. Science, policy and practice. Cambridge University Press. S. 77–94.
- von Proschwitz, T. 2003: A review of the distribution, habitat selection and conservation status of the species of the genus *Vertigo* in Scandinavia (Denmark, Norway and Sweden) (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). – *Heldia* 5 (7): 27–50.
- 2014: Kalkkärsgrynsnäckä (*Vertigo geyeri*) och smalgrynsnäckä (*Vertigo angustior*) i Södermanlands län. – Länsstyrelsen i Södermanlands län. Rapport 2014:1. 90 s.
- , Roth, J., Lundin, K. Back, R. 2023: Blötdjur: Snyltsnäckor – skivsnäckor: Mollusca Pyramidellidae–Planorbidae. – *Nationalnyckeln till Sveriges Flora och Fauna*. 528 s. Punaisen kirjan verkkopalvelu. – <punainenkirja.laji.fi>.
- Punntila, P. & Haila, Y. 1996: Colonisation of a burned forest by ants in the southern Finnish boreal forest. – *Silva Fennica* 30(4): 421–435.
- & Kilpeläinen, J. 2009a: Distribution of mound-building ant species (*Formica* spp., Hymenoptera) in Finland: preliminary results of a national survey. – *Annales Zoologici Fennici* 46(1): 1–15.
- & Kilpeläinen, J. 2009b: Julkaisematon aineisto valtakunnan metsien 10. inventoinnin muurahaisnäytteistä.
- , Autio, O., Kotiaho, J. S., Kotze, D. J., Loukola, O. J., Noreika, N., Vuori, A. & Vepsäläinen, K. 2016a: The effects of drainage and restoration of pine mires on habitat structure, vegetation and ants. – *Silva Fennica* 50(2): 1462.
- , Autio, O., Kotiaho, J. S., Kotze, D. J., Loukola, O. J., Noreika, N., Vuori, A. & Vepsäläinen, K. 2016b: Rämeiden ojituksen ja ennallistamisen vaikutukset elinympäristön rakenteeseen, kasvillisuuteen ja muurahaissiin. – *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2016: 64–67.
- Pykälä, J. 2001: Perinteinen karjatalous luonnon monimuotoisuuden ylläpitäjänä. – *Suomen ympäristö* 495. 202 s.
- Päivänen, J. 1973: Hydraulic conductivity and water retention in peat soils. – *Acta Forestalia Fennica* 129: 1–70.

- 2007: Suot ja suometsät – järkevän käytön perusteet. – Metsäkustannus, Helsinki. 368 s.
- Päkkilä, L., Ikkala, L., Marttila, H., Korhonen, P. & Similä, M. 2024: Hydrologisen seurannan kehittämisehdotukset. – Teoksessa: Ikkala, L. & Similä, M. (toim.), Ennallistettujen soiden seurannan kehittämisehdotukset. Hydrologia-LIFE-hankkeessa kertyneitä kokemuksia hoitoseurannan ja hydrologisen seurannan parantamiseksi ja kaukokartoitusseurannan perustamiseksi. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 251. S. 21–33.
- Pöyry, J. 2001: Suoperhosten uhanalaisuus ja suojelutilanne Etelä-Suomessa. – Teoksessa: Aapala, K. (toim.), Soidensuojelualueverkon arviointi. Suomen ympäristö 490. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. S. 213–257.
- & Loukola, O. 2013: Soiden ennallistaminen ja suoperhosten suojelu. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 95–96.
- Raijas, P. 2022: Etu-Haukilammin vesimittaukset 2022. – Helsingin yliopisto. Julkaise-maton.
- Ramberg, L. 1981: Increase in stream pH after a forest drainage. – *Ambio* 10: 34–35.
- Ramchunder, S. J., Brown, L. E. & Holden, J. 2012: Catchment-scale peatland restoration benefits stream ecosystem biodiversity. – *Journal of Applied Ecology* 49: 182–191.
- Rassi, P., Alanen, A., Kanerva, T. & Mannerkoski, I. (toim.) 2001: Suomen lajien uhanalaisuus 2000. – Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 432 s.
- , Hyvärinen, E., Juslén, A. & Mannerkoski, I. (toim.) 2010: Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. – Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 685 s.
- Ratchford, J. S., Wittman, S. E., Jules, E. S., Ellison, A. M., Gotelli, N. J. & Sanders, N. J. 2005: The effects of fire, local environment and time on ant assemblages in fens and forests. – *Diversity and Distributions* 11(6): 487–497.
- Rautiainen, P. & Jansson, H. 2013. Kulttuuri-perinnön huomioiminen soiden ennallistamisessa. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 172–178.
- Rees, S. D. 2006: Conservation genetics and ecology of the endangered Black Bog Ant, *Formica picea*. – PhD thesis, Cardiff University, UK. 201 s.
- , Orledge, G. M., Bruford, M. W. & Bourke, A. F. G. 2010: Genetic structure of the Black Bog Ant (*Formica picea* Nylander) in the United Kingdom. – *Conservation Genetics* 11: 823–834.
- Regina, K., Sheehy, J. & Myllys, M. 2015: Mitigating greenhouse gas fluxes from cultivated organic soils with raised water table. – *Mitigation and Adaptation Strategies for Global change* 20: 1529–1544.
- Rehell, S. 2013a: Kasvillisuuden kehitys ilman pintavalleja ennallistetulla letolla: Kiimingin Vehmaansuo. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 201–205.
- 2013b: Märän, luhtaisen aapasuon kuivatuskanavan tukkiminen: Siikajoen Revonneva. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 235–239.
- 2013c: Laaja pohjavesivaikutteinen aapa-suokokonaisuus: Olvassuo. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 267–270.

- 2013d: Vesitaloustoimenpiteitä pohjavesialueen metsätalousoilla Vaalassa. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 275–276.
- 2013e: Suoveden virtausmallit erityyppisillä soilla. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 57–59.
- 2013f: Vedenpinnan vaihtelu vakaavetsillä ja kausivaihtelevilla soilla sekä arokosteikoilla. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 60–61.
- 2017: Ilmastotekijöiden ja vesitalouden vaikutus minerotrofisten rimpipintojen esiintymiseen boreaalisissa suosysteemeissä. – Suo 68(2–3): 41–66.
- & Heikkilä, R. 2009: Aapasoiden nuoret sukkessiovaiheet Pohjois-Pohjanmaan maankohoamisrannikolla. – Suo 60 (1–2): 1–19.
- & Laitinen, J. 2013: Suon pinnan kausittainen kosteudenvaihtelu. – Teoksessa: Rehell, S. (toim.), Antti Huttusen muistoseminaari Oulussa 18.4.2012. Suo 64(4): 168–169.
- , Huttunen, A., Kondelin, H. & Laitinen, J. 2012: Development of large-scale aapa mire hydrotopography on land-uplift coastland in northern Finland. – Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (toim.), Mires from pole to pole. Finnish Environment Institute. The Finnish Environment 38/2012. S. 39–50.
- , Päivinen, J., Kalpio, S., Karjalainen, J., Siikamäki, P. 2014: Suojelualueiden kuivatustilanneselvitys. Yhteenvetoraportti. – Julkaisematon käsikirjoitus, Metsähallitus. 18 s.
- Reimann, H. & Kiel, E. 2005: Bemerkenswerte Ameisenfunde im Ahlen-Falkenberger Moor (Niedersachsen). – TELMA 35: 123–132.
- Reinikainen, A. 1984: Suotyytit ja ojituksen vaikutus pintakasvillisuuteen. – Teoksessa: Paarlahti, K. (toim.), Jaakkoin suon koeojitusalue 75 vuotta. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 156. S. 7–21.
- , Mäkipää, R. & Vanha-Majamaa, I. (toim.) 2000: Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. – Tammi, Helsinki. 384 s.
- Remm, L. & Sushko, G. 2018: Dragonfly fauna in rewetted mires in Belarus: diverse but different from natural sites. – Wetlands ecology and management 26: 1173–1180.
- Remsburg, A. J., Olson, A. C. & Samways, M. J. 2008: Shade alone reduces adult dragonfly (Odonata: Libellulidae) abundance. – Journal of insect behavior 21: 460–468.
- Rissanen, A. J., Ojanen, P., Stenberg, L., Larmola, T., Anttila, J., Tuominen, S., Minkkinen, K., Koskinen, M. & Mäkipää, R. 2023: Vegetation impacts ditch methane emissions from boreal forestry-drained peatlands –moss-free ditches have an order-of-magnitude higher emissions than moss-covered ditches. – Frontiers in Environmental Science 11: 1121969.
- Romanov, V. V. 1968: Hydrophysics of bogs. – Israel Program of Scientific Translations, Jerusalem. 299 s.
- Roulet, N. T., Ash, R., Quinton, W. & Moore, T. 1993: Methane flux from drained northern peatlands: Effect of a persistent water table lowering on flux. – Global Biogeochemical Cycles 7: 749–769.
- Routa, J. & Huuskonen, S. (toim.) 2022: Jatkuva peitteinen metsänkasvatus: Synteesiraportti. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2022. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 132 s.
- Ruottinen, K. M., Melin, M., Miettinen, J., Kervinen, M., Pakanen, V.-M., Forsman, J. T. & Rytönen, S. 2024: Assessing the effects of drainage and forest structure on presence and absence of fledglings of boreal grouse. – Global Ecology and Conservation 54, e03150.

- Ruta, R., Rutkowski, T., Sienkiewicz, P. & Wenzonka, J. 2024: Wybrane grupy bezkręgowców rezerwatu "Bagno Kusowo": pajęczaki, ważki, chrząszcze, żądłowki i motyle (Arachnida, Odonata, Coleoptera, Hymenoptera: Aculeata, Lepidoptera) – (In Polish, with an English summary: Selected groups of invertebrates of "Bagno Kusowo" nature reserve: arachnids, odonates, beetles, aculeate hymenopterans and lepidopterans (Arachnida, Odonata, Coleoptera, Hymenoptera: Aculeata, Lepidoptera)). – *Przegląd Przyrodniczy* 35(1): 51–103.
- Rydin, H. 1985: Effect of water level on desiccation of *Sphagnum* in relation to surrounding Sphagna. – *Oikos* 45: 374–379.
- , Sjörs, H. & Löfroth, M. 1999: Mires. – *Acta Phytogeographica Suecica* 84: 91–112.
- , Gunnarson, U. & Sundberg, S. 2006: The role of *Sphagnum* in peatland development and persistence. – Teoksessa: Wieder, R. K. & Vitt, D. H. (toim.), *Boreal peatland ecosystems*. Springer. *Ecological Studies* 188. S. 47–65.
- & Jeglum, J. 2006: The biology of peatlands. – Oxford University Press. 343 s.
- Räike, A., Kortelainen, P., Mattsson, T. & Thomas, D. N. 2012: 36 year trends in dissolved organic carbon export from Finnish rivers to the Baltic Sea. – *Science of The Total Environment* 435–436: 188–201.
- , Taskinen, A. & Härkönen, L. H. 2024: Browning from headwaters to coastal areas in the boreal region: Trends and drivers. – *Science of the Total Environment* 927 (2024) 171959.
- Räsänen, A., Isoaho, A., Ikkala, L., Hautala, R., Bigler, O., Keränen, K., Ahonen, S. & Kareksela, S. 2023: Ennallistettujen soiden tilan seuranta: Kokemuksia vesienpalautuksen seurannasta ja kaukokartoitusmenetelmistä. – *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 112/2023. Luonnonvarakeskus. 57 s.
- , Isoaho, A., Pääkilä, L., Christiani, P., Lensu, A., Jantunen, A., Rana, P., Korhonen, P., Ikkala, L. & Elo, M. 2024: Ekologiset, hydrologiset ja kaukokartoitushavainnot suoluonnon ja soiden ennallistamisen seurannassa: EkoSuo-hankkeen loppuraportti. – *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 94/2024. Luonnonvarakeskus. 25 s.
- Räsänen, N., Kankaala, P., Tahvanainen, T., Aikkanen, J. & Saarnio, S. 2018: Changes in dissolved organic matter and microbial activity in runoff waters of boreal mires after restoration. – *Aquatic Science* 80, 20 (2018).
- Saarenmaa, H. 1978: Kaarnakuoriaisten (Col., Scolytidae) esiintyminen eräässä kanadamajavan (*Castor canadensis* Kuhl) aiheuttaman tulvan seurauksena kuolleessa metsikössä. – *Silva Fennica* 12: 201–216.
- Saarinen, K. 2023: Valtakunnallisen päiväperhosseurannan vuosi 2022. – *NAFI-raportti* 2022. Babtria. 11 s.
- Saarinen, M., Valkonen, S., Sarkkola, S., Nieminen, M., Penttilä, T. & Laiho, R. 2020: Jatkuvaiteisen metsänkasvatuksen mahdollisuudet ojitetuilla turvemilla. – *Metsätieteen aikakauskirja* 2020: 1–21.
- Saarinen, T., Mohämmädighävam, S., Marttila, H. & Kløve, B. 2013: Impact of peatland forestry on runoff water quality in areas with sulphide-bearing sediments; how to prevent acid surges. – *Forest Ecology & Management* 293: 17–28.
- Saaristo, M. I. 1995: Distribution maps of the outdoor myrmicid ants (Hymenoptera, Formicidae) of Finland, with notes on their taxonomy and ecology. – *Entomologica Fennica* 6: 153–162.
- Sahlén, G., Kalkman, V. J., Boudot, J. P., Bernard, R., Conze, K. J., De Knijf, G., Dyatlova, E., Ferreira, S., Jovic, M., Ott, J. & Riservato, E. 2010: European red list of dragonflies. – Publications Office of the European Union, Luxembourg.

- Sallantaus, T. 1983: Turvetuotannon vesistökuormitus. – Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Sarja D 29. 122 s.
- 1988: Water quality of peatlands and man's influence on it. – Proceedings of the international symposium on the hydrology of wetlands in temperate and cold regions, Joensuu, Finland 6.–8. June 1988, vol. 2. The Publications of the Academy of Finland 1988(5): 80–98.
 - 1992: Runoff water quality of bogs drained for forestry and mined for peat – a comparison. – Swedish National Committee, International Peat Society. Proceedings of the 9th International Peat Congress Vol. 3: 95–105.
 - 1995: Huuhtoutuminen metsäojitusalueiden ainekiirroissa. – Teoksessa: Saukkonen, S. & Kenttämies, K. (toim.), Metsätalouden vesistövaikutukset ja niiden torjunta. METVE-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 2. S. 131–138.
 - 2004: Hydrological impacts set constraints on mire restoration. – Teoksessa: Päivänen, J. (toim.), Wise use of peatlands. Proceedings of the 12th International Peat Congress, Tampere, Finland Vol. 1. International Peat Society, Jyväskylä. S. 68–73.
 - 2006: Mire ecohydrology in Finland. – Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (toim.), Finland – land of mires. Finnish Environment Institute. The Finnish Environment 23/2006. S. 105–118.
 - 2013: Ennallistamisen vesistövaikutukset. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 167–171.
 - 2017: Punassuon ennallistamisen vaikutukset veden laatuun. – Julkaisematon raportti, Suomen ympäristökeskus, Metsähallitus. 15.5.2017. 15 s.
 - & Vasander, H. 2013: Leton ennallistaminen: Oriveden Huppionvuori. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S. 206–209.
 - , Nieminen, M., Sarkkola, S. & Turunen, J. 2022: Ojittamattomien soiden vaikutus veden laatuun – suon nielut. – Vesitalous 2/2022. S. 19–23.
- Sallinen, A., Tuominen, S., Kumpula, T. & Tahvanainen, T. 2019: Undrained peatland areas disturbed by surrounding drainage: a large scale GIS analysis in Finland with a special focus on aapa mires. – Mires and Peat 24: 1–22.
- Salmela, J. 2008: Semiaquatic fly (Diptera, Nematocera) fauna of fens, springs, headwater streams and alpine wetlands in the northern boreal ecoregion, Finland. – w-album 6: 3–63.
- 2012: Annotated list of Finnish crane flies (Diptera: Limoniidae, Tipulidae, Pediciidae & Cylindrotomidae). – Entomologica Fennica 22(4): 219–242.
 - 2013: Taxonomy, species richness and biogeography of Finnish crane flies (Diptera, Tipuloidea). – Annales Universitatis Turkuensis A II 276. 40 s.
 - & Ilmonen, J. 2005: Crane fly (Diptera: Tipuloidea) fauna of a boreal mire system in relation to mire trophic status (Diptera: Tipuloidea): implications for conservation and bioassessment. – Journal of Insect Conservation 9: 85–94.
 - , Autio, O. & Ilmonen, J. 2007: A survey on the nematoceran (Diptera) communities of southern Finnish wetlands. – Memoranda Societatis Pro Fauna et Flora Fennica 83: 33–47.
- Sanders, N. J., Gotelli, N. J., Wittman, S. E., Ratchford, J. S., Ellison, A. M. & Jules, E. S. 2007: Assembly rules of ground-foraging ant assemblages are contingent on disturbance, habitat and spatial scale. – Journal of Biogeography 34(9): 1632–1641.

- Sarkkola, S., Hökkä, H., Koivusalo, H., Nieminen, M., Ahti, E., Päivänen, J. & Laine, J. 2010: Role of tree stand evaporation in maintaining satisfactory drainage conditions in drained peatlands. – *Canadian Journal of Forest Research* 40(8): 1485–1496.
- Saunois, M., Martinez, A., Poulter, B., Zhang, Z., Raymond, P., Regnier, P., ... & Zhuang, Q. 2024: Global methane budget 2000–2020. – *Earth System Science Data Discussions* 2024: 1–147.
- Schroeder, L. M. 2001: Tree mortality by the bark beetle *Ips typographus* (L.) in storm-disturbed stands. – *Integrated Pest Management Reviews* 6: 169–175.
- Schultz, R. & Seifert, B. 2007: The distribution of the subgenus *Coptoformica* Müller, 1923 (Hymenoptera: Formicidae) in the Palaearctic Region. – *Myrmecological News* 10: 11–18.
- Seifert, B. 2000: A taxonomic revision of the ant subgenus *Coptoformica* Mueller, 1923 (Hymenoptera: Formicidae). – *Zoosystema* 22: 517–568.
- 2007: Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas. – *Lutra Verlags- und Vertriebsgesellschaft, Tauer*. 368 s.
- 2019: The Rubens morph of *Formica exsecta* Nylander, 1846 and its separation from *Formica fennica* Seifert, 2000 (Hymenoptera, Formicidae). – *Deutsche Entomologische Zeitschrift* 66(1): 55–61.
- & Schultz, R. 2021: A taxonomic revision of the Palaearctic ant subgenus *Coptoformica* Müller, 1923 (Hymenoptera, Formicidae). – *Contributions to Entomology – Beiträge zur Entomologie* 71(2): 177–220.
- Seppä, H., Lindholm, T. & Vasander, H. 1993: Metsäojitettujen soiden luonnontilan palauttaminen. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A* 7. 80 s.
- Seuna, P. 1981: Long term influence of forestry drainage on the hydrology of an open bog in Finland. – *Publications of the Water Research Institute* 43: 3–14.
- 1982: Influence of forestry draining on runoff and sediment discharge in the Ylijoki basin, North Finland. – *Aqua Fennica* 12: 3–16.
- 1988: Effects of clear-cutting and forestry drainage on runoff in the Nurmes-study. – *Proceedings of the international symposium on the hydrology of wetlands in temperate and cold regions, Joensuu, Finland 6.-8. June 1988. The Publications of the Academy of Finland* 5: 122–134.
- Siegel, D. I. & Glaser, P. H. 1987: Ground-water flow in a bog-fen complex, Lost River Peatland, northern Minnesota. – *Journal of Ecology* 75: 743–754.
- Siekkinen, J. & Tolvanen, A. 2008: Siikajoen Tavonniemen soiden ennallistamisen toimenpidesuunnitelma. – *Metsähallitus ja Metsäntutkimuslaitos, Vantaa*. 17 s.
- Silvennoinen, S. 2012: "Pittäähän niitä soita olla". Soiden ekosysteemipalvelut paikallisten kokemana Lieksan Pankakoskella. – *Pro gradu -tutkielma, Itä-Suomen yliopisto, Historia- ja maantieteiden laitos, Maantiede*. 73 s.
- Simola, H. 2006: Cultural land use history in Finland. – *Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (toim), Finland – Land of Mires. The Finnish Environment* 23/2006. S. 163–172.
- , Pitkänen, A. & Turunen, J. 2012: Carbon loss in drained forestry peatlands in Finland, estimated by re-sampling peatlands surveyed in the 1980s. – *European Journal of Soil Science* 63(6): 798–807.
- Sirin, A., Vompersky, S. E. & Nazarov, N. 1991: Influence of forest drainage on runoff: main concepts and examples from central part of the USSR European territory. – *Ambio* 20: 334–339.
- Skerlep, M. 2021: Changing land cover as a driver of surface water browning. – *Lund University*. 69 s.

- Soiden ja turvemaiden kansallista strategiaa valmistellut työryhmä 2011: Valtioneuvoston soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullista käyttöä ja suojelua koskevan periaatepäätöksen (30.8.2012) taustaraportti: Ehdotus soiden ja turvemaiden kestävä ja vastuullisen käytön ja suojelun kansalliseksi strategiaksi. – Työryhmämuistio, MMM 2011:1. 161 s.
- Soini, P., Riutta, T., Yli-Petäys, M. & Vasander, H. 2010: Comparison of vegetation and CO₂ dynamics between a restored cut-away peatland and a pristine fen: Evaluation of the restoration success. – *Restoration Ecology* 18: 894–903.
- Soininen, A. M. 1974: Vanha maataloutemme. Maatalous ja maatalousväestö Suomessa perinnäisen maatalouden loppukaudella 1720-luvulta 1870-luvulle. – *Historiallisia tutkimuksia* 96: 1–439.
- Solantie, R. 2006: Climate and its effect on mires. – Teoksessa: Lindholm, T. & Heikkilä, R. (toim.), Finland – land of mires. The Finnish Environment 23/2006. S. 17–22.
- Sonnenburg, H. 2009: Die Ameisenfauna der Hannoverschen Moorgeest. – *Naturhistorica – Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover* 151: 119–158.
- Sorvari, J. 2021: Distribution of Finnish mound-building *Formica* ants (Hymenoptera: Formicidae) based on using a citizen science approach. – *European Journal of Entomology* 118(1): 57–62.
- 2022: Biogeography and habitat preferences of red wood ants of the *Formica rufa* group (Hymenoptera: Formicidae) in Finland, based on citizen science data. – *European Journal of Entomology* 119: 92–98.
- Spitzer, K. & Danks, H. V. 2006: Insect biodiversity of boreal bogs. – *Annual Review of Entomology* 51: 137–161.
- Stankiewicz, A. M., Sielezniew, M., Borowiec, M. L. & Czechowski, W. 2005: *Formica ura-lensis* Ruzsky (Hymenoptera: Formicidae) in Poland. – *Fragmenta Faunistica* 48(2): 175–180.
- Šteffek, J. & Wiek, M. 2008: Exploited peat-bog and associated mollusk and ant assemblages: Still a reasonable protection? – *Naturae Tutela* 12: 15–19.
- Straková, P., Penttilä, T., Laine, J. & Laiho, R. 2012: Disentangling direct and indirect effects of water table drawdown on above- and belowground plant litter decomposition: Consequences for accumulation of organic matter in boreal peatlands. – *Global Change Biology* 18: 322–335.
- Strobl, K., Moning, C. & Kollmann, J. 2020: Positive trends in plant, dragonfly, and butterfly diversity of rewetted montane peatlands. – *Restoration Ecology* 28: 796–806.
- Suomen sudenkorentoseura 2024: Korento-wiki. <sudenkorento.fi/kwiki/Etusivu>, viitattu 29.10.2024.
- Suomen ympäristökeskus 2021: Luontotyyppien punaisen kirjan verkkopalvelu. – <luontotyyppienuhanalaisuus.ymparisto.fi/lutu/#>.
- 2022: Pohjavesialueet. – Vesi.fi-verkkopalvelu. <vesi.fi/vesitieto/pohjavesialueet>.
- 2025: Vesien- ja merenhoidon suunnitelmat. – <ymparisto.fi/fi/luonto-vesis-tot-ja-meri/vedet-ja-vesistot/vesien-ja-merensuojelu/vesien-ja-merenhoidon-suunnitelmat#vesienhoitosuunnitelmat-2022-2027>.
- Sutela, T., Vuori, K.-M., Louhi, P., Hovila, K., Jokela, S., Karjalainen, S. M., Keinänen, M., Rask, M., Teppo, A., Urho, L., Vehanen, T., Vuorinen, P. J. & Österholm, P. 2012: Hap-pamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa. – *Suomen ympäristö* 14. 50 s.
- Swindles, G. T., Green, S. M., Brown, L., Holden, J., Raby, C. L., Turner, T. E., Smart, R., Peacock, M. & Baird, A. J., 2016: Evaluating the use of dominant microbial consumers (testate amoebae) as indicators of blanket peatland restoration. – *Ecological Indicators* 69: 318–330.

- Sveum, P. 1978: On the biology of ants (Hymenoptera, Formicidae) in Trøndelag, Norway. – Norwegian Journal of Entomology 25: 153–155.
- Tahvanainen, T. 2004: Water chemistry of mires in relation to the poor-rich vegetation gradient and contrasting geochemical zones of northeastern Fennoscandian shield. – Folia Geobotanica 39: 353–359.
- 2011: Abrupt ombrotrophication of a boreal aapa mire triggered by hydrological disturbance in the catchment. – Journal of Ecology 99(2): 404–415.
 - 2013: Eräiden lehtisammallajien suhde suoveden pH-arvoon. – Teoksessa: Aapala, K., Similä, M. & Penttinen, J. (toim.), Ojittettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188. S: 54–55.
 - , Sallantausta, T., Heikkilä, R. & Tolonen, K. 2002: Spatial variation of mire surface water chemistry and vegetation in north-eastern Finland. – Annales Botanici Fennici 39: 235–251.
 - & Tuomaala, T. 2003: The reliability of mire water pH measurements – A standard sampling protocol and implications to ecological theory. – Wetlands 23(4): 701–708.
 - & Haraguchi, A. 2012: Effect of pH on phenol oxidase activity on decaying *Sphagnum* mosses. – European Journal of Soil Biology 54: 41–47.
- Taillefer, G. A. & Wheeler, T. A. 2012: Community assembly of Diptera following restoration of mined boreal bogs: taxonomic and functional diversity. – Journal of Insect Conservation 16(2): 165–176.
- Tanneberger, F. & Wichtmann, W. (toim.) 2011: Carbon credits from peatland rewetting. Science, policy, implementation and recommendations of a pilot project in Belarus. – Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart. 223 s.
- Tertsunen, J., Martinmäki, K., Heikkinen, K., Marttila, H., Saukkoriipi, J., Tammela, S., Saarinen, T., Tolkkinen, M., Hyvärinen, M., Ihme, R., Yrjänä, T. & Klöve, B. 2012: Happamuuden aiheuttamat vesistöhaitat ja niiden torjuntakeinot Sanginjoella. – Suomen Ympäristö 37/2012. 168 s.
- Thomssen, P.-M., Ahokumpu, M., Hokkanen, R., Nurmi, A. & Siirtola, P. (toim.) 2025: Metsähallitus Metsätalous Oy:n ympäristöopas. – Metsähallitus, Helsinki. 133 s.
- Tiemeyer, B., Albiac Borraz, E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Beyer, C., Drösler, M., Ebli, M., Eickenscheidt, T., Fiedler, S., Förster, C., Freibauer, A., Giebel, M., Glatzel, S., Heinichen, J., Hoffmann, M., Höpfer, H., Jurasinski, G., Leiber-Sauheitl, K., Peichl-Brak, M., Roskopf, N., Sommer, M. & Zeitz, J. 2016: High emissions of greenhouse gases from grasslands on peat and other organic soils. – Global Change Biology 22: 4134–4149.
- Tikkanen, O.-P. & Lehtonen, I. 2023: Changing climatic drivers of European spruce bark beetle outbreaks: a comparison of locations around the Northern Baltic Sea. – Silva Fennica 57(3), 23003.
- Tikkanen, S. & Kankkunen, P. 2020: Museovirasto: Soilla on rikas kulttuuriperintö. – Suomen luonto, Blogi 12.11.2020. <sll.fi/ajankohtaista/museovirasto-soilla-on-rikas-kulttuuriperinto>.
- Toberman, H., Laiho, R., Evans, C. D., Artz, R. R. E., Fenner, N., Straková, P. & Freeman, C. 2010: Long-term drainage for forestry inhibits extracellular phenol oxidase activity in Finnish boreal mire peat. – European Journal of Soil Science 61: 950–957.
- Tolonen, J., Leka, J., Yli-Heikkilä, K., Hämäläinen, L. & Halonen, L. 2019: Pienvesiopas – Pienvesien tunnistaminen ja lainsäädäntö. – Suomen ympäristökeskuksen raportteja 36 / 2019. 97 s.

- Tuittila, E.-S., Komulainen, V.-M., Vasander, H. & Laine, J. 1999: Restored cut-away peatland as a sink for atmospheric CO₂. – *Oecologia* 120: 563–574.
- , Komulainen, V.-M., Vasander, H., Nykänen, H., Martikainen, P. J. & Laine, J. 2000a: Methane dynamics of a restored cut-away peatland. – *Global Change Biology* 6: 569–581.
- , Rita, H., Vasander, H. & Laine, J. 2000b: Vegetation patterns around *Eriophorum vaginatum* L. tussocks in a cut-away peatland in southern Finland. – *Canadian Journal of Botany* 78: 47–58.
- Tukia, H. 2010: Liesjärven Soukonkorven ennallistamisen seuranta-aineisto vuosilta 1995–2010. – Julkaisematon.
- Turunen, H. 1998: Perhoslinjalaskennat Seitsemisen kansallispuistossa kesällä 1998. – Raportti, Metsähallitus, Länsi-Suomen luontopalvelut, Hämeenlinna. 31 s.
- Turunen, J., Tomppo, E., Tolonen, K. & Reinikainen, A. 2002: Estimating carbon accumulation rates of undrained mires in Finland – application to boreal and subarctic regions. – *The Holocene* 12(1): 69–80.
- & Valpola, S. 2020: The influence of anthropogenic land use of Finnish peatland area and carbon stores 1950–2015. – *Mires and Peat* Vol. 26, Article 26. 27 s.
- , Rehell, S., Sarkkola, S. & Vasander, H. 2025: The impact of large fires in boreal drained peatlands in Western Finland: Ecohydrological drivers and carbon and nitrogen loss. – *Geoderma* 459 (2025) 117358.
- Tuovinen, T. 2018: The cultural heritage of Ramsar wetlands in Finland. – Metsähallituksen raportti. <ramsar.org/sites/default/files/cultural_heritage_ramsar_finland.pdf>. 12 s.
- Ulvinen, T., Syrjänen, K. & Anttila, S. (toim.) 2002: Suomen sammalet – levinneisyys ekologia, uhanalaisuus. – *Suomen ympäristö* 560. Suomen ympäristökeskus. 354 s.
- UN Environment Agency 2019: Resolution 73/284: United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021–2030).
- UNEP 2022: Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands. Main Report. – Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi. 425 s.
- UPM Metsä 2024: UPM Elinympäristöohjelma 2024–2030. 12 s.
- Urbanová, Z., Bárta, J. & Pícek, T. 2013: Methane emissions and methanogenic archaea on pristine, drained and restored mountain peatlands, Central Europe. – *Ecosystems* 16: 664–677.
- Uusitalo, A., Kotiaho, J. S., Päivinen, J., Rintala, T. & Saari, V. 2006: Kasvien ja päiväperhosten esiintyminen luonnontilaisilla ja ojitetuilla soilla. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 157. 44 s.
- , Kotiaho, J. S., & Päivinen, J. 2009: Ennallistettujen soiden päiväperhosseurantaverkosto. – Teoksessa: Hyvärinen, E. & Aapala, K. (toim.), Metsien ja soiden ennallistamisen sekä harjumetsien paahdeympäristöjen hoidon seurantaohje. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 118. S. 65–68.
- Vahtera, E. 1955: Metsänkasvatusta varten ojitettujen soitten ravinnepitoisuuksista. – *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 45: 1–108.
- Valovirta, I. 2003: The habitat and status of *Vertigo angustior*, *V. genesii*, and *V. geyeri* in Finland and nearby Russian Karelia (Gastropoda, Pulmonata: Vertiginidae). – Teoksessa: Speight, M. C. D., Moorkens, E. A. & Falkner, G. (toim.), Proceedings of the Workshop on Conservation Biology of European Vertigo species. *Heldia Münchner Malakologische Mitteilungen*. *Heldia* 5(7): 85–94.

- Valtiokonttori 2021: Yleistä julkisista hankinnoista. – <hankintailmoitukset.fi/fi/info/yleista>.
- Valtioneuvosto 2012: Valtioneuvoston periaatepäätös Suomen luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestävän käytön strategiasta vuosiksi 2012–2020, Luonnon puolesta – ihmisen hyväksi. – Valtioneuvosto, Helsinki. 23 s.
- 2025: Kansallisen ennallistamissuunnitelman laatiminen. – <valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=YM055:00/2024>.
- Valtioneuvoston periaatepäätös 2021: Helmielinympäristöohjelma 2021–2030. Valtioneuvoston periaatepäätös. – Valtioneuvoston julkaisuja 2021:83. 74 s.
- Vasander, H. 1984: Effect of forest amelioration on diversity in an ombrotrophic bog. – *Annales Botanici Fennici* 21: 7–15.
- 2006: The use of mires for agriculture and forestry. – Teoksessa: Lindholm, T., Heikkilä, R. (toim.), Finland – Land of Mires. The Finnish Environment 23/2006. S. 173–178.
- , Tuittila, E.-S., Lode, E., Lundin, L., Ilomets, M., Sallantausta, T., Heikkilä, R., Pitkänen, M.-L. & Laine, J. 2003: Status and restoration of peatlands in Northern Europe. – *Wetlands ecology and management* 11: 51–63.
- Vasko, V., Gaultier, S.P., Blomberg, A.S., Lilley, T.M., Norrdahl, K. & Brommer, J.E. 2024: Restoration of boreal wetlands increases bat activity. – *Restoration Ecology* 32, No. 4, e14099.
- Vatn, A. 2010: Ekosysteemipalvelumaksut – vanhaa viiniä uudessa pullossa? Ekosysteemipalvelumaksut ympäristöhallinnon keinona. – Teoksessa: Hiedanpää, J., Suvanto, L. & Naskali, A. (toim.), Hyödyllinen luonto. Ekosysteemipalvelut hyvinvointimme perustana. Vastapaino, Tampere. S. 135–158.
- Vepsäläinen, K., Savolainen, R., Tiainen, J. & Vilén, J. 2000: Successional changes of ant assemblages: from virgin and ditched bogs to forests. – *Annales Zoologici Fennici* 37(3): 135–149.
- Verry, E. S. 1981: Water table and streamflow changes after stripcutting and clearcutting an undrained black spruce bog. – *Proceedings of the 6th International Peatland Congress*, 17.–23.8.1980, Duluth, Minnesota. S. 493–498.
- 1988: Hydrology of wetlands and man's influence on it. – *Proceedings of the international symposium on the hydrology of wetlands in temperate and cold regions*, Joensuu, Finland 6.–8. June 1988. The Publications of the Academy of Finland 1988(5): 41–61.
- Virtanen, K. 1994: Geological control of iron and phosphorus precipitates in mires of the Ruukki-Vihanti area, Central Finland. – *Geological Survey of Finland. Bulletin* 375: 1–69.
- & Lerssi, J. 2006: Mustalieskeivilajin vaikutus turpeen alkuainepitoisuuksiin. – *GTK arkistoraportti* S 42/0000/2006/1.
- Vuorenmaa, J., Forsius, M. & Mannio, J. 2006: Increasing trends of total organic carbon concentrations in small forest lakes in Finland from 1987 to 2003. – *Science of the Total Environment* 365: 47–65.
- Vuori, K.-M., Joensuu, I., Latvala, J., Jutila, E. & Ahvonen, A. 1998: Forest drainage: a threat to benthic biodiversity of boreal headwater streams? – *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 8: 745–759.
- Vähätalo, A., Salonen, K., Munster, U., Järvinen, M. & Wetzel, R. 2003: Photochemical transformation of allochthonous organic matter provides bioavailable nutrients in a humic lake. – *Archiv für Hydrobiologie* 156: 287–314.
- Väänänen, S. 2009: Ennallistettujen soiden muurahaislajiston seuranta. – *Raportti, Metsähallitus, luontopalvelut*, Vantaa. 23 s.
- Waddington, J. M. & Day, S. M. 2007: Methane emissions from a cutover peatland following restoration. – *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 112, Issue G3, G03018.

- , Strack, M. & Greenwood, M. J. 2010: Towards restoring the net carbon sink function of degraded peatlands: Short-term response in CO₂ exchange to ecosystem-scale restoration. – *Journal of Geophysical Research* 115: G01008.
- Weslien, J. & Schroeder, L. M. 1999: Population levels of bark beetles and associated insects in managed and unmanaged spruce stands. – *Forest Ecology and Management* 115: 267–275.
- Wheeler, B. & Proctor, M. 2000: Ecological gradients, subdivisions and terminology of north-west European mires. – *Journal of Ecology* 88: 187–203.
- Wieder, R. K. & Vitt, D. H. (toim.) 2006: Boreal peatland ecosystems. – Springer. *Ecological Studies* 188. 436 s.
- Wiezik, M., Wieziková, A. & Murín, J. 2008: Spoločnosť mravcov vrchovísk Hornej Oravy. [Abstract in English: Ant assemblages at Horná Orava peatbogs]. – *Natura Tutela* 12: 55–60.
- Wilson, D., Blain, D., Couwenberg, J., Evans, C. D., Murdiyarso, D., Page, S. E., Renou-Wilson, F., Rieley, J. O., Sirin, A., Strack, M. & Tuittila, E.-S. 2016: Greenhouse gas emission factors associated with rewetting of organic soils. – *Mires and Peat* 17: 1–28.
- , Tuittila, E.-S., Alm, J., Laine, J., Farrell, E. P. & Byrne, K. A. 2007: Carbon dioxide dynamics of a restored maritime peatland. – *Ecoscience* 14: 71–80.
- Winqvist, K. 2023: Kärpästutkimuksia 6 varsinaisuomalaisella lettokohteella kesällä 2022. – *Julkaisematon. Loppuraportti*. 11 s.
- Włodarczyk, T., Żmihorski, M. & Olczyk, A. 2009: Ants inhabiting stumps on clearcuts in managed forest in western Poland. – *Entomologica Fennica* 20(2): 121–128.
- Wu, H., Batzer, D. P., Yan, X., Lu, X. & Wu, D. 2013: Contributions of ant mounds to soil carbon and nitrogen pools in a marsh wetland of Northeastern China. – *Applied Soil Ecology* 70: 9–15.
- Wynhoff, I., Kolvoort, A. M., Bassignana, C. F., Berg, M. P. & Van Langevelde, F. 2017: Fen meadows on the move for the conservation of *Maculinea* (Phengaris) teleius butterflies. – *Journal of Insect Conservation* 21(3): 379–392.
- Yli-Halla, M., Puustinen, M. & Koskiahio, J. 1999: Area of cultivated acid sulfate soils in Finland. – *Soil Use and Management* 15: 62–67.
- Ympäristöministeriö 2025: Vesien- ja merenhoidon suunnitelmat. <ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/vedet-ja-vesistot/vesien-ja-merensuojelu/vesien-ja-merenhoidon-suunnitelmat#vesienhoitosuunnitelmat-2022%E2%80%932027>, luettu 6.5.2025.
- & Suomen ympäristökeskus 2021: Lajien alueellinen uhanalaisuusarviointi 2020. – <ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/lajien-monimuotoisuus/lajien-uhanalaisuuden-arviointi/lajien-alueellinen-uhanalaisuusarviointi-2020>.
- Yrjälä, K., Tuomivirta, T., Juottonen H., Putkinen, A., Lappi, K., Tuittila, E.-S., Penttilä, T., Minkkinen, K., Laine, J., Peltoniemi, K. & Fritze, H. 2011: CH₄ production and oxidation processes in a boreal fen ecosystem after long-term water table drawdown. – *Global Change Biology* 17: 1311–1320.
- Yu, Z. C. 2012: Northern peatland carbon stocks and dynamics: a review. – *Biogeosciences* 9: 4071–4085.
- Åström, M., Aaltonen, E.-K. & Koivusaari, J. 2001: Impact of ditching in a small forested catchment on concentrations of suspended material, organic carbon, hydrogen ions and metals in stream water. – *Aquatic Geochemistry* 7: 57–73.
- , Aaltonen, E.-K. & Koivusaari, J. 2005: Changes in leaching patterns of nitrogen and phosphorus after artificial drainage of a boreal forest – a paired catchment study in Lappajärvi, western Finland. – *Boreal Environment Research* 10: 67–78.

Öhrn, P., Björklund, N. & Långström, B. 2018:
Occurrence, performance and shoot damage of *Tomicus piniperda* in pine stands in southern Sweden after storm-felling.
– Journal of Applied Entomology 142(9):
854–862.

Liitteet

Liite 1 Havaintoja kasvilajiston muutoksista ojitetuilla soilla

Havaintoja **sammallajiston** muutoksesta ojitetuilla soilla (Vasander 1984, Minkkinen ym. 1999, Mälson ym. 2008, Laine ym. 2011, Laine ym. 2018, Kokkonen ym. 2019):

- Karuimpien soiden (rahka- ja keidasrämeiden) ojitusalueilla ruskorahkasammalkasvustot säilyvät pitkään, mutta voivat osin korvautua laajoillakin jäkäläkasvustoilla.
- Ravinteisilla rämeillä ja karuissa korvissa rahkasammalet korvautuvat vähitellen metsäsammalilla, esimerkiksi seinäsammalella (*Pleurozium schreberi*) ja kynsisammalilla (*Dicranum* sp.). Rehevissä korvissa myös metsäkerrossammal (*Hylocomium splendens*) on tavallinen.
- Vaatimattomat rahkasammallajit, varvikko- (*Sphagnum russowii*), räme- (*S. angustifolium*), kangas- (*S. capillifolium*) ja punarahkasammalryhmän (*S. medium* coll.) lajit, voivat olla yleisiä mutta niukkoja myös vanhoilla ojitusaloilla. Korpiojitusaloilla sinnittelevät mm. korpi- (*Sphagnum grigensohnii*) ja varvikkorahkasammal.
- Ojitetuilla rämeillä, joilla on luonnontilassa ollut nevapintoja, voi nevapinnoille muodostua jäkäläkasvustoja. Mätäspinnoille tällaisilla rämeillä leviävät seinä- ja kynsisammal.
- Lettosammalet häviävät hyvin nopeasti ojituksen jälkeen ja tilalle voi tulla esimerkiksi paljaalla turpeella selviäviä yleisiä sammallajeja. Rahkasammalet runsastuvat, mikä muuttaa pintaturpeen ja suoveden kemiallisia ominaisuuksia ja voi vaikuttaa lettosammalien palautumismahdollisuuksiin.
- Lettoisilla ojitusaloilla reliktiluonteisina kasvustoina saattavat säilyä mm. heterahkasammal (*Sphagnum warnstorffii*), lettosirppisammal (*Scorpidium cossonii*) ja kultasammal (*Tomentypnum nitens*).
- Rimpisille avosoille, märille suojuoteille tai hylätyille turvepelloille voi syntyä tiheä ja lähes aukoton karhunsammalkasvusto (*Polytrichum* sp.).
- Kuljujen ja rimpien sammallajit häviävät yleensä nopeasti ojituksen jälkeen.
- Väli- ja etenkin rimpipinnoilla mätäs- ja välipintojen rahkasammalet saattavat vallata uutta tilaa.
- Mätäspinnoilla rahkasammalet taantuvat ja metsäsammalet yleistyvät. Ojitusalueille tulevat metsälajit ovat valtaosin yleisimpiä ”jokametsän” lajeja: seinä- ja kerrossammalta sekä kynsisammalia.
- Vanhoilla ojitusalueilla, joille on kasvanut lehtipuustoa, runsas lehtikarike voi pitää sammalkerroksen aukkoisena.

Havaintoja **putkilokasvilajiston** muutoksesta ojitetuilla soilla (Minkkinen ym. 1999, Reinikainen ym. 2000, Mälson ym. 2008, Laine ym. 2019; Kokkonen ym. 2019):

- Mätäspinnoille tyypilliset puut ja varvut voivat ulottaa juurensa syvemmälle, koska niille on enemmän hapellista kasvutilaa. Ne kasvavat ja levittäytyvät entisille välipinnoille.
- Rämevarvut sietävät hyvin ojituksen aiheuttamia elinympäristön muutoksia ja säilyvät yleensä pitkään ojituksen jälkeenkin. Karuimmilla ojitusalueilla vallitsevat kanerva (*Calluna vulgaris*) ja variksenmarja (*Empetrum nigrum*), hieman ravinteikkaammilla suopursu (*Rhododendron tomentosum*), juolukka (*Vaccinium uliginosum*) ja vaivero (*Chamaedaphne calyculata*).
- Vaivaiskoivu (*Betula nana*) hyötyy usein ojituksesta. Se voi runsastua sopivilla kasvupaikoilla ja säilyttää valta-asemansa kymmeniä vuosia, ellei puuston varjostus rajoita sen kasvua.
- Nevavarvuista suokukka (*Andromeda polifolia*) ja isokarpalo (*Vaccinium oxycoccos*) voivat säilyä pitkään ojituksen jälkeen, mutta puuston sulkeutuessa ne taantuvat, samoin kuin muut suovarvut.
- Metsävarvut voivat runsastua. Karuimmilla ojitusalueilla puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) ja mustikka (*V. myrtillus*) runsastuvat yleensä vasta, kun kasvupaikka muuttuu kuivemmaksi. Rehevämmillä kasvupaikoilla mustikkaa on yleensä luonnontilaisillakin soilla ja se voi runsastua ojituksen jälkeen.
- Hilla (*Rubus chamaemorus*) voi kestää ojitusta jonkin aikaa hyvin, mutta se lakkaa marjomasta.
- Välipintojen lajit voivat siirtyä kasvamaan viereisille kuivuville märkäpinnoille.
- Siniheinä (*Molinia caerulea*) on kuivumista sietävä ja ojituksesta hyötyvä välipintojen laji, joka saattaa jopa runsastua ojituksen jälkeen. Se hyötyy myös lannoituksesta.
- Tupasvilla (*Eriophorum vaginatum*) säilyy tyypillisesti pitkään ojitusalueilla, koska se sietää ojituksen aiheuttamaa kuivumista niin kauan kuin puuston varjostusta ei ole liikaa. Heti ojituksen jälkeen se voi myös runsastua voimakkaasti.
- Märimpien pintojen sarat ja saramaiset kasvit sekä ruohot taantuvat. Ne voivat hävitä kokonaan, mutta esimerkiksi raate (*Menyanthes trifoliata*), kurjenjalka (*Comarum palustre*), luhtavilla (*Eriophorum angustifolium*) sekä pullo- (*Carex rostrata*) ja jouhisara (*C. lasiocarpa*) voivat säilyä ojissa tai kosteissa painanteissa.
- Kaikkein rehevimpien korpityyppien ruoholajisto sietää ojitusta melko hyvin, sillä monet lajeista ovat myös kosteiden lehtojen tai lehtomaisten kankaiden lajeja.
- Kuivemmilla lettoyhdistelmätyypeillä (esim. rämeletto) alkuperäisestä lajistosta mm. villapääluikka (*Trichophorum alpinum*), tupasluikka (*T. cespitosum*), lettovilla (*Eriophorum latifolium*), rätvänä (*Potentilla erecta*), kultapiisku (*Solidago virgaurea*), mähkä (*Selaginella selaginoides*), suovilukko (*Parnassia palustris*) sekä Pohjois-Suomessa karhunruoho (*Tofieldia pusilla*) ja lääte (*Saussurea alpina*) voivat säilyä pitkään ojituksen jälkeen. Lettosarat taantuvat ja kasvillisuudessa voivat runsastua muutamat valtalajit, kuten siniheinä ja hieskoivu.
- Ojitusalueille tulevat metsälajit ovat valtaosin yleisimpiä ”jokametsän” lajeja, kuten mustikka ja puolukka. Soiden ojituksista hyötyviä tuoreiden kankaiden lajeja ovat mm. oravanmarja (*Maianthemum bifolium*), vanamo (*Linnaea borealis*), riidenlieko (*Spinnulum annotinum*), käenkaali (*Oxalis acetosella*), metsätähti (*Trientalis europaea*), metsäälvejuuri (*Dryopteris castrhusiana*) ja nuokkotalvikki (*Orthilia secunda*).

Liite 2 Suomessa esiintyvien suolintulajien uhanalaisuus vuosien 2000, 2010 ja 2019 arviointien mukaisesti

Lähteet: Rassi ym. 2001, 2010 ja Hyvärinen ym. 2019.

IUCN:n uhanalaisuusluokat: EN = erittäin uhanalainen, VU = vaarantunut,

NT = silmälläpidettävä, RT = alueellisesti uhanalainen jossakin osassa Suomea.

Suomen vastuulajit on merkitty Jukarainen ym. (2023) mukaisesti.

Laji	Tieteellinen nimi	Uhanalaisuus 2000	Uhanalaisuus 2010	Uhanalaisuus 2019	Vastuulaji
Metsähanhi	<i>Anser fabalis</i>	NT	NT	VU/EN	x
Sinisuohaukka	<i>Circus cyaneus</i>	NT	VU	VU	-
Muuttohaukka	<i>Falco peregrinus</i>	EN	VU	VU	-
Riekkö	<i>Lagopus lagopus</i>	RT	NT	VU	-
Kurki	<i>Grus grus</i>	RT	-	-	-
Kapustarinta	<i>Pluvialis apricaria</i>	-	RT	RT	-
Töyhtöhyppä	<i>Vanellus vanellus</i>	RT	RT	-	-
Suosirri	<i>Calidris alpina alpina</i>	-	-	NT	-
Jänkäsirriäinen	<i>Limicola falcinellus</i>	NT	RT	NT	x
Suokukko	<i>Philomachus pugnax</i>	NT	EN	CR	-
Jänkäkurppa	<i>Lymnocyrtus minimus</i>	-	RT	RT	-
Taivaanvuohi	<i>Gallinago gallinago</i>	RT	-	NT	-
Punakuiri	<i>Limosa lapponica</i>	NT	RT	NT	x
Pikkukuovi	<i>Numenius phaeopus</i>	RT	RT	-	x
Isokuovi	<i>Numenius arquata</i>	RT	RT	NT	x
Mustaviklo	<i>Tringa erythropus</i>	-	RT	NT	x
Valkoviklo	<i>Tringa nebularia</i>	-	RT	NT	x
Liro	<i>Tringa glareola</i>	RT	RT	NT	x
Vesipääsky	<i>Phalaropus lobatus</i>	-	VU	VU	-
Suopöllö	<i>Asio flammeus</i>	-	-	-	x
Niittykirvinen	<i>Anthus pratensis</i>	-	NT	RT	-
Lapinkirvinen	<i>Anthus cervinus</i>	-	VU	EN	x
Keltävästäräkki	<i>Motacilla flava</i>	-	VU	RT	-
Isolepinkäinen	<i>Lanius excubitor</i>	NT	RT	-	-
Lapinsirkku	<i>Calcarius lapponicus</i>	-	RT	NT	x
Pohjansirkku	<i>Schoeniclus rusticus</i>	-	VU	NT	x

Liite 3 Vaiheittaisia ideoita soiden ennallistamisen suunnittelussa ja seurannassa eteen tulevien kiemuroiden ratkaisemiseen mahdollisuuksien mukaan

Toimenpide suunnitellaan ja toteutetaan tavoitteiden, ongelman ja mahdollisuuksien pohjalta. Vaikutuksia seurataan pitkäjänteisesti ja siirrytään tarvittaessa uuteen vaiheeseen.

Tilanne	Suunnitteluvaiheessa havaittu ongelma ja mahdollisuus	Ratkaisuvaihtoehto 1	Ratkaisuvaihtoehto 2 (jos edellinen ei ole mahdollinen tai riittävä)	Ratkaisuvaihtoehto 3 (jos edellä mainitut eivät ole riittäviä)
Ennallistettava alue rajautuu talouskäytössä olevaan metsä-alueeseen.	Tarvittava vedenpinnan nostaisi veden liian korkealle vie- reisellä talouskäytössä olevalla alueella.	Ohjataan luontaiset vedet padoilla tai johde- ojilla metsätalous- alueelta sinne, missä vedenpintaa voidaan nostaa.	Jätetään tämä osa ennallistamatta (= odotta- maan).	Selvitetään haittojen korvaamisen vaihtoehtoja ja mahdollisuuksia.
Alun perin avoin tai vähäpuus- toinen suo on muuttunut oji- tuksen jälkeen puustoiseksi.	Alueella on puustoon liittyviä luonnonarvoja, ja seudun luontaisesti puustoiset suot ovat intensiivisessä metsä- talouskäytössä.	Tavoitteeksi asetetaan puustoisien suon ennallistaminen. Puustoa raivataan ojanvarsilta, mutta raivatut puut jätetään suolle. Tukitaan ojat niin, ettei vedenpinta nouse liian korkealle.	Jätetään puustoisimmat osat ennallistamatta ja keskitytään ongelmatoimiin kohtiin.	Pyritään parantamaan metsäluonnon tilaa muilla keinoilla ennallistettavalla alueella tai sen reunoilla. Selvitetään lähialueen metsien suojelun mahdollisuuksia.
Paksuturpeinen tai muuten hyvin pehmeä ojitusalue.	Koneella ei voi mennä ennallistamisen tavoitteiden kannalta tärkeille paikoille sulan maan aikaan.	Jätetään ongelmallisin paikka tukkimatta ja tehdään sen alapuolelle pitkä pato nostamaan vettä isolle alalle.	Tehdään märimmät kohdat talvella, kun jäätynyt suo kantaa koneen paremmin.	Selvitetään lähialueilta vastaavia soita, jotka olisivat helpommin ennallistettavissa.
Suolla on ollut puro.	Puro on kaivettu veto- ojaksi, eikä alkuperäistä uomaa ole jäljellä tai sitä ei ole mahdollista palauttaa.	Tukitaan muut ojat, mutta jätetään sopivan kokoinen ja sopivan suuntainen oja auki puurovettä varten. Säästetään sen reunoilla kasvava puusto.	Ohjataan vettä sivuun täytettävältä ojalta ja annetaan puroveden etsiä uusi reitti. Vaihtoehtoisesti voidaan kaivaa suon pintaturpeeseen uusi matala ja mutkainen uoma puron korvikkeeksi.	Jatketaan uoman ennallistamista monimuotoiseksi ja puromaiseksi, esimerkiksi lisäämällä uomaa puuta.
Suolla on ollut puro.	Puro on ollut matalimassa kohdassa, eikä alkuperäistä uomaa ole jäljellä.	Padotaan puron paikalle kaivettu oja isoilla puilla ja suodatinkan- kaalla vahvistetuilla padoilla, täytetään myös välit ja annetaan veden etsiä uusi reitti.	Ohjataan vettä mutkaiseksi uomaksi isojen patojen lisäksi lyhyillä ohjaus uomilla.	Jatketaan uoman ennallistamista monimuotoiseksi ja puromaiseksi esimerkiksi lisäämällä uomaa puuta.
Alun perin karulla ojitetulla suolla kasvaa hyvin heikosti puuta.	Vedenpinta on korkealla ojista huolimatta. Suon kasvillisuus ei ole muuttunut paljonkaan alkuperäisestä.	Jätetään ennallistamatta.	Jätetään iso osa ennallistamatta ja keskitytään alun perin märimpiin kohtiin. Pyritään palauttamaan vetisiä avorimpiä tai kuljuja.	Jos suo vaikuttaa hoito- seurannan perusteella kuivuvan edelleen, otetaan se uudelleen suunnitteluun.
Alun perin rehevä, märkä avosuo on muuttunut täysin, esimerkiksi turvekankaaksi.	Suo on painunut ympäristään alemmaksi. Ojien tukkiminen aiheuttaisi ajoittaisia tulvimista (metaanipäästöt) ja ojat johtavat suoraan vesistöön (vesistökuormitus).	Ohjataan kehitystä korpimaisen koivikon suuntaan. Täytetään ojat osin ilman pintavaljea ja jätetään puusto kasvamaan.	Kaivetaan alimpaan osaan lampi vesien- suojelukosteikoksi.	Lisätään tarvittaessa patoja, joilla nostetaan vedenpintaa.

Tilanne	Suunnitteluvaiheessa havaittu ongelma ja mahdollisuus	Ratkaisuvaihtoehto 1	Ratkaisuvaihtoehto 2 (jos edellinen ei ole mahdollinen tai riittävä)	Ratkaisuvaihtoehto 3 (jos edellä mainitut eivät ole riittäviä)
Alun perin avo- ja ruopparimpi- nen ojitusalue kasvaa heikosti puuta.	Rimpilajisto on hävinnyt.	Tukitaan ojat ja tehdään isot pintavallit, joilla saadaan vesi pintaan. Varmistetaan vesien ohjauksilla, että padot kestävät, vaikka vettä liikkuu paljon ja vesi on korkealla.	Palautetaan valuma-alueen vesiä suolle.	Seurataan vedenpalautuksen onnistumista ja hienosäädetään tarvittaessa.
Ojitusalue kasvaa heikosti puuta ja on siniheinäinen.	Vaatelias kasvilajisto on hävinnyt.	Ojat tukitaan ja padotaan, jotta vesi saadaan pintaan.	Pyritään palauttamaan valuma-alueen vesiä suolle.	Seurataan vedenpalautuksen onnistumista ja hienosäädetään tarvittaessa.
Lähdesuo on ojitettu.	Pohjavesi purkautuu ojiin. Entisissä lähteissä ja tihkupinnoilla vesi on matalalla tai ne ovat kuivuneet.	Kunnostetaan selvimät purkaumat läh-teiksi, mukaan lukien ojissa olevat purkaumat, jos niissä on lähdelajistoa.	Tukitaan ojia mahdollisimman laajasti ympäristöstä.	Nostetaan pohjavedenpintaa vaiheittain laajalla alueella.
Lammesta tai avorimместä on kaivettu kuivatusoja, johon on tehty pohjapato.	Virtaus syö pohjapatoa matalammaksi.	Kunnostetaan pohjapato.	Tukitaan kaivettu uoma pohjapadon kohdalta ja kaivetaan viereen ehjään turpeeseen uusi mutkainen lasku-uoma.	Pyritään lisäämään uuteen lasku-uomaan luonnontilaisen puron piirteitä.
Ojitetun korven puusto on vanhaa, ja ojien päällä on laho-puuta.	On todennäköistä, että alueella on vanhan kuusimetsän lajistoa.	Tavoitteeksi asetetaan vedenkorkeus, joka ei tapa eläviä puita. Täytetään ojat, jotka voidaan ja padotaan laho-puustoisia ojia mistä voidaan. Raivataan ennallistamista varten vain välttämättömimmät puut.	Seurataan vedenpinnan korkeutta tiiviisti. Jos vedenpinta näyttää nousevan liikaa, tehdään tarvittaessa kuokkatyönä täydennystä veden ohjaukseen.	
Ojitettu korpi on ravinteinen, ja ojat laskevat suoraan vesistöön.	Korvessa on ollut puro, ja maaperä viettää selvästi.	Tehdään korven alaosan ns. suodatinpato pari vuotta ennen ennallistamista.	Palautetaan korven ennallistamisen yhteydessä purovesi patojen avulla alkuperäiseen uomaan. Täytetään patojen välit.	

**Liite 4 Metsähallituksen Luontopalvelujen puitejärjestelyn palvelukuvaus* soiden ennallistamiseen soveltuvin osin
– Ennallistamisen kaivinkonetyöt, kokopuun korjuu ja lähikuljetus luonnonsuojelualueilla**



Kuva: Philippe Fayt/Metsähallitus.

* soiden ennallistamistöiden sisältö konetöiden kilpailuttamista varten

Sisällys

1 Yleiskuvaus	415
2 Töiden kuvaus	415
2.1 Soiden ennallistamisen ja luonnonhoidon kaivinkonetyöt.....	415
2.2 Energiakouralla tehtävä raivaus ja kokopuun korjuu	415
2.3 Lähikuljetus.....	416
3 Metsähallituksen tehtävät.....	416
4 Urakoitsijan tehtävät.....	416
5 Hinnoittelu.....	418
5.1 Hinnoittelutavat.....	418
5.2 Muut hinnoittelun ehdot.....	418
6 Kalusto	418
6.1 Kaivinkone.....	418
6.2 Kauha.....	418
6.3 Koura.....	418
6.4 Kuljetuskalusto	418
6.5 Muu kalusto.....	419
7 Yleinen siisteys ja öljyvahinkojen ja metsäpalojen ehkäisy	419
8 Ennallistamisen laatukriteerit.....	419
8.1 Yleiset laatukriteerit.....	419
8.2 Ojien täyttö.....	419
8.3 Raivaus ja kokopuun korjuu energiakouralla	420
8.4 Lähikuljetus	420
9 Laadun mittauksen menetelmät ja sopimusrikkomukset.....	420

1 Yleiskuvas

Metsähallituksen Luontopalvelut tilaa tarvitsemansa ennallistamisen kaivinkonetyöt, koneelliset raivaukset ja kokopuun korjuut sekä lähikuljetukset urakoitsijoilta. Urakoitsija vastaa töiden toteuttamisesta hankintasopimuksen, palvelukuvauksen ja työohjeiden mukaisesti ja raportoi toiminnan etenemisestä erikseen sovitun raportointimenetelmän mukaisesti.

Tässä palvelukuvauksessa tarkoitettavan työn toteuttajalta edellytetään valmiutta sekä ennallistamisen kaivinkonetöihin että kaato-, katkonta-, kasausta- ja lähikuljetustöihin.

Kosteilla turvemailla työskentely poikkeaa kivennäismaalla toimimisesta. Osa työstä ajoittuu myös talviaikaan.

2 Töiden kuvaus

2.1 Soiden ennallistamisen ja luonnonhoidon kaivinkonetyöt

2.1.1 Ojitusalueiden ennallistaminen

Kaivinkonetyöt sisältävät ojitusalueiden ennallistamista. Ennallistamisessa palautetaan ojitetujen suoalueiden vesitalous ojat tukkimalla sekä patorakenteilla, pintavalleilla, ohjausviisteillä ja muilla tarvittavilla toimenpiteillä. Toimenpiteet voivat sisältää myös uusien johdeojien kaivamista.

Ojat tukitaan suon pinnan tasoon täyttämällä ne käyttäen vähintään kaikki kaivussa syntyneet penkkamaat. Tarvittaessa täyttömaata voidaan ottaa myös pistemäisesti saroilta koneen ulottuman sisältä. Täytetty oja on tiivistettävä kauhalla painamalla tai yli ajamalla. Raivaus- ja hakkuutähteitä tai lunta ei saa käyttää ojien täyttöaineena. Patoihin ja valleihin käytetään ensisijaisesti puhdasta turvetta.

Tukittaville ojille tehdään pintavalleja kohteesta riippuen 20–50 metrin välein. Pintavalle on ilman vahvistavia rakenteita tai kankaita maa-aineksista ojan poikkisuuntaan kasattu valli, jonka mitat ovat:

- Leveys ojan reunasta 5–15 m molempiin suuntiin
- Korkeus tiivistettynä suon pinnasta vähintään 0,5 m
- Pituus ojan suunnassa 1–2 m.

Tukittavilta ojalinjoilta on raivattu tai harkattu tukkimista haittaava puusto tai ojalinja on vähäpuustoista. Tukkimista haittaavaksi puustoksi ei katsota:

- Keskipituudelta alle 2,5-metristä tai läpimitalta alle 5 cm vesakkoa tai taimikkoa
- Yli 2,5-metrisessä puustossa tiheyttä alle 600 runkoa/hehtaari
- Pienialaisia (< 10 % ojien pituudesta) tiheikköjä
- Puustoa, joka sijaitsee yli 2,5 m:n etäisyydellä ojan reunasta.

Raivaamattomat työkohteet tai ojalinjat voidaan erikseen sovittaessa tehdä tuntihintaisena työnä.

2.2 Energiakouralla tehtävä raivaus ja kokopuun korjuu

Energiakouralla tehtävä raivaus ja kokopuun korjuu voivat sisältää puuston kaato- ja katkontatyötä, kasausta ja/tai lähikuljetusta. Töiden toteutustapa vaihtelee työkohteittain ja kuvioittain. Toisinaan raivattava puusto jätetään maastoon, toisinaan se on kuljetettava pois työohjeessa merkittyyn paikkaan.

2.2.1 Ojalinjojen raivaus energiakouralla

Puustoa raivataan ojitetuilta suoalueilta ennen ojien tukkimista. Ojalinjojen raivaus sisältää puuston kaato- ja katkontatyötä. Useimmiten ojalinjat raivataan ojan molemmin puolin 2–3 metriä ojan niskasta saralle päin siten, että ojamaat paljastuvat. Puut kaadetaan aina poispäin ojasta ja puut siirretään pois ojalinjalta. Ojan pohjalle ei saa sijoittaa puuta eikä raivaustähteitä.

Työkohteikohtaisissa ohjeissa voidaan ohjeistaa raivaamaan ojalinjoja myös muilla tavoilla, esimerkiksi ainoastaan patojen kohdil-

ta. Raivaustöihin voi sisältyä myös ajourien raivaamista kohteelle ja kohteen sisällä sekä talviteiden pohjien raivausta. Suuri osa töistä tehdään puustoisilla kohteilla, turvemailla ja pehmeillä alueilla, joissa on osattava toimia koneella.

2.2.2 Kokopuun korjuu

Kokopuun korjuu sisältää puuston kaato- ja kasaustyön sekä lähikuljetuksen. Kokopuun korjuuta voidaan tehdä suoalueilla ennen ojien tukkimista, jolloin ojalinjat raivataan ojan molemmin puolin 2–3 metriä ojan niska-
salle päin siten, että ojamaat paljastuvat. Ojan pohjalle ei saa sijoittaa puuta eikä raivaustähteitä.

2.3 Lähikuljetus

Lähikuljetus sisältää kokopuun, karsitun rangan tai hakkuutähteen lähikuljetuksen ohjeiden mukaisesti. Energiapuukasat peitetään peitepaperilla.

3 Metsähallituksen tehtävät

Metsähallitus huolehtii seuraavista asioista ennen työn aloittamista:

1. Sopii urakoitsijoiden kanssa urakoitavat työkohteet.
2. Määrittelee mahdolliset työaikarajoitteet ja -vaatimukset.
3. Määrittelee metri-, tunti- ja urakkahinnalla tehtävät työt.
4. Määrittelee tarvittaessa työntekijöiden enimmäismäärän työkohteella.
5. Toimittaa työkohteita koskevat työohjeet, jotka sisältävät mm.
 - 5.1 Kohteiden sijaintitiedot ja tarvittavat kartat
 - 5.2 Työkohdetiedot GPX-muodossa (tarvittaessa)
 - 5.3 Kulkureitit (tarvittaessa)
 - 5.4 Työkohde- tai kuviokohtaiset työohjeet
 - 5.5 Erityiset vaara- ja haittatekijät, luontokohteet yms. rajoitteet.

6. Nimeää vastuuhenkilöt työkohteille.
7. Järjestää työmaan aloituspalaverin.
8. Hakee ja hoitaa tarvittavat lupa-asiat, sopimukset ja viestinnän.
9. Hoitaa yksityismaiden ja -teiden lupa-asiat ja sopimukset.
10. Hoitaa tarvittavat teiden auraukset.
11. Hyväksyy laskutuspyyntölomakkeen sekä suoritettun työn.
12. Maksaa palvelusta sovitun mukaisen korvauksen (laskun maksuaika 30 vuorokautta).
13. Valvoo sopimuksen omistajana sopimusvelvoitteiden toteutumista.

4 Urakoitsijan tehtävät

1. Vastaa siitä, että sillä on sopimuskauden aikana valmius sekä riittävä ja tarkoituksenmukainen resursointi vastaanottaa ja toteuttaa sopimuksen mukaisia työkohteita.
2. Vastaa palvelun laadusta siten, että suorite on annettujen ohjeiden ja sopimuksen mukainen.
3. Laatii kirjallisen toteutusaikataulun valitsemilleen työkohteille Metsähallituksen asettamat vaatimukset ja rajoitteet huomioiden sekä hyväksyttää toteutusaikataulun Metsähallituksen edustajalla ennen töiden aloittamista.
4. Suorittaa työt täysimääräisesti loppuun sovitussa toteutusaikataulussa. Mikäli muuta toteutusaikataulua ei ole sovitettu tai mikäli Metsähallitus ei ole vaatimuksissaan määritellyt töiden toteuttamisen määräpäivää, tulee sovitut työt suorittaa täysimääräisesti loppuun sen kalenterivuoden aikana, jolloin Metsähallitus on ne tilannut.
5. Vastaa omien työntekijöidensä ja aliurakoitsijoidensa ammattitaidosta ja perehdyttämisestä työohjeisiin, palvelukuvaukseen, Metsähallituksen toimintatapaohjeeseen ja muihin työssä noudatettaviin lakeihin ja asetuksiin.

6. Vastaa työntekijöidensä ja alihankkijoidensa toiminnasta kuten omastaan.
7. Osallistuu työmaan aloituspalaveriin ja muihin työpalaveriin.
8. Ilmoittaa työkohteen töiden aloittamisesta työmaan vastuuhenkilölle vähintään viikkoa ennen töiden aloittamista.
9. Asettaa ja poistaa työmaan edellyttämät tarvittavat varoitus- ja liikennemerkit.
10. Raportoi työkohteen etenemisestä työohjeen mukaisesti työmaan vastuuhenkilölle esimerkiksi valokuvien tai paikakatiedon avulla tai muulla sovitulla tavalla.
11. Ilmoittaa työkohteen valmistumisesta työmaan vastuuhenkilölle vähintään kaksi päivää ennen työn valmistumista.
12. Ilmoittaa viipymättä mahdollisesta työmaan keskeytymisestä tai todennäköisestä viivästymisestä.
13. Raportoi Metsähallitukselle poikkeavat tilanteet (esim. työtapaturmat, sairastumiset, konerikot, muut Metsähallitukselle tai kolmansille tahoille aiheutuvat vahingot).
14. Raportoi Metsähallitukselle välittömästi poikkeavista löydöksistä työmaalla (esim. arkeologiset kohteet, räjähteet).
15. Vastaa kohtuullisessa ajassa kaikkiin Metsähallitukselta tulleisiin yhteydenottoihin.
16. Osallistuu mahdollisiin hankintasopimuksen mukaisia työlajeja koskeviin Metsähallituksen ilmoittamiin ja järjestämiin koulutuksiin omalla kustannuksellaan.
17. Vastaa yleisien ja Metsähallituksen antamien työturvallisuusohjeiden noudattamisesta sekä omasta, työntekijöidensä ja aliurakoitsijoidensa työturvallisuudesta.
18. Tuntihintaisissa töissä pitää työkohteittain ja päivittäin eriteltyä työaikakirjanpitoa ja hyväksyttää tuntikirjanpidon työkohteen vastuuhenkilöllä ennen laskutusta.
19. Metrihintaisissa töissä pitää työkohteittain ja päivittäin eriteltyä toteumakirjanpitoa ja hyväksyttää sen työkohteen vastuuhenkilöllä ennen laskutusta.
20. Laskuttaa toteutetun työn työkohteittain saatuaan hyväksynnän Metsähallitukselta.
21. Vastaa kaikilta osin laskutuksensa oikeellisuudesta, mukaan lukien siitä, ettei laskutukseen sisälly sinne kuulumattomia eriä. Sopimukseen perustuttomien erien laskuttaminen Metsähallitukselta katsotaan olennaiseksi sopimusrikkomukseksi.
22. Korjaa kustannuksellaan sopimuksen tai työohjeiden vastaisesta toiminnastaan aiheutuneet puutteet työn toteutuksessa sekä korvaa mahdolliset Metsähallitukselle tai mahdolliselle kolmannelle osapuolelle edellä kerrotusta syystä aiheutuneet vahingot. Metsähallituksella on oikeus kateostoon, mikäli puutteita ei korjata Metsähallituksen ilmoittamassa aikataulussa.
23. Ilmoittaa Metsähallitukselle välittömästi, mikäli urakoitsija tai sen alihankkija ei enää täytä tilaajavastuulain mukaisia lakisääteisiä velvoitteita.
24. Erikseen sovittaessa hankkii työmaalla tarvittavat materiaalit (esim. suodatin-kankaat) ja laskuttaa ne toteutuneiden (käytetyn määrän) kustannusten mukaisesti.

5 Hinnoittelu

Työt voidaan tehdä metrihintaista, tunti-
hintaista, urakkahintaista tai näiden yhdistel-
mänä. Metsähallitus osoittaa eri hinnoittelu-
tavoilla tehtävät työt työkohteiden jaon yh-
teydessä ennen työkohteen aloittamista.

5.1 Hinnoittelutavat

- Ennallistamisen kaivinkonetyöt, metri-
hinta (€/m, alv 0 %)
 - Ojien tukkiminen
 - Ojien kokovaihtelu sisältyy metri-
hintaisten ojien tukkimisen hintaan.
 - Pintavallien tekeminen (3 kpl/100:aa
ojametriä kohden).
- Ennallistamisen ja luonnonhoidon kai-
vinkonetyöt, tuntihinta (€/h, alv 0 %)
 - Metrihintaista ojien tukkimisesta
poikkeavalla tavalla tehtävät kohteet,
kuten:
 - ennallistaminen pelkkiä patoja
käyttäen
 - raivaamattomien ojalinjojen täyttö
(katso kohta 2.1.1.)
 - pintavallien tekeminen tiheämpään
kuin 3 kpl/100:aa ojametriä kohden
 - rakenteilla vahvistettavien patojen
tekeminen.
- Raivaus energiakouralla, tuntihinta (€/h,
alv 0 %)
- Kokopuun korjuu, tuntihinta (€/h,
alv 0 %)
- Lähikuljetus, tuntihinta (€/h, alv 0 %).

5.2 Muut hinnoittelun ehdot

Koneiden siirrot työkohteelle kuuluvat ura-
koitsijan ilmoittamaan hintaan. Metsähalli-
tus maksaa mahdolliset työkohteen sisällä
tapahtuvat koneiden siirtokuljetukset, jois-
ta sovitaan aina erikseen. Työkoneiden siirto-
kustannuksista lyhytkestoisille (alle 10 tuntia)
työkohteille sovitaan erikseen.

Tuntihinta sisältää kaikki työn suorittami-
sista aiheutuvat kulut pois lukien erikseen
sovittavat materiaalit (esimerkiksi suodatin-
kankaat, peitepaperit).

Tehollista työaikaa on se aika, jolloin kone
suorittaa työohjeessa osoitettua työtä. Tehol-
liseksi työajaksi ei lueta koneiden työkohteel-
le siirtämiseen kuluvaan aikaan, koneen huol-
to- ja korjausaikaa, ruoka- ja kahvitaukoja tai
koneen työvarusteiden vaihtamiseen kuluvaan
aikaan.

Kestoltaan alle kuuden tunnin työkohteilla
pienin veloitettava summa on kuusi (6) tuntia.

6 Kalusto

6.1 Kaivinkone

Kalustovaatimuksena on ympäröivä tela-
ketjukaivinkone, joka kuuluu toiseen seuraa-
vista kokomääritelmistä:

- painoluokka 10–16 tonnia, telan leveys
vähintään 800 millimetriä
- painoluokka 17–20 tonnia, telan leveys
vähintään 900 millimetriä.

6.2 Kauha

Ojien täytössä vaaditaan kallistuvaa luiska-
kauhaa.

6.3 Koura

Ojalinjojen raivaukset ja kokopuun korjuut
suoritetaan kokopuun korjuuseen soveltuval-
la energiakouralla, jolla täytyy pystyä katkai-
semaan vähintään 25 cm läpimittainen runko.

Karsintaterää ei vaadita.

6.4 Kuljetuskalusto

Lähikuljetus suoritetaan kohteeseen soveltu-
valla puunkuljetuskalustolla (esim. kuorma-
traktori, metsätraktori tukkikärryllä ja koural-
la) tai muulla puunajoon tarkoitettulla kalus-
tolla. Kuormatilan tilavuuden tulee olla vä-
hintään 7 m³.

6.5 Muu kalusto

Käytössä tulee olla karttapohjalla sijainnin osoittava laite tai sovellus, esimerkiksi puhelimen maastokarttasovellus tai koneeseen kiinteästi asennettu sijainnin osoittava laite.

Joillakin kohteilla voi käyttää myös toisenlaista kalustoa, mutta siitä on aina sovittava erikseen.

7 Yleinen siisteys ja öljyvahinkojen ja metsäpalojen ehkäisy

Työmaiden siisteydestä huolehtiminen kuuluu jokaiselle työmaalla työskentelevälle. Eri-tyistä huomiota on kiinnitettävä koneiden huolto- ja tankkauspaikkojen sekä taukosuojien ympäristön siistinä pysymiseen. Urakoitsija kerää kaikki syntyvät jätteet ja käsittelee ne asianmukaisesti omalla kustannuksellaan. Jätteitä ei saa jättää maastoon. Kaikki vaaralliset jätteet kuten akut, maalit, liuottimet ja öljyt (myös biohajoavat) on toimitettava kuntien tai jätehuollosta vastaavien yritysten vaarallisten jätteiden vastaanotto paikkoihin ja niitä on käsiteltävä niin, ettei ympäristölle aiheudu vaaraa.

Kaikissa Metsähallituksen työkohteilla työskentelevissä koneissa tulee olla riittävä öljyvahinkojen ensitorjuntavälineistö. Vähäisenkin öljymäärän pääsy maaperään pyritään estämään. Vähäistä suuremmat ja kaikki pohjavesialueilla tapahtuvat öljy-, polttoaine- ja maalivahingot ilmoitetaan hätäkeskukseen. Vahingosta ilmoitetaan aina myös työkohteen vastuuhenkilölle. On suositeltavaa ottaa yhteyttä myös kunnan ympäristöviranomaiseen.

Pohjavesialueella toimittaessa kiinnitetään erityistä huomiota polttoainesäiliöiden, koneen letkujen sekä poltto- ja voiteluainestien kuntoon. Huolto- ja korjaustöiden tekoa vältetään pohjavesialueella. Tankkauspaikat ja/tai polttoainesäiliöt sijoitetaan pohjavesialueiden ulkopuolelle, jollei siitä ole kohtuutonta vaivaa.

Urakoitsijan tulee ennaltaehkäistä maasto- ja metsäpaloja ja huomioida mahdolliset telaketjujen kipinöinnit maastossa. Urakoitsijan tulee välttää maastossa sellaisia korjaustoimintoja, jotka luokitellaan tulityöksi ruohikko- ja metsäpalovaroituksen aikana. Tulityöksi katsotaan mm. kulmahiomakoneen käyttö ja hitsaaminen. Tulityötä tekevällä tulee aina olla voimassa oleva tulityökortti ja riittävä ensisammutusvälineistö.

8 Ennallistamisen laatukriteerit

8.1 Yleiset laatukriteerit

- Työohjeessa ja palvelukuvauksessa esitettyjen laatuvaatimusten täyttyminen ja sopimuksen tavoitteiden toteutuminen
- Aikataulussa pysyminen
- Oikealla toimenpidealueella ja sovitulla kulkureiteillä pysyminen
- Soveltuvan kaluston käyttö
- Palvelukuvauksessa kerrottujen ilmoitusvelvollisuuksien noudattaminen
- Uusien urapainaumien syntymisen minimointi kaikessa konetyössä. Urapainauksiin katsotaan turvamaalla yli metrin pituinen turpeeseen leikkautunut yli 20 senttimetrin syvyinen painauma. Urapainaukset on korjattu kohteesta riippuen joko tasoittamalla tai mikäli urapainaukset on yli 20 metrin pituinen, on se katkaistu pintavallilla, jonka mitat ovat samat, kuin ojan poikki tehtävillä pintavalleilla (ks. kohta 2.1.1.). Urapainaumien korjauksesta on oltu etukäteen yhteydessä työmaan vastuuhenkilöön.

8.2 Ojien täyttö

- Ojien täyttö palvelukuvauksen ja työohjeiden mukaisesti (ks. luku 2.1.1.)
 - Ojien täyttö
 - Padot
 - Pintavallit.

8.3 Raivaus ja kokopuun korjuu energiakouralla

- Kannon korkeus: ≤ 25 cm
- Raivaustähteiden asianmukainen käsittely (työohjeen mukaisesti)
- Raivattava alue (työohjeen mukaisesti).

8.4 Lähikuljetus

- Sovituilla kulkureiteillä pysyminen
- Varastojen ohjeen mukainen sijoittaminen
- Varastot asianmukaisesti tehty.

9 Laadun mittauksen menetelmät ja sopimusrikkomukset

Metsähallitus arvioi työn laatua vertailemalla työn toteutusta työohjeessa ja palvelukuvauksessa annettuihin vaatimuksiin. Työmaila tulee noudattaa täysimääräisesti palvelukuvausta ja siihen kirjallisilla työohjeilla mahdollisesti tehtyjä tarkennuksia ja nimenomaisia muutoksia. Kaikki urakoitsijan poikkeamat palvelukuvauksesta ja edellä kerrotuista työohjeista katsotaan sopimusrikkomuksiksi, joihin Metsähallitus voi soveltaa puitesopimuksen mukaisia seuraamuksia. Toistuva poikkeama palvelukuvauksesta ja/tai edellä kerrotuista työohjeista katsotaan olennaiseksi sopimusrikkomukseksi.

Metsähallitus käyttää palvelun lopputuloksen arviointiin seuraavia laadunmittauksen menetelmiä:

- Ensisijaisesti maastokatselmukset ja työmaakohtainen työjäljen arviointi, vertailu työohjeeseen ja palvelukuvaukseen
- Mahdolliset auditoinnit
- Elektroniset apuvälineet ja kamerat.

Liite 5 Oppaan kirjoittajat

Aapala Kaisu	Suomen ympäristökeskus
Antila Jani	Ennallistajat Group Oy
Aunio Nelma	Pohjois-Savon ELY-keskus
Blomberg Anna	Luonnontieteellinen keskusmuseo Luomus
Eisto Kaija	Pohjois-Karjalan ELY-keskus
Elo Merja	Suomen ympäristökeskus
Eskelinen Iina	Jyväskylän yliopisto
Granqvist Anna-Liisa	Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus
Haapalehto Suvi	Metsähallitus Luontopalvelut
Hokkanen Reijo	Metsähallitus Metsätalous Oy
Hyvärinen Asmo	Tapio Oy
Ihantola Anna-Riikka	Pohjois-Savon ELY-keskus
Ikkala Lauri	Geologian tutkimuskeskus
Ilmonen Jari	Metsähallitus Luontopalvelut
Ilvonen Jaakko J.	
Isoaho Aleks	Luonnonvarakeskus
Isotalo Anna	Hämeen ELY-keskus
Joensuu Samuli	Tapio Oy
Juutinen Riikka	Lapin ELY-keskus
Kareksela Santtu	Metsähallitus Luontopalvelut
Karttunen Krister	Suomen ympäristökeskus
Keränen Inka	Ympäristöministeriö
Komonen Atte	Jyväskylän yliopisto
Kondelin Hanna	
Korvenpää Terhi	
Koskinen Markku	Helsingin yliopisto
Koukkari Ville	Metsäkeskus
Kulmala Pauliina	Metsähallitus Luontopalvelut
Kurikka Tuula	Ympäristöministeriö
Könönen Katriina	Suomen ympäristökeskus
Laaksonen Mervi	Metsähallitus Luontopalvelut
Laine Anna M.	Itä-Suomen yliopisto
Laitinen Jarmo	Metsäkeskus
Lindholm Tapio	
Lipponen Merja	Lapin ELY-keskus
Luostarinen Ringa	Pohjois-Karjalan ELY-keskus
Puntila Pekka	Suomen ympäristökeskus
Puustinen Mika	Metsähallitus Luontopalvelut
Pänkäläinen Mari	Tapio Oy
Rehell Sakari	Metsähallitus Luontopalvelut
Ruusunen Johanna	Metsähallitus Luontopalvelut
Räsänen Aleks	Oulun yliopisto
Sallantaus Tapani	
Sallinen Antti	Suomen ympäristökeskus
Salmela Jukka	Lapin maakuntamuseo

Salomaa Riikka
Siekkinen Juha
Similä Maarit
Suikki Anneli
Tahvanainen Teemu
Toivanen Tero
Tolvanen Anne
Tuittila Eeva-Stiina
Vasander Harri
Vasko Ville
Vepsäläinen Kari
Vesterinen Pekka
Vilen Risto
Väänänen Simo

Metsäkeskus
Kosteikkomaailma
Metsähallitus Luontopalvelut
Metsähallitus Luontopalvelut
Itä-Suomen yliopisto
BirdLife Suomi
Luonnonvarakeskus
Itä-Suomen yliopisto

Turun ammattikorkeakoulu

Metsähallitus Luontopalvelut
Varsinais-Suomen ELY-keskus

Uusimmat Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisut

Sarja A

- No 253 Ikkala, L. & Similä, M. (eds) 2024: Proposals for developing the monitoring of restored peatlands – Experiences gained in Hydrology LIFE project for developing general and hydrological monitoring as well as setting up monitoring by remote sensing. 151 s.
- No 254 Karppinen, A., Nikula, R. & Viere­lä, M. 2024: Eräpalvelujen virtavesi­kunnostukset 2020–2023 – loppu­raportti. 64 s.
- No 255 Palviainen, H., Tenhunen, T., Ter­vonen, P., Tolonen, S., Tuovinen, T., Vauramo, A. & Väli-Torala, T. 2024: Kulttuuriperinnön kuva 2023 – Met­sähallituksen julkisten hallintoteh­tävien hallinnassa olevan kulttuuri­omaisuuden kuva vuonna 2023. 53 s.
- No 256 Arnkil, A., Bäck, A., Haavisto, F., Kes­kinen, E., Kuningas, S., Laine, A., Nieminen, A., Puttonen, I., Raitanen, H. & Salovius-Laurén, S. 2024: A Re­view of Marine Nature Restoration Work and Methods Used in Finland. 139 s.
- No 257 Salo, E. & Huttunen, M. 2025: Kult­tuuriperintöpotentiaalin selvitys rannikon laguunien ja jokisuisto­jen alueella sekä seitsemällä pilot­ti­kohteella – LIFE-IP Biodiversea -hanke. 90 s.
- No 258 Lehtonen, I., Pirinen, P., Tuomen­virta, H. & Aalto, J. 2025: Pohjoisten luonnonsuojelualueiden ilmastotu­levaisuudet. 61 s.
- No 259 Toivola, M. 2025: Helmi-vieraspeto­hanke – Petopyynnillä pesimärau­haa. 125 s.

Sarja B

- No 269 Tiikkainen, U. 2023: Sallan kansallis­puiston ja Sallatunturin alueen kä­vijätutkimus 2022. 63 s.
- No 270 Haverinen, S. 2023: Patvinsuon kan­sallispuiston kävijätutkimus 2022. 66 s.
- No 271 Haverinen, S. 2023: Tiilikkajärven kansallispuiston kävijätutkimus 2022. 64 s.
- No 272 Metsähallitus 2023: Suojelualuei­den hoidon ja käytön periaatteet. 245 s.
- No 273 Metsähallitus 2025: Principles of Protected Area Management in Fin­land. 254 s.

Sarja C

- No 184 Metsähallitus 2023: Koloveden kan­sallispuiston hoito- ja käyttösuun­nitelma. 131 s.
- No 185 Metsähallitus 2023: Linnansaaren kansallispuiston hoito- ja käyttö­suunnitelma. 157 s.
- No 186 Metsähallitus 2024: Seitsemisen kansallispuiston hoito- ja käyttö­suunnitelma. 107 s.
- No 187 Metsähallitus 2025: Perämeren kan­sallispuiston, Perämeren saarten ja Röytän hoito- ja käyttösuunnitelma 2023–2037. 254 s.



ISSN-L 1235-6549
ISSN (VERKKOJULKAISU) 1799-537X
ISBN 978-952-377-152-9 (PDF)
JULKAISUT.METSA.FI