

Katsaus meriluonnon kunnostustöihin ja -menetelmiin Suomessa

Anna Arnkil, Anette Bäck, Fiia Haavisto, Essi Keskinen, Sanna Kuningas, Ari Laine, Aija Nieminen, Irma Puttonen, Henna Raitanen ja Sonja Salovius-Laurén



Anna Arnkil, Anette Bäck, Fiia Haavisto, Essi Keskinen,
Ari Laine, Aija Nieminen
Metsähallitus Luontopalvelut, etunimi.sukunimi@metsa.fi

Sanna Kuningas
Luonnonvarakeskus, etunimi.sukunimi@luke.fi

Irma Puttonen, Henna Raitanen, Sonja Salovius-Laurén
Åbo Akademi, etunimi.sukunimi@abo.fi

Kansikuva: Hägnäsfladan. Jaakko Haapamäki / Metsähallitus.

Hanke on saanut rahoitusta Euroopan unionin LIFE-ohjelmasta.
Aineiston sisältö heijastelee sen tekijöiden näkemyksiä, eikä
Euroopan komissio tai CINEA ole vastuussa aineiston sisältämien
tietojen käytöstä.

© Metsähallitus, Vantaa, 2024

ISSN-L 1235-6549
ISSN (verkkojulkaisu) 1799-537X
ISBN 978-952-377-121-5 (pdf)

Anna Arnkil, Anette Bäck, Fiia Haavisto, Essi Keskinen, Sanna Kuningas,
Ari Laine, Aija Nieminen, Irma Puttonen, Henna Raitanen ja
Sonja Salovius-Laurén

Katsaus meriluonnon kunnostustöihin ja -menetelmiin Suomessa



Kuvailulehti

Julkaisija Metsähallitus Julkaisuaika 30.5.2024
Luottamuksellisuus Julkinen Asianumero MH 3424/2024

Tekijä(t) Anna Arnkil, Anette Bäck, Fiia Haavisto, Essi Keskinen, Sanna Kuningas, Ari Laine, Aija Nieminen, Irma Puttonen, Henna Raitanen ja Sonja Salovius-Laurén

Julkaisun nimi Katsaus meriluonnon kunnostustöihin ja -menetelmiin Suomessa

Tiivistelmä

Itämeren tila on heikentynyt pitkäaikaisen ihmistoiminnan seurauksena. Viime aikoina on tunnistettu tarve suojella ja ennallistaa Itämeren ja sen elinympäristöjä ja lajeja, jotta saadaan suojelluksi Itämeren arvokkaita ekosysteemejä ja toimintoja, jotka ovat samalla arvokkaita myös ihmisille. Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemipalvelujen suotuisan tilan saavuttaminen sekä kansallisten ja kansainvälisten sitoumusten täyttäminen edellyttävät, että mereisen suojelu-alueverkoston hoidon, laajentamisen ja kehittämisen rinnalla elinympäristöjä ja niiden ylläpitämää lajistoa ennallistetaan, kunnostetaan ja tilaa parannetaan aktiivisin toimenpitein.

Tähän raporttiin on koottu tietoa erilaisista kunnostusmenetelmistä, joiden tavoitteena on parantaa rannikkovesiemme luontotyyppien ja lajien tilaa. Raportti on koostettu osana LIFE-IP Biodiversea -hanketta (2021–2029) ja sen on tarkoitus viitoittaa kansallisen kunnostussuunnitelman laatimista Suomen rannikkoalueelle ja tarjota esimerkkejä kunnostustoimien valintaan. Raportti on pääasiassa keskittynyt Suomessa toteutettuihin toimenpiteisiin, mutta työssä on pyritty huomioimaan kokemuksia koko Itämereltä ja tarvittaessa muualtakin maailmasta, jos ne on arvioitu soveltuviksi Suomen olosuhteisiin. Raportissa on painotettu tietoa, jolla pyritään helpottamaan tulevaisuuden kunnostustoimien suunnittelua ja siksi painopiste on ollut menetelmistä saaduissa opeissa, kokemuksissa ja haasteissa sekä suorissa parannus- tai kehitysideoissa. Lisäksi eri toimenpiteiden kustannuksia on kerätty yhteen suunnitteluprosessien helpottamiseksi.

Kunnostusmenetelmiä esitellään raportissa sekä elinympäristöjen (luontodirektiivin luontotyyppi) että lajien näkökulmasta. Kunnostusmenetelmät on raportissa esitelty sen luontotyypin tai lajin kohdalla, josta on eniten kokemusta tai jossa menetelmä on katsottu sopivimmaksi. Kalataloudelliset toimenpiteet esitellään lajien kunnostustoimien alla, sillä erityisesti suuret petokalat ovat tärkeitä elinympäristöjen kannalta. Lisäksi raporttiin on sisällytetty muita ennallistamisen kaltaisia menetelmiä. Nämä toimenpiteet eivät kohdistu suoraan luontotyypeihin tai lajeihin, mutta ne voivat olla tärkeitä esim. veden laadun, merialueiden ja prosessien parantamisen tai lajeille tilan luomisen kannalta.

Nykyisin meriluonnon kunnostamiseen on jo työkaluja ja keinovalikoimaa tarjolla, mutta toimenpiteiden vaikuttavuuden arviointi on vasta alkutekijöissään. Kunnostustöiden haasteiksi raportissa nostetaan esiin meren rehevöityminen ja vesien heikko tila, tutkimus- ja seurantatiedon vähäisyys ja pirstaleisuus, puutteet suomenkielisessä kunnostuskäsitteistössä, kunnostushankkeiden lyhytkestoisuus, maa- ja vesialueiden omistajuus, resurssien ja asiantuntemuksen riittämättömyys sekä lupaprosessien aiheuttamat pullonkaulat.

Avainsanat meriluonto, luonnonsuojelu, ennallistaminen, kunnostaminen, kunnostusmenetelmät, luonnonhoito, seuranta

Sarjan nimi ja numero Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 252
ISSN-L 1235-6549 ISSN (verkkojulkaisu) 1799-537X
ISBN (pdf) 978-952-377-121-5
Sivumäärä 139 s. Kieli Suomi
Kustantaja Metsähallitus, Luontopalvelut

Presentationsblad

Utgivare	Forststyrelsen	Utgivningsdatum	30.5.2024
Sekretessgrad	Offentlig	Diarienummer	MH 3424/2024
Författare	Anna Arnkil, Anette Bäck, Fii Haavisto, Essi Keskinen, Sanna Kuningas, Ari Laine, Aija Nieminen, Irma Puttonen, Henna Raitanen och Sonja Salovius-Laurén		
Publikation	Granskning av restaurering av marin natur och metoder använda i Finland		

Sammandrag

Östersjöns ekologiska status har försämrats som en följd av långvarig mänsklig aktivitet. Behovet av att skydda och återställa Östersjön och dess livsmiljöer och arter, vilka också är av stort värde för människan, har blivit allt viktigare. För att främja biologisk mångfald och ekosystemtjänster och för att uppfylla nationella och internationella åtaganden räcker inte skydd och utvidgning av marina skyddade områden. Det behövs också aktiva åtgärder för att återställa, rehabilitera och förbättra livsmiljöer och stärka de arter som lever där.

Den här rapporten innehåller information om olika restaureringsmetoder och målsättningen är att förbättra statusen hos livsmiljöer och arter i finska kustvatten. Rapporten har sammanställts inom projektet LIFE-IP Biodiversea (2021–2029) och är det första steget i att utforma en nationell restaureringsplan för Finlands kustområde. Rapporten sammanfattar redan utförda restaureringar och stöder valet av nya restaureringsåtgärder. Rapporten fokuserar främst på åtgärder som gjorts i Finland, men författarna har också tagit med erfarenheter från hela Östersjön och andra delar av världen när det har ansetts relevant för finska förhållanden. I rapporten finns information som underlättar planering av framtida restaureringsåtgärder. Erfarenheter och utmaningar relaterade till metoderna, samt förslag på hur de kan förbättras eller utvecklas finns beskrivna i rapporten. I rapporten finns också information om kostnader för olika åtgärder för att stödja arbetet med att planera restaureringar.

I rapporten beskrivs restaureringar av både enskilda arter och livsmiljöer (habitatdirektivets naturtyper). Metoderna listas i rapporten enligt de livsmiljöer eller arter där det finns mest erfarenhet av dem, eller där de anses vara mest lämpliga för användning. Åtgärder som är relevanta för fisk presenteras i avsnitten om åtgärder som är kopplade till arter, tex stora rovfiskar är mycket viktiga i ekosystemen. Rapporten inkluderar även metoder som liknar restaureringsåtgärder. Dessa metoder berör inte direkt livsmiljöer eller arter men kan vara viktiga för att förbättra vattenkvaliteten, gynna havsområden, stödja viktiga funktioner eller skapa utrymme för arter.

Det finns idag ett urval av verktyg och åtgärder för att återställa marina miljöer, men arbetet med att bedöma effekterna av dessa åtgärder är fortfarande i sin linda. Som utmaningar för restaureringsarbetet lyfter rapporten fram övergödning av havet och dåligt vattenstatus, bristfällig forsknings- och övervakningsdata, restaureringsprojektens tidsbundenhet, ägandet av land- och vattenområden, otillräckliga resurser och expertis samt flaskhalsar orsakade av tillståndsförfaranden.

Nyckelord havsnatur, naturskydd, restaurering, återställande, restaureringsmetoder, naturvård, uppföljning

Seriens namn och nummer	Forststyrelsens naturskyddspublikationer. Serie A 252		
ISSN-L	1235-6549	ISSN (online)	1799-537X
ISBN (pdf)	978-952-377-121-5		
Sidantal	139 s.	Språk	Finska
Förlag	Forststyrelsen, Naturtjänster		

Documentation Page

Published by	Metsähallitus	Publication date	30.5.2024
Sekretessgrad	Offentlig	Diarienummer	MH 3424/2024

Author(s)	Anna Arnkil, Anette Bäck, Fiia Haavisto, Essi Keskinen, Sanna Kuningas, Ari Laine, Aija Nieminen, Irma Puttonen, Henna Raitanen and Sonja Salovius-Laurén
-----------	---

Title	A review of marine nature restoration work and its methods in Finland
-------	---

Abstract

The ecological status of the Baltic Sea has deteriorated because of long-standing human activities. The need to protect and restore the Baltic Sea, its habitats, and its species has recently been identified. This is to conserve the valuable ecosystems and functions of the Baltic Sea, which are also of high value to humans. Several preconditions are required to achieve favourable biodiversity status and ecosystem services while fulfilling national and international commitments. These include managing, expanding, and developing the network of protected marine areas and taking active measures to restore, rehabilitate, and improve the status of both the habitats and the species they maintain.

This report contains information on various restoration methods aimed at improving the status of habitats and species in Finnish coastal waters. The report was compiled as part of the LIFE-IP BIODIVERSEA project (2021–2029) to point the way for drawing up a national restoration plan for Finland's coastal area and, by providing examples, to support the selection of restoration measures. Although this report mainly focuses on measures used in Finland, the authors have also striven to incorporate experiences from the entire Baltic Sea and elsewhere in the world that we consider suitable for Finnish conditions. The report emphasises information aimed at facilitating the planning of future restoration measures, which is why it focuses on the lessons learned, experiences, and challenges relating to the methods, in addition to ideas aimed directly at improving or developing them. The report also sums up the costs incurred from various measures to support planning processes.

In this report, we introduce restoration methods from the perspective of both habitats (those listed in the Habitats Directive) and species. Restoration methods are discussed in the section on the habitat type or species of which the most significant amount of experience has been gathered or for which the method was considered the most suitable. Measures relevant to fisheries are presented in the sections on measures associated with species, such as large predatory fish, which, in particular, are vital for habitats. The report additionally includes methods similar to restoration measures. While these measures do not target habitats or species directly, they may be important for improving water quality, marine areas and processes or creating space for species.

Although a selection of tools and measures for restoring marine environments are currently available, efforts to assess their impact are only taking their first steps. As challenges to restoration work, this report highlights marine eutrophication and the poor status of waters, scarcity and fragmentation of research evidence and monitoring data, gaps in Finnish-language restoration terminology, the short duration of restoration projects, ownership of land and water areas, insufficient resources and expertise, and bottlenecks caused by permit processes.

Keywords	marine environment, nature conservation, restoration, rehabilitation, restoration methods, nature management, monitoring
----------	--

Series name and no.	Nature Protection Publications of Metsähallitus. Series A 252		
ISSN-L	1235-6549	ISSN (online)	1799-537X
ISBN (pdf)	978-952-377-121-5		
No. of pages	139 pp.	Language	Finnish
Publishing co.	Metsähallitus, Parks & Wildlife Finland		

Sisällys

1 Johdanto	9
2 Tausta	11
2.1 Lähtökohdat ja tavoitteet – kansalliset ja kansainväliset strategiat ja sopimukset.....	11
2.2 Ennallistamisen käsite.....	13
2.3 Kunnostustoimenpiteiden seuranta.....	15
2.4 Raportin tarkoitus, tavoitteet ja lukuohjeet.....	16
3 Menetelmät luontotyypeittäin.....	19
3.1 Hiekkasärkät (1110) ja Harjusaarten vedenalaiset osat (1610).....	19
3.1.1 Meriajokkaan siirtoistutukset.....	19
3.1.2 Meriajokkaan ennallistaminen siemenistä.....	32
3.1.3 Hiekka-/sorapohjien ja rantavesien vesikasvien siirtoistutukset.....	35
3.1.4 Hiekka-/sorapohjien ja rantavesien vesikasvien siirtoistutukset.....	37
3.2 Jokisuistot (1130)	39
3.2.1 Kunnostusruoppaus	39
3.3 Rannikon laguunit (1150)	43
3.3.1 Kynnyksen palauttaminen.....	43
3.3.2 Tierummun vaihto / vaellusesteen poisto.....	50
3.3.3 Uoman avaaminen.....	56
3.3.4 Valuma-aluekunnostus.....	61
3.4 Laajat matalat lahdet (1160).....	68
3.4.1 Uposvesikasvillisuuden poisto	68
3.4.2 Järviruo'on poisto.....	71
3.5 Riutat (1170) ja Ulkosaariston saaret ja luodot (1620).....	74
3.5.1 Riuttakunnostukset.....	74
3.6 Kapeat murtovesilahdet (1650) ja (muut) syvät pehmeät pohjat	77
3.6.1 Pohjien hapetus.....	77
4 Lajien elinympäristökunnostukset	81
4.1 Johdanto.....	81
4.2 Haurujen lisääntymiskokeet.....	81
4.3 Näkinpartaislevien siirtoistutukset.....	83
4.4 Elinympäristönhoito	88
4.4.1 Uhanalaisen lajin mikrohabitaatin muokkaus.....	88
4.4.2 Tahallisen häiriön luominen (pienalainen)	90
4.4.3 Rantalaidunnus (suurialainen)	91
4.5 Rannikon kalataloudelliset kunnostukset	93
4.5.1 Kalataloudelliset kunnostukset rannikon laguuneissa	93
4.5.2 Haukikosteikot.....	98
4.5.3 Merikutuisen harjuksen lisääntymisalueiden kunnostukset	101

5 Muut kunnostuksen kaltaiset menetelmät	105
5.1 Keinoriuttojen ja muiden substraattien lisääminen merenpohjaan	105
5.2 Biomanipulaatio	108
5.2.1 Kasvillisuuden muutokset	108
5.2.2 Kolmipiikkien poistokalastus	108
5.3 Keinotekoiset hiekkasärkät ja saaret.....	109
5.4 Happamien sulfaattimaiden vaikutusten torjunta	110
5.5 Kemiallinen manipulointi	111
5.5.1 Fosforin sitominen pohjasedimenttiin lämpökäsitellyn kalkkikiven avulla sisäisen kuormituksen vähentämiseksi.....	111
5.6 Liettyneen vedenalaisen niityn kunnostus	113
5.7 Ravinteiden poisto.....	113
5.7.1 Ravinnepitoisen murtoveden käyttäminen kasteluun.....	113
5.7.2 Sedimentin pintakerroksen poisto ravinteiden vähentämiseksi.....	114
5.7.3 Sinisimpukan vesiviljely ja korjuu ravinteiden vähentämiseksi.....	116
5.7.4 Kuolleen rihmalevä- ja vesikasvibiomassan poistaminen merestä ..	118
5.8 Vieraslajien torjuntatoimenpiteet	119
5.8.1 Kanadanvesirutto.....	119
6 Johtopäätökset.....	121
Nykytila – kunnostusmenetelmät ja niiden riittävyys	121
Menetelmien tehokkuus ja vaikuttavuus.....	122
Haasteet	122
Vinkkejä kunnostajille.....	125
Kiitokset.....	126
Lähteet.....	127
Liitteet.....	139
Liite 1 Kunnostusmenetelmien soveltuvuus eri luontotyypeille	139

1 Johdanto

Itämeren tila on heikentynyt pitkäaikaisen ihmistoiminnan seurauksena. Rehevöityminen, ylikalastus, lisääntynyt meriliikenne, ympäristömyrkyt ja vieraslajit kuten myös rakentaminen sekä meri- että rannikkoalueilla ovat tekijöitä, jotka ovat vaikuttaneet suoraan tai välillisesti meriluonnon, sen elinympäristöjen ja lajien tilan heikentymiseen. Merkittävin rannikkovesiemme ja avomeren tilaa heikentävä tekijä on ravinnekuormitus ja sen aiheuttama vesien rehevöityminen, mikä vaikuttaa Itämereen kokonaisuutena (Korpinen ym. 2018, Laamanen ym. 2021). Paikallisesti muut tekijät, kuten rantojen rakentaminen ja ruoppaus, voivat kuitenkin olla merkittävämpiä tekijöitä ja muuttaa paikallisesti elinympäristön tai sen toiminnan kokonaan tai johtaa lajien häviämiseen, joskin usein muiden vaikutustekijöiden voimistamana. Viime aikoina on tunnistettu tarve suojella ja ennallistaa Itämeren ja sen elinympäristöjä ja lajeja, jotta saadaan suojelluksi Itämeren arvokkaita ekosysteemejä ja toimintoja, jotka ovat arvokkaita myös ihmisille.

Yhdistyneiden kansakuntien biodiversiteettisopimuksen 15. osapuolikokouksessa Montrealissa joulukuussa vuonna 2022 sovittiin maailmanlaajuisesta 30 prosentin suojelutavoitteesta, joka koskee luontokokouksen osapuolten hallinnoimia maa-, sisävesi-, rannikko- ja merialueita. Lisäksi osapuolet sopivat, että vähintään 30 prosenttia tilaltaan heikentyneistä maa- ja vesiekosysteemeistä tulee ennallistaa vuoteen 2030 mennessä. Myös useat muut kansainväliset ja kansalliset sitoumukset edellyttävät Suomelta toimia rannikko- ja meriympäristön parantamiseksi (mm. vesipuitedirektiivi, meristrategiadirektiivi, lintu- ja luontotyypidirektiivi, laki ja asetukset meren- ja vesienhoidon järjestämisestä). Euroopan komission biodiversiteettistrategian tavoitteena on pysäyttää

luontokato ja kääntää luonnon monimuotoisuuden kehitys myönteiseksi vuoteen 2030 mennessä. Komissio julkaisi 22.6.2022 ehdotuksen ennallistamisasetukseksi, eli niin kutsutuksi luonnon tilan parantamista koskevaksi asetukseksi. EU:n ennallistamisasetus tähtää osaltaan EU:n biodiversiteettistrategian tavoitteiden täyttämiseen (Ympäristöministeriö 2020 ja 2022). Asetuksen toimeenpano edellyttää luonnonhoitoa esimerkiksi soilla, metsissä, maatalousympäristöissä, tuntureilla, rannoilla, merellä ja sisävesissä.

Biologisen monimuotoisuuden ja ekosysteemipalvelujen suotuisan tilan saavuttaminen sekä kansallisten ja kansainvälisten sitoumusten täyttäminen edellyttävät, että suojelualueverkoston hoidon, laajentamisen ja kehittämisen rinnalla elinympäristöjä ja niiden ylläpitämää lajistoa ennallistetaan, kunnostetaan ja tilaa parannetaan aktiivisin toimenpitein. Toimenpiteillä pyritään parantamaan kohteiden luonnontilaa ja edustavuutta. Monissa tapauksissa ekosysteemit voivat myös toipua itsestään ilman kohdennettuja ennallistamistoimia, ns. luonnollisen palautumisen kautta. Luonnollinen palautuminen on mahdollista, jos ihmisvaikutus on ollut vähäistä tai keskisuurta ja paineita on mahdollista vähentää suojelutoimenpiteillä (Connell & Slatyer 1977, sit. Kraufvelin ym. 2021b). Luonnollinen palautuminen olisi aina asetettava etusijalle, mikäli se on mahdollista. Aktiivinen ennallistaminen on yleensä kertaluonteinen toimenpide, joka kohdennetaan alueille, missä sen hyöty monimuotoisuudelle on mahdollisimman suuri. Luonnonhoidolla tarkoitetaan tietyn luontotyypin tai suojeltavalle lajistolle otollisen elinympäristön elvyttämistä tai ylläpitämistä. Hoitotoimenpiteitä joudutaan usein toistamaan tietyin aikaväleillä, jotta elinympäristön ominaispiirteet tai lajin kanta pääsevät vahvistumaan.

Meriympäristön ennallistaminen ja hoito on suhteellisen nuori toimiala ja siitä kertynyttä kokemusta on vasta viime vuosina julkaistu raportteina ja yhteenvetoina Suomessa ja maailmalta. Meriluonnon ennallistamiseen ja kunnostamiseen on maailmanlaajuisesti panostettu erityisesti tiheästi asutetuilla ja taloudellisesti merkittäville alueilla (Kraufvelin ym. 2021b).

Rannikon ekosysteemien palautuminen on yleensä hidasta ja saattaa kestää useita vuosikymmeniä (mm. Borja ym. 2010, Kraufvelin ym. 2021a ja 2021b). Siten on tärkeä muistaa, että luonnon heikentymisen ja ympäristövahinkojen ennaltaehkäisy rannikkoalueilla on aina ensisijainen ja kustannustehokkaampi toimenpide kuin meriympäristön kunnostaminen jälkikäteen, koska ei ole täyttä varmuutta, saadaanko meriekosysteemin rakenne ja toiminta palautettua ennallistamistoimenpiteiden avulla. Esimerkiksi Rebuilding marine life -artikkelissa tutkijat (Duarte ym. 2020) arvioivat maailmanlaajuisesti mereisten ekosysteemien palautumisajaksi noin 20 vuotta. Palautumisajat kuitenkin vaihtelevat tapauskohtaisesti luontotyyppistä, lajista ja alueesta riippuen vuodesta kuuteenkymmeneen vuoteen eikä kaikkea kerran menetettyä saada ennallistamistoimenpiteillä välttämättä koskaan palautettua. Lisäksi meiltä puuttuu kokonaiskäsitys ihmistoiminnan ja ekosysteemeihin kohdistuvien vaikutusten välisestä suhteesta, jolloin oikeiden toimenpiteiden kohdistaminen on usein vaikeaa tai jopa mahdotonta.

Tähän raporttiin on koottu tietoa erilaisista kunnostusmenetelmistä, joita Suomessa on käytetty tai joiden voidaan olettaa soveltuvan Suomen olosuhteisiin, tavoitteena parantaa rannikkovesiemme luontotyyppien ja lajien tilaa. Tämä raportti pohjautuu vuonna 2021 eri tahoilla julkaistuihin meriluonnon ennallistamista ja kunnostamista käsitteleviin koosteraportteihin, joita on laadittu niin Suomessa (Deinhardt ym. 2021), Ruotsissa (Kraufvelin ym. 2021a) kuin osana Helsinki-komission koordinoimaa HELCOM ACTION-hanketta (Kraufvelin ym. 2021b). Raportissa esitellään myös menetelmiä, jotka ovat vielä suunnitelma- tai testausvaiheessa ja joista tietoa on kerätty esim. asiantuntijahaastattelujen avulla. Raportti on koostettu osana LIFE-IP BIODIVERSEA -hanketta (2021–2029), ja sen on tarkoitus viitoittaa kansallisen kunnostussuunnitelman laatimista Suomen rannikkoalueelle, tarjota esimerkkejä kunnostustoimien valintaan ja siten palvella kaikkia meriluonnon kunnostustöitä suunnittelevia ja toteuttavia tahoja. Raportissa pyritään tarkastelemaan mahdollisimman laajasti Suomen merialueiden kunnostamiseen soveltuvia kokemuksia ja menetelmiä. Ennallistamis- ja kunnostustoiminta kehittyy kuitenkin voimakkaasti ja tässä koottua tietämystä on vielä tarkoitus täydentää hankkeen aikana. Menetelmät, joita ei tässä vaiheessa ole huomioitu mutta jotka tulevat esiin hankkeen aikana, sisällytetään puolestaan osaksi projektin tuloksena syntyvää kunnostuskäsikirjaa.

2 Tausta

2.1 Lähtökohdat ja tavoitteet – kansalliset ja kansainväliset strategiat ja sopimukset

Riittämättömien toimenpiteiden takia biologisen monimuotoisuuden häviäminen ja ekosysteemien tilan heikkeneminen ovat maailmanlaajuisesti yhä käynnissä ja vahingoittavat myös ihmisiä, taloutta ja ilmastoa. Tämä on laajalti dokumentoitu muun muassa hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (IPCC) ja biologista monimuotoisuutta ja ekosysteemipalveluja käsittelevän hallitustenvälisen tiede- ja politiikkafoorumin (IPBES) monimuotoisuus- ja ekosysteemipalveluselonteossa sekä YK:n asettamien Aichi-biodiversiteettitavoitteiden edistymisraportissa. Tästä syystä Euroopan komissio julkaisi 22.6.2022 ehdotuksen ennallistamisasetukseksi eli niin kutsutuksi luonnon tilan parantamista koskevaksi asetukseksi. Montrealin YK:n biodiversiteettisopimuksen 15. osapuolikokouksessa sovittiin luonnon monimuotoisuuden köyhtymisen pysäyttämistä vuoteen 2030 mennessä ja luonnon tilan vahvistamisesta aktiivisin ennallistamistoimin.

Euroopan komission biodiversiteettistrategia ”Luonto takaisin osaksi elämäämme” (2020) hyväksyttiin kesäkuussa 2021. Strategiassa komissio asetti kunnianhimoiset tavoitteet luonnon suojelulle ja ennallistamiselle koko Euroopan yhteisön alueella. Päämääränä on yhteisin poliittisin päätöksin ja jäsenmaita sitovien ohjelmien avulla pysäyttää luontokadon eteneminen ja palauttaa luontoarvoja kaikissa heikentyneissä elinympäristöissä seuraavan vuosikymmenen aikana (Ympäristöministeriö 2020). Lisäksi jo heikentyneiden elinympäristöjen ennallistamistoimille asetettiin EU-tasolla tavoitteet seuraavasti: 1) Yhteisölle tärkeiden suojeluarvojen tilassa ei saa tapahtua huononemista. 30 % niistä luontotyypeistä tai lajeista, jotka ovat ei-suotuisassa tilassa,

tulee saada suotuisampaan tilaan. 2) Erityisesti hiiltä sitovia ja heikentyneitä alueita ennallistetaan merkittävästi.

Euroopan komissio julkaisi lisäksi kesäkuussa 2022 ehdotuksen ennallistamisasetukseksi eli niin kutsutuksi luonnon tilan parantamista koskevaksi asetukseksi. EU:n ennallistamisasetus tähtää osaltaan EU:n biodiversiteettistrategian tavoitteiden täyttämiseen. Suomen ympäristöministeriön tiedotteen (2022) mukaan ennallistamisasetusehdotuksen tavoitteena on parantaa luonnon tilaa laajasti eri ympäristöissä sekä suojelualueilla että niiden ulkopuolella. Ennallistaminen ei tarkoita yksinomaan suojelua, vaan myös tapoja vahvistaa luontoarvoja. Ennallistettava alue voidaan esimerkiksi säilyttää talouskäytössä tai osana kaupunkiympäristöä. Ennallistamisasetuksen yleinen tavoite on edistää luonnon monimuotoisuuden pitkäaikaista ja kestävää toipumista maa- ja merialueilla. Ehdotuksessa on asetettu sitovia tavoitteita ja velvoitteita luonnon tilan parantamiseksi eri elinympäristöissä. Toimenpiteiden tulisi kattaa vähintään 20 % EU:n maa- ja merialueista vuoteen 2030 mennessä, ja vuoteen 2050 mennessä kaikki ennallistamisen tarpeessa olevat ekosysteemit.

Euroopan yhteisön vesipolitiikan suuntaaviivat määrittelevä vesipolitiikan puitedirektiivi (VPD, 2000/60/EY) astui voimaan vuonna 2000. Direktiiviin tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa vesiä niin, ettei niiden tila heikkene ja että vesistöjen tila on vähintään hyvä koko EU:n alueella vuoteen 2027 mennessä (alkuperäinen tavoitevuosi oli 2015). Vastaava meristrategiapuitedirektiivi (2008/56/EY) astui voimaan vuonna 2008, ja sen tavoitteena on Itämeren hyvä tila vuo-

teen 2027 mennessä (alkuperäinen tavoitevuosi oli 2020). Meristrategiapuitedirektiivin tavoitteena on luoda yhteiset puitteet niille EU-jäsenvaltioiden toimenpiteille, jotka ovat tarpeen meriympäristön hyvän tilan saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi (Puharinen ym. 2021).

Neuvoston direktiivi 92/43/ETY, joka tunnetaan yleisemmin luontodirektiivinä, on säädetty biologisen monimuotoisuuden suojelemiseksi ja säilyttämiseksi Euroopan unionissa. Luontodirektiivi kattaa lähes 200 Euroopan unionin merkittävintä luontotyyppiä, ns. luontodirektiivin luontotyyppiä. Nämä ovat luontotyyppinä, joiden luontainen esiintymisalue on hyvin pieni tai jotka ovat vaarassa hävitä unionin alueelta. Toisaalta ne voivat olla hyviä esimerkkejä unionin kuudesta luonnonmaantieteellisestä alueesta.

Luontodirektiivissä määritellään tarkasti suojeltavat luontotyypit ja niiden suojelua vaativat lajit. Sen jälkeen jäsenvaltioiden odotetaan ryhtyvän tarvittaviin toimenpiteisiin näiden luontotyyppien säilyttämiseksi ja tarvittaessa palauttamaan niiden suotuisa suojelutaso, mukaan lukien kunnostustoimenpiteet. Näistä Suomen meri- ja rannikkoalueilla esiintyy yhteensä 20 luontotyyppiä, joista kahdeksan luontotyyppiä luetaan merellisiksi. Näitä luontotyyppinä koskevat tarkemmat tiedot löytyvät direktiivin liitteestä I. Luontodirektiivissä ei ole asetettu tiettyä määräaikaasi, milloin luontotyyppien tulisi saavuttaa hyvä suojelutaso. Sen sijaan korostetaan jatkuvaa ja aktiivista hoitoa luontotyyppien ja direktiivin piiriin kuuluvien lajien suojelutason ylläpitämiseksi ja parantamiseksi.

EU:n ennallistamisaloitteessa on todettu, että luontodirektiivin liitteessä I luetellut merelliset direktiiviluontotyypit on määriteltävä väljästi, ja niihin kuuluu monia ekologisesti erilaisia alatyyppejä, joilla on erilaiset ennal-

listamismahdollisuudet, minkä vuoksi jäsenvaltioiden tulisi käyttää Euroopan luontotietojärjestelmän mukaisia EUNIS-luontotyyppiluokituksen tasoja. Meriavain-hankkeen raportissa todetaan, että pelkästään luontodirektiivin luontotyyppien perustuva suojele ei tarjoa riittävää suojaa, sillä luontotyypit ovat usein niin laajoja, että yksittäiset hankkeet eivät yleensä voi heikentää niiden tilaa (Metsähallitus 2021). Perustamalla toimenpiteet EUNIS-luontotyyppien perusteella on pyritty kohdentamaan suojelua ja toimenpiteitä paremmin, mutta samalla tieto ko. luokituksen mukaisista luontotyypeistä ja niiden esiintymisestä on hyvin niukkaa. Vaikka joistakin merellisistä direktiiviluontotyypeistä puuttuvat vielä täydelliset esiintymiskartat ja monet levinneisyystiedot perustuvat malleihin, tieto niistä on huomattavasti parempaa ja luontotyypit ovat helpommin tunnistettavissa ja hahmottavissa. Siksi niitä on vielä tässä vaiheessa helpompi käyttää pohjana erilaisissa analyyseissä.

Suomessa esiintyvien mereisten direktiiviluontotyyppien kuvaukset, niiden suojelutaso, kehityssuunta, viimeisin uhanalaisuusarvio, merkittävimmät uhkatekijät ja luontotyypeillä esiintyvät uhanalaiset ja silmälläpidettävät lajit on esitelty Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisujen sarjassa suomeksi julkaistussa raportissa vuonna 2022 (Haapamäki ym. 2022). Lisäksi raportista löytyvät myös mm. kansallisen luontotyyppien uhanalaisuusarvion (Kontula & Raunio 2018) mukaan uhanalaiseksi arvioidut merenpohjan luontotyypit ja luontotyyppiyhdistelmät sekä muut ko. luontotyypille ominaiset luontotyypit. Kyseisessä raportissa on esitelty kattavasti myös mereisiin luonnonsuojelualueisiin kohdistuvia ihmispaineita ja toimenpiteitä niiden rajoittamiseksi.

Ennallistamisasetuksen luontotyypit ja luontotyypiryhmät (ns. EUNIS-luokitus)

Ennallistamisedotuksen liitteen II 5 artiklan 1 ja 2 kohdan mukaiset meriset luontotyypit ja luontotyypiryhmät, jotka esiintyvät Suomen rannikkoalueella:

- meriheinäpohjat
- makrolevämetsät
- simpukkapohjat
- pehmeät sedimentit alle 1000 metrin syvyydessä.

Liite III merilajeja, joiden elinympäristöt kuuluvat ennallistamisasetuksen piiriin:

- lohi
- taimen.

Luontodirektiivin liitteiden II, IV, ja V Suomessa esiintyvät lajit:

- nisäkkäät: halli eli harmaahylje (liitteet II ja V), itämerennorppa (liitteet II ja V), pyöriäinen (liitteet II ja IV) ja saukko (liitteet II ja IV),
- kalat ja ympyräsuiset: harjus Itämeressä, kivisimppu (liite II (var.)), itämerenlohi (liitteet II (var.) ja V), miekkasärki (liitteet II ja V), muikku (liite V), nahkiainen (liitteet II (var.) ja V), rantanuoliainen (liite II (var.)), merialueen vaellussiika (liite V) ja toutain (liitteet II (var.) ja V),
- kovakuoriaiset: meriuposkuoriainen (liite II) ja
- putkilokasvit: hentonäkinruoho (liitteet II ja IV), lietetatar (liitteet II ja IV), nelilehtivesikuusi (liitteet II ja IV) sekä upossarpio (liitteet II ja IV).

2.2 Ennallistamisen käsite

Käytännössä ennallistettavat ekosysteemit ovat heikentyneet ihmistoimintojen takia, mutta ekosysteemejä voidaan ennallistaa myös esimerkiksi luonnonkatastrofien kuten tsunamien tai pyörremyrskyjen jälkeen (Komonen & Halme 2014). Rannikon ekosysteemien palautuminen on yleensä hidasta ja saattaa kestää useita vuosikymmeniä (mm. Borja ym. 2010, Kraufvelin ym. 2021a ja b). Siten on tärkeä muistaa, että luonnon heikentymisen ja ympäristövahinkojen **ennaltaehkäisy** rannikkoalueilla on aina ensisijainen ja kustannustehokkaampi toimenpide kuin meriympäristön kunnostaminen jälkikäteen, koska ei ole täyttä varmuutta, saadaanko me-

riekosysteemin rakenne ja toiminta palautettua ennallistamistoimenpiteiden avulla.

Ennallistamishankkeissa tärkeimmät tekijät, joihin prosessin aikana tulee kiinnittää huomio, ovat veden fysikaalis-kemialliset olosuhteet, vesistöjen spatiaaliset muodot ja valuntaolosuhteet (ns. hydromorfologia) sekä elinympäristöt ja niissä esiintyvät lajit. Toisinaan ennallistamistoimenpiteeksi riittää, että lajiin tai luontotyyppiin kohdistuva paine saadaan poistettua, jolloin ympäristön **luontainen palautumisprosessi** voi käynnistyä (Kraufvelin ym. 2021b). Tällöin kyseessä on ns. **passiivinen ennallistaminen** (Kraufvelin ym. 2021b) Luonnollinen palautuminen on mah-

dollista, jos vaikutus on ollut vähäinen tai keskiuuri ja paineita on mahdollista vähentää suojelutoimenpiteillä (Connell & Slatyer 1977, sit. Kraufvelin 2021b). Monissa tapauksissa passiivinen ja luonnollinen palautuminen voi olla ensisijainen vaihtoehto tärkeiden ekosysteemin toimintojen ja palvelujen palauttamiseksi ja aktiiviset ennallistamistoimenpiteet vasta toissijaisia, jos luonnon toimuminen katsotaan liian hitaaksi (Jones ym. 2018, sit. Kraufvelin ym. 2021b). Esim. avoimissa meriympäristöissä luontainen palautumisprosessi voi olla ainoa ja tärkein menetelmä meren ennallistamisessa.

Toisaalta läpikäydyssä kirjallisuudessa on yleisesti todettu, että ihmistoiminnoista heikentyneen meriympäristön luonnollinen palautuminen ja aluesuojelun avulla tehtävät toimet ovat yleensä riittämättömiä toimivan ekosysteemin palauttamiseksi, ja siksi erilaiset meriluontoon soveltuvat ennallistamistoimenpiteet ovat tarpeellisia ja tärkeitä. Yksinomaan mereisten suojelualueiden pinta-alan kasvattaminen ei riitä nykytilanteessa vahvistamaan ekosysteemin toiminnan, elinympäristön tai lajin säilymistä, kun ilmastonmuutos suorine ja epäsuorine vaikutuksineen ja erilaisten ihmistoimien aiheuttama luontokato heikentävät samanaikaisesti luonnon tilaa myös meriympäristössä. Ihminen on muuttanut ekosysteemejä niin paljon, ettei luonnon-tilaisia tai niiden kaltaisia alueita enää löydy (Komonen & Halme 2014), ja vaikka löytyisi-kin, sopivimpia alueita ei välttämättä saada suojeltua maanomistusolosuhteiden takia. Tämä on erityisen ajankohtaista meriluonnonsuojelun näkökulmasta Suomessa, jossa tuoreen selvityksen (Virtanen ym. 2018) mukaan 3/4 arvokkaimmista meriluontoarvoista jää nykyisen luonnonsuojelualueverkoston ulkopuolelle. Suomessa nämä monimuotoiset, matalat rannikko- ja saaristoalueet ovat pääosin yksityisten tahojen omistamia. Tästä syystä ennallistamistoimenpiteitä tarvitaan suojelun ohella, sillä niitä voidaan kohdistaa

sellaisille alueille, joissa suojelu ei syystä tai toisesta ole mahdollista.

Ekologinen ennallistaminen sisältää käsitteellisen kiistan siitä, mitkä kaikki toimenpiteet lukeutuvat ennallistamisen piiriin, mitkä niistä ovat ns. "hyviä" ja mitkä "huonoja" ja voiko luontoa ylipäättään ennallistaa (Komonen & Halme 2014). Kansainvälinen tiede- ja politiikkatyöryhmä (SER, Society for Ecological Restoration International Science ja Policy Working Group) on vuonna 2004 määritellyt, että *ekologisella ennallistamisella tarkoitetaan heikentyneen ekosysteemin palauttamista kohti luonnontilaa aktiivisin toimenpitein, ihmisen avustamana.*

Itämeren alueella **meriluonnon ennallistamiseen** liittyvää käsitteistöä ovat käsitelleet raporteissaan muun muassa Kraufvelin ym. (2021a) ja Petersen ym. (2023). Ennallistaminen (eng. *nature restoration*) nähdään aktiivisina toimenpiteinä, joilla *pyritään palauttamaan luontotyyppi tai laji alueelle, jolta kyseinen luontotyyppi tai laji on hävinnyt. Toimenpiteillä ennallistetaan lajien ja luontotyyppien esiintymien lisäksi niiden tiheyttä, biologisia mekanismeja ja hydrologisia prosesseja* (Petersen ym. 2023). Kraufvelin ym. (2021a) mukaan ennallistamisella tarkoitetaan *fyysisten, joskus kemiallisten tai biologisten toimenpiteiden käyttöä häiriöiden vuoksi vahingoittuneen tai heikentyneen ekosysteemin luontaisten fyysisten ja biologisten prosessien palauttamiseksi. Toisinaan termiä voidaan käyttää myös järjestelmän elpymisen/palautumisen käynnistämisestä tai nopeuttamisesta. Häiriöt johtuvat yleensä ihmisen toiminnasta, kuten esimerkiksi päästöjen tai fyysisen hyödyntämisen suorista vaikutuksista, mutta ekosysteemin heikentymiseen voivat vaikuttaa myös ihmistoiminnan epäsuorat vaikutukset kuten ilmastonmuutos tai vieraslajit* (Kraufvelin ym. 2021a).

Yksi ennallistamisen käsitteeseen liittyvä haaste on tiedonpuute: tietoa ekosysteemin alkuperäisestä luonnontilasta on harvoin

saatavilla, ja näin ollen harvat toimet täyttävät tiukasti tulkituna ennallistamisen määritelmän (Petersen ym. 2023). Itämeren osalta ihminen on vaikuttanut ekosysteemiin niin pitkään ja vahvasti, että on perusteltua pohtia myös, onko luontotyyppien ja lajien populaatioiden palauttaminen alkuperäiseen luonnontilaan ylipäättään mahdollista (Kraufvelin ym. 2021a). Ennallistamisen käsitteen rinnalla kulkeekin käsite **kunnostus** (eng. *rehabilitation*). Tämä laajempi käsite pitää sisällään toimet, joilla pyritään palauttamaan vahingoittunut ympäristö asetettua tavoitetilaa kohden, esimerkiksi luonnontilassa olevan alueen kaltaiseksi (Kraufvelin ym. 2021a). Toimenpiteen tavoitteena ei siis välttämättä ole alkuperäinen luonnontila ennallistamisen tapaan, vaan tavoite määritellään toteuttajan toimesta tapauskohtaisesti. **Tämä raportti sisältää kuvauksen useista erityyppisistä menetelmistä ja näin ollen käytämme raportissa kunnostuskäsitettä, jonka määritelmän alle luvussa 3 ja 4 esitetyt toimenpiteet pääsääntöisesti mahtuvat.**

Ennallistamiseen tähtäävien toimenpiteiden lisäksi merialueilla toteutetaan erilaisia toimia, joilla pyritään esimerkiksi vahvistamaan/poistamaan tiettyjen lajien kantaa (biomanipulaatio, luku 5.3), luomaan uusia elinympäristöjä (keinoriutat, luku 5.1.) tai poistamaan ravinteita ekosysteemistä (luku 5.9) (Kraufvelin ym. 2021a, Petersen ym. 2024). Näiden toimenpiteiden lähtökohtana ei välttämättä ole ekosysteemin palauttaminen luonnontilaan tai monimuotoisuuden lisääminen, vaan tavoite on jokin muu ja olemme käsitelleet niitä luvussa 5.

2.3 Kunnostustoimenpiteiden seuranta

Toimenpiteitä suunniteltaessa on tärkeää saada selkeä kuva siitä, mitä yritetään palauttaa tai parantaa (Geist & Hawkin 2016, sit. Kraufvelin 2021a). Luonnontilaan palauttamisen tavoite on haastava, sillä luonnontilaa ei aina ole mahdollista määritellä, koska luonto on dynaaminen ja ihmisen vaikutus on kestänyt jo niin kauan, ettei luonnontilaa enää tunneta tai voida saavuttaa. Kraufvelinin (2021a) mukaan ekosysteemien palauttamisen sijaan meidän pitäisi keskittyä enemmän ekosysteemien keskeisten toimintojen ylläpitämiseen ja siten varmistaa arvokkaiden ekosysteemipalvelujen jatkuva tarjonta.

Hyvin kohdennetuilla esikartoituksilla ja seurannoilla tulee mitata toimenpiteiden tuloksia, jotta voidaan arvioida, onko toivotut tavoitteet tai muutos saavutettu. Tällä tavalla saadaan arvio eri toimenpiteiden ja menetelmien tehokkuudesta, mikä auttaa parantamaan toimenpiteiden kohdentamista ja varmistamaan resurssien tehokkaan käytön. Vaikka Itämerellä on jo toteutettu monia kunnostustoimenpiteitä, eri menetelmien ja toimenpiteiden tehokkuudesta on vielä suhteellisen vähän tieteellistä näyttöä (Kraufvelin ym. 2021b). Tämä tiedon puute rajoittaa merkittävästi työtä luontotyyppien ennallistamisen ja hoidon edistämiseksi ja vaikuttaa siten yhteiskunnan kykyyn toteuttaa parannustoimenpiteitä.

Seuranta olisi suunniteltava siten, että sen avulla voidaan osoittaa, tapahtuuko haluttu parannus vai ei. Seuranta voi olla myös laajempaa, jolloin sillä voidaan havainnoida odottamattomia vaikutuksia ekosysteemin muihin osiin ja sen tarjoamiin palveluihin. On kuitenkin tärkeää muistaa, että ekosysteemin toipumisaika voi olla pitkä, ja siksi on varmistettava riittävän pitkäkestoinen seuranta.

2.4 Raportin tarkoitus, tavoitteet ja lukuohjeet

Tämän raportin tavoitteena on koota saatavilla olevaa tietoa meriluonnon kunnostamistoimenpiteistä ja siten lisätä tietoa erilaisten kunnostusmenetelmien soveltuvuudesta sekä toteutuskelpoisuudesta eri elinympäristöissä ja auttaa tulevia kunnostushankkeita. Termiä kunnostus käytetään laajasti viittaamaan meriympäristön olosuhteiden parantamiseksi toteutettaviin toimiin, joilla pyritään palauttamaan vahingoittunut ympäristö asetettua tavoitetilaa kohden, esimerkiksi luontotilassa olevan alueen kaltaiseksi. Kunnostus voidaan siis nähdä prosessina, jolla autetaan tai hallitaan heikentyneen, vahingoittuneen tai tuhoutuneen ekosysteemin elpymistä.

Raportti on laadittu osana IP-LIFE BIO-DIVERSEA hanketta. Biodiversea-hankeessa tavoite on toteuttaa kunnostustoimenpiteitä kolmessakymmenessä elinympäristössä, kahdessakymmenessä avainlajien elinympäristössä ja kahdellakymmenellä kaloille tärkeällä alueella. Hankkeessa toteutettavien toimenpiteiden avulla pyritään parantamaan tietoa eri menetelmistä ja niiden toteutettavuudesta eri alueilla ja olosuhteissa käytännön kunnostuspilottien sekä laajamittaisten seurantojen avulla todellisten vaikutusten mittaamiseksi. Projektin puitteissa laaditaan myös kansallinen kunnostussuunnitelma. Lisäksi projektin aikana kerätyn kokemuksen perusteella pyritään parantamaan mahdollisuuksia ennallistamiskohteiden priorisointiin kustannustehokkuuden varmistamiseksi. Raportti on pääasiassa keskittynyt Suomessa toteutettuihin toimenpiteisiin, mutta työssä on pyritty huomioimaan kokemuksia koko Itämereltä ja tarvittaessa muualtakin maailmasta, jos ne on arvioitu soveltuviksi Suomen olosuhteisiin.

Biodiversea-hankkeen tarpeiden tukemiseksi esittelemme raportissa kunnostusmenetelmiä sekä elinympäristöjen (luontodirektiivin luontotyyppi) että lajien näkökulmasta.

Tämä on eduksi myös hankkeen ulkopuolisille toimille, sillä tietty laji tai elinympäristö on usein lähtökohtana pyrittäessä parantamaan meriympäristöä. Lähtökohtana voivat olla myös molemmat, jolloin toimenpiteillä vaikutetaan sekä lajiin että sen elinympäristöön. Menetelmä on tässä raportissa esitelty sen luontotyyppin tai lajin kohdalla, josta on eniten kokemusta tai jossa menetelmä on mielestämme sopivin. On kuitenkin hyvä huomioida, että sama menetelmä voi soveltua usealle eri luontotyyppille tai muillekin lajille kuin niille, jotka tässä raportissa on esitelty. Kunnostusmenetelmien soveltuvuutta eri luontotyypeille on esitelty suuntaa antavasti liitteessä 1. Kalataloudelliset toimenpiteet on sijoitettu tässä raportissa lajien kunnostustoimien alle, sillä erityisesti suuret petokalat ovat tärkeitä elinympäristöjen kannalta. Raporttia täydentääksemme olemme sisällyttäneet siihen myös osion 3, muita ennallistamisen kaltaisia menetelmiä. Nämä toimenpiteet eivät kohdistu suoraan luontotyyppihin tai lajeihin, mutta ne voivat olla tärkeitä esim. veden laadun, merialueiden ja prosessien parantamisen tai lajeille elintilan luomisen kannalta.

Tavoitteena on ollut antaa kokonaiskuva menetelmistä nostamalla esiin esimerkkejä toteutetuista kunnostustoimista. Olemme painottaneet tietoa, joka voi helpottaa menetelmien tulevaa käyttöä, ja siksi painopiste on ollut menetelmistä saaduissa opeissa, kokemuksissa ja haasteissa sekä suorissa parannus- tai kehitysideoissa. Lisäksi eri toimenpiteiden kustannuksia on kerätty yhteen suunnitteluprosessien ja käytön helpottamiseksi.

Vuonna 2021 on laadittu useita koostera-portteja meriluonnon kunnostuksista, joilla on samankaltaisia tavoitteita kuin tällä työllä. Olemme siksi käyttäneet niitä raporttimme lähtökohtana, mutta täydentäneet tietoa menetelmistä ja järjestäneet rakenteen uudelleen tarpeisiimme sopivaksi. Tuoreimman tiedon saamiseksi raportin tietoja on täydennetty asiantuntijahaastattelujen avulla.

Koosteraportteja meriluonnon kunnostuksista

Interreg Pohjoisen SeaCOMBO-hankkeen raportti "Restoration in the Bothnian Bay. A review of objects, targets, methods and risks in coastal and marine environments" (Deinhardt ym. 2021) kokoaa tärkeimmät tiedot Perämerellä toteutettavista meriluonnon kunnostustoimista, ottaen huomioon Perämeren erityispiirteet, aluetta uhkaavat tekijät ja tarpeet. Raportissa käsitellään myös ennallistamis- ja kunnostustoimia esimerkkien kautta, niiden kustannuksia ja soveltuvuutta Perämerelle, sekä listataan mahdollisia kunnostuskohteita ja toimenpiteitä alueella.

Ruotsalaisten raportti "Erfarenheter av ekologisk restaurering i kust och hav" (Kraufvelin ym. 2021a) jakaa meriluonnon kunnostustoimenpiteet kolmeen kategoriaan: 1) biologinen ja fyysinen ennallistaminen, 2) kunnostaminen ja elinympäristöjen parantaminen sekä 3) muut ennallistamisen kaltaiset toi-

menpiteet. Näihin kuuluvat korvaavat tai ennallistavat toimenpiteet, ympäristövaikutusten lieventäminen ja hallinnointi. Raportti esittelee myös toimenpiteitä, jotka eivät välttämättä kohdistu suoraan koko ekosysteemiin, vaan keskittyvät enemmän ekosysteemien tarjoamiin toimintoihin, prosesseihin ja ekosysteemipalveluihin.

HELCOM ACTION -hankkeen koosteraportti (Kraufvelin ym. 2021b) esittelee 16 toimenpidettä, joilla voidaan parantaa Itämeren rannikolla esiintyvien elinympäristöjen tilaa. Toimenpiteet jaetaan kolmeen laajempaan kokonaisuuteen: 1) luontotyyppien tai elinympäristöjä muodostavien lajien tilan palauttaminen tai kunnostaminen, 2) lajeihin ja luontotyypeihin kohdistuvien paineiden vähentäminen, erityisesti ravinnekuormituksen, ja 3) luontotyyppien suojeleminen tai toiminnallisesti tärkeiden lajien vahvistaminen.

Tässä raportissa läpikäytyt kunnostusmenetelmät luontotyypeittäin ja lajien elinympäristöjen mukaan sekä muut kunnostuksen kaltaiset menetelmät ovat alla olevassa listassa.

3 Menetelmät luontotyypeittäin

3.1 Hiekkasärkät (1110) ja Harjusaarten vedenalaiset osat (1610)

- 3.1.1 Meriajokkaan siirtoistutukset
- 3.1.2 Meriajokkaan ennallistaminen siemenistä
- 3.1.3 Hiekka-/sorapohjien ja rantavesien vesikasvien siirtoistutukset
- 3.1.4 Meriajokkaan siirtoistutus lisätylle hiekalle

3.2 Jokisuistot (1130)

- 3.2.1 Kunnostusruoppaus

3.3 Rannikon laguunit (1150)

- 3.3.1 Kynnyksen palauttaminen
- 3.3.2 Tierummun vaihto/vaellusesteen poisto
- 3.3.3 Uoman avaaminen
- 3.3.4 Valuma-aluekunnostus

3.4 Laajat matalat lahdet (1160)

- 3.4.1 Uposvesikasvillisuuden poisto
- 3.4.2 Järviruohon poisto

3.5 Riutat (1170) ja Ulkosaariston saaret ja luodot (1620)

- 3.5.1 Riuttakunnostukset

3.6 Kapeat murtovesilahdet (1650) ja (muut) syvät pehmeät pohjat

- 3.6.1 Pohjien hapetus

4 Lajien elinympäristökunnostukset

4.2 Haurujen lisääntymiskokeet

4.3 Näkinpartaislevien siirtoistutukset

4.4 Elinympäristöhoito

- 4.4.1 Uhanalaisen lajin mikrohabitaatin (pienialainen) muokkaus
- 4.4.2 Tahallisen häiriön luominen (pienialainen)
- 4.4.3 Rantalaidunnus (suurialainen)

4.5 Rannikon kalataloudelliset kunnostukset

- 4.5.1 Kalataloudelliset kunnostukset rannikon laguuneissa
- 4.5.2 Haukikosteikot
- 4.5.3 Merikutuisen harjuksen lisääntymisaluiden kunnostukset

5 Muut kunnostuksen kaltaiset menetelmät

5.1 Keinoriuttojen ja muiden substraattien lisääminen merenpohjaan

5.2 Biomanipulaatio

- 5.2.1 Kasvillisuuden muutokset
- 5.2.2 Kolmipiikkien poistokalastus

5.3 Keinotekoiset hiekkasärkät ja saaret

5.4 Happamien sulfaattimaiden vaikutusten torjunta

5.5 Kemiallinen manipulointi

- 5.5.1 Fosforin sitominen pökäsitellyn kalkkikiven avulla sisäisen kuormituksen vähentämiseksi

5.6 Liettyneen vedenalaisen niityn kunnostus

5.7 Ravinteiden poisto

- 5.7.1 Ravinnepitoisen murtoveden käyttäminen kasteluun
- 5.7.2 Sedimentin pintakerroksen poisto ravinteiden vähentämiseksi
- 5.7.3 Sinisimpukan vesiviljely ja korjuu ravinteiden vähentämiseksi
- 5.7.4 Kuolleen rihmalevä- ja vesikasvibiomassan poistaminen merestä

5.8 Vieraslajien torjuntatoimenpiteet

- 5.8.1 Kanadanvesirutto

3 Menetelmät luontotyypeittäin

3.1 Hiekkasärkät (1110) ja Harjusaarten vedenalaiset osat (1610)

Suojelutaso ¹	Kehityssuunta ¹	Uhanalaisuus 2018 ²	Muuta huomioitavaa
Hiekkasärkät Epäsuotuisa, riittämätön	Vakaa	Arvioimatta jätetty	

Suojelutaso ¹	Kehityssuunta ¹	Uhanalaisuus 2018 ²	Muuta huomioitavaa
Harjusaarten vedenalaiset osat Epäsuotuisa, riittämätön	Vakaa	Arvioimatta jätetty	

¹ Luontodirektiivin luontotyyppiraportoinnissa esitetty arvio suojelutasosta ja kehityssuunnasta 2019 (pdf_ymparisto.fi)

² Kotilainen ym. 2018 Itämeren luontotyyppien uhanalaisuusarvio.

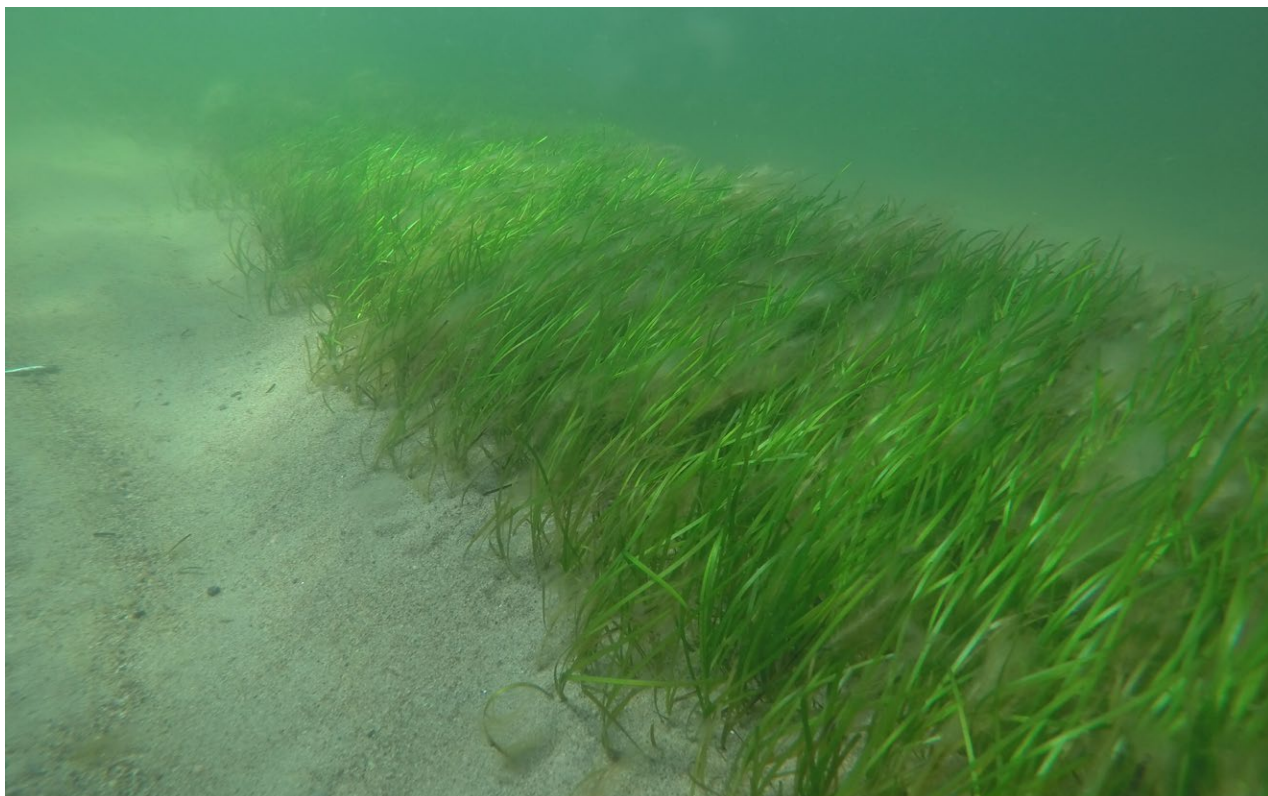
3.1.1 Meriajokkaan siirtoistutukset

Meriajokas (*Zostera marina*) on monivuotinen uposmerikasvi ja Itämeren ainoa kokonaan veden alla elävä mereinen siemenkasvi. Meriajokas muodostaa laikuittaisia meriruohoniittyjä yleensä matalille hiekka- tai hiesuvaltaisille pohjille, ja kiinnittyy pohjaan ja saa ravinteita pohjanmyötäisen, suikertavan juurakkonsa avulla.

Meriajokkaat lisääntyvät Suomen rannikolla ainoastaan suvuttomasti kasvullisen juurakkonsa avulla ja saattavat erota geneettisesti Itämeren muiden alueiden meriajokasyhteisöistä (Olsen ym. 2004). Meriajokasniittyjen laajuus vaihtelee väli- ja sisäsaariston pienemmistä laikuista (Boström ym. 2006) useiden hehtaarien kokoihin niittyihin (Boström ym. 2003). Meriajokasniityt voivat kasvaa sekä yksilajisina kasvustoina että muiden putkilokasvien seurassa (Boström & Bonsdorff 2000).

Meriajokasniityt kasvavat Suomen rannikolla yleensä 1–5 metrin syvyydessä, hieman avoimilla paikoilla. Meriajokasta esiintyy Rauhmalta Sipooseen (Velmu-aineisto 2023), mutta erityisesti Suomen lounaisessa ulko- ja välisaaristossa Ahvenanmaalla, Saaristomerellä ja Uudellamaalla. Meriajokkaan esiintymistä rajoittaa ennen kaikkea suolaisuus, jonka on oltava vähintään 5 ‰ (Boström ym. 2003).

Meriajokas tunnetaan maailmanlaajuisesti avainlajina, joka tarjoaa suojaa ja ruokaa monille muille lajeille. Pohjoisella Itämerellä meriajokasniityt muodostavat meren pohjalle tärkeitä kolmiulotteisia elinympäristöjä ja monimuotoisuuden keskittymiä muuten karuille hiekkapohjille, ja meriajokaskasvuston suojissa elää runsaasti leviä, selkärangattomia ja kalanpoikasia (kuva 1).



Kuva 1. Tiheä meriajokasniitty Hankoniemen eteläpuolella. Kuva: Aija Nieminen / Metsähallitus.

Meriajokkaan siirtoistutusten päätavoitteena on palauttaa laji historiallisille esiintymisalueilleen. Esimerkiksi Ruotsin länsirannikolla noin 60 % meriajokasniityistä on hävinnyt 1980-luvun jälkeen (Baden ym. 2003). Yhtenä syynä meriajokkaan häviämiseen pidetään rehevöitymistä, ja vaikka ravinnekuorman määrä Ruotsin rannikkovesiin on vähentynyt ja veden laatu on paikoin parantunut merkittävästi, ei meriajokas ole palautunut vanhoille esiintymisalueilleen luontaisesti (Nyqvist ym. 2009, sit. Gagnon ym. 2023). Tämä voi viitata ympäristöolosuhteiden dramaattiseen muutokseen (nk. regime shift), eli käytännössä pohjasedimentistä on tullut kasvittomuuden myötä epävakaata, mikä lisää sedimentin resuspensiota sekä veden sameutta, kun meriajokkaan juurakko ei ole enää sitomassa ja vakauttamassa pohjasedimenttiä (Moksnes ym. 2016). Ympäristöolosuhteiden dramaattinen muutos voi estää meriajokkaan leviämisen vanhoille esiintymisalueilleen, mistä syystä on perusteltua edesauttaa lajia leviämään

siirtoistutusten avulla, jos nykyiset olosuhteet mahdollistavat lajin palaamisen.

Meriajokkaan siirtoistuttamisesta on maailmalta laajalti kokemusta ja menetelmää on testattu ja toteutettu ainakin Pohjois-Amerikassa 1940-luvulta lähtien, Euroopassa, Oseaniassa (sis. Australia), Lounais-Aasiassa, Kiinassa, Japanissa, Uudessa-Seelannissa sekä Tyynenmeren saaristossa (Paling ym. 2009). Lisäksi myös muiden meriruoholajien (esim. *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii*) istutuksista on maailmalta laajalti kokemusta (Paling ym. 2009).

Euroopassa meriajokasta on istutettu lähinnä Alankomaissa ja Virossa, kun taas Pohjoismaissa siirtoistutuksia on tehty eritoten Tanskassa ja Ruotsissa. Ruotsissa meriajokkaan laajamittaisia siirtoistutuksia on tehty länsirannikolla Kattegatin ja Skagerrakin alueilla, joista saatuihin tuloksiin perustuen on tehty käsikirja "*Handbok för restaurering av ålgräs i Sverige*" ja teos löytyy myös englanniksi "*Handbook for Eelgrass Restoration in Sweden – A Guideline*" (Moksnes ym. 2016).

Suomessa tutkimuslähtöisiä meriajokkaan siirtoistutuksia on toteuttanut Saaristomerellä Åbo Akademi (ks. luku 3.1.3 Hiekka-/sora-pohjien vesikasvien siirtoistutukset), kun taas läntisellä Suomenlahdella Metsähallitus, John Nurmisen säätiön Meriniittyhanke sekä WWF Suomi ovat tehneet pienialaisia meriajokasistutuksia ennallistamislähtökohdista.

Kunnostusmenetelmä

Ennen meriajokkaan siirtoistutustoimenpiteen toteuttamista on tärkeää selvittää tarvittavat luvat. Sekä meriajokkaan kasvuserojen ottaminen että siirtoistutus vaativat vesialueen omistajan luvan, ja jos kyseessä on suojelualue, tarvitaan lisäksi lupa suojelualueen haltijalta, joka yksityisillä suojelualueilla on yleensä paikallinen ELY-keskus ja valtion mailla Metsähallitus. Jos toimenpiteitä toteutetaan Natura 2000 -alueella, vaatii se vähintään ilmoituksen Natura-alueeseen vaikuttavasta toimenpiteestä tai Natura-arvioinnin. Metsähallitus suosittelee, että meriajokkaan siirtoistutuksia suunnittelevat uudet tahot ovat ennen toimenpiteitä yhteydessä joko ELY-keskukseen tai Metsähallitukseen. Luonnonsuojelulain uudistuksen myötä meriajokaspohjat on suojeltu luontotyyppi (7 luku, 64 §).

Yksi tärkeimpiä syitä sille, miksi meriajokkaan ennallistamisessa ei välttämättä ole onnistuttu, on sopimattoman istutuspaikan valinta (Moksnes ym. 2016), ja vaikeimpia tehtäviä meriajokkaan siirtoistutukseen liittyen onkin ympäristöolosuhteiltaan sopivan paikan löytäminen istutuksille. Jos mahdollista, olisi tärkeää myös selvittää, miksi meriajokas on alun perin alueelta hävinnyt. Metsähallitus on valinnut potentiaaliset istutuskohteet aineistopohjaisen esiselvityksen perusteella, minkä jälkeen kohteilla tehdään perusteelliset kenttätutkimukset, joiden jälkeen tehdään lopulliset kohdevalinnat istutuksille.

Aineistopohjainen esiselvitys pohjautuu vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelmassa (Velmu) kerättyihin ympäristötietoihin ja meriajokashavain-

toihin. Potentiaalisten istutuskohteiden sijainnit rajataan maantieteellisesti ja sopivan pohjan laadun sekä syvyyden mukaisesti. Potentiaalisia istutuskohteita ei välttämättä haluta lähelle olemassa olevia meriajokasniittyjä, joten niiden välille määritetään haluttu etäisyys. Lisäksi esiselvitystyössä hyödynnetään Suomen lajitietokeskuksen laji.fi-sivuston historiallisia meriajokashavaintoja, joita löytyy jo 1800-luvulta, sillä tavoitteena istutuksessa on palauttaa meriajokas vanhoille esiintymisalueille, joilta se on syystä tai toisesta hävinnyt. Istutuskohteiden valinnassa on hyödynnetty myös Suomen ympäristökeskuksen tuottamaa meriajokkaan levinneisyysmallia.

Edellä kuvatun aineistopohjaisen työn perusteella saadaan potentiaalisia meriajokkaan istutusalueita kartalle, joita alueellinen asiantuntija tarkastelee mm. ilmakuvia sekä syvyystietoa hyödyntäen. Asiantuntijan arvioinnin jälkeen valituilta kohteilta rajataan tarkemmin kenttätutkimuksiin valitut alueet. Aineistopohjaisen esiselvitystyön perusteella ei koskaan tehdä lopullista kohdevalintaa, vaan potentiaalinen istutuskohde vaatii aina paikan päällä tehdyn alkukartoituksen, jonka perusteella kohteen soveltuvuus meriajokkaan istuttamiselle todetaan.

Kenttätutkimusten avulla potentiaalisilta istutuskohteilta tulisi selvittää olosuhteita sellaisen muuttujien osalta, joiden tiedetään vaikuttavan meriajokkaan menestymiseen. Nämä muuttujat ovat mm. valoisuusolosuhteet, sedimentin laatu sekä irtonaisen ja päällyslevien määrä. Etenkin ajelehtivat rakkohaurun (*Fucus vesiculosus*) muodostamat levämatot irrottavat tai tukahduttavat meriajokas-kasvustoja ja vaikeuttavat siten meriajokkaan sekä luontaista että avustettua palautumista näille alueille (Moksnes ym. 2016). Tanskassa tehdyn tutkimuksen mukaan pohjaa peittävät irtolevämatot voivat haitata meriajokkaan taimien kasvua ja vaikutus perustuu varjostukseen ja hapekkaan veden pääsyn estymiseen pohjalle (Rasmussen ym. 2012). Irtonaisen levän tarttumisen on havaittu lisääntyvän ve-

sikasvillisuuden monipuolisuuden kasvaessa (Gustafsson & Boström 2009).

Myös Åbo Akademi havaitsi omissa istutuskokeissaan, että etenkin ajelehtivat rihmalevämatot sekä myös myrskytuulet asettivat haasteita siirtoistutuksille (Boström, haastattelu 4.12.2023), sillä vasta istutettujen meriajokkaiden juurakko on ensimmäisten viikkojen aikana huonosti kiinnittynyt pohjasedimenttiin, mikä tekee niistä alttiita voimakaille virtauksille sekä aalloille.

Testi-istutukset

Valituilla istutuskohteilla olisi hyvä tehdä pienemmille istutusruuduille testi-istutuksia ennen laaja-alaisempia istutuksia. Ruotsalaiset ovat käsikirjassaan kuvanneet testi-istutuksessa huomioitavat asiat, mutta ne tulisi tehdä vähintään vuotta ennen varsinaisia istutuksia, jotta nähdään, menestykö meriajokas istutuskohteella (Moksnes ym. 2016).

Lähdepopulaatio

Lähdepopulaatiolla tarkoitetaan meriajokasniittyä, jolta versoja kerätään siirtoistutusta varten. Lähdepopulaatio tulisi valita minimoiden siihen aiheutetut vauriot sekä varmistaa lähdepopulaatiosta irrotettujen versojen suurin mahdollinen eloonjääminen.

Skandinavian alueella meriajokasniittyjen on arvioitu peittävän noin 1 500–2 000 km² koostuen noin 6 000 niitystä (Boström ym. 2014). Pääosa Itämeren meriajokasiesiintymistä sijoittuu Norjan, Ruotsin, Tanskan ja Saksan rannikoille. Suomessa on tehty noin 1 187 meriajokashavaintoa (Velmu-aineisto 2023), ja meriajokkaan levinneisyysalue Suomessa muihin edellä mainittuihin Itämeren maihin verrattuna on hyvin pienialainen, minkä takia otollisia lähdepopulaatioita Suomessa ei ole samassa mittakaavassa kuin esimerkiksi Länsi-Ruotsissa. Mittakaavan selventämiseksi Suomen meriajokasistutuksissa on vuodesta 2020 käytetty kaikkienensa arviolta alle 4 000 kasvuversona, kun taas Ruotsissa pelkästään hehtaarin istutuksessa käytetään vähintään 40 000 kasvuversona.

Yleisohjeena lähdepopulaation valintaan on, että sen ympäristöolosuhteiden tulisi paikan avoimuuden ja syvyyden suhteen olla mahdollisimman samankaltaiset kuin istutuskohteella (Fonseca ym. 1998). Tämä korostuu etenkin Suomen merialueella, jossa meriajokasniityt ovat suvuttoman lisääntymisen takia geneettisesti eriytyneitä ja yleensä erityisesti paikallisiin olosuhteisiin sopeutuneita. Lähdepopulaatioon ei tulisi kajota toistuvia kertoja saman vuoden aikana ja versojen irrottamisen tulisi tapahtua niin, ettei lähdepopulaation kasvustoon synny suuria aukkoja (Fonseca ym. 1998). Moksnesin ym. (2016) mukaan versoja ei tulisi kerätä pienikokoisilta meriajokasniityiltä (alle 50 x 50 m), sillä ne voivat olla herkempiä häiriöille.

Alkukesästä, jolloin istutukset suositellaan toteutettavan (Moksnes ym. 2016), meriajokkaan versot Suomen olosuhteissa ovat suhteellisen lyhyitä, noin 20 cm:n mittaisia, joten meillä harvoin istutetaan täysikasvuisia versoja, ellei istuttaminen tapahdu loppukesästä. Suomen olosuhteissa huomioitavaa on myös rannikon suolaisuuden vaihtelu länsi- sekä etelä-pohjoissuunnassa. Suolapitoisuus on yksi tärkeimmistä meriajokkaan levinneisyyteen vaikuttavista tekijöistä ja Salon ym. (2014, sit. Niemi 2022) tekemässä tutkimuksessa havaittiin, että pohjoisen Itämeren meriajokkaat selviytyivät paremmin, kun ne altistettiin korkeammalle suolapitoisuudelle kuin eteläiset meriajokkaat, jotka altistettiin matalamman suolapitoisuuden käsittelylle. Tutkimus osoittaa, että meriajokkaan versoja ei kannata istuttaa korkeammasta suolapitoisuudesta matalampaan.

Metsähallitus on meriajokasistutuksissaan hyödyntänyt laajoja ja vakaita meriajokasiesiintymiä, joilta versoja on irrotettu eri puolilta niittyä. Tällä tavoin on välttytty mm. aukkojen aiheuttamiselta lähdepopulaatioon. Kokemusten perusteella lähdepopulaation sijainnilla on kuitenkin merkitystä. Mitä avoimmalla paikalla lähdepopulaatio esiintyy, sitä alttiimpi se on etenkin vallitseville tuuliolosuhteille sekä tuulen mukana kulkeutu-

ville meriveden virtauksille, millä on merkitystä pohjasedimentin koostumukseen. Jos pohja koostuu pääosin hienojakoisesta hiekasta, voimakkaat virtaukset pakkaavat sitä tiiviimmin, mikä vaikuttaa siihen, kuinka helposti meriajokkaan versot elinkelpoisine juurineen ovat irrotettavissa pohjasta. Meriajokkaan juuret myös sitovat pohjasedimenttiä tehokkaasti, mikä edesauttaa hiekan tiivistymisen juurakon sekaan avoimilla paikoilla. Lähdepopulaation valinnassa onkin suositeltavaa tarkastella jo etukäteen paikan avoimuutta sekä vallitsevan tuulen suuntaa.

Siirtoistutettavat kasvoversot irrotetaan lähdepopulaatiosta käsin yleensä sukeltajien toimesta. Sukeltaja ottaa versosta kiinni ja kuljettaa sormia sitä pitkin aina pohjaan saakka ja työntää sormet sedimentin sisälle ja katkaisee verson niin, että siihen jää 5–10 cm:n verran juurakkoa jäljelle (kuva 2). Versojen irrottaminen on kuiva- ja märkähanskoilla hitaampaa kuin paljain käsin. Metsähallitus suo-

sittelee, että kerätyt kasvoversot istutetaan saman päivän aikana.

Siirtoistutus

Yleisesti meriajokkaan kasvoversojen istuttamisessa on käytetty kahta päämenetelmää, joissa kasvoversoja istutetaan pohjasedimentin kera tai ilman. Lisäksi meriajokkaan kasvoversoja voi istuttaa ”ankkuroimalla” kasvuverson juurakko pohjasedimenttiin eri menetelmin, mutta versoja voi istuttaa myös ilman ankkurointia. Istutukset on hyvä merkitä selkeästi. Metsähallitus on käyttänyt reikätiiltä, joka on lukittu sedimenttiin työntämällä harjateräs yhden reiän läpi sedimenttiin. Harjateräs on väännetty niin, että siihen on voinut sitoa narua, johon on kiinnitetty pieni poiju, jotta harjateräkseen ei synny liian kova noste.

Ruotsin olosuhteissa suositellaan meriajokkaan kasvoversojen siirtoistuttamista yksittäinen verso kerrallaan (engl. *single shoot method*, SSM) ilman verson ankkurointia



Kuva 2. Istutettavaksi kerättyjä meriajokkaan kasvoversoja. Sukeltajan kannattaa kerätä meriajokkaat verkkopusseihin, jotka veneessä voi tyhjentää esimerkiksi merivedellä täytettyyn vatiin. Kuva: Aija Nieminen / Metsähallitus.

alustaan ja ilman sedimenttiä (Moksnes ym. 2016). Edellä kuvattua menetelmää pidetään kustannustehokkaimpana sen nopeuden ja tehokkuuden takia. Myös Suomessa tätä menetelmää on käytetty tiettävästi eniten.

Yksittäisten meriajokkaan kasvuserojen istutus

Istutettavia meriajokkaan kasvuseroja kerätään joko lähdepopulaatiosta tai siirto-istutettavia yksilöitä kasvatetaan laboratorioolosuhteissa siemenestä. Jälkimmäistä menetelmää on käytetty mm. Isossa-Britanniassa.

Yksittäisten kasvuserojen siirtoistutus tapahtuu yleensä sukeltamalla ja versot upotetaan käsin sedimenttiin riittävän syväälle (noin 3–4 cm), mikä vähentää istutettujen versojen irtoamisvaaraa. Tässä menetelmässä siirto-

istutettavia versoja ei tarvitse kerätä lähdepopulaatiosta niin montaa kuin esimerkiksi menetelmässä, jossa useampi verso istutetaan kerralla samassa nipussa.

Ruotsista ja muualta maailmalta saatujen tulosten perusteella yksittäin istutettujen versojen elossa säilyvyys ja kasvu ovat parempia verrattuna ankkurointimenetelmin tai sedimentin kanssa istutettuihin versoihin (Eriander ym. 2016). Ruotsin olosuhteissa kokenut sukeltaja istuttaa 300–400 versoa tunnissa (Moksnes ym. 2016), mutta esimerkiksi Suomen olosuhteissa alkukesän merivesi saattaa olla sen verran kylmää, että istutukseen tarvitaan käsineet, mikä hidastaa istutusta. Metsähallituksen kokemuksen perusteella kokenut sukeltaja istuttaa noin 100–150 meriajokkaan versoa tunnissa olosuhteitten mukaan.



Kuva 3. Istutuksen aikana meriajokkaan kasvuseroja on kätevää säilyttää verkkopussissa, josta sukeltaja voi poimia sopivan nipun istutettavaksi. Kuva: Joonas Hoikkala / Metsähallitus.

Lyhyesti muista meriajokkaan siirtoistutusmenetelmistä

Meriajokkaan kasvoversoja voi istuttaa myös lähdepopulaatiosta otetun sedimentin kera niin kutsutulla ”tulppamenetelmällä” (eng. *plug method*), jossa meriajokkaan versoja ja niiden mukana tulevaa sedimenttiä kerätään putkinoutimen avulla (Fonseca ym. 1998). Menetelmällä on kuitenkin enemmän haitallisia vaikutuksia lähdepopulaatioon sedimentin reifityksen takia. Menetelmää on yleisesti pidetty istutettavalle kasville vähiten haitallisena, mutta menetelmä on hyvin aikaa vievä ja kallis sekä soveltuu parhaiten laskuveden aikaan tehtäviin istutuksiin vuorovesialueilla. Ruotsalaisten tulosten perusteella tulppamenetelmällä istutetut meriajokkaat eivät kasvaneet niin hyvin kuin ilman sedimenttiä istutetut meriajokkaat (Eriander ym. 2016).

Meriajokkaan siirtoistutuksien yhteydessä on usein käytetty eri ”ankkurointimenetelmiä”, jotta esimerkiksi veden liikkeitä eivät irrottaisi istutettuja versoja sedimentistä (Davis & Short 1997, Fonseca ym. 1998). Yleisimpiä istutettujen versojen ankkurointimenetelmiä ovat niin kutsutut ”niittimenetelmä” (eng. *staple method*) ja istutuskehikko. Niittimenetelmässä useampi istutettava verso juurakoinneen sidotaan yhteen biohajoavalla narulla ja versoniput ankkuroidaan sedimenttiin u:n muotoisella ”niitillä”. Parin verson ankkurointiin yhtäaikaaisesti riittää ”niittinä” esimerkiksi biohajoava bambusta valmistettu grillivarras, joka taivutetaan keskeltä ja painetaan meriajokkaan juurakon päälle (Davis & Short 1997).

Istutuskehikkomenetelmässä on hyödynnetty vapaaehtoistyövoimaa, sillä sen voi toteuttaa ilman sukellusta. Menetelmää kutsutaan ”TERFsTM-menetelmäksi” (engl. *Transplanting Eelgrass Remotely with Frame Systems*), jossa istutettavat versot kiinnitetään biohajoavilla naruilla metalliseen kehikkoon, joka lasketaan veneestä käsin istutuspaikalle. Kehikko jätetään pohjaan sedimentin pinnalle, kunnes versot ovat juurtuneet sedimenttiin (Short ym. 2002b, sit. Moksnes ym. 2016). Menetelmää ei voi hyödyntää laaja-alaisille is-

tutuksille sen korkeiden kustannusten vuoksi.

Seurantamenetelmät

Metsähallitus on seurannut toteutettuja meriajokkaan istutuskohteita vuosittain, istutuksen alkuvaiheessa jopa kaksi kertaa vuodessa, alku- ja loppukesästä. Seurannassa on laskettu meriajokkaan kasvoversoja istutusalueelta sekä arvioitu istutusalan suuruutta sukeltamalla. Kehitteillä on myös droonimenetelmä, jolla istutusala pyritään arvioimaan ilmasta kuvaamalla. Tässä menetelmässä istutusala on rajattu valkoisilla poijuilla huonon näkyvyyden takia, mutta menetelmä voisi toimia ilman poijuja esimerkiksi ulkosaariston paremmissa olosuhteissa.

Myös pohjaeliöstön (in- ja epifauna) seuranta olisi tärkeää ennen ja jälkeen istutuksen etenkin Ruotsissa ja Tanskassa saatujen erinomaisten tulosten perusteella. Ruotsissa Gagnon ym. (2023) havaitsivat, että erilaisilla istutuskäsittelyillä, jotka erosivat mm. istutustiheydeltään ja kooltaan, ei ollut merkitystä sille, miten nopeasti pohjaeliöstö kolonisoitui istutukset. Sen sijaan kaikissa käsittelyissä selkärangattomien tiheydet saavuttivat 50–80 % verrokkiniityn tiheydestä jo ensimmäisen kasvukauden aikana, ja 15 kk:n jälkeen eliöstön tiheydet sekä monimuotoisuus olivat samankaltaiset verrokkiniityn kanssa. Steinfurth ym. (2022) saivat Tanskassa samansuuntaisia tuloksia, joiden perusteella pääteltiin, että meriajokkaan siirtoistutus palauttaa pohjaeliöstön alueelle hyvinkin nopeasti.

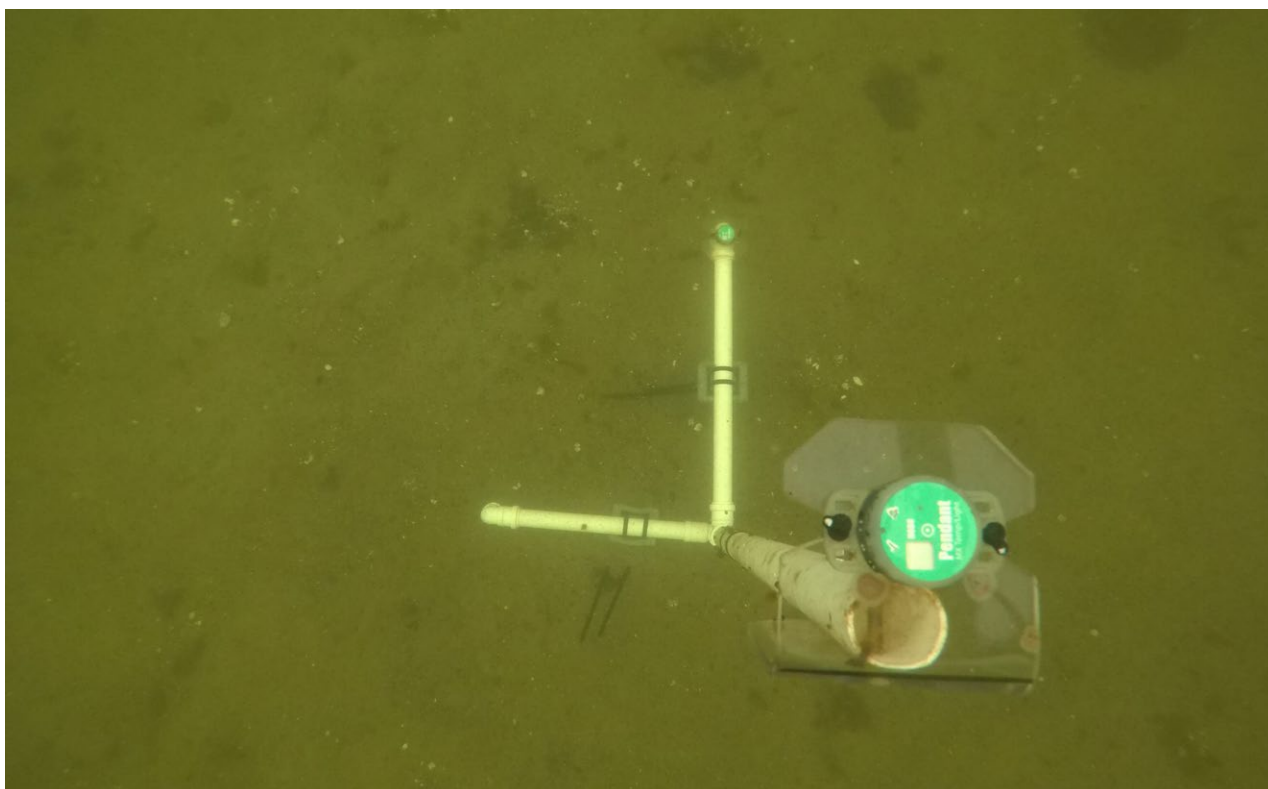
Epifaunan asettumista siirtoistutuksille on tutkittu Suomessa. Mm. Gustafssonin ja Boströmin (2009) kenttäkokeissa havaittiin, että epifaunan kolonisaatio eri siirtoistutettuihin kasvikäsitteisiin tapahtui nopeasti, mutta meriajokkaan sekä ahven- ja hapsividan muodostamien sekaniittyjen tai monokulttuurien välillä ei havaittu olevan merkittävää eroa, ja monokulttuuriniityt näyttivät olevan yhtä tärkeässä roolissa kuin monilajiset kasviniityt. Metsähallituksen sukeltajat ovat havainneet epifaunaa seurantojen yhteydessä,

mutta seuranta ei ole ollut järjestelmällistä. Havaintoja on tehty myös mm. särmäneulasta Tammisaaren kansallispuiston istutuksilta (A. Nieminen, henk.koht. tiedonanto 24.8.2020).

Metsähallitus on asentanut joillekin istutuskohteille myös valoisuus- ja lämpötilaloggerit, kuten ruotsalaiset käsikirjassaan suosittelevat (kuva 4). Kesäisten lämpöpiikkien ollessa yhä yleisempiä lämpötilaloggerin asentaminen istutuksille on järkevää, sillä jos istutukset menevät huonompaan suuntaan tai ovat kesän aikana kuolleet kokonaan, on loggerin avulla mahdollista selvittää, johtui-ko suuri kuolleisuus normaalia korkeammasta lämpötilasta. Korkealla lämpötilalla on negatiivinen vaikutus meriajokasniittyihin, sillä se aiheuttaa happivajetta pohjalla. Jo 25–30 °C lämpötila lisää meriajokkaan kuolleisuutta merkittävästi, kun taas optimaalinen veden

lämpötila meriajokkaalle on 10–20 °C (Nejrup & Pedersen 2008).

Ruotsalaiset ovat käsikirjassaan kuvanneet kattavan 5–10 vuoden seurantasuunnitelman aikatauluineen meriajokkaan siirtoistutuksille (Moksnes ym. 2016). Se on sellaisenaan tai soveltuvin osin hyödynnettävissä myös Suomen olosuhteissa. Seurantasuunnitelmassa keskitytään ensimmäisten vuosien aikana mittaamaan istutetun meriajokasniityn versotiheyttä sekä istutusalan laajuutta, kun taas seurantasuunnitelman puolivälissä sekä lopussa yritetään mitata niityn tuottamien ekosysteemitointojen sekä -palvelujen palautumista. Näitä voivat olla mittaukset esimerkiksi biologiseen monimuotoisuuteen, lisääntyneeseen kalantuotantoon tai parantuneeseen vedenlaatuun liittyen.



Kuva 4. Metsähallitus on käyttänyt meriajokkaan siirtoistutuksissa Onset HOBO -merkkisiä dataloggereita valoisuuden sekä veden lämpötilan mittaamiseen. Loggerit kiinnitettiin Wärtsilän vapaaehtoisten sukeltajien rakentamaan telineeseen, jonka sai pysymään pohjassa tiiviisti mm. sukelluspainojen avulla. Teline upotettiin osittain myös pohjasedimenttiin. Kuva: Joonas Hoikkala / Metsähallitus.

Lähdepopulaatioiden seuranta

Tällä hetkellä Suomessa ei ole käytössä menetelmää, jolla versojen irrottamisen haitallisia vaikutuksia lähdepopulaatioon voitaisiin varmuudella seurata, sillä sitä hankaloittaa versojen kerääminen hajautetusti lähdepopulaatiosta mahdollisesti useamman sukeltajan toimesta. Tämä on kuitenkin asia, johon tulisi tulevaisuudessa kiinnittää erityistä huomiota. Lisäksi lähdepopulaatioista tulisi koota tietokanta, johon tulisi tallentaa keräysajankohta, lähdepopulaatiosta otettujen versojen lukumäärä sekä istutuskohde, jonne versot siirtoistutetaan.

Kokemukset menetelmästä

Kokemukset menetelmästä Suomessa

Suomessa meriajokkaan siirtoistutuksia on tehty vasta muutaman vuoden ajan. Åbo Akademin ensimmäiset tutkimusnäkökulmasta tehdyt pienialaiset siirtoistutukset toteutettiin Saaristomerellä jo 2009 kokeessa, jossa tutkittiin, miten kasvilajien runsaus sekä lajiston koostumus vaikuttavat epifaunan kolonisaatioon (Gustafsson & Boström 2009). Kokeessa istutettiin myös muita putkilokasvilajeja, joiden siirtoistutuksia käsitellään tarkemmin luvussa 3.1.3 Hiekka-/sorapohjien vesikasvien siirtoistutukset.

Metsähallitus on toteuttanut ensimmäiset testi-istutuksensa 2020 Tammisaaren kansallispuiston merialueelle, josta on tiettävästi pitkäaikaisin seurantajakso. Testi-istutukset menestyivät hyvin, joten vuonna 2021 Metsähallitus istutti meriajokasta kahdelle meriajokkaan historialliselle esiintymisalueelle Tvärminnen läheisyyteen.

Vuoden 2020 Metsähallituksen testi-istutukset istutettiin kahdelle kohteelle (kohde 1 ja 2), joissa meriajokasta on esiintynyt ainakin 1990-luvulta saakka (Oulasvirta & Leinikki 1995). Istutusten tarkoituksena oli testata istutusta menetelmänä ruotsalaisten käsikir-

jan ohjeiden mukaisesti. Molemmille kohteille tehtiin esiselvitysten jälkeen kolme erisyyistä istutuskäsittelyä. Kohteen 1 istutuskäsittelyt olivat 2,2 m, 3,3 m ja 3,8 m syvyydessä ja kohteen 2 3,0 m, 3,6 m ja 3,9 m syvyydessä.

Kohteilla teetettiin esiselvitykset, joissa arvioitiin istutuspaikkojen olosuhteita sellaisten muuttujien osalta, joiden tiedetään vaikuttavan meriajokkaan menestymiseen. Selvitykset käsittivät ajelehtivan levän ja päällyslievien määriä sekä pohjasedimentin koostumusta. Koska molemmilla kohteilla tiedettiin jo ennestään esiintyvän meriajokasta, esiselvitystyöt toteutettiin taustatietojen saamiseksi sillä oletuksella, että siirtoistutukset menestyvät kohteilla.

Esiselvitysten perusteella kohde 1 oli pohjanlaadultaan meriajokkaalle suotuisampi kuin kohde 2 (Leinikki 2020). Kohteella 1 sedimentin raekokojakauma oli seuraava: hiekka 98,10 %, savi 0,95 % ja siltti 0,95 %. Kohteella 2 vastaavat luvut olivat: hiekka 42,26 %, savi 31,78 % ja siltti 25,97 %. Kirjallisuudesta löytyy paljon suosituksia pohjanlaadun raja-arvojen suhteen (esim. saven ja siltin sallittu maksimimäärä) siirtoistutuksia koskien, mutta meriajokkaat kasvavat pohjanlaadun suhteen välillä yllättävissäkin paikoissa. Moksnes ym. (2016) suosittelevat Ruotsista saatujen tulosten perusteella, että meriajokkaan siirtoistutuksia ei tulisi tehdä alueille, joissa saven ja siltin määrä ylittää 50 %. Metsähallituksen istutuskohde 2 sisälsi savea ja silttiä yhteensä 58 %, mutta istutukset uskallettiin toteuttaa, sillä kohteella esiintyi jo ennestään meriajokasta.

Päällyslievien osalta mittaustuloksissa esiintyi voimakasta vaihtelua, ja oli vaikea erottaa, mitkä rihmalevät kasvoivat alustaksi asetetuilla naruilla, ja mitkä olivat ajelehtineet irtonaisina ennen takertumista naruhin (Leinikki 2020). Päällyslievät olivat lettiruskolevää (*Pylaiella littoralis*) ja pilviruskolevää (*Ectocarpus siliculosus*). Ajelehtivan levän määrää seurattiin sukeltamalla ja silmämää-

räisesti arvioimalla levän määrää. 9.7.2020 ajelehtivaa levää ei ollut juuri lainkaan kummallakaan kohteella, mutta tilanne muuttui neljän viikon aikana siten, että molemmilla kohteilla oli 8.8.2020 ilmestynyt vesikasvien alaosiin takertunutta pitkää rihmalevää (*Pyraliella littoralis* ja/tai *Ectocarpus siliculosus*), jonka peittävyys kohteella 1 oli 70 % ja kohteella 2 jopa 90 % (Leinikki 2020). Ajelehtivaa rakkohaurua kohteilla ei havaittu.

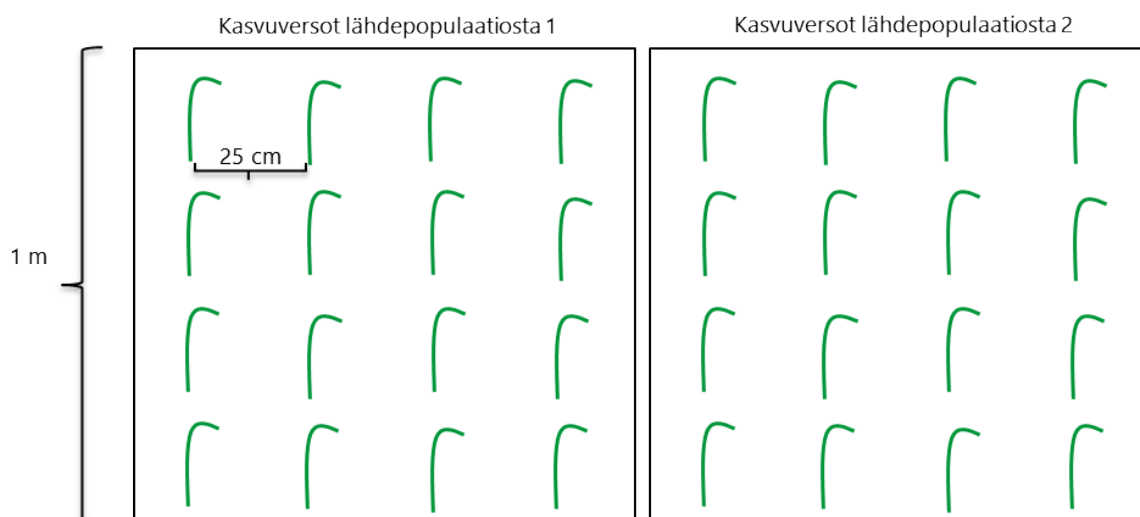
Vuoden 2020 siirtoistutukset toteutettiin elokuussa ja yksi istutuskäsittely koostui kahdesta neliömetrin kokoisesta istutusalueesta, joihin istutettiin kasvuversoja kahdesta eri lähdepopulaatiosta (kuva 5). Toinen lähdepopulaatio sijaitsi Hangossa ja toinen istutuskohteella 1, eli jälkimmäinen lähdepopulaatio sijaitsi hyvin lähellä toteutettavia istutuksia, kun taas Hankoon on matkaa linnuntietä noin reilu 20 km.

Vuoden 2021 istutuskäsittelyt Metsähallitus toteutti eri menetelmällä, sillä tutkijakonsultaation jälkeen selvisi, että 16 versoa/m² on Suomen olosuhteissa liian harvaan istutettu. Vuoden 2021 istutukset toteutettiin kahdelle kohteelle, joissa ei ennestään ollut me-

riajokasta, siten että 100–150 meriajokkaan kasvuversoa istutettiin noin 1–2 neliömetrin alueelle, eli muodostettiin heti alussa pienimuotoinen tiivis niitty. Vuodesta 2020 poiketen istutukset toteutettiin kesäkuussa, mitä myös ruotsalaiset suosittelevat talvikuolleisuuden vähentämiseksi (Moksnes ym. 2016).

WWF Suomi on tehnyt meriajokkaan siirtoistutuksia vuosina 2021 sekä 2023 RANK-KU 1 ja 2 -hankkeissa. Vuoden 2021 istutukset tehtiin Hankoniemen pohjoispuolelle sekä Inkoon ulkosaaristoon ja vuoden 2023 istutukset Inkoon ulkosaaristoon kahdelle eri kohteelle. Tulosten perusteella vuoden 2021 istutuksista kaksi istutuskäsittelyä kolmesta menestyi hyvin, ja molemmat sijaitsivat Inkoon ulkosaaristossa. WWF oli kerännyt istutettavat pistokkaat Hangon edustalta, josta Inkoon ulkosaaristoon on linnuntietä matkaa yli 50 km.

Vuonna 2023 myös John Nurmisen säätiön Meriniittyhankkeen puitteissa toteutettiin ensimmäiset meriajokkaan siirtoistutukset yhdelle kohteelle. Istutukset toteutti Metsähallitus, joka on hankkeessa kumppanina. Istutuksista ei ole vielä seurantatietoja.



Kuva 5. Esimerkki Metsähallituksen istutuskäsittelystä vuodelta 2020. Testi-istutukset toteutettiin ruotsalaisten käsikirjan Moksnes ym. (2016) mukaan. Neliömetrin kokoiselle istutusalueelle istutettiin 16 kasvuversoa 25 cm:n välein toisistaan. Istutuskäsittely kattoi siirtoistutettuja kasvuversoja kahdesta eri lähdepopulaatiosta. Kuva: Joonas Hoikkala / Metsähallitus.

Kokemukset menetelmästä Virossa

Meriajokas on monin paikoin hävinnyt myös Viron rannikolta rehevöitymisen vuoksi, ja erilaisia innovatiivisia menetelmiä meriajokkaan palauttamiseksi on viime aikoina (2017–2019 ja 2022–2023) kokeiltu (Kotta, haastattelu 8.11.2023).

Meriajokasta istutettiin eri alueille joko yksinään tai yhdessä sinisimpukoiden kanssa. Sinisimpukan ja meriajokkaan yhteisistutuksia haluttiin kokeilla, koska kumpikin laji muokkaa voimakkaasti ympäristöään. Istutukset suoritettiin joko pintahiekan alle haudattavan verkon avulla (joko sinisimpukoita ja meriajokasta yhdessä tai meriajokasta yksinään) tai köyteen kiinnitettyjen meriajokkaan versojen avulla.

Sinisimpukat huuhtoutuivat ensimmäisen kasvukauden aikana pois istutusalueelta, mutta toisena kasvukautena meriajokkaan versot lähtivät hyvään kasvuun. Myös köysi-menetelmä tuotti hyvät tulokset meriajokkaan kasvulle suojaisilla istutusalueilla.

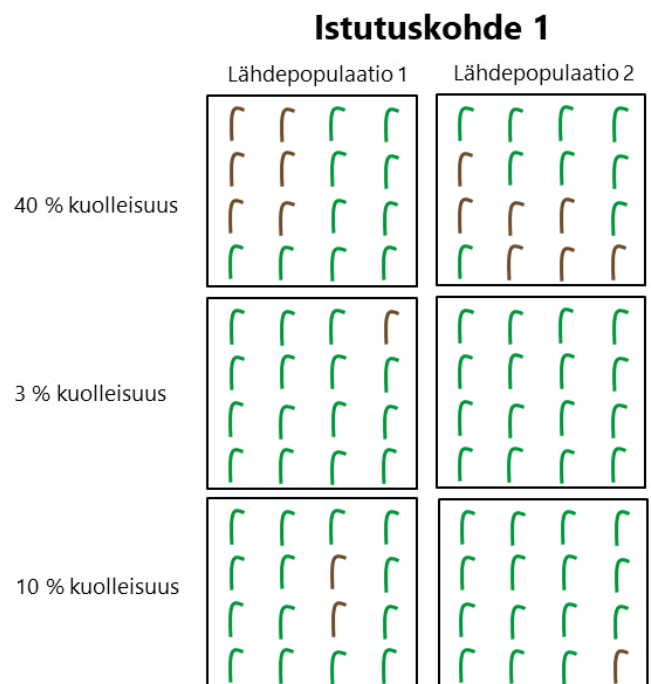
Virossa tehtyjen siirtoistutuskokeiden tärkein anti on, että valitun istutuspaikan abioottiset tekijät kuten alueen avoimuus/suojaisuus, hiekan liikkuvuus jne. vaikuttavat vahvasti istukkaiden elinkykyyn ja versojen lisääntymiseen alueella. Näiden istutusten hinnan arviointi on vaikeaa, koska osa istutetuista lajeista ei selviytynyt lainkaan (Pajusalu ym. 2023).

Vastaavanlaiset sinisimpukan ja meriajokkaan yhteisistutukset Suomen rannikolla todistivat, että sinisimpukat paransivat meriajokkaiden kasvua laboratorio-olosuhteissa, mutta eivät luonnossa (Gagnon ym. 2021). Myös meriajokkaan istuttaminen keinotekoisessa biohajoavassa kehikossa sinisimpukoiden kanssa heikensi meriajokkaan versojen eloonjäämistä ja sama kehikko ilman simpukoita lisäsi eloonjäantiä. Selkeästi lisää tutkimusta siis tarvitaan.

Tulokset

Meriajokkaan siirtoistutuksista ei ole vielä kertynyt monelta vuodelta seurantatietoa ja pitkäaikaisin seurantajakso on tiettävästi Metsähallituksen vuonna 2020 toteutetuilta testi-istutuksilta. Molemmilla istutuskohteilla 1 ja 2 kaksi istutuskäsittelyä kolmesta on menestynyt näihin päiviin saakka hyvin, vaikka versot istutettiin liian harvaan ja epäedulliseen vuodenaikaan elokuussa.

Molempien kohteiden matalimmalla sijainnut istutuskäsittely on menestynyt huonoimmin ja ollut useimmilla seurantakerroilla riimalevän peittämä. Matalimmalla sijainneilla istutuskäsittelyillä myös istutuksen jälkeinen versokuolleisuus oli suurinta (kuva 6). Kohteella 1 matalimman istutuskäsittelyn versokuolleisuus oli 40 % ja kohteella 2 50 %. Versoja kuoli lähes yhtä paljon lähdepopu-



Kuva 6. Esimerkki versokuolleisuudesta Metsähallituksen vuoden 2020 testi-istutuskohteelta 1. Hen-gissä säilyneet versot on esitetty vihreällä värillä ja kuolleet tai hävinneet versot ruskealla. Matalim-malla sijainneessa käsittelyssä versokuolleisuus oli suu-rinta, kun taas syvemmällä sijainneiden versokuollei-suus oli molemmilla istutuskohteilla 3–10 %. Kuva: Aija Nieminen / Metsähallitus.

laatiosta riippumatta. Muissa käsittelyissä istutuksen jälkeinen versokuolleisuus oli 3–10 %. Kaiken kaikkiaan testi-istutus onnistui yli puolella käsittelyistä, mutta tulevaisuudessa etenkin istutussyvyyteen kannattaa kiinnittää paremmin huomiota, ja mahdollisesti tehdä esiselvityksiä eri syvyyksillä.

Vuoden 2020 testi-istutukset tehtiin kohteille, joissa jo ennestään esiintyi meriajokasta, mutta istutuskäsittelyt olivat muusta kasvillisuudesta tyhjiä pohja-alueita. Osa istutuksista sijaitsi lähempänä ja osa kauempana luonnollisista meriajokasesiintymistä. Etenkin vuoden 2022 loppukesän seurantakerralla havaittiin, että osa istutuskäsittelyistä oli levinnyt niin, että oli vaikea erottaa, mitkä versot olivat istutettuja ja mitkä luontaisesti esiinty-

viä (kuva 7). Tästä syystä on tärkeää merkitä istutusruudut selkeästi etenkin kohteilla, joissa meriajokasta jo esiintyy.

Metsähallituksen vuoden 2021 kahdesta istutuskohteesta toinen voi erinomaisesti ja sijaitsee pohjatyypiltään poikkeavalla alueella, josta valtaosa pohjasta koostuu sorasta. Pohjalla esiintyy jonkin verran myös sinisimpukkaa sekä hauraa (*Zannichellia* sp.). Alueella tiedetään olevan myös vähän tai ei ollenkaan vesiliikennettä, joten ankkurointi ei voi vahingoittaa istutuksia. Toinen vuoden 2021 istutuskohteista kärsi todennäköisesti liian korkeasta lämpötilasta, mistä syystä se voi huonosti jo loppukesästä 2022 ja oli kokonaan hävinnyt alkukesästä 2023.



Kuva 7. Elokuussa 2020 istutettu istutuskäsittely loppukesästä 2022. Meriajokkaan joukosta erottaa juuri ja juuri tiiliskiven, joka on lukittu pohjaan harjateräksen avulla. Istutuskäsittely on lähtenyt hyvään kasvuun ja todennäköisesti yhdistynyt alueella luontaisesti esiintyvän niityn kanssa. Kuva: Joonas Hoikkala / Metsähallitus.

Haasteet

Vastuullinen toiminta

Johtuen meriajokaspohjien uhanalaisuudesta Suomessa, meriajokasistutuksia suunniteltaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota toiminnan vastuullisuuteen. Meriajokas ei lisää Suomessa suvullisesti, joten toistaiseksi istutuksia toteutetaan versoistutusmenetelmällä, mikä verottaa olemassa olevia niittyjä. Suomessa meriajokas esiintyy levinneisyysalueensa reunalla, ja niityt ovat herkkiä ympäristömuutoksille. Meriajokaspohjat on uhanalainen luontotyyppi ja myös suojeleminen uudistuneen luonnonsuojelulain nojalla (7 luku, 64 §). Laki astui voimaan 1.6.2023. ELY-keskuksen toteutettua luontotyyppirajaus ja suojelupäätös, suojellun luontotyypin esiintymää ei saa hävittää eikä heikentää (<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230009>).

Voisi sanoa, että meriajokkaan siirtoistuttaminen ennallistamisen keinona Suomessa etsii vielä paikkaansa, sillä menetelmän kustannustehokkuudesta ei ole vielä tarpeeksi tietoa Suomen merialueelta ja tulokset piloiteista ovat vaihtelevia. Näin ollen siirtoistutustoimenpiteiden toimivuuden todentamiseksi tarvitaan lisää tietoa ennen laajempien toimenpiteiden toteutusta ja ajallisesti kattavaa seuranta standardoiduin menetelmin todellisten hyötyjen ja kustannusten arvioimiseksi. Istutukset ja seuranta tulisi kaikkien tahojen toimesta toteuttaa samalla tavalla, jotta saataisiin riittävästi vertailukelpoisia seurantatietoja. Metsähallituksen aiempien istutus-pilotointien pohjalta Biodiversea-hankkeessa on suunniteltu istutuskäsittely, jonka sekä WWF että Meriniittyhanke ovat ottaneet käyttöönsä 2023. Tällä tavoin meriajokkaan menestymistä istutuskohdeilla on mahdollista seurata samoilla menetelmillä.

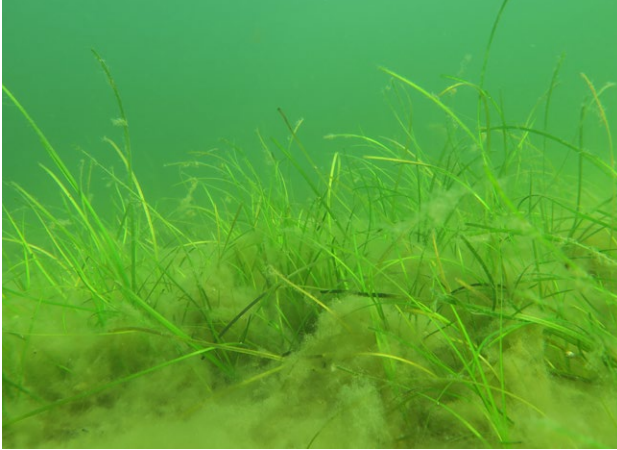
Ilmastonmuutos tulee muuttamaan Itämeren ekosysteemiä, ja oseaanografisten mallien mukaan esim. veden lämpötilassa, suolaisuus-

dessa ja ravinnepitoisuuksissa on odotetavissa muutoksia (Korpinen ym. 2018). Mikäli meriveden suolapitoisuus laskee, makean veden lajit todennäköisesti runsastuvat ja levittäytyvät laajemmalle, kun taas meriajokas saattaa kokonaan hävitä Suomen rannikolta.

Toinen tulevaisuuden uhka on lämpötilan nousu. Jo nyt on havaittu lämpötilan nousun negatiivisia vaikutuksia meriajokkaaseen, kun 2021 elokuussa korkea meriajokaskasvusto oli hävinnyt todennäköisesti heinäkuun 2021 lämpöaallon takia (C. Gustafsson, henk.koht. tiedonanto 16.1.2024). Kasvuston häviäminen on todennäköisesti ollut monen tekijän summa, sillä lämpöaalto on saattanut aiheuttaa syanobakteerikukinnan, joka on vaikuttanut pohjan valon määrään.

Metsähallitus epäilee, että sen yksi kesäkuussa 2021 istutettu kohde tuhoutui liian korkean lämpötilan vaikutuksesta, sillä vielä kesäkuussa 2022 istutukset voivat hyvin, kun taas elokuussa 2022 niistä oli jäljellä vain muutamia yksilöitä, ja 2023 istutukset olivat hävinneet kokonaan (ks. kuva 8). Niemi (2022) havaitsi pro gradu -tutkielmassaan, että suojaisten ja avoimuudeltaan alttiimpien alueiden keskilämpötiloissa on huomattavia eroja. Suojaisilla alueilla lämpötiloissa oli enemmän vaihtelua, kun taas avoimuudeltaan alttiimmat alueet ovat lämpötilan suhteen vakaampia. Tulos on mielenkiintoinen, sillä edellä kuvattu Metsähallituksen tuhoutunut istutus sijaitti verrattain suojaisella alueella, kuten WWF:n Hankoniemen pohjoispuolen istutus, joka ei myöskään menestynyt.

Maailmanlaajuisesti meriajokkaan siirtoistutuksista on onnistunut alle 50 %, mikä on yleensä johtunut epäsovovasta istutuspaikasta tai vääristä menetelmistä (Fonseca ym. 1998). Kuten aiemmin todettiin, haastavinta meriajokkaan siirtoistuttamisessa on sopivan paikan löytäminen, mikä korostaa paikan päällä tehtävien esiselvitystöiden tärkeyttä.



Kuva 8. Meriajokasistutus kesäkuussa 2022 (vas.) ja elokuussa 2022 (oik.). Kesäkuussa 2022 istutukset olivat lähteneet odotetusti hyvään kasvuun, mutta kesän aikana niihin on saattanut vaikuttaa lämpöaalto. Valitettavasti tälle kohteelle ei ollut asennettu lämpötilaa automaattisesti mittaavaa loggeria, josta lämpötilan nousun olisi voinut varmistaa. Kuva: Joonas Hoikkala / Metsähallitus.

Kustannukset ja hyödyt

Ruotsissa hehtaarin kokoiselle meriajokasniitylle on yritetty määrittää hintalappu. Kun hehtaarin meriajokasniittyä verrattiin kasvitomaan elinympäristöön, havaittiin meriajokasniityn tuottavan ylimääräiset 626 kg turskaa, 7 535 ahvenkalaa sekä sitovan 98,6 tonnia hiiltä ja 466 kg typpeä (Cole & Moksnes 2016). Hehtaarin meriajokasniityn laskettiin hyödyttävän kaupallista kalastusta, lieventävän ilmastonmuutosta sekä vähentävän rehevöitymistä keskiarvallisesti vuositasolla 11 000 ruotsin kruunun verran.

Meriajokkaan siirtoistutuksilla tehdyt tutkimukset muista pohjoismaista ovat osoittaneet, että istutuksilla saadaan hyötyjä jo lyhyessä ajassa (Gagnon ym. 2023, Steinfurth ym. 2022). Ruotsissa toteutetussa tutkimuksessa tehtiin neljä eri istutuskäsittelyä 20 x 20 m:n kokoisille ruuduille (Gagnon ym. 2023). Huomionarvoista on, että istutuskäsittelyllä ei ollut merkitystä sille, miten nopeasti pohjaeliöstö kolonisoi alueen, ja myös Metsähallitus on havainnut etenkin epifaunan lisääntyneen istutusaloillaan.

3.1.2 Meriajokkaan ennallistaminen siemenistä

Aivan kuten meriajokkaan siirtoistutuksissa, päätavoite meriajokkaan ennallistamisessa siementen avulla on palauttaa laji historiallisille kasvupaikoilleen. Historiallisesti meriajokkaan kasvuverson avulla tapahtuva ennallistaminen on ollut vallitseva menetelmä siemenillä tapahtuvaan ennallistamiseen verrattuna (esim. Fonseca ym. 1998, van Katwijk ym. 2009, 2015, Moksnes ym. 2016). Siementen avulla tehtävää meriajokkaan istuttamista on kehitetty kuitenkin yli 20 vuoden ajan, ja menetelmä on joillakin alueilla osoittautunut hyvin toimivaksi (Orth ym. 2012, Unsworth ym. 2021). Viime vuosina menetelmä on herättänyt myös huomiota, koska sillä voidaan ennallistaa hyvin suuria alueita kustannustehokkaasti (Marion & Orth 2010).

Pohjoismaissa meriajokkaan ennallistamista siemenistä on testattu mm. Ruotsin länsirannikolla. Ruotsista saatujen tulosten perusteella meriajokkaan ennallistamista siemenistä ei suositella yli 20 ennallistamiskokeilun perusteella muun muassa siementappioiden (Infantes ym. 2016b) ja epävarmojen tulosten takia (Moksnes ym. 2016). Ruotsissa tehdyissä kokeiluissa vain alle 1 % kylvetyistä siemenis-

tä kehittyi siementaimi (Moksnes ym. 2016). Epäonnistumisista huolimatta Ruotsissa on tutkittu meriajokkaan siementuotantoa, kerätty menestyksekkäästi meriajokkaan siemeniä ja kehitetty uusi mekaanisempi menetelmä, jolla suuria määriä elinkelpoisia siemeniä voidaan erotella kerätystä siemensadosta (Infantes & Moksnes 2018). Ruotsin suosittu menetelmä kohtaan saattavat tulevaisuudessa kuitenkin muuttua, jos uusia menetelmiä siementen avulla tehtävään meriajokkaan ennallistamiseen kehitetään edelleen (Moksnes ym. 2016, Infantes ym. 2016b).

Suomen rannikon alhaisen suolapitoisuuden vuoksi meriajokas ei kuki, saati tuota siemeniä, paitsi satunnaisesti Ahvenanmaalla. Meriajokkaan ennallistamista siemenistä ei Suomessa tiettävästi ole testattu epäsopien olosuhteiden takia, sillä siemenet pitäisi kuljettaa esimerkiksi Tanskasta tai Ruotsista tai kasvattaa kukkivia meriajokasyksilöitä Suomessa kasvatusaltaissa riittävässä suolapitoisuudessa. Molemmat menetelmät tulisivat hyvin kalliiksi eikä menetelmän onnistumisesta olisi mitään takeita.

Kunnostusmenetelmä

Kaikessa yksinkertaisuudessaan menetelmässä kerätään isosta lähdepopulaatiosta kukkivia kasvoversoja, joissa on kasvin muodostamia vielä kypsymättömiä siemeniä. Kukkivat kasvoversot kerätään yleensä käsin sukeltamalla tai snorklaamalla, mutta Yhdysvalloissa kukintoja kerätään myös siihen kehitetyllä mekaanisella laitteella. Laitetta vedetään paljon siemeniä tuottavan niityn yläpuolella, josta laite leikkaa summittaisesti niityn korkeimman osan kasvustoa sisältäen myös siemeniä sisältäviä kasvoversoja. Menetelmällä on mahdollista kerätä jopa 2,5 miljoonaa siementä vuosittain, eikä sillä ole havaittu olevan negatiivisia vaikutuksia meriajokasniitylle (Orth & Marion 2007).

Kun siemeniä sisältävät kukkivat kasvoversot on kerätty, ne kuljetaan potentiaaliselle ennallistamiskohteelle tai niitä varastoidaan optimaalisissa olosuhteissa, kunnes siemenet

kylvetään. Siementen varastointi on kallista, sillä ne pitää käsin erotella kukkavarresta ja mahdollisesti erotella elinkelpoisimmat siemenet (Infantes & Moksnes 2018). Pääriskit varastoinnissa ovat siementen liian aikainen itäminen, niiden huono elinkelpoisuus tai homeen muodostuminen siemeniin, mutta esimerkiksi Ruotsissa meriajokkaan elinkelpoisia siemeniä on onnistuttu varastoimaan jopa 8 kuukauden ajan (Infantes ym. 2016b).

Siementen kuljettaminen suoraan ennallistamiskohteelle koetaan kustannustehokkaampana menetelmänä. Kerätyt kukkivat kasvoversot voidaan asetella esimerkiksi poi-juissa kiinni oleviin siemenpusseihin (eng. *buoy-deployed seed bags*, BuDS), joiden verkon silmäkoko on tarpeeksi pieni pitääkseen versot pussissa, mutta niin suuri, että kypsyneet siemenet putoavat verkosta ulos. Menetelmä on kehitetty Yhdysvalloissa (Pickerell ym. 2005) ja sitä on käytetty menestyksekkäästi mm. Alankomaissa, jonne meriajokkaan kukkivia kasvoversoja kuljetettiin Saksasta (van Duren ym. 2013).

Jos meriajokkaan siemeniä on ensin varastoitu ja eroteltu ne kukkavarresta, niiden kylväminen ja levittäminen tapahtuu hieman eri menetelmillä, sillä niiden ympärillä ei ole enää kukkavartta, vaan yksittäiset parin millimetrin kokoiset siemenet kylvetään sellaisenaan. Yksinkertaisimpia menetelmiä on kylvää siemenet sukeltamalla pohjasedimenttiin tai kiinnittää ne esimerkiksi biohajovaan teippiin ennen pohjaan asettamista. Toisessa, Irossa-Britanniassa kehitetyssä menetelmässä käytettiin pieniä juuttipusseja, joiden sisälle laitettiin sedimentin sekaan meriajokkaan siemeniä, ja pussit kiinnitettiin merenpohjaan ankkuroituun naruun (eng. *Bags of Seagrass Seeds Line*, BoSSLIne). 94 %:ssa pusseista kehittyi versoja 10 kuukauden kuluttua (Unsworth ym. 2019). Yhdysvalloissa siemeniä on puolestaan levitetty muun muassa veneestä käsin hallitulla istutuslaitteella.

Meriajokkaan siemenistä ennallistamisen etuna on, että verrattain vähäisten kustannustensa ansiosta menetelmä sopii laaja-alaisiin

istutushankkeisiin ja suuria siemenmääriä voidaan kerätä suhteellisen helposti vähäisillä kielteisillä vaikutuksilla lähdepopulaatioon. Yksi meriajokasniitty voi tuottaa jopa satoja miljoonia siemeniä, joista suurimman osan kehittyminen kasvuversoksi asti epäonnistuu johtuen tehottomasta leviämisestä potentiaalisille kasvupaikoille mm. paikallisten merivirtojen takia. Siementen ylituotanto joillakin alueilla mahdollistaakin niiden hyödyntämisen erilaisissa ennallistamisohjelmissa (Unsworth ym. 2021).

Seurantamenetelmä

Meriajokkaan ennallistamista siemenistä seurataan pitkälti samoilla menetelmillä kuin meriajokkaan siirtoistutusten menestymistä (ks. luku 3.1.1 Meriajokkaan siirtoistutukset). Tämän lisäksi voidaan tarkkailla mm. siementaimien selviytymistä sekä siemenhävikkiä.

Kokemukset menetelmästä

Yksi kaikkien aikojen onnistuneimpia meriajokkaan ennallistamishankkeita siemenistä toteutettiin Yhdysvaltojen Virginian osavaltiossa, jossa vuosina 1999–2010 kylvettiin 37,8 miljoonaa meriajokkaan siementä yhteensä 369:lle yksittäiselle kasvittomalle palsta-alueelle, jotka yhteenlaskettuna muodostivat 125,2 ha neljässä eri lahdessa. 10 vuoden jälkeen ennallistamisesta alueelle muodostui 1 700 ha:n kokoinen yhtenäinen meriajokasniitty (Orth ym. 2012).

Yksittäisistä onnistumisista huolimatta meriajokkaan ennallistamiseen siemenistä liittyy paljon enemmän epävarmuustekijöitä verrattuna ennallistamiseen kasvuversoja siirtoistuttamalla. Keskimäärin 0,1–28 %:sta kylvetyistä meriajokkaan siemenistä kehittyy täysimittainen kasvuverso (Pickerell ym. 2005; Goshorn 2006, Marion & Orth 2011, 2012, Orth ym. 2012, sit. Moksnes ym. 2016).

Tutkimusten perusteella Skandinavian alueella meriajokkaan siemeniä häviää paljon etenkin veden virtausten, rantaravun

(*Carcinus maenas*) saalistuspaineen sekä hiekkamadon (*Arenicola marina*) aiheuttaman bioturbaation takia (Valdemarsen ym. 2011, Infantes ym. 2016a, Infantes ym. 2016b). Ruotsissa saatujen kenttätulosten perusteella kylvetyistä siemenistä katosi etenkin edellä mainittujen syiden takia, kun taas versojen kehittymiseen vaikuttivat eniten valon saatavuus sekä fyysinen häiriö (Infantes ym. 2016b).

Isossa-Britanniassa toteutetussa juuttipussimenetelmässä (100 meriajokkaan siementä/pussi) yhden alueen juuttipussit joutuivat myrskyn koettelemaksi ja peittyivät sedimenttikerroksen alle eivätkä kyseisen alueen yhdenkään pussin siemenet itäneet (Unsworth ym. 2019). Lisäksi, vaikka menetelmässä suurin osa juuttipusseista kehitti itäviä siemeniä, sadasta siemenestä vain keskimäärin 2,37:stä \pm 2,41 kasvoi täysimittainen kasvuverso (Unsworth ym. 2019), mikä kertoo menetelmän haastavuudesta ja itämisen onnistumiseen liittyvän lisätutkimuksen tarpeesta.

Ruotsissa havaittiin, että jos pohjaan kylvetyt siemenet peitettiin 2 cm hiekkakerroksella, lisäsi se siementen itämistä 2–6-kertaisesti verrattuna peittämättömiin siemeniin (Infantes ym. 2016b). Tämä todennäköisesti johtui siementen saalistuspaineen vähenemisestä sekä siitä, ettei siemeniä kulkeutunut niin paljon virtausten ja ajelehtivien rihmalevämattojen mukana (Infantes ym. 2016b).

Tanskassa testattiin 3 cm:n paksuista biohajoavaa kookoskuitumattoa, joka asetettiin sedimentin pinnalle, ja meriajokkaan siemeniä asetettiin kuitumaton pinnalle. Tällä innovatiivisella menetelmällä haluttiin estää siementen hautautuminen liian syvälle sedimenttiin hiekkamatojen aiheuttaman bioturbaation takia. Tulosten perusteella kuitumatto esti tehokkaasti siementen hautautumisen ja edisti siementen itämistä sekä taimien selviytymistä, sillä kuitumatto piti siemenet itämisen kannalta optimaalisessa syvyydessä sekä suojasi myös pieniä taimia hautautumiselta (Sousa ym. 2017).

3.1.3 Hiekka-/sorapohjien ja rantavesien vesikasvien siirtoistutukset

Hiekka- ja sorapohjille tai mataliin rantavesiin tai kosteille rantaniityille voidaan istuttaa meriajokkaan lisäksi myös muita putkilokasveja tai näkinpartaisia (*Chara*-istutuksia käsitellään luvussa 4.3). Makrofytytien istutukset laboratorioversoista tai siirtoistutukset toisesta populaatiosta luonnossa tulevat lähinnä kyseeseen sulkeutuneissa vesistöissä kuten järvissä, lammissa tai meriolosuhteissa mahdollisesti sulkeutuneissa laguuneissa kuten fladoissa tai kluuveissa, joista kasvillisuus on syystä tai toisesta tuhoutunut. Maailmalla putkilokasvien siirtoistutuksia on tehty esim. keinotekoiisiin vasta luotuihin järviin, kunnostusruopattuihin järviin ja lampiin tai keinotekoisesti luoduille hiekkasärkille (Bakker ym. 2013, Deinhardt ym. 2021).

Itämeren olosuhteissa putkilokasvien (muiden kuin meriajokkaan) siirtoistutus tulee lähinnä kysymykseen silloin, jos esim. meriajokkaan joukossa istutetaan myös muita putkilokasveja sillä ajatuksella, että monilajinen vesikasviniitty on stabiilimpi tai kasvaa paremmin ja/tai ylläpitää suurempaa biodiversiteettiä tai biomassaa selkärangattomia eläimiä kuin yksilajinen niitty (Gustafsson & Boström 2009, 2010, 2013, Salo ym. 2009, Boström haastattelu 4.12.2023). Toisaalta esimerkiksi Gustafssonin ja Boströmin (2009) tekemässä tutkimuksessa havaittiin, että katkojen (*Gammarus* spp.) runsaus ja biomassa sekä eri taksonien lukumäärä oli suurin ahvenvidan muodostamassa monokulttuurissa, mutta erot muihin käsittelyihin (meriajokasta ja hapsivitaa ja/tai ahvenvitaa) eivät kuitenkaan olleet merkittäviä.

Jos kasvillisuus puuttuu Itämerellä joltakin alueelta, sille on yleensä hyvä syy, kuten esim. liikkuva pohja, ruoppaus, myrkyllinen tai hapan valuma tms. Itämeren pohjassa lepää hy-

vä siemenpooli ja monet vesikasvit lisääntyvät pienistäkin versonpalasista. Merivirrat ja jäät kuljettavat pohjasta irronneita versoja mukanaan ja linnut siemeniä vesistöstä toiseen. Siirtoistutusta tarvitaan yleisten lajien kohdalla yleensä harvoin (Deinhardt ym. 2021).

Putkilokasvien siirtoistutukset voivat olla järkeviä lisäämään avainlajin (kuten esim. meriajokkaan) muodostaman habitaatin pinta-alaa tai varmistamaan uhanalaisen lajin säilyminen edes joissakin populaatioissa levinneisyysalueellaan (Deinhardt ym. 2021). Itämerellä siirtoistutuksia on tehty lähinnä avainlaji meriajokkaalle ja äärimmäisen uhanalaisille lajeille, joiden populaatioita on haluttu lisätä niiden eloonjäännin varmistamiseksi. Suuri osa näistä lajeista on kotoperäisiä Perämerelle, niillä on pieni levinneisyysalue ja vain vähän tunnettuja populaatioita ja ne saattavat levitä huonosti. Monet uhanalaiset siirtoistutusten kohteena olevat lajit ovat matalien rantavesien, rantaniittyjen, jokisuistojen ja suolamaiden lajeja, jotka kasvavat vesirajassa, hyötyvät jääeroosiosta ja primäärisukessiosta ja ovat kärsineet rantalaidunnuksen vähenemisestä ja rehevöitymisestä (Deinhardt ym. 2021, Miranto ym. 2017, Markkola 2013, 2016, Siira 2011).

Kunnostusmenetelmä

Putkilokasveja voidaan istuttaa joko siemenistä tai versoista. Molempia voidaan kerätä luonnosta tai ne voidaan tuottaa laboratorioolosuhteissa.

Seurantamenetelmät

Putkilokasvi-istutusten jälkeen seurataan vähintään istutetun lajin selviämistä ja sen lisääntymistä, mutta joskus myös esim. kukkimista ja siementuottoa tai kasvillisuuden houkuttelemien selkärangattomien biodiversiteettiä ja/tai biomassaa.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Ruotsissa on istutettu vaarantunutta upossarpiota (*Alisma wahlenbergii*) huonolla menestyksellä (Johansson 2014, sit. Deinhardt ym. 2021). Kolmantena vuotena yli 200 verson istutuksesta yhtään tainta ei enää ollut hengissä. Tulevaisuudessa kehoitetaan istuttamaan suurempia taimia heti kasvukauden alussa ja kiinnittämään versojen juuret pohjaan esim. kivillä. Lisäksi suositellaan istutuksia alueille, joilta lajin tiedetään hävinneen mutta joilla olosuhteet ovat sittemmin parantuneet.

Äärimmäisen uhanalaista Perämerelle kotoeräistä perämerenketomarunaa (*Artemisia campestris* subsp. *bottnica*) on istutettu lajin ainoasta aiemmin tunnetusta kasvupaikasta Torniossa Oulun yliopiston kasvitieteelliseen puutarhaan, jossa kasvin siemenistä on kasvatettu taimia. Taimia on siirtoistutettu uusille alueille – kasvi viihtyy hiekka- ja somerikkorannoilla. Siirtoistutus siemenistä ei ole onnistunut luontoon, vaikka kokeellisissa olosuhteissa siemenet ovatkin itäneet hyvin. Itäneiden versojen siirtoistutus sitä vastoin on onnistunut hyvin (Miranto ym. 2017). Lajin levinneisyyttä on pystytty lisäämään siirtoistutuksilla, ja se mahdollisuus, että lajin ainoa populaatio häviää yhdellä kertaa, on vältetty siirtoistutusten ansiosta.

Äärimmäisen uhanalaista pohjansorsimoa (*Dupontia fulva*; ent. *Arctophila fulva* var. *pendulina*) on sekä siirtoistutettu luonnosta saaduista versoista että laboratorioissa kasvatetuista versoista uusille kasvupaikoille ja vanhojen kasvupaikkojen läheisyyteen (suojaisat lahdenperukat ja tulvaiset vesirajat jokirannoissa sekä matalat rantavedet) (Miranto ym. 2017, Markkola 2013). Osa istutuksista on pärjännyt hyvin ja lähtenyt leviämään, mutta osa on tuhoutunut jo ennen seuraavaa kasvukautta jäiden runnoessa tämän lajin erityisen epästabiliä elinympäristöä eli jokisuiston ulommaisista osista. Lajin säilymisen varmuutta on kuitenkin pystytty lisäämään uusilla populaatioilla.

Äärimmäisen uhanalaista rönsysorsimoa (*Puccinellia phryganoides*) on siirtoistutettu populaatioiden lisäämiseksi Perämerellä (Siira 2011, Markkola 2016). Versoja saatiin sekä luonnosta että laboratorioissa kasvatetuista (ex situ) kannoista ja istutettiin sekä lähelle aiempia populaatioita että uusille alueille. Osa versoista pärjasi hyvin ja lähti lisääntymään, osa tuhoutui jäiden eroosiovaikutuksen vuoksi. Tämän lajin elinympäristö (suolaniittyjen kuivemmat osat ja suolamaalaukut, laidunnettavat niityt) on hyvin epästabili ja usein vaikea kasvuympäristö. Tulevaisuudessa istutuspaikan valintaan tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota.

Jos makrofytytien istutus on ajankohtaista, kannattaa tutustua Bakkerin ym. (2013) hyvin laajaan review-artikkeliin lähinnä Saksan järviin istutetuista putkilokasveista ja muista makrofytyteistä.

Haasteet

Haasteena putkilokasvien istutuksessa on usein versokuolleisuus ja heikko lisääntyminen siemenistä. Jos istutuspaikkaa ei valita huolella, istukkaat ovat helposti tuhoon tuomittuja, ja kuten meriajokkaan kohdalla, ajelehtivat levämatot sekä kovat tuuliolosuhteet helposti irrottavat vasta istutettuja versoja (Boström, haastattelu 4.12.2023). Jos lajia istutetaan alueelle, mistä se on aiemmin hävinnyt mutta josta painetta ei ole pystytty poistamaan, lopputulema on taattu epäonnistuminen. Istutuspaikan valintaan kannattaa siis kiinnittää erityistä huomiota.

Kustannukset ja hyödyt

Putkilokasvien istutus versoista on työlästä käsityötä, joka vaatii paljon työvoimaa. Siemenistä istuttaminen on helpompaa mutta riskialttiimpaa. Istutuspaikan valintaan kannattaa kiinnittää huomiota turhien kustannusten välttämiseksi.

3.1.4 Hiekka-/sorapohjien ja rantavesien vesikasvien siirtoistutukset

Hiekkaa lisäämällä (eng. *sand capping, sand replenishment*) voidaan kunnostaa sekä rannikkoalueita että vedenalaista luontoa. Mm. Länsi- ja Keski-Euroopassa hiekkaa lisätään esimerkiksi uimarantojen ylläpitämiseksi tai dyynien muodostamiseksi alueilla, joilla hiekasta on pulaa tai joiden luonnolliseen sedimenttidynamiikkaan ihmisen toiminta on vaikuttanut negatiivisesti. Tässä luvussa keskitytään kunnostusmenetelmänä pinnan alle lisättyyn hiekkaan.

Ruotsissa hiekan lisäyksellä meren pohjaan pyritään edistämään meriajokkaan palautumista alueille, joilta se on hävinnyt ihmisen toiminnan ja epäsuotuisiksi muuttuneiden ympäristötekijöiden takia. Ruotsissa meriajokkaan historiallisilla esiintymisalueilla ympäristöolosuhteet ovat meriajokkaan häviämisen myötä dramaattisesti muuttuneet, sillä meriajokas sitoo tehokkaasti pohjasedimenttiä vähentäen veden sameutta. Hiekan lisäyksellä pyritään stabiloimaan pohjasedimenttiä tavoitteena vähentää sedimentin resuspensiota ja siten veden sameutta, mikä parantaa meriajokkaan mahdollisuuksia selviytyä historiallisilla esiintymisalueillaan.

Kunnostusmenetelmä

Menetelmässä lisätään hiekkaa meren pohjaan niille alueille, joilta meriajokas on hävinnyt, tavoitteena luoda vakaa kasvualusta, jossa meriajokas voi kasvaa. Ruotsin Lilla Askerössä toteutetussa pilotissa hiekkaa lisättiin 10 cm:n kerros 1,3–1,9 m syvyyteen yhteensä 1 ha:n (100 x 100 m) kokoiselle alueelle huhtikuussa 2021 (Infantes 2021). Menetelmässä käytettiin noin 1 800 tonnia hiekkasorasekoitetta, joka levitettiin kohteelle tarkkuus-GPS:llä varustetulla kaivinkoneella, joka kulki alueella proomun avulla. Hiekkapeitteisen alueen keskimääräinen paksuus saatiin hankkeessa vaikuttavan tasaiseksi ($9,3 \pm 1,3$ cm). Hiekan lisäyksen jälkeen hiekkapeitteiselle

alueelle istutettiin käsivoimin touko-kesäkuun 2021 aikana 80 000 meriajokkaan kasvuversoa (16 versoa/ m^2) joka toiselle neliömetrille (nk. checker pattern).

Seurantamenetelmät

Ruotsin Lilla Askerössä toteutetun pilotin osalta seurataan siirtoistutettujen meriajokkaiden kasvun edistymistä (mm. verso- ja laskemalla) sekä tullaan seuraamaan alueen fysikaalisia ominaisuuksia, kuten muutoksia aaltojen vaimenemisessa, virtauksessa, sameudessa, sedimentaationopeuksissa ja valo-olosuhteissa, jotta voidaan arvioida hiekan lisäyksen ja meriajokkaan palautustoimien vaikutuksia.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Ruotsin Lilla Askerössä toteutetussa hiekan lisäys -projektissa 80 000 istutettua meriajokkaan versoa oli vuoden aikana kasvanut 860 000 versoksi, eli ajokkaiden määrä oli kymmenkertaistunut vain vuoden aikana. Versojen kasvutiheys hiekkapeitteellä ei kuitenkaan ollut tasaista, ja tietyillä alueilla esiintyi tiheitä laikkuja, kun taas siellä täällä oli myös tyhjiä alueita.

Suomessa ei tiettävästi ole testattu näin laaja-alaista hiekan lisäystä meren pohjaan, mutta Metsähallituksella on käynnissä yhteistyöhanke Helsingin kaupungin kanssa. Suunnitelmissa on lisätä Lauttasaaren merialueelle hiekkaa ja istuttaa lisätylle hiekalle meriajokasta. Kohteelta, jonne meriajokasta suunnitellaan istutettavan, on Suomen lajitietokeskuksen Laji.fi-tietokannan mukaan useita historiallisia havaintoja jo ennen 1950-lukua. Osa havainnoista vaikuttaisi olevan pohjassa eläviä yksilöitä ja osa rantaan ajautuneita, mutta havaintojen kartoitusmenetelmistä ei ole täyttä varmuutta. Metsähallitus on tehnyt alueella tutkimuksia kesällä 2021, ja aluetta kartoitettiin mm. sukeltamalla sekä ottamalla sedimenttinäytteitä. Vaikkakin pohja on tutkimusten mukaan suurelta osin hiekkaa, voi

meriajokkaalla olla hankaluuksia levittäytyä alueelle luontaisesti, ja lisätty hiekka varmistaisi kasvuversojen pysymisen meren pohjassa.

Hankkeeseen käytettävä hiekka on peräisin Metsähallituksen Kiinteistökehityksen MH-Kivi Oy:ltä, joka tekee mm. merikiviaineksen nostoa ulkomerialueiden afoottiselta vyöhykkeeltä. Lauttasaaren hiekan lisäys -hanke on tarkoitus toteuttaa kesällä 2024 ja se on osa Helsingin kaupungin Itämeri-haasteen toimenpideohjelman.

Haasteet

Hiekan lisäys ei sinänsä ole ennallistamista, vaikkakin sillä on saavutettu hyviä tuloksia Ruotsissa. Jos kunnostamiseen käytettävä hiekka otetaan meren pohjasta, liittyy siihen negatiivisia vaikutuksia hiekanottoalueelle. Hiekanoton vaikutuksia pohjaeliöstöön on tutkittu Itämerellä vähän, mutta meren pohjan elinympäristö tuhoutuu ruoppaustoiminnasta ainakin hetkellisesti, mistä syystä menetelmällä voi olla tuhoisatkin vaikutukset meren pohjaan. Saksan edustalla tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että sensitiivisemmät pohjaeläimet, joilla on mm. hidas kasvunopeus tai huono leviämiskyky, eivät määriltään palaudu ruoppausta edeltävälle tasolle vuodeen kuluessa (Krause ym. 2010). Lisäksi hiekanotto ja sen lisääminen lisäävät sedimentin suspendoitumista väliveden aiheuttaen veden samentumista, vaikkakin kyse on toiminnan aikaisesta eli hetkellisestä vaikutuksesta.

Kustannukset ja hyödyt

Dynaamisilla hiekka-alueilla sekä hiekanlisäyksen että hiekanoton on todettu vaikuttavan pohjaeliöstöön negatiivisesti, mutta vaikutusten on todettu olevan lyhytaikaisia (Fröhlich & Rösner 2015, sit. Deinhardt ym. 2021). Ruotsin Lilla Askerössä toteutettua pilottia varten tutkittiin hiekan lisäyksen vaikutuksia pohjaeliöstöön pienempien testiruutujen avulla ennen laaja-alaista hiekan lisäystä, eikä lisätyllä hiekkapeitteellä havaittu olevan negatiivisia vaikutuksia. Jo kolmen kuukauden jälkeen lisätyn hiekan ruuduista löytyi samankaltainen pohjaeliöstö kuin viereisen alueen luonnolliselta sedimentiltä (Moksnes 2021). Alustavien tutkimusten perusteella hiekan lisäyksellä katsottiin olevan jopa positiivisia vaikutuksia, sillä lisätyn hiekan ruuduilla pohjaeliöstön yksilötiheys oli suurempi luonnollisen sedimentin pohjaeliöstöön verrattuna, ja kahden vuoden aikana lisätyn hiekan ruuduilla pohjaeliöstön runsaus oli jo kolminkertainen luonnollisen sedimentin pohjaeliöstöön verrattuna. Lisäksi lisätyn hiekan ruuduilla havaittiin myös enemmän lajeja kuin luonnolliselta sedimentiltä. Hiekan lisäyksen pohjaeliöstön positiivisten vaikutusten on arveltu liittyvän lisätyn hiekan sisältämään suurempaan happipitoisuuteen verrattuna luonnon sedimenttiin, joka on hienorakenteisempaa savipitoista sedimenttiä (Moksnes 2021).

Yleisesti ottaen hiekan lisäys kunnostusmenetelmänä on kallista, ja hinta koostuu hiekan ottamisesta, kuljettamisesta sekä asettamisesta meren pohjaan tarvittavista koneellisista käyttövoimista. Jos kunnostettava kohde on kaukana hiekanottoalueelta, kustannukset saattavat nousta vieläkin korkeammaksi.

3.2 Jokisuistot (1130)

3.2.1 Kunnostusruoppaus

Suojelutaso ¹	Kehityssuunta ¹	Uhanalaisuus 2018 ²	Muuta huomioitavaa
Epäsuotuisa, huono	Vakaa	Erittäin uhanalainen	Suomen kansainvälinen vastuuluontotyyppi ²

¹ Luontodirektiivin luontotyyppiraportoinnissa esitetty arvio suojelutasosta ja kehityssuunnasta 2019 ([pdf, ymparisto.fi](pdf,ymparisto.fi))

² Kotilainen ym. 2018 Itämeren luontotyyppien uhanalaisuusarvio.

Jokia on kautta aikojen valjastettu ihmisten taloudelliseen käyttöön ja sen vuoksi niitä on suoristettu, ruopattu, padottu ja pengerrytetty. Samalla jokien luontainen jokisuisto- ja tulvady namiikka on usein tuhottu. Monet pioneerilajit elävät elinympäristöissä, jotka luottavat esim. jokavuotiseen tulvaan ja sen tuomaan lietteeseen, jokisuistoon syntyvään uuteen delta-elinympäristöön tai muuten kilpailijoista vapaaseen elinympäristöön, jota aktiivinen ja luonnollinen jokidynamiikka ylläpitää. Lisäksi monet lajit ovat kärsineet siitä, että jokisuisto valjastetaan paremmin veneilyyn sopivaksi poistamalla pieniä ja hitaasti virtaavia sivu-uomia käytöstä, ruoppaamalla pääuoma suoraksi ja virtaviivaiseksi ja tällä tavoin poistamalla elinympäristöjä niiltä lajeilta, jotka tarvitsevat hitaammin virtaavaa, matalampaa tai suojaisampaa kasvu ympäristöä. Suomessa jokien kunnostusruoppaus on yleensä liittynyt tulvasuojeluun eikä niinkään luonnonsuojeluun.

Tässä menetelmäesittelyssä käsitellään myös Haminan Lupinlahden Pappilansaarilla toteutettu matalien umpeenkasvaneiden alueiden avaus veden vaihtumisen parantamiseksi, jossa kunnostusmenetelmänä on käytetty imuruoppausta. Lupinlahti on kapeahko, paikoitellen hyvin matala merenlahti, joka on yhteydessä mereen kolmen kapean salmen kautta. Se ei siis ole luontotyyppiltään jokisuisto, mutta menetelmää eli kunnostusruoppausta voidaan soveltaa myös jokisuistoissa.

Kunnostusmenetelmä

Temmesjoki

Temmesjoki on Liminganlahden perukkaan laskeva pohjois-pohjanmaalainen joki. Temmesjokea on kunnostettu virtauksen parantamiseksi ja myöhemmin tulvasuojelun vuoksi niin, että joen luontaisesti meanderoiva pääuoma on suoristettu, ruoppausmassat on läjitetty penkereille ja vesi virtaa suunnilleen samalla nopeudella kaikilla joen kunnostetuilla osuuksilla. Jokea on ennallistettu Metsähallituksen toimesta 2022 ylempää jokivarresta siirtämällä se aiempaan uomaansa eli palauttamalla siihen aiempaa mutkaisuu tta ja erilaisia virtausolosuhteita ylläpitäviä akanvirtoja, kivikoita ja muita luonnollisia virtausta hidastavia elementtejä.

2019 Temmesjoen jokisuistoa kunnostettiin ja ennallistettiin POP-ELYn toimesta lähinnä turvaamaan erittäin uhanalaisen pohjansorsimon (*Dupontia fulva*) elinympäristöä ja säilyttämään yksi lajin hyvin harvoista populaatioista (Markkola 2013, Markkola 2016, Niemelä 2009, Rautiainen ym. 2007, Siira 2011) [enemmän tietoa pohjansorsimosta ja siihen kohdistuneista muista suojelutoimista luvussa 4.6.1. Uhanalaisen lajin mikrohabitaa tin (pienialainen) muokkaus]. Monivuotinen heinäkasvi pohjansorsimo viihtyy jokisuistoissa, tulvajokirannoilla ja matalilla rannoilla. Se on kärsinyt Temmesjoen perkaamisesta, suoristamisesta ja ruoppausjätteiden läjit-

tämisestä penkereille. Myös joen luontainen tulvadynameikka on kärsinyt tulvasuojelutoimenpiteistä. Temmesjoen kunnostuksen tavoitteena oli lisätä jokiveden virtausta suistoalueelle ja turvata alueella esiintyvän harvinaisen ja uhanalaisen pohjansorsimon kasvupaikkojen säilyminen.

Temmesjoen suistoon ruopattiin useita pääuomasta johtavia pieniä sivu-uomia, jotka eivät johtaneet mereen vaan päättyivät suiston kosteikkoalueelle (kuva 9).

Haminan Lupinlahden Pappilansaarten salmien imuruoppaus

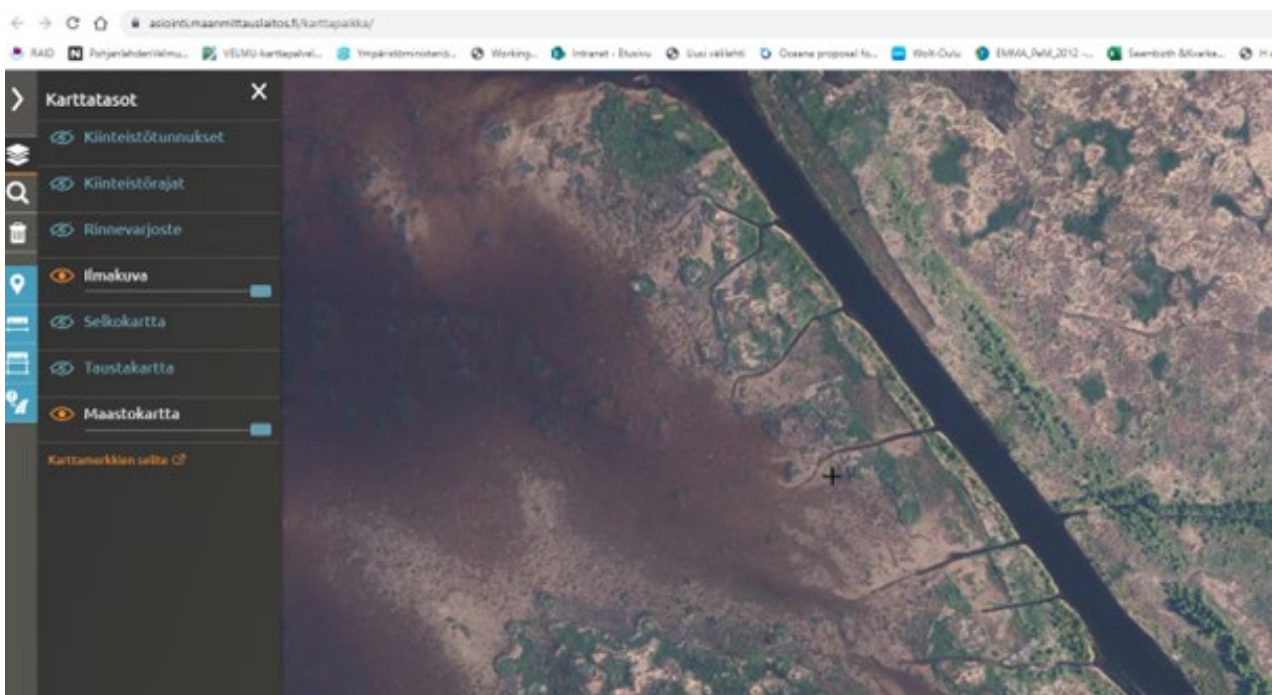
Rehevöityminen näkyy usein kiihtyneenä ruovikoitumisena sisäsaaristossa, mikä voi aiheuttaa paikallisesti eloperäisen aineksen kertymistä ja liettymistä ja luontaisesti matalilla alueilla veden vaihtuvuuden heikkene- mistä, mikä edelleen edistää umpeenkasvua.

Haminassa Pappilansaarten kolme kapeaa salmea yhdistävät sulkeutuneen Lupinlahden alueen Haminanlahteen ja edelleen Suomenlahteen. Lupinlahden alue on Natura-alue, jo-

ka on pääosin suojeltu luonnonsuojelualueena. Alue on erityisen tärkeä vesilintujen muutonaikaisena levähdys- ja ruokailualueena. Merialueen rehevöityminen näkyy alueella ruovikoiden laajenemisena ja esimerkiksi aiemmin uimapaikkoina toimineet paljaat hiekkarannat Pappilansaarten salmien lähellä ovat peittyneet järviruokokasvustoilla. Myös veneellä liikkuminen on vaikeutunut runsaan uposkasvillisuuden seurauksena.

Rehevöitymisen haittojen torjumiseksi Pappilansaarten salmia on ruopattu (kuva 10). Lisäksi ruovikoiden reunoja on niitetty ja ruovikkoon on tehty ja on suunnitteilla aukotuksia. Ruoppaus tehtiin vuosina 2021–2023 siten, että kukin salmi ruopattiin eri vuonna. Ruopattava alue oli pinta-alaltaan yhteensä noin 11 hehtaaria. Ruoppauksen tilaajana toimi MeriHamina ry (Harri Huuho, henk.koht. tiedonanto 10.1.2024).

Ruoppaus tehtiin imuruoppauksena ja ruopattu liete ja pohja-aines johdettiin putkea pitkin erityiseen säkkimäiseen geotuubiin maalle perustetulle kentälle (kuva 11). Geo-



Kuva 9. Temmesjoen suiston kunnostusruoppaukset näkyvät ilmakuvassa kapeina kosteikkoon päättyvinä sivu-uomina. Kuva: Maanmittauslaitos, Karttapaikka.



Kuva 10. Sedimentin imuruoppausta Haminan Pappilansaarten salmissa. Kuva: Harri Huuho / MeriHamina ry.



Kuva 11. Ilmakuva geotuubikentästä. Kuva: Harri Huuho / MeriHamina ry.

tuubissa vesipitoinen liete vähitellen tiivistyy veden suotuessa painovoimaisesti geotuubin kankaan lävitse ja lietteeseen lisätyn polymeerin ansiosta, minkä jälkeen massaa voidaan käyttää esimerkiksi viherrakentamisessa (kuva 12). Ruopattun massan kokonaismäärä oli noin 33 000 m³.

Seurantamenetelmät

Ennen ruoppauksen toteutusta selvitettiin kohdealueen syvyysrakenne luotaamalla, tutkittiin ruopattavan sedimentin haitta-ainepitoisuudet ja teetettiin luontoselvitykset lupahakemukseen liittyen. Ruoppaustyön aikana seurattiin vedenlaatua Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n toimesta. Hankkeessa ei tehty pohjayhteisöjen seurantaa, mutta tietoja kalastosta ja sen muutoksista saatiin haastatella paikallisia kalastajia.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Ruoppauksen tuloksena salmien syvyys kasvoi noin puolella metrillä, mikä lisäsi virtausta alueella. Tämä on näkynyt erityisesti talvel-

la salmien vähäisempänä jäätymisenä. Ruoppaus oli kertaluonteinen toimenpide ja salmia pyritään jatkossa pitämään avoimina niittämällä niitä reunustavia ruovikoita. Lisäksi tehdään ruovikon aukotusta ja allikointia eli pieniä lampareita kalaston ja linnuston elinympäristöjen parantamiseksi.

Haasteet

Kunnostus toteutettiin yhdistyksen toimesta 50 %:n omarahoitusosuudella. Oman rahoitusosuuden hankkiminen kalliissa hankkeessa voi olla työlästä. Lisäksi rahoituksen hankkiminen, lupaprosessit, työn kilpailutus ja sen toteuttaminen vaativat tarkkaa suunnittelua ja viiveet eri työn vaiheissa voivat kertautua ja vaikeuttaa hankkeen toteuttamista.

Kustannukset ja hyödyt

Hankkeen kokonaiskustannus on noin 1 793 000 €, josta suuren osan muodostavat imuruoppaus ja geotuubit (1 085 000 €) sekä geotuubikentän rakentaminen, ylläpito ja massojen siirto (523 000 €). Muita kustannuksia syntyi suunnittelusta, luvituksesta, eri esiselvityksistä, valvonnasta ja seurannasta.



Kuva 12. Geotuubissa tiivistynyttä ruoppausmassaa, jota voidaan ominaisuuksista riippuen käyttää esimerkiksi viherrakentamisessa. Kuva: Harri Huuho / MeriHamina ry.

3.3 Rannikon laguunit (1150)

Suojelutaso ¹	Kehityssuunta ¹	Uhanalaisuus 2018 ²	Muuta huomioitavaa
Epäsuotuisa, huono	Vakaa	Fladat - Vaarantunut Kluuvit - Vaarantunut	Suomen kansainvälinen vastuuluontotyyppi ²

¹ Luontodirektiivin luontotyyppiraportoinnissa esitetty arvio suojelutasosta ja kehityssuunnasta 2019 ([pdf, ymparisto.fi](pdf,ymparisto.fi))

² Kotilainen ym. 2018 Itämeren luontotyyppien uhanalaisuusarvio.

3.3.1 Kynnyksen palauttaminen

Suomen matalilla merialueilla ruoppaukset ovat yleisiä. Myös fladojen ja kluuvien suuaukot on usein ruopattu auki ja kynnykset täysin poistettu tai madallettu. Uusimpien tarkastelujen mukaan Suomessa 28 %:ssa yli yhden hehtaarin flada- ja kluuvikohteista on suuaukko ruopattuna (Haapamäki 2021).

Ruoppauksia on tehty esim. veneliikennettä varten. Maankohoamisen myötä lahden kynnykset on noussut, ja aiemmin kulkukelpoisista reiteistä on tullut liian matalia, mikä estää pääsyn suojattuun lahteen tai satamaan. Lisäksi vallalla on ollut näkemys, että suuaukkojen kaivaminen on palvelus luonnolle veden vaihtumisen ja kalojen vaelluksen parantamiseksi (Blomqvist 1984). Saaristossa näkyy sen takia usein kanavia kaivettuna erityisesti myöhemmissä kehitysvaiheissa olevissa kohteissa (kluuvifladoja ja kluuveja), vaikka asutusta tai laitureita ei olisi alueella. Syystä riippumatta kulkuväylät ovat usein muuttuneet sekä syviksi että leveiksi ja luonnollinen kynnykset on kadonnut.

Kynnyksen poistaminen tai madaltaminen tekee lahdesta herkemmän vedenpinnan vaihteluille ja voi johtaa rantojen tai koko lahden kuivumiseen laskuvien aikana (esim. Saarinen 2019). Tämä voi johtaa kalojen matalaan rantaveteen laskeman mädin jäämiseen kuivalle maalle ja pahimmassa tapauksessa tuhota kalojen kudun kokonaan tiettyinä vuosina. Nykyisin tiedetään, että juuri kynnyksen ja rajallinen vedenvaihto meren ja

lahden välillä tekevät fladoista ja kluuveista ainutlaatuisia ja arvokkaita. Kynnykset rajoittavat veden vaihtumista, mikä erityisesti aikaisin keväällä nostaa lämpötilaa lahtien sisällä, lisää valumaveden viipymää fladassa ja alentaa siten suolapitoisuutta sekä yleisesti ottaen vähentää tuulen ja aaltojen vaikutusta ja tarjoaa lämpimiä ja rauhallisia elinympäristöjä monille lajeille (Pursiainen ym. 2021). Fladojen ja kluuvien suuaukkojen avaaminen vaatii huolellista harkintaa ja niiden toteuttaminen on vain harvoin kannattavaa elinympäristölle aiheutuvien haittojen takia. Suuaukon avaaminen voi tuhota lahden muuttamalla sen lajikoostumusta ja toimintaa esimerkiksi kalojen kutualueena.

Suomessa on edelleen hyvin vähän esimerkkejä kynnyksen palauttamisesta kunnostusmenetelmänä. Kvarken flada -hankkeessa (2016–2019) suunniteltiin ja myös toteutettiin joitakin kohteita Ruotsissa Västerbottenin lääninhallituksen toimesta. Nämä on kuvattu teoksessa Saarinen (2019). Myös Suomessa suunniteltiin toimia, mutta maanomistajat eivät olleet toimenpiteille myönteisiä, mikä kuvastaa asian arkaluonteisuutta. Maanomistajien näkökulmasta veden virtauksen jarruttaminen/hidastaminen lisää tulvariskiä ja voi siten heikentää ranta-alueella olevan metsätalouden käyttöarvoa. Usein rannat ovat jyrkkiä tai alavilta alueilta kosteikkaa, ja tilapäinen sulamisvesistä tai korkeasta merivedestä aiheutuva pinnannousu ei käytännössä vaikuta välittömän ranta-alueen ulkopuoli-

seen kasvillisuuteen. Kvarken flada -hankkeen jälkeen yksittäisiä kohteita on toteutettu kansallisessa Helmi-ohjelmassa, ja useita uusia kohteita suunnitellaan parhaillaan Biodiversea-hankkeessa. Helmi-ohjelmassa laaditaan parhaillaan rannikon pienviesien kunnostusopasta, johon on kerätty parhaita käytäntöjä ja oppeja nykyisten kokemusten pohjalta. Kunnostusopasta on tarkoitus käyttää apuna pienviesien kartoituksessa, suunnittelussa, kunnostuksessa ja seurannassa. Käsikirja valmistuu vuonna 2024 (Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2024).

Kunnostusmenetelmä

Kynnyksen ennallistaminen luonnollisen, mutta rajoitetun vedenvaihdon palauttamiseksi meren ja lahden välille palauttaa samalla fladan luontaiset olosuhteet, toiminnot ja lajiston. Tässä raportissa käytetään esimerkeinä kokemuksia Ruotsissa Länsstyrelsen Västerbottenin kunnostamista Halskärsgravenista Robertsforsissa ja Ytteravanista Kronörenin luonnonsuojelualueella sekä Suomessa EPO-ELYn hallinnoimasta Långvikenista Uusikaarlepyyssä ja Kobbfladanista sekä ohjaamasta Ormträskglonista Raippaluodossa. Tiedot on koottu Kvarken flada -hankkeen loppuraportista (Saarinen 2019), Långvikenin kunnostusraportista (Wistbacka 2023a) sekä haastatteluista. Kaikissa esimerkeissä suuaukot kaivettiin auki 1900-luvun jälkipuoliskolla.

Avonaiset kynnykset

Halskärsgraven ja Ytteravan ovat molemmat kluuvifladoja, joiden kiviseen ja suhteellisen avoimeen suuhun on kaivettu syvämpi kanava. Ruoppauksen seurauksena vedenpinta lahdissa seuraa nykyään merenpinnan korkeuden vaihteluja, mikä on toisinaan johtanut lahtien täydelliseen kuivumiseen, kun ulosvirtauksen pysäyttämiseksi ei ole kynnystä (Saarinen 2019). Kuivumisen lisäksi on myös merkkejä siitä, että fladaan pääsee enemmän ajelehtivaa levää. Lisäksi kolmipiikkien (kala) määrä on lisääntynyt ja yleisesti

ottaen fladan toiminta kutualueena on heikentynyt lisääntyneen veden vaihtumisen ja siten veden lämpötilan alenemisen seurauksena.

Kunnostuksilla pyrittiin palauttamaan fladojen luonnollinen kynnys ja vedenvaihto. Suunnittelussa käytettiin vanhoja ilmakuvia, jotta saatiin kuva suuaukon ja kynnyksen luonnollisesta muodosta. Toimenpiteet edellyttivät kaivinkonetta. Ytteravanissa työkonetta kuljetettiin paikalle proomulla, jotta häiriö luonnolle olisi mahdollisimman vähäinen. Työssä käytettiin vain paikan päällä olevaa materiaalia, joka oli aiemmin kaivettu kanavasta ja sijoitettu lähelle. Halskärsin kunnostuskohteella toimenpiteitä tehtiin monipuolisemmin, koska kanavaa käytettiin veneliikenteeseen ja fladan sisällä oli laiturit ja veneluisika. Fladan käyttäjien kanssa sovittiin, että fladan ulkopuolella sijaitsevaa venesatamaa parannetaan kunnostustöiden yhteydessä niin, että myös fladan sisäpuolella sijaitsevaa paikkaa käyttävä vene voidaan siirtää sinne. Kynnyksen rakentamiseen käytettiin myös laiturin ruoppauksessa saatua materiaalia (kuvat 13 ja 14).

Keinotekoisten kanavien sulkeminen ja kynnyksen vahvistaminen

Suomen Långvikenissä kaivettiin 1990-luvulla kaksi uutta kanavaa veden vaihtumisen parantamiseksi (Wistbacka 2023a, Wistbacka haastattelu 30.10.2023). Siitä lähtien vedenvaihto on tapahtunut pääasiassa näiden keinotekoisten kanavien kautta eikä sen uoman kautta, jonka olisi pitänyt muodostua korkeusolosuhteiden mukaan. Luontaisessa fladojen kehitysprosessissa Långviken olisi jo edennyt kluuvivaiheeseen, mutta kaivettujen kanavien takia näin ei ole tapahtunut. Koska kanavat ovat pohjaa syvemmillä, flada voi ajoittain kuivua kokonaan.

Toimenpiteen tavoitteena oli sulkea kaksi keinotekoista kanavaa ja palauttaa luonnollinen uoma sekä kynnys. Työ tehtiin kaivinkoneella. Kahdessa aiemmassa esimerkissä palautettiin paikalla ollutta kiviainesta, mutta



Kuvat 13 ja 14. Halskärsgravenin kynnys ennen kunnostusta ja sen jälkeen. Kuvat: Anniina Saarinen / Länsstyrelsen Västerbotten.

Långvikeniin tuotiin lisäksi pienijakoisempia materiaaleja (sora 10–60 mm ja 0–30 mm) proomulla. Kanavat täytettiin materiaalilla ja suljettiin suodatinkankaalla. Soraa lisättiin suodatinkankaan päälle ympäröivän maan tasoon asti sekä hieman yli, koska materiaalin odotettiin uppoavan (kuvat 15 ja 16). Kone työn jälkeen ranta kunnostettiin kivillä, luonnollista uomaa avattiin ja parannettiin viikatteella ja lapiolla. Kynnystä parannettiin ja vahvistettiin kivillä.

Uoman pienentäminen

Kluuvit Orträskglon ja Kobbfladan sijaitsevat Raippaluodossa. Molemmat kohteet ovat yhteydessä mereen 1900-luvun jälkipuoliskolla laajennettujen purojen kautta (Nikolaje-Wikström haastattelu 21.11.2023). Syytä laajennuksiin ei tiedetä, mutta tarkoituksena on voinut olla kalojen kulkuyhteyksien parantaminen. Ruoppauksessa massat on sijoitettu purojen varrelle. Tavoitteena oli palauttaa puro oma ja luoda sille luonnollisempi leveys sekä veden virtaus. Kunnostusta suunnitel-



Kuvat 15 ja 16. Långvikenissä toimenpiteen tavoitteena oli sulkea kaksi keinotekoisia kanavaa ja palauttaa luonnollinen uoma sekä kynnys. Työssä käytettiin sekä paikallista että muualta kuljetettua kiviaineista, savea ja soraa. Kuvat: Ralf Wistbacka.

lessaan EPO-ELY käytti vanhojen ruoppausmassojen määrää purojen luonnollisen koon laskemiseen. Työ tehtiin kaivinkoneella. Materiaalina käytettiin ruoppausmassoja. Haastatteluissaan sekä Wistbacka (30.10.2023) että

Nikolajev-Wikström (21.11.2023) totesivat, että puron kokoa luonnontilassa on vaikea arvioida ja että olisi hyvä olla jonkinlainen standardisoitu malli, joka perustuisi esimerkiksi valuma-alueen kokoon.

Seurantamenetelmät

Sekä Halskärsgraven että Ytteravan kartoitettiin Kvarken flada -hankkeessa, ja seurantamenetelmät on kuvattu raporteissa *Matalien rannikkoympäristöjen ennallistaminen Merenkurkussa – Kokemuksia, menetelmiä ja tulevaisuuden toimenpiteitä fladaympäristöissä* (Saarinen 2019) sekä *Fiskyngelproduktion i grunda avsnörda havsvikar* (Saarinen ym. 2021). Samoja menetelmiä on käytetty myös hankkeen päättymisen jälkeisessä seurannassa.

Halskärsgravenissa kunnostuksen vaikutuksia seurattiin kartoittamalla ahvenen mätää, lämpötilaa ja vesikasveja. Lisäksi kunnostuksen jälkeen tutkittiin kalanpoikasia. Tulokset osoittivat, että ahvenen mädin määrä lisääntyi hieman (kolmesta mätinauhasta neljään mätinauhaan) ja hauenpoikaset runsastuivat. Kasvillisuus vaikutti rehevämältä merilintujen laidunnuksesta huolimatta. Lämpötilassa ei havaittu suuria eroja. Tuntemattomasta syystä vanhalla ruopatulla alueella esiintyi paljon rihmalevää sekä ennen kunnostusta että sen jälkeen, vaikka muu osa lahdesta oli erittäin hyvässä kunnossa; vesi oli kirkasta ja kasvillisuutta oli runsaasti. Halskärsgravenin seuranta jatkettiin hankkeen päättymisen jälkeen, ja tulokset ovat osoittaneet, että alueella on runsaasti hauenpoikasia. Seurannan tueksi olisi ollut hyvä olla enemmän tietoa lähtötilanteesta. On kuitenkin viitteitä, että toimenpide onnistui ja sujui hyvin.

Ytteravanissa kalanpoikasten näytteenotto ennen kunnostusta osoitti, että fladassa oli ahvenenpoikasia. Kasvillisuuskartoituksen mukaan fladan sisimmät osat olivat melko hyvässä kunnossa ja siellä esiintyi runsaasti kasvillisuutta. Mitä lähemmäksi ruopattua kynnystä mentiin, sitä enemmän esiintyi ajelehtivaa rihmalevää. Lääninhallitus on ottanut Ytteravan mukaan jatkuvaan seurantaan hankkeen päättymisen jälkeen, jotta kunnostuksen vaikutuksia voidaan seurata. Tulokset ovat epämääräisiä eikä selkeää nousua esim.

kalamäärissä ole huomattu. Yleisesti voidaan todeta, ettei lahti ole optimaalinen ahvenelle eikä hauelle.

Långvikenissä, Ormskatglossa ja Kobbfladanissa on seurattu lämpötilasummaa ja vedenkorkeutta, jotta nähdään, millaisia vaikutuksia veden virtauksen rajoittamisella ja uudella uomalla ja kynnyksellä on ollut (Nikolajev-Wikström, haastattelu 21.11.2023). Kalatuotantoa on tarkasteltu seuraamalla ahvenen ja hauen poikastiheyksiä. Långvikenissä havaittiin ennen kunnostusta vuonna 2022 korkea ahvenenpoikasten tiheys ja raportissa todetaan, että olisi tärkeää seurata kalojen vaellusta ja poikastuotantoa vuonna 2024, mutta myös kasvillisuutta, kuten ruovikoiden levinneisyyttä ja sitä, onko vedenpinnan nostolla onnistuttu hallitsemaan ruovikoiden levinneisyyttä ja kasvua (Wistbacka, haastattelu 30.10.2023). Ormskatgloetin ja Kobbfladanin osalta lämpötila, vedenkorkeus ja kalastoseurannat toteutettiin vuosina 2022, 2023 ja ne jatkuvat 2024 (Nikolajev-Wikström, haastattelu 21.11.2023).

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Halskärsgravenia ja Ytteravana voidaan pitää onnistuneina hankkeina (Saarinen 2019). Luonnollisempien, rakennettujen tai palautettujen suuaukkojen ja kynnysten oletetaan johtavan luontaiseen vedenkorkeuteen ja veden vaihtumiseen lahden ja meren välillä. Halskärsgraven tuottaa suuria määriä hauenpoikasia, mutta koska lähtötilannetta ei tunneta, ei tiedetä varmuudella, miten toimenpide on niiden määriin vaikuttanut (Saarinen ja Berglund, haastattelu 23.10.2023). Ytteravanissa ei ole havaittu merkittäviä kalamääriä kunnostuksen jälkeen, mutta tämä voi johtua siitä, että alue ei ylipäänsä ole tärkeä ahvenen tai hauen kutualue. Täyttämiseen käytetty kivi- ja sora-aines on kestänyt tuulten ja meriveden korkeuden vaihtelun vaikutuksia.

Långvikenin kunnostus on todettu erittäin onnistuneeksi, ja se voisi toimia esimerkialu-

eena Helmi-ohjelman kunnostuksille (Wistbacka haastattelu 30.10.2023). Keinotekoiset kanavat on täytetty eli poistettu, ja vesi seuraa luonnollista uomaa, joka mahdollistaa kalojen kutuvaelluksen. Alue on nyt lähes luonnontilassa. Jopa koneiden (ja toimenpiteiden) jäljet ovat lähes hävinneet. Se, miten toimenpide on vaikuttanut luontoarvoihin ja -toimintoihin, jää nähtäväksi suunniteltujen ja toteutettujen seurantatoimenpiteiden kautta. Kalaseurannoissa tulisi seurata poikasmääriä ja niiden muutosta.

Toistaiseksi täytetyt kanavat näyttävät kestäneen tuulen ja aaltojen aiheuttaman eroosion, vedenpinnan vaihtelut ja jään (Wistbacka, haastattelu 30.10.2023). Onnistunut kunnostus Långvikenissä oli todennäköisesti seurausta pitkästä matalan veden jaksosta, jolloin massat ehtivät kuivua ennen vedenpinnan nousua ja kanavat olivat lähes betonia, koska sinisen saven päällä oli soraa. Långvikenin rantaniityt olivat entisöinnin jälkeen kevättulvaveden peittämiä hauen poikastuotantoalueita. Keväällä vesi oli ennen -30 cm, kunnostuksen jälkeen yli +10 cm.

Ormträskglon ja Kobbfladan toteutettiin vasta syksyllä 2023, joten seurantatuloksia odotetaan vielä (Nikolajev-Wiskström, haastattelu 21.11.2023).

Hankkeiden aikana saatiin seuraavat opit:

- Optimaalinen ajankohta kunnostustoimien toteuttamiseksi riippuu alueesta ja paikasta; Halsskärsgravenissa todettiin, että paras aika toimenpiteen toteuttamiselle on syksyllä ennen routaa, Ytteravanissa kesällä, jotta tyyni sää helpottaisi työkoneiden paikalle kuljettamista proomulla. Långvikenissä sopivin aika oli keväällä, jotta maamassat ehtivät kuivua laskuveden aikana. Sen sijaan sora on hyvä levittää talvella, jotta siitä ei jää jälkiä luontoon. Helmi-toukokuussa on yleensä vakaat olosuhteet. Tosin linnuston pesäpaikkoja ja pesintäaikoja tulee välttää, mikä vaikuttaa myös kohteiden luvituksiin. Syksyisin järviruoko

vähentää telaketjujen maastoon jättämiä jälkiä. Eri kohteiden olosuhteet, ominaisuudet ja tavoitteet kannattaa miettiä huolellisesti toimenpiteitä suunniteltaessa. Useimmat toimenpiteet on helpoin toteuttaa matalan veden aikaan, ja siksi kannattaa tarkastella vedenkorkeuden edellisvuosien tilastoja ja suunnitella, milloin olosuhteet ovat yleensä suotuisimmat. Toisaalta vedenkorkeutta on varsin vaikea ennustaa.

- On tärkeää selvittää, millaista maaperä kohteilla on ja mitä sinne pitäisi kuljettaa. Långvikenissä ruovikon alla oletettiin olevan soraa, mutta se olikin lähinnä silttiä tai savea jopa 1,5 m:n syvyyteen (Wistbacka haastattelu 30.10.2023). Hyvät tiedot käytettävissä olevista materiaaleista helpottavat suunnittelua ja toteutusta.
- Suodatinkankaita, mutta myös suursäkkejä on hyvä käyttää materiaalin vakauttamiseen (Wistbacka, haastattelu 30.10.2023). Muovittomia vaihtoehtoja tulisi käyttää ensisijaisesti, mutta valitettavasti tukevampia materiaaleja ei juurikaan ole biohajoavina.
- Käytä materiaaleja, jotka kestävät eroosiota. Kannattaa käyttää myös karkeampaa materiaalia kynnyksen/uoman yläosaan ja lukita se isomilla kivillä. On tärkeää, ettei soraa ole vain yhtä kokoa vaan sekoitus eri kokoluokkia. Käytä aina materiaaleja, jotka sopivat kohteeseen (näyttävät luonnollisilta) (Wistbacka haastattelu 30.10.2023). Yleensä kunnostuskohteilla ei ole riittävästi materiaalia kynnystä varten tai materiaaleja on hankala käyttää ja se vaatii kaivamista, mikä ei myöskään ole hyvä asia. Kompromissi on tuoda materiaalia muualta ja sekoittaa sitä paikalta löytyvään maa-ainekseen (Veneranta haastattelu 23.10.2023).

- Huomaa, että lahden sulkeminen (uomien tukkiminen jne.) tekee alueesta herkemmän valuma-alueilta tulevalle vedelle. Selvitä siksi aina valuma-alueelta tulevan veden laatu ennen lahden sulkemista, jotta valuma-alueen ongelmat eivät siirry kunnostuskohteelle.
- Seuranta ei ole aina mahdollista suorittaa tieteellisten kriteerien mukaisesti. Olisi tärkeää luoda helpompia seurantamenetelmiä, joita esimerkiksi maanomistajat (osakaskunnat, kalatalousalueet tai kuntien ympäristöviranomaiset) voisivat toteuttaa laajemmin.

Haasteet

- **Luonnollisen suuaukon/uoman palauttamisen suunnittelu** voi olla vaikeaa, jos ruoppauksista on pitkä aika eikä tilannetta ennen ruoppauksia tunneta. Suunnittelussa on käytetty vanhoja ilmakuvia ja raportteja sekä tarkasteltu ympäröiviä maaolosuhteita maastossa. Historialliset ilmakuvat ovat nähtävillä Paikkatietokuvassa. Valuma-alueen koon perusteella voidaan saada käsitys uoman/suuaukon luonnollisesta koosta. Olisi tärkeää käydä läpi erityyppisiä valuma-alueita ja niiden luontaisia suuaukkoja, ja sen perusteella tehdä malli suunnittelun tueksi.
- **Olosuhteet:** löytää sopivin ajankohta työn läpivientiin, esim. sopiva vedenkorkeus, kuivin vuodenaika ja laskuvesi.
- **Materiaalien ja koneiden kuljettaminen alueille**, joihin ei ole tieyhteyksiä, esimerkiksi ulkosaaristoon, kuten Långviken. Vuonna 2021 Uudessakaarlepyyssä ei ollut koneurakoitsijaa, jolla olisi ollut proomu käytössä. Kuljetuskustannukset tulee huomioida budjetissakin.
- **Omistajuus ja halukkuus.** Perinteisesti on ajateltu, että uomien kaivaminen on ollut tärkeää, osittain siksi, että näin on päästy fladaan, ja osittain siksi, että kaivettujen uomien on ajateltu paranta-

van kalojen elinolosuhteita. Näin ollen suuaukkojen ja uomien täyttämisen tai pienentämisen saattaa herättää vastustusta. Olisi tärkeää selvittää etukäteen maanomistajille aiheutuvien haittojen lievennystoimenpiteitä, kuten esimerkiksi lahden ulkopuolelle rakennettavan laituriipaikan korvaaminen.

Kustannukset ja hyödyt

Suurin osa rakentamiseen liittyvistä kustannuksista on kaivinkone- ja materiaalikustannuksia. Kustannukset nousevat, jos työmaa sijaitsee ulkosaaristossa ja edellyttää kuljetusta proomulla. Lisäksi jokaisella toimijalla on omat hintansa, mikä huomattiin esim. Ormskataglon ja Kobbfladanin esimerkeissä. Hinta riippuu myös materiaalin saatavuudesta työmaalla – monissa tapauksissa aiemmin kaivettu materiaali sijaitsee kanavan läheisyydessä ja muodostaa keinotekoisia penkereitä. Tällaisissa tapauksissa on suositeltavaa käyttää niitä.

- Halsskärsgraven: 230 000 SEK + 20 000 SEK odottamattomia kuluja (n. 23 000 euroa + 2 000 euroa)
- Ytteravan: 109 000 SEK (n. 11 000 euroa)
- Ormskataglon: 4500 euroa, ohjaus ELY-keskuksen toimesta, vesikasvien niitto tulossa vuonna 2024
- Kobbfladan: 13 500 euroa
- Långviken: 17 000 euroa (sis. myös suunnittelu).

Rannikon laguunit ovat usein kaloille tärkeitä kutupaikkoja, ja yksittäisen laguunin poikastuotto voi paikallisella tasolla olla hyvin merkittävä. Fladojen merkitystä kaloille on tutkittu mm. Kvarken flada -hankkeessa, jossa tehtiin alustava arvio fladan tuottaman ekosysteemipalvelun arvosta.

3.3.2 Tierummun vaihto / vaellusesteen poisto

Saariston käyttöpaineet ovat lisääntyneet huomattavasti viime vuosikymmeninä. Infrastruktuurin tarve on kasvanut, kun rantarakentaminen ja -asutus ovat lisääntyneet muun toiminnan, kuten metsätalouden, ohella. Saariston mosaiikkimainen luonne niemikkeineen ja lahtineen on vaikea ympäristö infrastruktuurin kehittämisen kannalta, ja yleensä vesialueiden yli on rakennettu siltoja ja tiepenkereitä. Tosinaan ylityksissä on pyritty huomioimaan veden virtauksen säilyminen esim. tierumpujen avulla. Valitettavasti ylitykset vaikuttavat usein veden vaihtumiseen, virtausolosuhteisiin sekä veden laatuun. Myös vesieliöiden, kuten kalojen, vaellusmahdollisuudet heikkenevät. Rakennusvaiheessa asennetut tierummut voivat olla liian pieniä, väärin kallistettuja tai liian korkealle sijoitettuja. Ne voivat myös siirtyä ajan myötä esimerkiksi maankohoamisen tai vesi- ja jääolosuhteiden seurauksena. Sen seurauksena kalojen pääsy niihin voi olla mahdotonta tai läpikulku vaikeaa, erityisesti koska tierummun pohja on usein sileä eikä niissä ole levähdyspaikkoja. Nämä tekijät voivat estää kokonaan kalojen pääsyn ja kutemisen muuten sopiville kutualueille. Tierummut voivat myös aiheuttaa vedenlaadun muutoksia.

Tierumpujen korvaamista vaellusesteiden poistamiseksi on toteutettu suhteellisen laajasti. Tällaisia töitä on tehty esimerkiksi Interreg-hankkeissa Rinnande vatten i Kvarken, FLISIK ja Kvarken flada, joissa tierumpuja on sekä vaihdettu että muokattu rumpujen sisäpuolia paremmin kaloille sopivaksi. Vastavia kokemuksia on myös Suomen sisäosista; esimerkiksi Esteet pois -hankkeessa korjattiin 30 tierumpua kalojen vaellusmahdollisuuksien parantamiseksi. Kvarken flada- ja Esteet pois -hankkeiden kokemukset on koottu raportteihin (Saarinen 2019 ja Karppinen 2020). Metsähallituksen toteuttamien töiden lisäksi kokemuksia on myös muualta, kuten Ruotsista ja Länsstyrelsen Västerbottenista.

Kunnostusmenetelmä

Menetelmässä tierummut on korvattu rakenteilla, jotka säilyttävät paremmin luonnollisen virtauksen ja muodostamalla uomia, jotka mahdollistavat esimerkiksi kalojen vaelluksen. Kaikissa esimerkeissä, joita käydään läpi, asennetut tierummut olivat joko liian pieniä, sijoitettu liian korkealle, niiden kaltevuus oli liian jyrkkä ja siten laminaarinen virtaus liian suurta tai ne olivat siirtyneet olosuhteiden takia niin, etteivät ne enää täytäneet tehtävänsä. Tiedot on kerätty hankkeiden loppuraporteista sekä haastatteluista. Esimerkkeinä käytämme tässä Kvarken flada -hankkeessa toteutettuja kohteita; Suomessa Verkvikin flada Iskmossa (toimijana Metsähallitus) ja Ruotsissa Robertsforsissa Sladaniminen flada-kluuvikokonaisuus (toimijana Länsstyrelsen Västerbotten). Myös FLISIK- ja Rinnande vatten i Kvarken -hankkeiden kohteista Korvgräven sekä Storträsk-Lillträsk (molemmat Metsähallitus) nostetaan esiin esimerkkeinä. Tietoja tätä raporttia varten on haettu myös Metsähallituksen tekemästä Esteellisen vesistörummun kunnostamisoppaasta (Karppinen 2020).

Kaikissa mainituissa tapauksissa ongelmat ovat johtuneet väärin sijoitetuista tierummuista, mutta ratkaisut vaihtelivat kohteesta toiseen.

Puolirumpu

Sladan on järvi, joka on puron kautta yhteydessä mereen. Aivan järven tuntumassa oli väärin asennettu tierumpu, joka esti osittain kalojen vaelluksen. Tierumpu oli halkaisijaltaan 80 cm ja tehty betonirenkaista, jotka olivat osittain liukuneet erilleen. Kunnostustoimenpiteenä kaksiosainen tierumpu korvattiin vastaavan korkuisella, mutta puolittaisella rummulla. Uusi puolikas rumpu asetettiin murskattuun kivipohjaan ja ankkuroitiin. Murskeen päälle asetettiin luonnonkiveä, jotta uomasta saatiin mahdollisimman luonnollinen. Vaihto kesti noin 1,5 päivää. Kunnostuksen yhteydessä todettiin, että puolikas rum-

pu on kalliimpi kuin pyöreä rumpu, mutta se parantaa mahdollisuuksia luoda kaloille luonnollinen pohja.

Samankokoinen tierumpu upotettuna

Suomen Iskmossa sijaitsevassa Verkvikfladanissa tilanne oli vastaava kuin Sladanissa. Kluuvi oli yhteydessä mereen 25 metrin pituisen puron kautta, jonka poikki kulkee tiepenkere. Tiepenkereen alle oli betonirenkaista rakennettu tierumpu. Oma rakennettiin 1990-luvulla ja sijoitettiin suoraan puron pohjalle. Sittemmin kahden betonirenkaan väliin on tullut halkeama, ja vesi on sen jälkeen virrannut suurelta osin betonirenkaiden alla. Tämän takia virtaus renkaiden sisällä oli suurimman osan keväästä liian pieni vaelta-

ville haulle, ahvenille ja särjille. Puro oli melko pieni, noin 30–40 cm leveä ja 20 cm syvä. Vanha rumpu päätettiin korvata uudella, halkaisijaltaan samankokoisella (80 cm) pyöreällä rummulla, jotta uomalle aiheutuvat muutokset olisivat mahdollisimman vähäiset. Kohde kunnostettiin 2019 ja uusi rumpu kaivettiin maahan 30 cm:n syvyyteen ja vakautettiin, jotta merivesi ei siirtäisi sitä (kuvat 17 ja 18). Uusi rumpu täytettiin luonnonsoralta ja lohkareilla, jotta uomasta saatiin mahdollisimman luonnollinen. Myös tierummun ylä- ja alapuolinen uoma kivettiin, tavoitteena varmistaa sopiva kaltevuus sekä kalojen levähdys ja ”harppaus”paikkojen varmistaminen.



Kuvat 17 ja 18. Verkvikfladanin tierumpu ennen ja jälkeen kunnostuksen. Kuvat: Maija Haukkala ja Anette Bäck / Metsähallitus.

Vaihto isompaan ja upotus

Samankaltainen toimenpide toteutettiin FLI-SIK-hankkeessa Korvgräveniin johtavassa uomassa. Korvgrävenin itäisen uoman ylittää tie, jonka alle oli asennettu halkaisijaltaan 40 cm:n tierumpu (Wistbacka 2013). Tierumpu oli liian pieni ja asennettu liian korkealle. Lisäksi se oli katkennut keskeltä, puristunut kokoon ja noussut ylemmäs ja esti siten kaiken kalojen vaelluksen Korvgräveniin asti. Tästä syystä maanomistajat joutuivat auttamaan käsin haukia siirtymään tierummun ohi kevään kutuaikana. Hankkeessa tierumpu korvattiin 1 metrin levyisellä tierummulla, joka laskettiin maahan ja täytettiin soralla ja kivillä, jotta uomalle saatiin mahdollisimman luonnollinen jatkumo (kuva 19). Myös tierummun alapuolinen uoma kivetettiin, jotta saatiin aikaan luonnollisempi mutkitteleva puro, jossa on levähdyspaikkoja vaeltaville kaloille.

Kalaporras tierummun sisällä

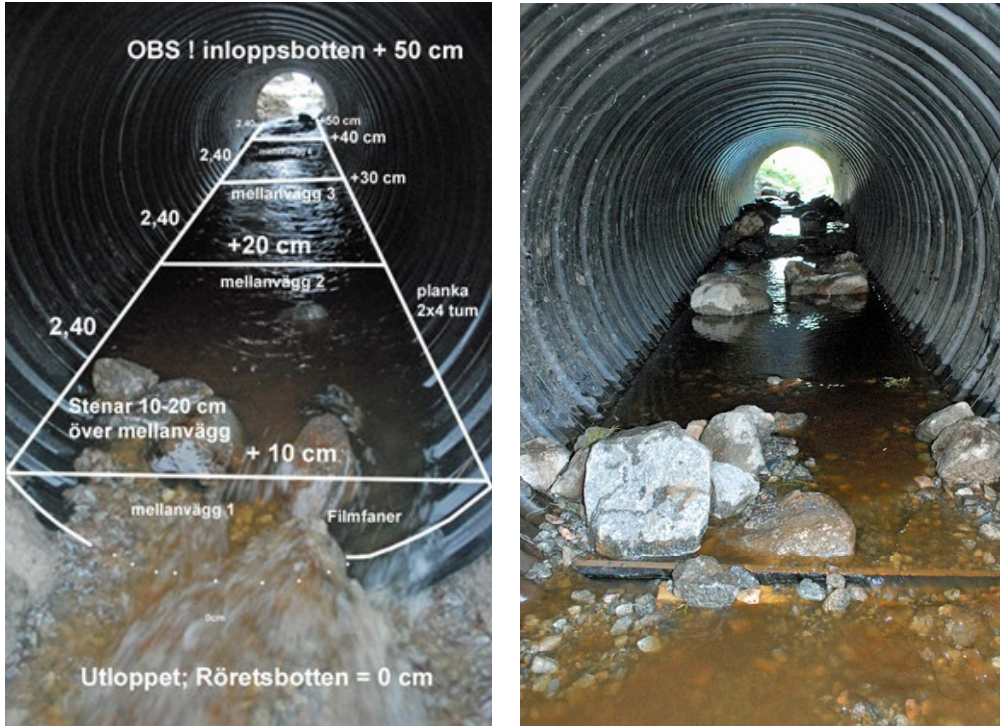
Samassa hankkeessa korjattiin Oravaisissa sijaitsevan Storträsk-Lillträskin tierumpu. Tässäkin tapauksessa liian pieni ja liian korkealle asennettu tierumpu korvattiin suuremmalla, upotetulla tierummulla (Wistbacka 2009). Koska uomassa oli jyrkkä kaltevuus, päätettiin tierummun sisään rakentaa kalaporras ja täyttää se soralla ja kivillä, jolloin saatiin aikaan luonnollinen, asteittainen nousu, jossa kutukalat voivat levätä ja kerätä vauhtia. Kalatie rakennettiin vedenkestävästä vanerista (kuvat 20 ja 21).

Kynnystäminen

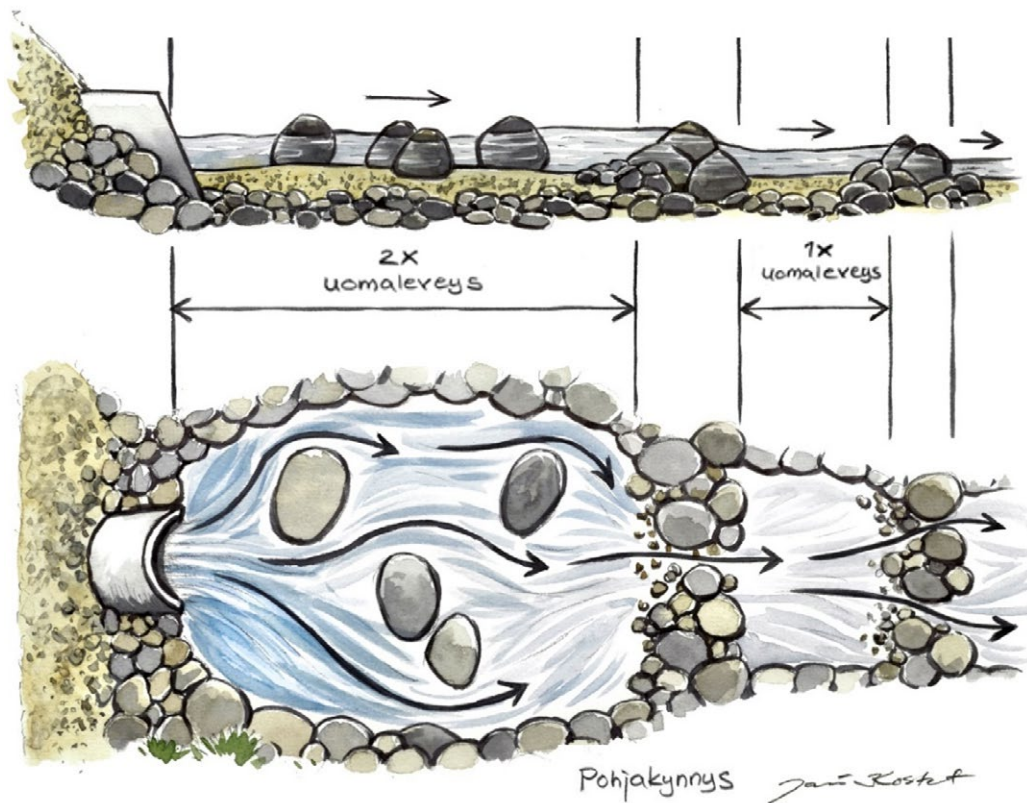
Yleisin ja helpoin esteellisen tierummun kunnostamistapa on nostaa ylitysrakenteen vesipintaa kynnystämällä sen alapuolista puroumaa (Karppinen 2020, kuva 22). Tällöin vesisyvyys rakenteessa kasvaa ja kaltevuus pienenee, mikä vähentää myös virtausno-



Kuva 19. Tierumpu laskettiin maahan ja täytettiin soralla ja kivillä, jotta uomalle saatiin mahdollisimman luonnollinen jatkumo. Kuva: Maija Haukkala / Metsähallitus.



Kuvat 20 ja 21. Kunnostettava uoma oli jyrkästi kalteva, joten kalaporras päätettiin rakentaa tierummun sisään ja täyttää se soralla ja kivillä, jolloin saatiin aikaan luonnollinen, asteittainen nousu, jossa kutukalat voivat levätä ja kerätä vauhtia. Kuvassa vedenpinta on vielä melko alhainen. Kuva: Ralf Wistbacka.



Kuva 22. Esteellisen tierummun voi kunnostaa rummun alapuoliseen uomaan tehtävillä kivi- ja puukynnyksillä. Kynnysten tarkoituksena on nostaa rummun vesipintaa ja mahdollistaa vesieliöiden kulkeminen rummun läpi. Kiveämisellä poistetaan myös rummun alapuolinen putous uoman pohjaan ja/tai vesipintaan. Kuva: Jari Kostet / Metsähallitus.

peutta rakenteessa. Kiveämällä poistetaan tierummun alapuolinen putous uoman pohjaan ja/tai vesipintaan. Apua tierumpujen vaihtoon ja suunnitteluun on saatavilla esimerkiksi Esteellisen vesistörummun kunnostamisoppaasta (Karppinen 2020).

Seurantamenetelmät

Kvarken flada -hankkeessa valitut kohteet kartoitettiin kolmena peräkkäisenä vuotena, mukaan lukien Verkvikfladan. Kartoitusten tavoitteena oli kerätä tietoa vuodenaikojen välisistä vaihteluista, mutta kartoituksia hyödynnettiin myös kunnostettujen lahtien seurantaan. Käytetyt menetelmät on kuvattu raportissa Mikkola ym. (2019).

Verkvikfladanin kasvillisuutta tutkittiin vuosina 2017, 2018 ja 2019 eli kaksi vuotta ennen toimenpiteiden toteuttamista ja yksi vuosi niiden jälkeen. Kartoitukset ja seurannat osoittivat, että vesikasvien lajikoostumus ja peittävyys vaihtelivat, toisinaan merkittävästi, vuodesta toiseen kaikissa tutkituissa lahdissa (Mikkola ym. 2019). Kunnostuksen vaikutusta Verkvikin kasvillisuuteen oli siksi vaikea tulkitä. Raportissa todetaan, että "Verkvikfladanin osalta jotain oli tapahtunut vuonna 2019, jolloin kasvillisuuden peittävyys väheni merkittävästi vuodesta 2018 ja näkinpartaiset valtasivat putkilokasvien valta-aseman. Verkvikflada on kluuvi, jonka puro kunnostettiin lopputalvella 2019 korvaamalla tierumpu kalojen kulun parantamiseksi. Tämän ei kuitenkaan olisi pitänyt vaikuttaa merkittävästi veden laatuun, eikä se todennäköisesti ole muutoksen syy, vaikka se on voinut olla myötävaikuttava tekijä." Västerbottenin lääninhallituksen haastattelussa todettiin, että kasvillisuuden seuranta on haastavaa. Tässä yhteydessä olisi tärkeää saada selkeä kuva siitä, minkä tekijöiden voidaan odottaa muuttuvan ja miten varsinainen seuranta tulisi toteuttaa, jotta saataisiin tietoa, joka osoittaa toteutettujen toimenpiteiden vaikutukset. Tällä hetkellä tämä on epäselvää.

Hankkeessa tutkittiin myös kalojen kutua ja poikastuotantoa sekä ennen toimenpidettä että sen jälkeen. Hauenpoikasia etsittiin haavilla määrittelyllä linjalla ja ahvenen mätinauhoja kartoitettiin määrittelyllä rantaosuuksilla ja poikasia vetohaavilla. Menetelmät on kuvattu raportissa *Fiskyngelproduktion i grunda avsnörda havsvikar* (Saarinen ym. 2021). Myös ulos vaeltavia poikasia tutkittiin. Seurantatutkimukset eivät kuitenkaan osoittaneet muutosta ensimmäisen vuoden aikana ennallistamisen jälkeen. Kalat pääsivät seuranta-aikana Verkviksfladaniin ennen rummun vaihtoa ja myös vaihdon jälkeen, joten todennäköisesti kalojen kannalta suurta muutosta ei tapahtunut. Tämä voi johtua myös kalojen kotiutumiskäyttäytymisestä, ja siksi tarvitaan 2–4 vuotta ennen kuin kasvua voidaan odottaa näkyvän (Veneranta, haastattelu 23.10.2023). Uudet seurantatutkimukset olisivat sen vuoksi tärkeitä. Lisää tietoa Verkvikfladanin kalastosta ja kalojen lisääntymisestä on saatavilla teoksesta "Hauen (*Esox lucius*) ja ahvenen (*Perca fluviatilis*) lisääntyminen sekä poikasten esiintyminen, kasvu ja ulosvaellus kahdessa Merenkurkun rannikon pienvesistössä" (Palo 2020).

Rinnande vatten i Kvarken- ja FLISIK-hankkeissa kunnostetut kohteet kartoitettiin hankkeessa kehitetyllä virtavesikartoitusmenetelmällä. Koska hankkeissa keskityttiin lähinnä puroihin, laajamittaista kluuvien kartoitusta ei tehty. Seurannoissa seurattiin vaelluskaloja katiskan avulla. Seurannan toteuttivat maanomistajat (Öja fiskelag ja Oravais Fiskargille).

Sekä Korvgräven- että Storträsket-Lillträsket -projektit onnistuivat takaamaan kalojen kutuvaelluksen hauen ja ahvenen osalta (Wistbacka, haastattelu 30.10.2023).

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Tierumpujen vaihtoihin ja vaellusesteiden poistoon tähtäävät kunnostustoimenpiteet ja rakenteet ovat osoittautuneet erittäin tehokkaiksi, turvallisiksi ja pysyviksi. Kalojen on havaittu liikkuvan niiden läpi vaivatta, hyödyntäen luotuja suojapaikkoja, altaita ja kalaportaita, jotka helpottavat niiden vaellusta. Tierumpujen vaihdon jälkeen kalat ovat liikkuneet vapaasti niiden läpi. Maanomistajan suorittamat kalatutkimukset vahvistavat, että kalat voivat kulkea alueen läpi ja lisääntyä.

Alueiden käyttäjät ja maanomistajat ovat olleet tyytyväisiä tehtyihin toimenpiteisiin, sillä ne parantavat merkittävästi kalantuotantoa ja samalla tiepenger/rumpurakenteet on saatu päivitettyä. Seurannan näkökulmasta voidaan harkita kalastuksen ja kalantuotannon asettamista etusijalle, koska ne ovat todennäköisimpiä ja helpoimmin tunnistettavia parannuksia (Wistbacka, haastattelu 30.10.2023).

Kunnostustoimenpiteiden kautta on saatu seuraavia oppeja:

- Tierummun vaihto puolirumpuun on kalliimpaa kuin vaihto vastaavaan kokorumpuun. Puolirumpu voi kuitenkin olla kalojen kannalta parempi vaihtoehto, koska pohjasta tulee luonnollinen ja virtauksesta pienempi. Toisaalta hieman isompi, pyöreä rumpu voidaan usein upottaa niin, että uomasta tulee riittävän leveä ja se voidaan täyttää materiaalilla (soralla ja kivillä) uoman luonnollisen jatkeen luomiseksi. Tämä on halvempi vaihtoehto. Perusteelliset maa-perätutkimukset on kuitenkin suositeltavaa tehdä etukäteen. Jos kallioperä on epäsuotuisa ja pyöreän rummun saaminen maahan edellyttää räjäytystöitä, voi olla halvempaa vaihtaa puolirumpuun (Wistbacka, haastattelu 30.10.2023).
- Vesi saattaa nousta nopeasti ja kohottaa tierumpua, joten tukeva perustus on erittäin tärkeää.

- Jos uoma on kalteva, tierumpu on toisinaan voitu asentaa niin, että sekin on kalteva. Kun pohja on sileä ja virtaukset kovia, mahdollisuus maa-ainesmateriaalin jäämiseen pohjaan vähenee. Näissä tapauksissa kannattaa käyttää Storträsk-Lillträskissä käytettyä menetelmää eli sijoittaa rumpu vaakasuoraan, mutta ottaa rinne huomioon ja rakentaa kalaportaat sen sisään. Rummun sisälle käytettävän soran on oltava riittävän karkeaa (esim. 10–60 mm, kivet 20–40 cm halkaisijaltaan), ettei se valu pois. Sora on kiinnitettävä kivillä sekä rummun sisä- että ulkopuolella.
- On myös varmistettava, että uoma rakennetaan kulkuväylän molemmin puolin siten, että se suosii kalojen vaellusta. Hyviä esimerkkejä löytyy raportista "Esteet pois" (Karppinen 2020, kuva 22).

Haasteet

- Tiet joudutaan sulkemaan työn ajaksi. Tierummun vaihto on useimmiten mahdollista tehdä yhdessä päivässä, mutta se vaatii silti aktiivista viestintää tien käyttäjille. Lisäksi se edellyttää työn suunnittelua siten, että se vaikuttaa mahdollisimman vähän tien käyttäjiin (esim. ajankohta, jolloin muutostyö suoritetaan) ja ennakointia liikenteen järjestämiseksi toimenpiteen aikana. Onneksi kohteet sijaitsevat usein saaristossa ja pienempien teiden yhteydessä.
- Rakennusmateriaalit sisältävät usein muovia. Toimivien, muovittomien materiaalien löytäminen voi olla haastavaa.
- Kunnostusoppaassa mainitut seuranta-menetykset voivat olla liian vaativia monille toimijoille. Periaatteessa kalaseuranta on mahdollista tehdä esim. katiskan avulla hyvin valittuna ajankohtana (Wistbacka, haastattelu 30.10.2023).

Kustannukset ja hyödyt

Tierummun vaihtaminen on usein kustannustehokas tapa turvata kalojen vaellusmahdollisuudet kluuveihin ja kluuvifladoihin. Kustannukset kasvavat tierummun koon ja muodon mukaan, eli puolikas tierumpu on kalliimpi kuin pyöreä. Työ edellyttää kaivinkonetta ja maa-aineksia rummun ympärille ja sisään, jotta saadaan aikaan kestävä ratkaisu ja luonnollinen pohja. Koska työkohteisiin on useimmiten tieyhteys, kuljetus työmaalle on suhteellisen nopeaa ja ongelmattonta. Eniten aikaa vievät yleensä keskustelut alueen käyttäjien kanssa ja mahdolliset lupaprosessit sekä kohteiden kartoitus, suunnittelu ja seuranta. Myös poistettujen tierumpujen ja materiaalien asianmukainen käsittely on huomioitava.

Edellä käsiteltyjen kohteiden varsinaiset kustannukset tierumpujen vaihtamiseksi olivat:

- Verkvikfladan: 1 900 €
- Sladan, Robertsfors, Ruotsi: 128 000 SEK (n. 13 000 €)
- Korvgräven: Toimenpide toteutettiin yli 10 vuotta sitten, eikä se näin ollen ole vertailukelpoinen tämän päivän hintatason kanssa.
- Storträsk-Lillträsk: Toimenpide toteutettiin yli 10 vuotta sitten, eikä se näin ollen ole vertailukelpoinen tämän päivän hintatason kanssa.

3.3.3 Uoman avaaminen

Fladan vesi on sekoitus suolaisempaa merivettä ja valuma-alueen makeaa vettä. Siten fladojen lajikoostumus on monipuolinen. Koska fladat ovat kosketuksissa mereen, ne toimivat usein kalojen kutualueena keväisin. Maankohoamisen vaikutukset kaventavat lahtia hitaasti, kunnes ne lopulta menettävät yhteytensä mereen. Tämä muuttaa lahtien veden laatua, lajikoostumusta ja toimintaa luonnollisen kehityksen seurauksena.

Luonnossa on tapauksia, joissa fladojen yhteys mereen on suljettu "ennenaikaisesti". Ne on saatettu sulkea tiepenkereillä tai yhdistää mereen kapealla tierummulla (ks. luku 3.3.2). Yhteys on voitu sulkea kalastukseen liittyvistä syistä (esim. historialliset kalapadot) tai esteettisistä syistä padottaa vedenpinnan tason muuttamiseksi ja rakentaa omia kävelysiltoja vesistön ylittämiseksi. Myös rehevöitymisen seurauksena muodostunut tiheä ruovikko haittaa tai hidastaa veden virtausta tai esimerkiksi kalojen vaellusta.

Tässä raportissa keskitytään pääasiassa menetelmiin, joiden avulla voidaan avata rehevöitymisen vuoksi umpeenkasvaneita suistoja ja uomia, koska tähän ongelmaan liittyvistä menetelmistä on eniten kokemusta. Rehevöitymisen aiheuttama umpeenkasvu on yleisin ongelma rannikon laguuneissa. Uoman/vesiyhteyden pitäminen auki meren ja umpeen kuroutuvan lahden välillä kalojen vaelluksen varmistamiseksi ei ole uusi keksintö, vaan aiemmin melko yleinen toimenpide saaristossa ja osa maanomistajille tai alueen käyttäjille tärkeiden kalojen kutualueiden vuosittaista hoitoa. Esteet poistettiin käsin oman saaliin turvaamiseksi tulevaisuudessa. Vaikka tämä perinne on lähes hävinnyt ja korvautunut joko vesistöjen umpeenkasvulla tai raskaiden koneiden, kuten kaivinkoneiden, käytöllä, mikä itsessään on johtanut muihin ongelmiin (ks. luku 3.3.1), menetelmä on otettu käyttöön muualla osana fladojen ja kluuvien kunnostusta. Menetelmää on käytetty esimerkiksi Kvarken flada-, FLISIK- ja Rinnande vatten i Kvarken -hankkeissa sekä Helmi-ohjelmassa.

Kunnostusmenetelmä

Menetelmän tavoitteena on avata ja kunnostaa lahden ja meren yhdistävät suistot ja uomat siten, että ne vastaavat fladan kehitysvaiheelle luontaista vedenvaihtoa. Menetelmällä pyritään palauttamaan yhteys mereen ja siten palauttamaan luonnolliset olosuhteet, lajikoostumus ja toiminta fladan sisäpuolel-

la. Menetelmää on käytetty melko laajasti, mutta esimerkkeinä käytämme tässä Dollosverkania Björköbyssä (Metsähallitus) ja Roligropenia Korsnäsissä (EPO-ELY) osana Helmi-ohjelmaa sekä Norrfjärden-Flybäckenia osana FLISIK- ja Rinnande vatten i Kvarken-hankkeita (Metsähallitus).

Dollosverkan on kluuvi Björköbyssä, Mustasaassa. Kokonaisuus on suhteellisen luonnontilaisessa kunnossa, vaikka valuma-alueella on hakkuita ja metsätaloutta. Kluuviin on vedetty metsäoja, ja noin 150 metrin pituisen uoman kunnossapidämiseksi on todennäköisesti aikoinaan tehty käsin pieniä toimenpiteitä. Kuten monilla muillakin alueilla, meren rannalla on tiheä ruovikkovyöhyke. Tämän vyöhykkeen vuoksi uoman viimeiset 30–50 metriä ovat kasvaneet umpeen ja vesi virtaa

nyt laajemmalla alueella, koska ei ole selvää uomaa, johon se keskittyisi. Selkeän uoman puuttuminen ja tiheä kasvillisuus ovat johtaneet siihen, että kalat eivät pääse vaeltamaan kluuviin, vaan kutevat sen sijaan kluuvin ulkopuolelle ja sitä ympäröiviin lahtiin.

Ruovikkoa esiintyy alueella luonnostaan, ja maankohoamisen vuoksi on luonnollista, että yhteys mereen katkeaa, mutta tässä tapauksessa rehevöitymisen katsottiin nopeuttaneen prosessia. Siksi Metsähallitus päätti ryhtyä toimenpiteisiin. Vuoden 2021 kunnostuksen aikana uoma merkattiin GPSllä ja avattiin käsin pirunkouran, viikatteen ja haravan avulla (kuva 23). Uomasta poistettiin ruovikkoa juurineen ja vietiin sivummalle sekä käveltiin uomaa edestakaisin, jotta uoman pohja vahvistuisi. Työ tehtiin kesäkuussa, ja 5



Kuva 23. Dollosverkanin uoma avattiin viikatteella ja pirunkouralla. Kuva: Anette Bäck / Metsähallitus.

hengen työryhmä sai työn valmiiksi puolessa työpäivässä. Vedenpinnan laskun estämiseksi kluuvin sisällä uoman valittuihin kohtiin asetettiin kiviä hidastamaan veden virtausta ja ylläpitämään virtausnopeutta samalla tasolla kuin ennen kunnostusta.

Roliggropen on Korsnäsissä sijaitseva kluuvi. Kluuvi on luonnontilainen; siihen ei ole vedetty metsäojia, eikä itse kluuvia tai sen uomaa ole kaivettu. Kluuvi on yhteydessä mereen 130 metriä pitkän uoman kautta (kuva 24). Alue on tasaista ja entiset laajat rantaniityt ovat kasvaneet tiheän ja korkean ruovikon peittoon. Merialue ja pohjasedimentit ovat rehevöityneet turkistarhojen ja rehutehtaiden päästöjen seurauksena, mikä voi osittain selittää rehevän ruovikkokasvillisuuden (Wistbacka 2023b). Aiemmissä tutkimuksissa kalat olivat päässeet kluuviin kutemaan, mutta ruovikon runsastuessa entisestään kutu loppui kluuvissa ja mätiä ja poikasia löytyi sen sijaan rannoilta ja sen suulta (Veneranta, haastattelu 23.10.2023). Kunnostuksen

suunnitteluvaiheessa pohdittiin kaivinkoneen käyttöä ja uoman pohjan tiivistämistä suodattinkankaalla, mutta tässä yhteydessä haluttiin kokeilla mahdollisimman luonnollisia ja helpporaisia menetelmiä ja päätettiin Dollosverkanin tapaan niittää ja repiä ruovikkoa pois erilaisilla käsityökaluilla. Poistotoimenpiteet toistettiin ja samalla niitä seurattiin muutamana vuoden ajan. Toimenpiteet toteutettiin talkootyönä. Ensimmäisellä kerralla keväällä 2022 talkoisiin osallistui seitsemän ihmistä, jotka työskentelivät yhden päivän ajan; keväällä ja syksyllä 2022 ja 2023 tehdyt seuraavat talkoot toteutettiin kahden henkilön voimin 2–3 tunnin ajan. Vuosina 2022–2023 talkootöihin osallistui yhteensä 16 henkilöä ja kokonaistyötunteja kertyi 70.

Roliggropen ja Dollosverkan ovat esimerkkejä, joissa kasvillisuus poistettiin manuaalisesti työkaluin, kun taas Norrfjärdenillä osia uoman pohjasta peitettiin kivillä ruovikon uusiutumiskyvyn heikentämiseksi.



Kuva 24. Roliggropenin kunnostettu uoma ilmasta kuvattuna. Kuva: Anette Bäck / Metsähallitus.

Kristiinankaupungissa sijaitseva Norrfjärden on luokituksestaan lahti ja Tiukanjoen suistoalue, mutta se otettiin esimerkkinä mukaan, koska Flybäcken laskee siihen. Flybäcken johtaa Storträsketiin, joka on aiemmin ollut hyvä kalojen kutualue, mutta koska Norrfjärden on matala ja Tiukanjoesta virtaava vesi ja sedimentti ovat vaikuttaneet siihen voimakkaasti, se on peittynyt hyvin tiheään ruovikkoon. Ruovikot ovat niin tiheitä, että kalojen on vaikea päästä merestä Flybäckeniin. Kalojen vaellusmahdollisuuksien parantamiseksi kunnostettiin kalatie FLISK- ja Rinande vatten i Kvarken -hankkeissa vuonna 2010. Varsinainen väylä merkittiin GPS:llä ja avattiin kesäkuukausien aikana viikatteella ja lapiolla. Yhtä voimakkaan ruovikkokasvillisuuden palautumisen estämiseksi päätettiin uoman pohjalle asettaa kiviä. Kivet tuotiin talvella moottorikelkalla ja sijoitettiin jäällä kasoihin GPS:n tallentaman reitin varrelle. Koska jääolosuhteet olivat melko huonot, ei työtä koko matkalta saatu toteutettua. Keväällä, kun jäät sulivat, kivikasat vajosivat pohjaan. Kesällä uoma käytiin läpi ja kiviä sijoitettiin uudelleen tarpeen mukaan niitettyyn uomaan.

Seurantamenetelmät

Dollosverkanissa kunnostustoimenpide oli ensisijaisesti kalataloudellinen, ja siksi oli tarpeen seurata kudulle nousevien kalojen määrää ja myöhemmin ulos vaeltavien poikasten määrää (Veneranta, haastattelu 23.10.2023). Luonnonvarakeskus (Luke) aloitti seurannan ennen kunnostustoimenpiteen toteuttamista ja on sen jälkeen seurannut kehitystä kahdena peräkkäisenä vuotena. Käytetyt menetelmät ovat kalojen seuranta riistakameralla sekä pienpoikasten haavinta tiheyden arvioimiseksi. Kalojen määrä on kasvanut, mutta on huomioitava, että kalojen reaktiossa on tiettyä viivettä, koska ne käyttäytyvät voimakkaasti kotiutuvasti. Paras kuva tuloksista saadaan vasta 2–4 vuoden kuluttua, joten varsinaiset tulokset ovat vielä saamatta. Kokei-

lussa saatiin myös tietoa siitä, kuinka kauan avoin uoma pysyy auki ennen kuin lisätoimiin on ryhdyttävä. Kahden vuoden jälkeenkin tulokset olivat tyydyttäviä, vaikka kenttäkäynnin aikana tehtiin pieniä parannuksia.

Myös Roliggropen kartoitettiin ennen kunnostustoimenpiteitä ja niiden jälkeen. Roliggropen oli Kvarken flada -hankkeessa kohde, jossa kartoitettiin vuonna 2017 kasvillisuutta, veden lämpötilaa ja kalastoa. Toimenpiteiden vaikutusten seuraamiseksi Luke toisti vuonna 2022 kutukalojen ja kalanpoikaisten kartoitukset ja ELY lämpötilan ja vedenkorkeuden kartoitukset sekä fladan sisällä että ulkopuolella (Nikolajev-Wikström, haastattelu 21.11.2023). Toimenpiteen jälkeen Luke havaitsi kutukalojen määrän lisääntyneen alueella. Tällaisissa toimenpiteissä on tärkeä seurata, miten uoma pysyy avoimena tai kasvaa uudelleen umpeen, eli kuinka suuri ja pitkäaikainen vaikutus toimenpiteillä on. Molemmat kohteet ovat vaatineet pieniä vuosittaisia parannuksia, koska uomaan on alkanut kasvaa satunnaisesti ruovikkoa, mutta ruovikon vähentyminen on yhä selvästi havaittavissa.

Norrfjärdenissä kaloja seurattiin katiskoilla. Kalojen määrä osoitti selvää kasvua toimenpiteen jälkeen (Wistbacka, haastattelu 30.10.2023). Norrfjärdenin varsinaisesta kunnostustoimenpiteestä on kulunut yli kymmenen vuotta, ja tilanne on jälleen heikentynyt, joten kohde vaatisi uusia toimia. Vastavia kohteita tulee tarkistaa ja kunnostaa joka kevät, jotta toimenpiteiden pysyvyys voidaan varmistaa.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Kaikissa esimerkkitaapauksissa tulokset olivat myönteisiä, ja uomat ja niiden toiminta voitiin palauttaa manuaalisesti. Seuranta osoitti myös, että ruovikkokasvillisuus ei palannut samalle tasolle toimenpiteitä seuraavina vuosina. Kunnostusta seuraavana vuonna toteutetut parannustoimenpiteet veivät odotuk-

siin verrattuna hyvin vähän aikaa. Seurannat osoittivat kutevien kalojen määrän lisääntyneen, vaikkakin vain vähän.

- Kivien sijoittaminen uomaan moottorikelkalla on menetelmä, jolla oli hyvä potentiaali, mutta se edellyttää hyvää jäätalvea.
- Suuri osa työstä toteutettiin talkoilla. Tämä on yksinkertaisten menetelmien etu, kun niitä voi kuka tahansa toteuttaa. Talkootöinä toteutettavilla, yksinkertaisilla toimenpiteillä on hyvät mahdollisuudet levitä laajempaan käyttöön ja niiden avulla voidaan samalla välttää suuria kaivaustöitä, kun työt toteutetaankin isomalla joukolla käsityökaluin.
- Tulokset osoittavat, että uoman avaaminen voi aluksi vaatia huomattavia ponnisteluja, mutta alkutöiden jälkeen kasvillisuus harventuu ja edellyttää jatkossa vain vähäisiä uusintatoimenpiteitä vuosittain tai muutaman vuoden välein.
- Maanomistajia tai alueen käyttäjiä voitaisiin kannustaa huolehtimaan heille tärkeistä kalojen kutualueista niin, että viranomaiset tekisivät toimenpiteiden kohdevalinnat ja joko toteuttaisivat tai tukisivat ensi vaiheen kunnostuksia. Tämän jälkeen hoitotoimet voitaisiin antaa paikallisten käsiin. Tärkeää olisi laatia selkeä luettelo alueista, joissa vastavia kunnostustoimia voidaan toteuttaa ja varmistaa, ettei jo kuivuneita kohteita enää kaiveta. Kohdeluettelo tulisi päivittää säännöllisesti ja huomioida kohteiden luonnollinen kehitys ja maankohoamisen vaikutukset.

Haasteet

- Vakuuttaa paikallistoimijat, että hienovaraiset kunnostustoimet (ei kaivinkoneita) ovat usein parempia, ja saada paikalliset mukaan kunnostustoimenpiteisiin sekä tarkastamaan kalojen vaellusreitit vuosittain.
- Avatut väylät kasvavat ajan kuluessa umpeen ilman ylläpitoa. Ylläpidossa kyse

voi olla toistuvista poistotoimenpiteistä, uoman kiveämisestä tai muista keinoista estää ruovikon kasvua, mutta kaikki toimet edellyttävät pidempiaikaista sitoutumista kohteisiin.

- Maankohoaminen ja veden poistuminen fladoista ja kluuveista on luonnollinen ilmiö. Kunnostuksessa ei ole kyse sellaisen vesi yhteyksien palauttamisesta, jotka ovat luontaisesti kuivuneet. Kunnostustoimilla palautetaan meri/vesiyhteys niihin uomiin, jotka voisivat vielä olla kosketuksissa mereen ilman ihmisen vaikutusta. Tämä on varmistettava kohteiden valinnassa korkeusolosuhteiden huolellisella tutkimisella ja suunnitteluprosessissa siten, että uoman korkeus palautetaan siihen korkeuteen, joka sillä olisi ollut luonnostaan. Tämä ei kuitenkaan ole yksinkertainen yhtälö.
- Kun uoma avataan, kuten esimerkissä Dollosverkanissa, se voi vaikuttaa virtaukseen. Virtausten hallitseminen luonnollisella tavalla edellyttää hienovaraisia toimia, ja virtausten seuraaminen edellyttää tietoja vedenkorkeuksista ja virtausnopeuksista ennen toimenpiteen toteuttamista.

Kustannukset ja hyödyt

Suuri osa uoman palauttamisen toimenpiteiden kustannuksista muodostuu suunnittelusta eli kohteiden etsimisestä, maastokäynneistä, lupien suunnittelusta ja hakemisesta sekä mahdollisesti urakoitsijan hankkimisesta. Jos tarkastellaan varsinaista toimenpidettä kentällä, kustannukset ovat suhteellisen pienet. Esimerkiksi:

- Dollosverkan: Kunnostukset suoritettiin osaksi talkootyönä Vapaa-ajan kalastajien kanssa. Noin 3 000 euroa.
- Roliggropen: 3 400 euroa (sisältää suunnittelun ja toteuttamisen), toteuttaminen 1 100 euroa
- Norrfärden: Kohde tehty yli 10 vuotta sitten, hinnat eivät ole enää vertailukelpoisia nykytilanteeseen.

3.3.4 Valuma-aluekunnostus

Itämeri saa merkittävän osan vedestään valuma-alueiltaan. Vesistöissä on selviä merkkejä ihmisen vaikutuksesta, erityisesti maaja metsätaloudesta peräisin olevien ravinteiden suurina pitoisuuksina. Tämä on johtanut rehevöitymiseen, joka on nykyisin Itämeren akuutein ongelma. Rehevöitymisen vaikutukset näkyvät kaikkialla Itämeressä, mutta erityisesti rannikkoalueilla ja matalilla alueilla, kuten fladoissa, joissa veden vaihtuminen on vähäistä.

Valuma-alueiden maankäytön vaikutukset näkyvät selkeästi Itämeren ja erityisesti matalien vesialueiden vedenlaadussa. Hakkuiden, maatalouden ja ojituksen seurauksena fladoihin valuu humus- ja ravinnepitoista vettä, mikä aiheuttaa rehevöitymistä, sameutta, veden ruskettumista ja hapenpuutetta. Tämä puolestaan voi muuttaa lajikoostumusta, kiihdyttää umpeenkasvua ja heikentää kasvien ja eläinten elinolosuhteita. Happamien sulfaattimaiden kuivatus voi myös laskea pH:ta ja vapauttaa veteen metalleja, jotka voivat vahingoittaa kalakantoja.

Veden laatu vaikuttaa alueen kunnostusmahdollisuuksiin. Jos veden laatu ei ole sopiva tietyille lajille tai toiminnalle, ennallistaminen ei onnistu. Joskus jopa kielteiset vaikutukset voivat voimistua ennallistamisen seurauksena. Selkeä esimerkki on fladojen ja kluuvien ennallistaminen, jossa ruopatun kynnyksen uudelleenrakentaminen voi rajoittaa veden vaihtoa mereen ja lisätä entisestään valuma-alueen vaikutusta fladan vedenlaatuun.

On kuitenkin vielä hyvin vähän, jos lainkaan, esimerkkejä siitä, että koko valuma-alue olisi kunnostettu fladan tai muun merialueen tilan parantamiseksi. Sisämaassa on sen sijaan monia esimerkkejä valuma-alueiden kunnostamisesta järvien ja jokien tilan parantamiseksi. Lähestyäksemme tätä menetelmää tukeudumme tässä yhteydessä järvien ja jokien valuma-alueiden kunnostamisesta saatuihin kokemuksiin, kun taas myöhemmin hankkeessa

tuotettavassa käsikirjassa kuvataan myös Biodiversea-hankkeen omia kokemuksia valuma-aluekunnostuksista.

Valuma-alueiden kunnostuksia on tehty mm. Freshabit LIFE IP -hankkeessa sekä WWF Suomen hankkeissa (esim. 4K, VALUTA1-2, RANKKU1-2, Metsälähde). Freshabit LIFE IP -projektiraportissa (Härkönen ym. 2022) todetaan, että ensin on aina pyrittävä estämään ongelmien juurisyyt, jonka jälkeen vasta kannattaa kunnostaa. Maatalouden vesistövaikutusten vähentämismenetelmiä ovat muun muassa säätösalaajitus, syyskynnön vähentäminen ja talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisääminen, joilla voidaan ehkäistä eroosiota, sekä täsmäviljely ravinteiden käytön tarkentamiseksi ja lannoituksen vähentäminen ravinnekuormituksen ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi (Pesonen ym. 2010, sit. Härkönen ym. 2022). Maataloudessa erilaisilla maanparannusaineilla, kuten kalkilla, kipsillä ja rakennekuiduilla, voidaan myös vähentää ravinne- ja kiintoainekuormitusta vesistöihin parantamalla maan rakennetta ja ehkäisemällä eroosiota (Ajosenpää ym. 2022, sit. Härkönen ym. 2022). Metsätaloudessa kuormitusta ja eroosiota voidaan pyrkiä vähentämään erityisesti turvemaidella jatkuvalla metsänkasvatuksella, jolla voidaan vähentää ojitustarvetta ja sitä kautta kiintoaine-, ravinne- ja humuskuormitusta (Nieminen ym. 2018, sit. Härkönen ym. 2022).

Kunnostusmenetelmä

Tässä katsauksessa tarkastellaan Freshabit LIFE IP -hankkeen tuloksia, joissa on etsitty ja testattu ratkaisuja valuma-alueiden järviin ja jokiin kohdistuvien kielteisten vaikutusten vähentämiseksi. Esimerkkinä käytetään Puruveden valuma-aluekunnostuksessa käytettyjä toimenpiteitä. Esittelemme myös WWF Suomen kokemuksia, joka on vuodesta 2018 toteuttanut maanomistajalähtöistä kosteikkorakentamista Länsi-Uudellamaalla.

Puruveden ekologinen tila on arvioitu pääasiassa erinomaiseksi, mutta seuranta on osoittanut heikkenevää suuntausta. Vesi on

rehevöitynyt, mikä on johtanut näkösyvyyden heikkenemiseen jopa kirkkaimmilla selkävesialueilla sekä runsaaseen primaarituotantoon, sedimentaatioon ja häiriintyneisiin ekosysteemeihin erityisesti matalilla ja eristyneillä lahtialueilla. Kuormitusta vesistöön päätyy maataloudesta, lisäksi eroosio kuljettaa suuria määriä kiintoainetta ja ravinteita vanhoista jätevedenpuhdistamoista taajama-alueilta, pumppaamoista peltoalueilta sekä turpeenottoalueilta. Merkittävä osa Puruveden valuma-alueesta on ojitettua suometsää, ja valuma-alueen ongelmat korostuvat Puruveden kaltaisessa, hitaasti vaihtuvassa karussa vesistössä.

Freshabit-hankkeessa käsiteltiin aluetta kokonaisuutena ja toteutettiin toimenpiteitä eri puolilla järveä. Tavoitteena oli vähentää erilaisilla valuma-alueiden vesienhoito-toimenpiteillä järveen tulevaa vesistökuormitusta sekä parantaa lahtialueiden vedenlaatua hoitokalastuksella ja vesikasvien niitolla. Hankkeen tuloksena todettiin, että rakenteita suositellaan tekemään jo valuma-alueen yläosiin, koska yläosien pienemmällä osavalmu-alueilla kuormitusta on helpompi ehkäistä ja pysäyttää (Härkönen ym. 2022). Lisäksi vesiensuojelurakenteita suositellaan ketjuttamaan etenkin silloin, jos valuma-alue on suuri tai kuormitus merkittävää.

Kosteikko ja laskeutusaltaita

Kiinteiden aineiden ja ravinnepäästöjen vähentämiseksi laajamittaisia kosteikkoja rakennettiin useille alueille. Tärkeimmät kosteikkoprosessit ovat kiintoaineen ja siihen sitoutuneiden ravinteiden laskeutuminen kosteikon pohjalle, ravinteiden kerääntymisen kosteikon kasvillisuuteen, päällyskasvustoon ja sedimenttiin sekä typen poisto denitrifikaation avulla (Puustinen ym. 2007, sit. Härkönen ym. 2022).

Kosteikot rakennettiin kaivamalla, pengertämällä ja patoamalla. Massat levitettiin vie-reisille peltoalueille tai käytettiin penkereisiin tavoitteena tulvaherkkyiden vähentäminen ja rakenteiden vahvistaminen. Mutkittellevil-

la vesireiteillä lisättiin veden viipymää, minkä ansiosta ravinteet ehtivät sitoutua paremmin altaiden kasvillisuuteen. Kosteikkojen yläosat rakennettiin syvempinä laskeutusaltaina, kun taas alaosissa oli matalampia osioita, joissa oli enemmän saarekkeita, jotta kasvillisuus pystyi sitomaan veteen liuenneita ravinteita.

Raportissa tuodaan esiin, että kosteikon toiminta liittyy vahvasti sen kokoon ja kasvillisuuteen, mutta ennen kaikkea veden viipymään (Puustinen 2007, sit. Härkönen ym. 2022), jota voidaan lisätä paitsi kosteikon koon myös saarekkeiden, vallien, kivien ja puusta muodostettujen suisteiden avulla, jotka saavat veden mutkittelemaan (Koski-aho 2003, sit. Härkönen ym. 2022). Matalien ja syvien vesialueiden vaihtelu ja saarekkeisuus parantavat kosteikon toimintaa elinym-päristönä. Yleisesti kosteikon kooksi suositellaan vähintään 2 % sen valuma-alueen koosta (Leonardson 1994, sit. Härkönen ym. 2022).

Laskeutusaltaita käytetään hidastamaan virtausnopeutta ja kiintoaineen painovoimaisen laskeutumisen varmistamiseksi altaan pohjalle. Ne ovat tehokkaimpia, kun virtaus on nopea ja kiintoainepitoisuudet korkeita. Hienojakoisimpien lajikkeiden pidättäminen laskeutusaltaisiin ei onnistu (Joensuu ym. 1999, sit. Härkönen ym. 2022). Laskeutusaltailta voidaan saada pidätettyä osa kiintoaineisiin sitoutuneesta kokonaisfosforista ja -typestä (Joensuu ym. 1999, sit. Härkönen ym. 2022), mutta liukosiin ravinteisiin ja liukosiin orgaanisiin hiilipitoisuuksiin ne eivät vaikuta.

Raportissa mainitaan myös lietekuopat, mutta ne ovat pieniä, jolloin niiden pidätyskyky on heikko, ja sedimentoitunut kiintoaine voi liikkua uudelleen esimerkiksi suurten virtaamien aikana (Finer ym. 2020, sit. Härkönen ym. 2022).

Pintavalutuskenttä

Lautalahden alueella rakennettiin lisäksi pintavalutuskenttiä, jotka vastasivat 0,5 % valuma-alueen pinta-alasta. Tällä mitoituksella odotettiin saavutettavan vesialueen kannalta positiivisia tuloksia.

Raportista käy ilmi, että pintavalutuskentät ovat osoittautuneet tehokkaimmiksi ojitusten vesiensuojelurakenteiksi (Hynninen ym. 2010, sit. Härkönen ym. 2022) ja voivat poistaa jopa 70–100 % kiintoaineesta. Lisäksi niillä voidaan tapauskohtaisesti poistaa valumavesistä liukoisia ravinteita. On tärkeää vähentää kiintoaineiden määrää jo ennen pintavalutuskenttää, jotta voidaan välttää sen täyttyminen ja vastaavan kiintoainekuormituksen vapautumista pintavalutuskentältä. Pintavalutuskentät vaativat kuitenkin suuren pinta-alan eivätkä siten sovellu kaikkiin kohteisiin (Nieminen ym. 2018, sit. Härkönen ym. 2022).

Eroosiosuojaus

Metsä- ja maatalouden raivatuissa ojissa vesi virtaa usein nopeasti ja voi helposti kuljettaa mukanaan maa-ainesta uomien reunoilta. Uomien ja ojien eroosiosuojauksen tavoitteena on vähentää ojista irtoavan kiintoaineen määrää. Kokemusten perusteella eroosiosuojaus toteutettiin talviaikaan kiintoaineiden huuhtoutumisen vähentämiseksi. Uoman eroosiosuojaus tarkoitti herkästi huuhtoutuvan uomaseinämän vahvistamista ja tukemista tyypillisesti kiviaineksella. Kiviaines estää pehmeämpien maa-ainesten sortumisen virran mukaan, mikä merkittävästi vähentää kiintoaineen määrää alavirtaan sijoitetuissa altaissa erityisesti tulva-aikoina. Virtausta ohjattiin myös ojitetuilla alueilla uomiin, joissa eroosioriski oli pienempi. Ohjauspadoilla ohjattiin virtaamaa takaisin luonnolliseen puro-uomaan, jossa vesi virtaa hitaammin. Lisäksi virtaamaa ohjattiin esimerkiksi Myllypuron alueella käyttämällä pohjakynnyksiä ja avamalla tukkeutuneita pieniä uomia, joissa vesi saadaan virtaamaan hitaammin.

Pohjapato

Jouhenjoen kosteikon yläpuolelle on rakennettu pohjapato tasaamaan Jouhenjoen virtausta erityisesti padon yläpuolella. Pohjapato hidastaa joen virtaamaa tulva-aikoina ja pyrkii pitämään vettä joessa myös kuivina aikoina. Tämä vähentää eroosiota ja kiintoai-

neen huuhtoutumista. Se myös tehostaa alpuolisen kosteikon toimintaa.

Raportissa mainitaan myös putkipatoja, joiden on havaittu pidättävän tehokkaasti turvemailta ojitusten seurauksena vapautuvaa kiintoainesta (Marttila ja Klove 2010, sit. Härkönen ym. 2022). Samalla pystytään poistamaan kiintoaineeseen sitoutunutta fosforia ja typpeä. On kuitenkin muistettava, että padottavat rakenteet eivät merkittävästi poista valumavesistä liukoisia ravinteita tai liuenneita orgaanisia hiilipitoisuuksia.

Soiden ennallistaminen

Ojitettujen soiden ennallistamisella pyritään palauttamaan niille kuuluva luontainen vedenkorkeus ja vesivirtaukset, jotta suon kuivuminen pysähtyisi, luontainen vedenpinnan taso palautuisi ja jotta turpeen muodostuminen käynnistyisi uudelleen. Luonnon monimuotoisuuden turvaamisen ohella soiden ennallistamisella voidaan pyrkiä parantamaan valuma-alueen vedenpidätyskykyä sekä vähentämään turpeen hajoamisesta aiheutuvaa vesistökuormitusta ja ilmakehään kohdistuvia hiilipäästöjä (Juutinen ym. 2020, sit. Härkönen ym. 2022). Soiden ennallistamisessa käytettyjä menetelmiä ovat mm. ojien täyttö ja patoaminen, vedenpinnan nosto, puuston poisto tai harventaminen sekä ojalinjaraivaus.

Näiden rakennelmien lisäksi raportissa mainitaan **suojavyöhykkeiden, kaksitasuomien ja tulvatasanteiden** voivan parantaa uomien monimuotoisuutta ja pidättää kiintoainekuormitusta (Puustinen ym. 2019, sit. Härkönen ym. 2022). Freshabit LIFE IP -hankkeessa kunnostustoimenpiteitä toteutettiin Puruvedellä myös vesistössä **hoitokalastuksen ja vesikasvien niiton** muodossa.

WWF Suomi on toteuttanut kosteikkoja useissa eri hankkeissa (4K, VALUTA1-2, RANKKUI-2, Metsälähde), ja rakennettujen kosteikkojen tavoitteena on ollut parempi vesienhallinta, kuormituksen vähentäminen valuma-alueelta mereen, luonnon monimuotoisuuden lisääminen, ilmastonmuutokseen sopeutuminen sekä yleisesti vesistöjen vedenlaa-



Kuva 25. Tukittua ojia, Pohtiinsuo. Kuva: Maarit Similä / Metsähallitus.

dun parantaminen (Kokkonen ja Kaasonen, haastattelu 18.12.2023). Rakennetut kosteikot on toteutettu kaivamalla, patoamalla tai molempia menetelmiä hyödyntäen yksityisten maanomistajien maille, jotka ovat pääsääntöisesti olleet savimaita.

Seurantamenetelmät

Ilmosen haastattelussa (22.12.2023) korostetaan hyvin suunnitellun ja toteutetun seurannan merkitystä. Freshabitin alussa tehtiin hierarkkinen, kattava luettelo hankkeessa toteutettaviin erityyppisiin toimenpiteisiin soveltuvista seurantamenetelmistä. Seuranta oli luonteeltaan sekä ekologista että teknistä. On kuitenkin tunnistettu, että monissa tapauksissa ei kannata tehdä liian syvälistä seurantaa, kuten kartoitusta lajitasolle asti, koska se on sekä osaamis- että resurssi-intensiivistä. Usein seurantaan ei myöskään ole riittävästi resursseja, jos lainkaan. Neu-

voksi annetaan, että kaikkien toimenpiteiden osalta on tarkasteltava, millainen kohde on kyseessä, mikä on ongelma, joka halutaan ratkaista, ja millaisella seurannalla voidaan osoittaa, onko toimenpiteellä ollut vaikutusta. Tämän perusteella olisi päätettävä, mitä indikaattoreita olisi käytettävä, mieluiten yksinkertaisia, ja sitten lisättävä joitakin syvällisempiä indikaattoreita, jos se on tarkoituksenmukaista.

Freshabitissa toteutetuilla toimenpiteillä pyrittiin useimmiten vaikuttamaan veden laatuun/kuormitukseen. Tämän vuoksi ko. muuttuja oli ensisijainen seurattava. Puruveden seurannoissa seurattiin veden laatua mm. käyttämällä yhden ongelmallisen osavalueen purkuvesistössä jatkuvatoimista mittausasemaa, joka mittasi tarkkailupisteen kautta virtaavien ravinteiden määrää. Mittarin avulla seurattiin klorofylliarvoja, sameutta, liuennutta orgaanista hiiltä, happipitoisuut-

ta, sähkönjohtavuutta sekä kokonaisfosforipitoisuutta.

Muita esiin tuotuja yksinkertaisempia ekologisia indikaattoreita olivat umpeenkasvu, avoveden määrä (esim. lintuvedet), lämpötila (esim. fladat) tai tietyn kasvillisuustyypin peittävyys. Tarvittaessa voidaan ottaa myös vaativampia seurantoja mukaan, kuten pohjaeläinten seuranta tai muut lajistoseurannat.

Tulevien ennallistamistoimien suunnitteluun, toteutukseen ja seurannan helpottamiseksi olisi hyödyllistä luoda kosteikkojen ennallistamisen seurantaverkosto. Kun seurataan suurempaa määrää ennallistamiskohteita vakiintuneilla menetelmillä, saadaan kuva siitä, miten erityyppiset kosteikot reagoivat erityyppisiin toimenpiteisiin, ja saadaan hyvä kuva toimenpiteiden tehokkuudesta ja toimivuudesta. Tämä poistaa ainakin osittain myös tarpeen seurata tulevia kunnostuksia.

WWF:n hankkeissa ei keskitytä seurantaan kaikilla toteutetuilla kohteilla, mutta vedenlaadun seuranta toteutetaan rahoituksen mukaan (Kokkonen ja Kaasonen, haastattelu 18.12.2023). Esimerkiksi Pro Litore on toteuttanut Länsi-Uudenmaan rannikon vedenlaadun seuranta vuositasolla, ja muutamilla yksittäisillä edustavilla ja eri ikäisillä kosteikoilla on seurattu vedenlaatua tulo- ja lähtöuomista kuukausittain vuodesta 2023 alkaen. Seuranta on tehty vasta niin lyhyen aikaa, ettei tuloksista vielä ole voitu vetää johtopäätöksiä, mutta kosteikkojen rakentaminen on jo pitkään tunnistettu toimivaksi ennallistamistoimenpiteeksi. Tähän mennessä saatujen tulosten perusteella on havaittu, että veden viipymä on kasvanut rakennetuilla kosteikoilla. Kohteille asettuu myös välittömästi niiden valmistumisen jälkeen runsaasti vesilintuja, joista harvinaisimpia on ollut mustakurkkuihku (*Podiceps auritus*). Toteutetulla haukikosteikkokohteella hauen kutu on onnistunut jo kahtena peräkkäisenä vuotena.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Freshabitissa toteutetuissa toimenpiteissä oli onnistuneita mutta myös epäonnistuneita tuloksia. Yksityiskohtaisempi kuvaus kohteista, niiden seurannasta ja tuloksista on raportissa Kunnostusten vaikutukset vesistöjen ekologiseen tilaan ja Natura-alueiden suojelutasoon Freshabit LIFE IP -hankkeen kohteilla (Vuorio ym. 2022).

Puruvedelle rakennettujen kosteikkojen avulla nähtiin, että rakenteet hidastavat vettä tarkoituksenmukaisesti. Esimerkiksi Lautalahden kosteikolla havaittiin, että monimuotoisuus lisääntyi. Eroosionopeus pysyi vakaana ja vähensi kiintoaineksen eroosiota kevätvirtaamien aikana. Jouhenjoen kosteikko ei sen sijaan ollut aivan yhtä onnistunut; se oli sijoitettu liian matalalle järven pinnan tasoon nähden ja vaatii korjausta.

Useimmissa tapauksissa ei havaittu hankkeen aikana selviä vaikutuksia veden laatuun, ja joissakin tapauksissa havaittiin jopa ravinteiden lisääntymistä. Kunnostuksissa aika on ratkaisevan tärkeää – kunnostetut alueet ja rakenteet tarvitsevat aikaa kehittyäkseen aiottuun vaikutukseensa. Lisäksi on hyvä huomioda, että lopullisten vaikutusten osoittamiseksi tarvitaan pitkäaikaista seuranta.

Hankkeesta opittiin, että mitoitus ja sijoittelu on oltava oikein, eli että toimenpide on riittävän suuri (esim. kosteikko) ja että se sijoitetaan oikeaan paikkaan (Ilmonen, haastattelu 22.12.2023). Usein on olemassa riski, että tarvittavat toimenpiteet eivät ole mahdollisia tai ne jätetään toteuttamatta esim. maanomistajuussuhteiden vuoksi, mutta se tarkoittaa myös sitä, ettei tavoitteita saavuteta tai saada optimaalisia tuloksia. On tärkeää huomioda toimien sijoittelu, esim. toimenpiteiden sijoittaminen oikealle korkeudelle. Sijoittelussa on huomioitava esim. vesiolosuhteiden vaihtelut, jotta toimenpide pysyy aina sopivalla korkeudella vedenpinnan yläpuolella ja toimii jatkuvasti. Esimerkkinä voidaan mainita Jouhenjoelle rakennettu laskeutusallas,

joka oli sijoitettu liian alas, mikä johti siihen, että se jäi ajoittain tulvan alle eikä toiminut.

Yleisesti WWF:n kosteikkohankkeet ovat saaneet hyvin medianäkyvyyttä, maanomistajia on onnistuneesti innostettu vesien-suojelutoimiin ja alueilla on tapahtunut selkeä asennemuutos kosteikkotoimenpiteitä sekä -toimijoita kohtaan (Kokkonen ja Kaasonen, haastattelu 18.12.2023). WWF on toteuttanut kohteita runsaasti viimeisten viiden vuoden aikana ja toteutusta odottavia kohteita on myös useita. Maanomistajalähtöisessä kosteikkorakentamisessa keskeisintä on hyvä yhteistyö, avoin viestiminen sekä valuma-aluekohtaiset koordinaattorit. Myös seurannan tärkeys korostuu, mutta 2–3 vuoden hankkeissa pitkäaikaisseuranta on haastava toteuttaa. Kosteikkojen rakentamista hidastavat rahoituksen puute sekä ajoittain eriävät näkemykset maanomistajien kanssa.

Haasteet

Kuten useimmissa toimissa, sääolosuhteilla on ratkaiseva merkitys. Osassa toimenpiteitä liian kylmä sää esti niiden toteuttamisen, toisissa taas roudan puute, mikä vaikeutti toteutusta ja materiaalien kuljetusta. Myös vedenkorkeus on jatkuva haaste, johon ei voi vaikuttaa tai jota ei voi ennustaa kovin tarkasti.

Muita haasteita oli erilaisten arvojen yhteensovittaminen. Eräältä alueelta löytyi rauhoitettuihin lajeihin kuuluva viitasammakko (*Rana arvalis*), joten suunnitelmat menivät uusiksi, jotta ne eivät vaikuttaisi haitallisesti lajiin.

Myös rahoitus oli hankkeissa toisinaan haaste. Hankkeen aikana esim. yhden käytetyn rahoitusvälineen rahoitussäännöt muuttuivat, ja jouduttiin etsimään uusia vaihtoehtoja. Rahoitus ja erityisesti riittävän pitkä rahoitus on jatkuva haaste kunnostushankkeissa, sillä ennallistamisen turvaamisen lisäksi on varmistettava myös riittävän pitkä seuranta luotettavien tulosten saamiseksi.

Kustannukset ja hyödyt

Vesistö- ja valuma-aluekunnostuksen kokonaiskustannuksiin vaikuttavat useat tekijät, kuten valitut kunnostusmenetelmät, kunnostettavan alueen laajuus, kunnostustarvetta aiheuttavan ongelman luonne ja mahdollisen talkootyön määrä (Tiusanen ym. 2022). Kustannukset voivat vaihdella alueittain ja ajankohdittain sekä sen mukaan, mitä toimenpiteitä painotetaan kullakin kohteella. Näin ollen yleistettävää resurssiarviota on haastavaa laatia.

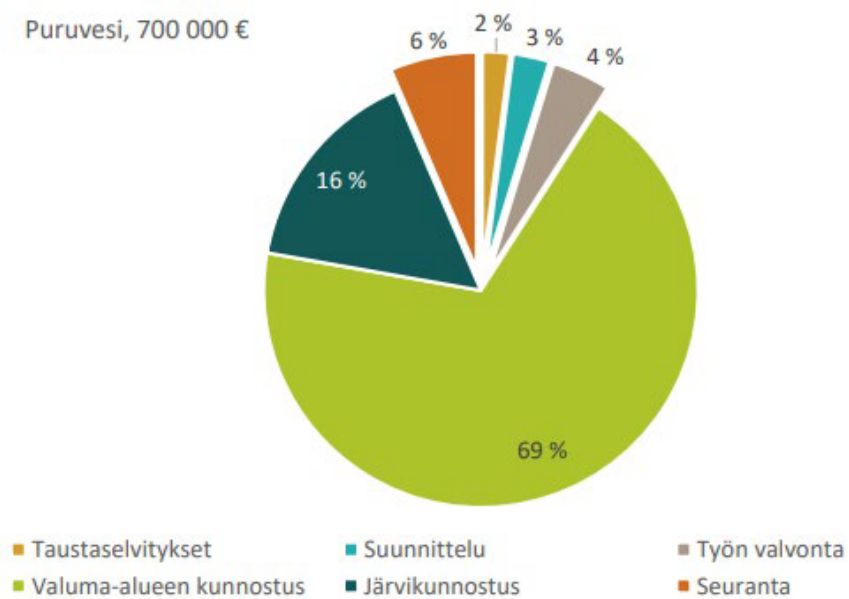
Freshabit LIFE IP -hankkeen aikana Metsäkeskus suunnitteli 12 vesien suojeluhanketta Puruveden valuma-alueelle (Härkönen ym. 2022). Hankealueiden koot vaihtelivat suurista, muutaman tuhannen hehtaarin kokoisista valuma-alueista pienempiin muutaman sadan hehtaarin kokoihin valuma-alueisiin. Hankkeessa suunniteltiin noin sata pohjapatoa, putkipatoa ja laskeutusallasta sekä noin 30 hehtaaria kosteikkoja ja pintavalutuskenttiä.

Puruveden valuma-alueen kunnostukset maksoivat kokonaisuudessaan noin 700 000 euroa (Härkönen ym. 2022, ks. kuva 26). Tämä summa sisältää lukuisia toimenpiteitä, ja siihen kuuluvat itse valuma-alueen kunnostuksen lisäksi taustaselvitykset, seuranta, järvikunnostus, työnvalvonta ja toimenpiteiden suunnittelu.

Kunnostustoimenpiteiden hyötyjä tarkasteltiin mm. asiantuntija-arviona, mutta raporteissa ei ole laskettu hyötyjen ekonomista vaikutusta (Marttunen ym. 2022, Härkönen ym. 2022).

Kokkonen ja Kaasonen toteavat haastattelussa, että WWF:n rakennettujen kosteikkojen kustannukset vaihtelevat menetelmästä, sijainnista ja ajasta riippuen, ja tämänhetkinen arvio on 25 000–35 000 euroa/ha.

Puruvesi, 700 000 €



Kuva 26. Puruveden valuma-alueen kunnostukset maksoivat kokonaisuudessaan noin 700 000 € (Härkönen ym. 2022), tässä jaoteltuna eri kululajeihin.

3.4 Laajat matalat lahdet (1160)

Suojelutaso ¹	Kehityssuunta ¹	Uhanalaisuus 2018 ²	Muuta huomioitavaa
Epäsuotuisa, huono	Vakaa	Ei arvioitu käsittelyssä	

¹ Luontodirektiivin luontotyyppiraportoinnissa esitetty arvio suojelutasosta ja kehityssuunnasta 2019 (pdf, ymparisto.fi)

² Kotilainen ym. 2018 Itämeren luontotyyppien uhanalaisuusarvio.

3.4.1 Uposvesikasvillisuuden poisto

Itämeren rehevöitymiskehityksen myötä matalissa ja suojaisissa merenlahdissa ovat alkaneet runsastua tietyt uposkasvilajit, jotka viihtyvät ja leviävät tehokkaasti runsasravinteisissa vesissä. Tiheät vesikasviesiintymät haittaavat mm. virkistyskäyttöä (uinti, veneily ja kalastus) sekä kalanpoikasten liikkumista (Sandström 2003, sit. Kraufvelin ym. 2021a), ja voimakkaat kilpailijat vievät elintilaa lahtien muilta alkuperäisiltä, mutta herkemmiltä ja heikommin kilpailussa menestyviltä lajeilta. Yksi tällainen laji on tähkä-ärviä (*Myriophyllum spicatum*), joka on todennäköisesti hyötynyt matalien merenlahtien vähittäisestä rehevöitymisestä ja mahdollisesti myös ilmastomuutoksen myötä lämpenevästä merivedestä ja kasvukauden pidentymisestä. Suomessa ei-toivottua vesikasvillisuutta, kuten tähkä-ärviää, on poistettu järviympäristössä mm. niittämällä, kaivinkoneella ja imuruoppaamalla erityisesti järviensuojeluyhdistysten toimesta. Vastaavia toimenpiteitä on tehty ulkomailla esimerkiksi Pohjois-Amerikassa Isojärvien alueella (esim. Carpenter & Adams 1977, Carson ym. 2018). Vasta viime vuosina poistotoimenpiteet ovat siirtyneet Suomesa meren puolelle.

Tähkä-ärviän poistotulokset ovat järviympäristössä vaihdelleet, osassa ne ovat onnistuneet, osassa poistettu kasvillisuus on korvautunut toisella, osassa on ilmennyt poiston jälkeen leväkukintoja. Niiton lisäksi tähkä-

ärviän poistoon on maailmalla käytetty muita mekaanisia poistomenetelmiä (mm. käsin poisto, haraus, ruoppaus ja leikkaus), biologisia torjuntamenetelmiä (kasvinsyöjäkalojen ja hyönteisten käyttö) sekä kemiallisia menetelmiä (rikkakasveille tarkoitettujen torjunta-aineiden käyttö), mutta kaikissa menetelmissä tulokset ovat olleet vaihtelevia eikä yhtäkään täysin toimivaa keinoa ole löytynyt (Kumwimba ym. 2020).

Kunnostusmenetelmä

Uposkasvillisuutta kerran tai toistuvasti koneellisesti niittämällä poistetaan lahteen kertynyttä ravinnekuormaa. Niitetty uposkasvillisuus kerätään pois merestä. Kasvillisuuden poiston myötä veden vaihtuvuus parantuu ja alueen tila pääsee luontaisesti elpymään. Samalla pyritään parantamaan lahten luonnonoloja, vähentämään rannoille mahdollisesti kertyvää hajoavaa kasviaineksen määrää, joka rehevöittää rantoja, sekä parantamaan virkistyskäyttöä, jota tiheä uposkasvivyöhyke mahdollisesti heikentää.

Metsähallituksen Rannikko-LIFE-hankkeessa (2018–2025) tähkä-ärviän poistoa testattiin pilottiluontisesti koneellisesti niittämällä Hankoniemellä Täktominlahdella vuosina 2020–2023 (noin 8 ha:n alalta) ja siten ennen pienialaisemmin (noin 4 ha:n alalta) Täktominlahden hoitoyhdistys ry:n toimesta vuosina 2017–2019. Täktominlahdella vuosittain elokuussa niitetty kasvimassa koottiin ensin rannalle kuivumaan ja kuljetettiin myöhemmin lähipellolle ravinteeksi (kuva 27).



Kuva 27. Niittokoneet poistavat tähkä-ärviää Täktominlahdella elokuussa 2020. Kerätyn kasvimassan annettiin kuivua kalliolla noin viikon ajan ennen kuljettamista ravinteeksi läheiselle pellolle. Kuva: Asmo Paloniitty / Metsähallitus.

Pyhtäällä Heinlahden suulla sijaitsevalla Veistämönlahdella on niitetty vesikasvillisuutta vuosina 2021–2023, ja vuodeksi 2025 haetaan rahoitusta työn jatkamiseksi. Matalalla, 1,5–2 metrin syvyisellä alueella erityisesti ärvian aiheuttama umpeenkasvu on ollut voimakasta ja haitannut myös veneliikennettä. Vesikasvillisuuden niittoa on tehty 22–28 hehtaarin alueelta ja lisäksi on niitetty ruovikkoa noin seitsemän hehtaarin alalta. Työn tilaajana on ollut Pyhtään vesiensuojeluyhdistys ry (puhelinhaastattelu Timo Kiiski, 30.11.2023). Vuonna 2021 niittoa tehtiin kahdesti, keskikesällä ja myöhäissyksyllä. Niittojäte paalattiin, ja kompostoitavaa materiaalia kertyi 20–30 paalia. Vuosina 2022–2023 niitto tehtiin kesällä, heinä-elokuussa. Niittotyö kesti kolme viikkoa. Leikkuujätettä syntyi vuonna 2022 80–90 kpl kuution vetoisia säkkeitä, vuonna 2023

määrä oli hieman pienempi, 60–70 kpl kuution säkkiä. Leikkuujäte toimitettiin paikallisesti kompostoitavaksi mullan raaka-aineeksi.

Seurantamenetelmät

Uposkasvillisuuden poiston vaikutuksia ei vielä tunneta riittävästi, ja ne vaihtelevat alueesta ja lajista riippuen, joten niittotoimenpiteiden vaikutusten seuranta on tärkeää. Rannikko-LIFE-hankkeessa seurantaa toteutettiin Täktominlahdella vakioitujen sukelluslinjojen ja kasvillisuusruutujen avulla (kasvillisuuden ja niiden runsaussuhteiden muutokset), pohjasedimenttien eloperäisen aineksen määrän kehitystä seuraamalla ja ilmakuvamalla niittoaluetta ja seuraamalla ilmakuvista kasvillisuuden kehitystä.

Pyhtään Veistämönlahdella tehdyn niiton yhteydessä ei ole tehty seurantaa.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Hankoniemen Täktominlahdella toistuvan uposkasvillisuuden niiton ei havaittu merkittävästi vähentävän mutta ei myöskään lisäävän tähkä-ärviän määrää. Tähkä-ärviän poistamiseen tulisi soveltaa menetelmää, jolla saataisiin kasvi poistettua juurineen, sillä se on monivuotinen uposkasvi ja leviää juurakon lisäksi kasvinosista. Lisäksi kasvi on tehokas kilpailija, sillä se erittää kasvimyrkkyjä, jotka estävät tai hankaloittavat muiden kasvien esiintymistä.

Metsähallituksen kokoamat opit uposkasvillisuuden (tähkä-ärviä) niitosta:

- Ennen uposkasvillisuuden poistoa valuma-alueen ravinnekuorma kuntoon!
- Muista niittoilmoitus ELY-keskukseen.
- Työn toteutus lintujen pesintäajan (1.4.–31.7.) ulkopuolella.
- Muista, että tähkä-ärviä leviää osittain vegetatiivisesti jäljelle jääneistä kasvinosista. Jos mahdollista, tähkä-ärviä kannattaa poistaa alueelta toistuvasti kokonaisuudessaan, ensisijaisesti juurineen.
- Tarkista käytettävissä olevan niittokaluston ulottuvuudet, sillä yli 1,8 metrin syvyys heikentää niittotulosta.
- Suunnittele niittojätteen jatkokäyttö; se on hyvä ravinne pelloille.
- Pohjanlaatu vaikuttaa poistotulokseen, testaa ennakkoon.
- Jos laji poistetaan niittämällä, tulee korjuu tehdä useampana päivänä, jolloin saadaan poistettua myös vedenpinnan alle aluksi painuva massa.
- Jälkitöihin kannattaa varata aikaa ja työpanosta. Kaikkea niittojätettä ei saa heti siivottua vesipatsaasta.
- Kannattaa hyödyntää niittojätteen korjuuta suosivaa tuulensuuntaa.
- Pohjan imuruoppaus tähkä-ärviän poistamiseksi mahdollinen menetelmä suojelualueiden ulkopuolella?

- Kasvillisuuden peitto katteella ja pohjan "uudelleenperustus" puhdistetulla hieka/silttikerroksella?

Pyhtään Veistämönlahdella vesikasvillisuuden aiheuttama umpeenkasvu on silmämääräisesti arvioituna hidastunut usean vuoden perättäisen niiton seurauksena. Veneillä liikkuminen väylää pitkin on helpottunut ja myös heittokalastus alueella on nyt mahdollista ja lisääntynyt.

Kasvillisuuden mekaaninen poisto ja levien korjuu kohdistuvat pääasiassa oireisiin (Kraufvelin ym. 2021a), joita mm. valuma-alueen ravinnekuorma on alun perin mataliin lahtiin aiheuttanut. Siten kunnostustoimissa on ensiarvoisen tärkeää kiinnittää huomio muutoksen aiheuttaneisiin tekijöihin ja pyrkiä ensin hoitamaan ns. juurisyyt kuntoon. Vesikasvien ja levien poistoon tähtäävien toimenpiteiden toteutettavuus vaihtelee alueen ja ulkoisten olosuhteiden mukaan, ja niiden kesto on yleensä lyhyt. Toimenpiteiden tieteellinen perusta on vähäinen tai kohtalainen (Kraufvelin ym. 2021a).

Haasteet

Uposkasvillisuuden poistotyötä harkittaessa on hyvä muistaa, että Itämeren matalille lahdille on usein ominaista korkea biologinen tuotanto, koska ne lämpenevät keväällä ja alkukesästä yleensä nopeammin kuin läheiset syvemmät, avoimemmat ja alttiimmat vesialueet. Nuoret kalat hyötyvät kevään ja kesän korkeammista lämpötiloista kasvamalla nopeammin, jolloin niistä tulee vähemmän alttiita saalistajille ja vähemmän alttiita nälnhädälle seuraavana talvena. Matalissa ja suojaisissa lahdissa on usein runsaasti vesikasveja, jotka lisäävät suojaa kalanpoikasille ja eläinplanktonille saalistajia vastaan ja tarjoavat samalla suuria määriä sopivaa saalista poikasille. Siksi näillä alueilla on suuri merkitys erityisesti kalojen lisääntymis- ja poikastuotantoalueina (Sandström ym. 2005, sit.

Kraufvelin ym. 2021a). Kasvillisuuden poisto voi siis olla haitaksi kaloille ja joillekin lintulajeille. Lisäksi vesikasvillisuus ehkäisee aallokosta ja virtauksista aiheutuvaa rantojen eroosiota, pidättää valuma-alueelta tulevaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta ja niiden juuret sitovat pohja-aineista edesauttaen veden pysymistä kirkkaana.

Uposkasvillisuuden niiton laatu voi olla epätasaista, sillä vedenkorkeus ja tuulensuunta vaikuttavat niittotulokseen ja niittojätteen korjuuseen. Täktominlahdella niittokoneyrittäjällä oli käytössä erityisesti Täktominlahdelle suunniteltu, jatkettu niittoterä, jolla ulotuttiin tavanomaista syvemmälle, mutta niittojälki jäi syvemmällä hyvin epätasaiseksi. Täktominlahdella tehdyn poistopilotin perusteella niittomenetelmä soveltuu huonosti tähkä-ärviän poistoon ja pysyvän muutoksen aikaansaamiseen. Tähkä-ärviä lisääntyy osittain suvuttomasti hajaantuneista osista, osittain suvullisesti, joten niitossa veteen jäänyt materiaali aiheuttaa riskin kasvin leviämislle.

Kustannukset ja hyödyt

Täktominlahden kustannukset osana Rannikko-LIFE-hanketta: uposkasvillisuuden niitto 1 100 €/ha, yhteensä 8 hehtaarin alalta toistuvasti, lahdelle johtavan soratien ylläpito 4 000 €, niittojätteen poiskuljetus 6 000 €/vuosi, lisäksi seurantaan liittyvät kustannukset.

Pyhtään veistämönlahdella niiton kokonaiskustannukset vuonna 2023 olivat 50 000 € (alv 0 %), lisäksi tehtiin talkootyönä särkeihin kootun leikkuujätteen keräystä. Rahoitukseen saatiin alkuun 50 % tukea ELY-keskuksetta. Muu rahoitus kerättiin lahjoituksina.

3.4.2 Järviruo'on poisto

Järviruoko (*Phragmites australis*) on luontaisesti rannikolla esiintyvä laji, joka hyötyy vesien rehevöitymisestä ja on levinnyt useille merenlahdille muodostaen laajoja kasvustoja. Tiheät kasvustot nähdään toisinaan maise-mahaittana ja mahdollisena rajoitteena alueen virkistyskäytölle. Lisäksi perinteisen rantalaidunnuksen vähennyttyä järviruo'on leviäminen on vienyt elintilaa merenrantaniittyjen monipuoliselta kasvilajistolta ja avoimia ranta-alueita suosivilta lintulajeilta kuten kahlaajilta (Ikonen & Hagelberg 2007). Toisaalta ruovikko sitoo valuma-alueelta tulevia ravinteita ja estää pohjien eroosiota. Ruovikot tarjoavat myös suojaa ja ravintoa monelle lajiryhmälle kuten sudenkorennoille, joillekin linnuille, kaloille, sammakoille ja lepakoille (Ikonen & Hagelberg 2007).

Lähtökohdat ruovikkoalueen hoitoon vaihtelevat, mutta yhtenä tavoitteena on luonnon monimuotoisuuden lisääminen alueella. Linnuston kannalta tavoiteltava lopputulos on tiheän yksipuolisen ruovikon korvaaminen avointen vesialueiden ja erirakenteisen ruovikon mosaiikilla, jonka on todettu ylläpitävän monimuotoista ja korkeaa lintutiheyttä (Below & Mikkola-Roos 2007). Niittojen ja allikoiden kaivamisen avulla aikaan saatu mosaiikki luo vapaata elintilaa myös pohjan vesikasveille (Ulvi & Lakso 2005). Jotkin kevätkutuiset kalat, kuten hauki, suosivat lisääntymisalueina keväällä aikaisin lämpeneviä matalia kasvillisuusvyöhykkeitä ja ruovikon harventamista mosaiikiksi tehdään myös kalataloudellisten kunnostusten kuten haukikosteikkojen yhteydessä (ks. luku 4.2.2).

Kunnostusmenetelmä

Kouvolan Lappalanjärven Nisoksen lahdella toteutettiin elinympäristökunnostusta voimakkaan ruovikoitumisen myötä kärsineen hentonäkinruohon (*Najas tenuissima*) sekä vesilinnuston elinympäristöjen parantamiseksi (Tanska ja Räihä, haastattelu 14.12.2023, kuva 28). Nisoksen aluetta on aikoinaan käytetty lehmien laidunalueena, ja laidunnus on pitänyt alueen avoimena ja vapaana järviruo’osta. Laidunnuksen loppumisen sekä valuma-alueelta tulevien ravinteiden myötä Nisoksen lahti on pahasti umpeenkasvanut sekä rehevöitynyt, ja järviruoko on levittäytynyt yhä laajemmalle alueelle rannoilta järvelle päin. Kunnostuksen tavoitteena oli mosaiikkimaisen matalan vesialueen luominen uhanalaisen hentonäkinruohon elvyttämiseksi luonnon siemenpankista ja vesilintujen elinympäristön parantamiseksi.

Työt suoritettiin loka-marraskuussa 2022 pitkäpuomisella kaivinkoneella, joka kulki kaivualustojen päällä. Tavoitteena oli luoda vaihtelevan syvyistä, 20–80 cm syvää, avovesialuetta niin, että alueelle jätettiin myös koskemattomia ruovikkosaarekkeita. Kaivumasat läjitettiin toimenpidealueen reunaan vesijättöalueelle.

Seurantamenetelmä

Hentonäkinruohon seurantatuloksia ei vielä ole, sillä seuranta aiotaan aloittaa aikaisintaan toisena kunnostuksen jälkeisenä kesänä ja seurannan jatkoa mietitään saatujen tulosten perusteella. Alueella on myös kartoitettu hauenpoikastuotantoa sähkökoekalastamalla kesällä 2023, ja sitä on tarkoitus jatkaa myös tulevaisuudessa. Hauenpoikasseurannoissa löytyi poikasia, mutta tiheydet olivat vielä maltillisia, sillä alue oli reunoja lukuun ottamatta vielä suurelta osin kasvittumatta.



Kuva 28. Nisoksen lahti ennen ja jälkeen ruovikon poiston. Kuvat: Ville Räihä / ELY ja Laura Tulokas / Vemarak Oy.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Kunnostuksen jälkeisenä keväänä pidettiin tiedotustilaisuus ja Nisoksen lahden kunnostus oli esillä mm. YLE:n paikallisuutisissa, radiossa ja televisiossa. Aiheesta julkaistiin uutinen YLE:llä (Hottola & Tuunila 2023). Vesi-alueen osakaskunta myös rakennutti omalla rahallaan lintutornin ja sen yhteyteen info-taulun, jossa kerrotaan kunnostushankkeesta.

Kunnostuksesta opittiin, että tällaiset alueet kannattaa ennen kaivutöitä niittomurskata, sillä se nopeuttaa huomattavasti kaivinkonetyötä. Nisoksen alue tulee vaatimaan kunnostuksen jälkeistä jatkohoitoa, mm. ruovikon lisäniitosta ja laidunnuksesta on keskusteltu osakaskunnan kanssa, mutta sen järjestymisen ei ole varmaa. Seurannan avulla selviää, onnistutaanko tavoitteessa hentonäkinruohon osalta ja onko esimerkiksi alueelle jätettävien ruovikkosaarekkeiden lukumäärä sopiva vai pitäisikö niitä olla enemmän tai pitäisikö alueen olla vielä suojaisempi, avoimempi ja niin edelleen.

Samankaltaista menetelmätestausta suunnitellaan Metsähallituksen toimesta Pyhtään Ahvenkoskenlahdelle, joka on pahoin ruovikoitunut ja yksi hentonäkinruohon harvoja esiintymisalueita.

Kustannukset ja hyödyt

Nisoksen lahden kunnostushanke toteutettiin ELY:n vesienhoidon avustuksilla yhteistyössä paikallisen osakaskunnan kanssa, joka veti hanketta. Hankkeen kokonaiskustannus oli noin 48 000 €, josta kaivinkonetyön osuus oli noin 44 000 €. Tällä saatiin toteutettua noin 3 hehtaaria allokoitua aluetta.

3.5 Riutat (1170) ja Ulkosaariston saaret ja luodot (1620)

Suojelutaso ¹	Kehityssuunta ¹	Uhanalaisuus 2018 ²	Muuta huomioitavaa
Riutat Epäsuotuisa, riittämätön	Vakaa	Arvioimatta jätetty	Sisältyy Suomen vastuuluontotyyppiin Itämeren kalliopohjat

Suojelutaso ¹	Kehityssuunta ¹	Uhanalaisuus 2018 ²	Muuta huomioitavaa
Ulkosaariston saaret ja luodot Epäsuotuisa, riittämätön	Vakaa	Ei käsitelty arvioissa	

¹ Luontodirektiivin luontotyyppiraportoinnissa esitetty arvio suojelutasosta ja kehityssuunnasta 2019 ([pdf, ymparisto.fi](https://pdf.ymparisto.fi))

² Kotilainen ym. 2018 Itämeren luontotyyppien uhanalaisuusarvio.

3.5.1 Riuttakunnostukset

Riuttojen kunnostusta on pääasiassa toteutettu eteläisellä Itämerellä, erityisesti Tanskassa, missä riutoilta on aiemmin nostettu huomattavan paljon kiviä ja lohkareita satamien ja aallonmurtajien rakennusmateriaaliksi, ja luontotyyppin tila on alueella tästä syystä heikentynyt. Joillakin riutoilla kivi- ja lohkaremateriaali on siirretty pois kokonaan. Osalla riutoista kiviainesta on nostettu riutan matalimmista osista, mikä on lisännyt eroosion vaikutusta ja tehnyt riutoista epästabilleja (Støttrup ym. 2014). Lohkareiden nostaminen riutoilta kiellettiin Tanskassa vuonna 2010 ja Saksassa 1974 (Wilms 2021). Merenpohjan kivi- ja soravarantoja hyödynnetään kuitenkin edelleen Tanskassa. Suomessa ei riuttakunnostuksia ole toteutettu, joten alla esitetyt esimerkit on koottu pääsääntöisesti Tanskasta.

Riutat toimivat tärkeinä elinympäristönä useille kaloille sekä tarjoavat kiinnittymisalustan monivuotisille leville ja selkärangattomille. Kiviaineksen nosto matalista valoista osista vähentää yhteyttävien makrofytytien peittävyttä alueella ja samalla sekä kasvilisuiden että lohkareiden tarjoamien suoja- paikkojen määrää kalanpoikasille (Støttrup

ym. 2014). Menetelmän tavoitteena on palauttaa kolmiulotteinen kovapohjainen riuttaelinympäristö ja siihen liittyvä eliöyhteisö alueille, joilta riutan muodostaneet kivet ja lohkareet on poistettu osittain tai kokonaan. Riuttoja palauttamalla pyritään lisäämään sopivia ruokailu- ja lisääntymisalueita kaloille kuten turskalle, seitille tai silakalle (Støttrup ym. 2014, Svendsen ym. 2022). Riutan kunnostamisella pyritään myös vähentämään eroosiota, joka on mahdollisesti lisääntynyt kiviaineksen noston jälkeen (Dahl ym. 2016).

Kunnostusmenetelmä

Kunnostusprojekteissa on rakennettu koko riutta tai osa riutasta palauttamalla alueelle kiviä tai lohkareita. Blue reef LIFE -hankkeessa ennallistettiin Leasø Trindel -riutalla vuonna 2008 noin viiden hehtaarin riutta-alue tuomalla noin 100 000 tonnia lohkareita (Dahl ym. 2016). Ennallistetun alueen matalassa osassa riutan korkein kohta sijaitsi 1,5 metrin syvyydessä. Syvemmäksi suunnitellussa yhdeksän metrin syvyydellä alueella riutta rakennettiin 4–5 metriä pohjasta. Flensburgin vuonossa rakennettiin vuosina 2017–2018 kahden metrin korkuisia riuttoja neljälle alueelle kivistä ja lohkareista (0,5–1,5 m:n

läpimitta, tilavuudeltaan 500 m³). Rakentamalla erikokoisia riuttoja alueella tutkittiin mm. eroavatko eliöyhteisöt yhden laajan ennallistetun riutan ja useiden pienten riuttojen välillä (SLOSS-teoria) (Wilms ym. 2021). Sønderborg-lahdella pilotoitiin kivistä (läpimitaltaan 6–30 cm) koostuvan riutan ennallistamista kahdella alueella (Wilms ym. 2021, Svendsen ym. 2022).

Tanskassa on myös useita riuttojen ennallistamisprojekteja suunnitteilla. Esimerkiksi Roskilden vuonoon, Skjoldungerneren kansallispuistoon on suunnitteilla kolmen riutan kokonaisuus. Veddelevin alueen riutta sijoituu lähemmäksi rantaa ja yhtenä tavoitteena hankkeessa on mahdollistaa yleisön vierailut kohteelle sekä koulutuksen ja viestinnän riuttaennallistamiseen liittyen (esim. Dahl & Göke 2022). Kootusti ajankohtaista tietoa riuttojen ennallistamisprojekteista ja yhteystahoista Tanskan osalta löytyy osoitteesta: <https://marinnatur.dk/projekter/>.

Seurantamenetelmät

Blue reef LIFE -hankkeessa seurattiin pohjaeläinten ja kasvien biomassan kehittymistä neljän vuoden ajan vuosina 2008–2012 Læsø Trindel -riutalla. Hankkeessa seurattiin myös kalastossa tapahtuvia muutoksia (2007 vs. 2012) sekä riutan syvyyttä, jotta voitiin varmistua uuden riutan stabilisoitumisesta (Støttrup ym. 2014, Dahl ym. 2016).

Flensburgin vuonolla alkuselvytys toteutettiin 2016, ja riutat rakennettiin 2017 joulukuussa ja 2018 tammikuussa. Seuranta toteutettiin kuuden kuukauden päästä rakentamisesta 2018 (Wilms ym. 2021). Tutkimuksessa kehitettiin mm. seurantamenetelmiä, jotka eivät aiheuta häiriötä eliöyhteisölle. Alueella seurattiin kalastoa, erityisesti turskakalojen runsautta hyödyntäen pohjaan asennettuja vedenalaisia kameroita (RUVS) joko syöttillä tai ilman syöttiä varustettuina (BRUVS). Lisäksi alueella testattiin eDNAhan perustavaa seurantaa neljälle kalalajille (Wilms 2021, Wilms ym. 2022). Sønderborg lahdella seurattiin kahden vuoden ajan kalastossa, kasvilli-

suudessa ja selkärangattomissa sekä pyöriäisten määrässä tapahtuneita muutoksia (Svendsen ym. 2022).

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Blue Reef -hankkeen riutalla havaittiin neljän vuoden seurantajakson aikana 6–8-kertainen biomassan lisääntyminen ja monivuotisten levien lajimäärän lisääntyminen. Tänä aikana eliöyhteisö ei vielä ollut täysin kolonisoitu aluetta. Hankkeessa arvioitiin konservatiivisesti, että pohjaeläinten ja levien ja kasvien osalta sukkession eteneminen päätepisteeseen veisi vähintään 8–10 vuotta. Sekä turska (*Gadus morhua*) että seiti (*Pollachius virens*) runsastuivat kunnostetulla riutalla, turskahaivainnot lisääntyivät erityisesti riuttojen matalissa osissa (Støttrup ym. 2014). Hummerimäärissä ei havaittu muutosta, mutta lajien lisääntyessä hitaasti muutosten oletetaan tapahtuvan pidemmällä aikavälillä (Dahl ym. 2016, Kristensen ym. 2017)

Flensburgin vuonon riutalla iso osa merilajeista kolonisoiti uuden riutan kuuden kuukauden sisällä. Riutta lisäsi erityisesti isojen turskakalojen, huulikalojen ja tokkojen määrää hiekkapohjalla (Wilms ym. 2021). Tutkimuksessa havaittiin, että osa pienistä petokaloista, kuten tokot, hyötyivät enemmän useiden pienten riuttojen rakentamisesta yhden laajan riutan sijaan (Wilms ym. 2021). Pohjaan asennetut seurantakamerat tuottivat luotettavaa tietoa tutkittujen seitsemän kalalajin habitaatinkäytöstä. Turskan ja valkoturskan osalta syöteillä varustetuilla kameroilla (BRUVS) saatu aineisto vastasi lajien tunnettua habitaatin käyttöä, kun taas syöttöttömillä kameroilla vastaavaa habitaatinkäytöstä ei saatu näkyviin. eDNA:n hyödyntämistä seurannassa testattiin neljällä eri kalalajilla (turska, kampela, punakampela ja kivihuulikalala) ja menetelmän avulla tehtiin lajihavaintoja yhtä paljon tai enemmän kuin videoilta (BRUVS) (Wilms ym. 2022). Paikallisten vähän liikkuvien lajien, kampelan ja kivihuulikalala, osalta

eDNA-menetelmällä saatu tieto lajien habitaatin käytöstä vastasi videokuvaamalla saatua tietoa. Paljon liikkuvan lajin turskan ja vähän eDNA-materiaalia tuottaneen punakampelan osalta eDNA-analyysin tulos ei vastannut videomateriaalista saatua habitaatin käyttöä (Wilms ym. 2022).

Riuttaympäristön palauttamisen on havaittu vaikuttavan positiivisesti useiden kaupallisesti tärkeiden kalalajien, kuten turskan, runsauteen ja huippupetojen viipymiseen alueella (Støttrup ym. 2014, 2017, Dahl ym. 2016, Kristensen ym. 2017, Wilms ym. 2022). Pienemmistä kivistä rakennetuilla riutoilla kalojen runsaus lisääntyi 3–5 kuukaudessa ja erityisesti kivihuulikala ja seitsenruototokko runsastuivat riutalla (Svendsen ym. 2022). Nämä lajit ovat useiden petokalojen ravintoa, ja niiden runsastumista voidaan mahdollisesti pitää indikaattorina ravintoketjun palautumisesta (Svendsen ym. 2022).

Suunnittelu:

- Riutan suunnitteluvaiheessa on tehtävä tarvittavat merenpohjan tutkimukset, jotta varmistutaan siitä, että merenpohja kantaa riutan painon ja rakenne pysyy paikoillaan.
- Mahdolliset negatiiviset vaikutukset tulee arvioida projektin suunnitteluvaiheessa. Suuret riutarakenteet voivat muuttaa paikallisia virtausolosuhteita ja aaltojen liikkeitä, mikä näkyy mahdollisina muutoksina sedimentin kulkeutumisessa ja merenpohjan morfologiassa. Erityisesti on huomioitava vaikutukset suojelualueisiin: hankkeessa on esimerkiksi varmistuttava, ettei suunnitteilla oleva riutta lisää sedimentaatiota suojelualueella (Kristensen ym. 2017, Støttrup ym. 2017).
- Sidosryhmien osallistaminen ja hankkeesta tiedottaminen on tärkeää ja se kannattaa aloittaa aikaisessa vaiheessa hanketta.

Seuranta:

- eDNA: Menetelmän haasteena on eDNA:n hajoaminen ja kulkeutuminen isossa vesitilavuudessa, jolloin näytteenotossa ei välttämättä saada tarpeeksi eDNA:ta analysoitavaksi. Näytteenottoa suunnitellessa tulisi huomioida kohdelajit ja niiden elinympäristön käyttö (paikallisia vs. liikkuvia). Näytteenotossa suositellaan isompia näytteitä (> 1 L), mikä lisää todennäköisyyttä, että näytteenotossa saadaan riittävästi eDNA:ta kvantitatiiviseen analyysiin (Wilms 2021).

Haasteet

Blue reef -hankkeessa tuotiin ilmi, että uusi riutta luo matalan merialueen, joka ei ole entuudestaan tuttu veneilijöille: purjeveneitä havaittiin liikkuvan hyvin lähelle uutta matalaa (vettä alle 1 m). Veneilijöitä informoitiin alueen mataloitumisesta viestintäkampanjalla ja poijuilla törmäysten välttämiseksi (Dahl ym. 2016).

Kustannukset ja hyödyt

Læsø Trindel -alueen riuttakunnostus Tanskassa sisälsi seitsemän hehtaarin riuttakunnostuksen ja kuuden hehtaarin riutan stabilisoinnin. Kunnostuksen kulut olivat hankkeessa 4 800 000 euroa (Støttrup ym. 2014, 2017).

Kiviriuttapilotissa (kivet 6–30 cm läpimitaltaan), kooltaan 2 600 m³, kivimateriaali, riutan rakennus ja rakennuksen jälkeinen merenpohjan tutkimus maksoivat 900 000 Tanskan kruunua eli noin 120 650 euroa (ilman ALV) (Svendsen ym. 2022). Pilotissa kuutiointia oli 47 euroa (Svendsen ym. 2022).

3.6 Kapeat murtovesilahdet (1650) ja syvät pehmeät pohjat

Suojelutaso ¹	Kehityssuunta ¹	Uhanalaisuus 2018 ²	Muuta huomioitavaa
Epäsuotuisa, huono	Vakaa	Ei käsitelty arvioissa	

¹ Luontodirektiivin luontotyyppiraportoinnissa esitetty arvio suojelutasosta ja kehityssuunnasta 2019 ([pdf, ymparisto.fi](#))

² Kotilainen ym. 2018 Itämeren luontotyyppien uhanalaisuusarvio.

3.6.1 Pohjien hapetus

Kerrostuneissa ja vedenvaihdoltaan rajatuissa altaissa voi esiintyä kestoaltaan vaihtelevaa pohjanläheisen veden hapenpuutetta, jota rehevöityminen kiihdyttää. Itämeren alueella hapettomuudelle otollisia olosuhteita ja happivajetta on havaittu eräillä kapeilla murtovesilahdilla (Stipa 1999) sekä laajemmin Itämeren suolakerrostuneella pääaltaalla (esim. Carstensen & Conley 2019) ja saariston lämpötilakerrostuneilla altailla (Conley ym. 2011). Hapenpuutteen vaikutus pohjaekosysteemiin riippuu sekä happipitoisuuden alhaisuudesta että hapenpuutteen kestosta. Lievä ja lyhytkestoinen hapenpuute voi aiheuttaa muutoksia pohjaeläinyhteisön rakenteessa, mutta täydellinen hapettomuus ja siihen usein liittyvä rikkivedyn muodostuminen johtaa pian koko pohjayhteisön häviämiseen. Myös pohjalla elävä kalasto kärsii. Pohjanläheisen veden hapettomuus vaikuttaa myös ravinteiden kiertoon ja kiihdyttää sisäistä kuormitusta. Tilannetta voidaan yrittää muuttaa hapettamalla syviä, pohjanläheisiä vesikerroksia.

Pohjanläheisen veden hapettamista on Suomessa tehty laajemmin järvillä (esim. Ulvi & Lakso 2005). Itämeren meriympäristössä hapetusta on kokeiltu Tammisaaren Pohjanpitäjänlahdella vuosina 1995–1996 (Malve ym. 2000), Inkoon ja Tukholman saaristossa vuosina 2009–2011 (PROPPEN-hanke, Rantajärvi 2012, Lehtoranta ym. 2022) sekä Haminan saaristossa vuosina 2011–2013 (OXY-hanke, Pöyry Finland Oy). Ruotsin länsirannikolla on

myös kokeiltu hapetusta huomattavasti meireisemmällä, vuonomaisella lahdella vuosina 2010–2012 (Stigebrandt ym. 2015).

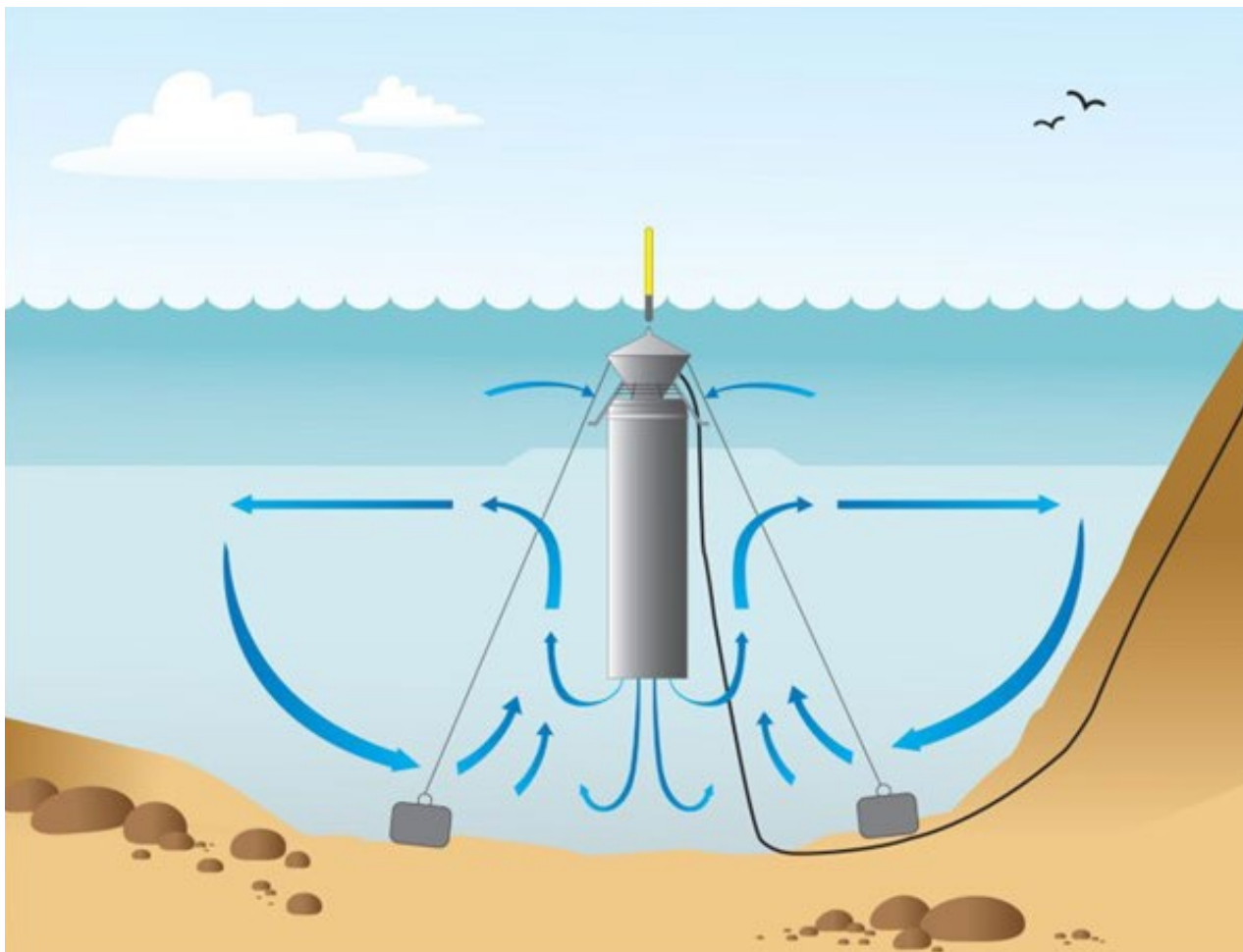
Kunnostusmenetelmä

Alusveden hapetukseen on kehitetty useita tekniikoita. Ne jakautuvat kahteen päätyyppiin: veden kuplittaminen pumppaamalla pohjalle ilmaa tai hapekkaan pintaveden johtaminen pohjalle. Näistä jälkimmäinen on huomattavasti kustannustehokkaampi (Kowek ym. 2020).

Suomen merialueella on käytetty Mixox-hapetinta, jolla hapekasta pintavettä johdetaan alusveteen (Vesi-Eko 2024, kuvat 29 ja 30). Esimerkiksi Inkoon Sandöfjärdenillä käytettiin pumppuja, joiden kapasiteetti oli noin 82 000 m³ vuorokaudessa. Kuuden hapetuksessa käytetyn pumpun kokonaiskapasiteetti oli 487 000 m³ vuorokaudessa. Haminan Tammionselällä käytössä oli kolme hape-tinta. Myös Pohjanpitäjänlahdella oli käytössä Mixox-hapetin.

Seurantamenetelmät

Inkoon Sandöfjärdenillä ja Tukholman Lännerstasundetilla hapetuksen vaikutusta seurattiin mittaamalla virtauksia, veden happipitoisuutta, lämpötilaa, suolaisuutta ja ravinteita (typpi ja fosfori) sekä veden liuennutta rautapitoisuutta. Haminan Tammionselällä seurattiin pohjaeläimistöä, vedenlaatua, happipitoisuutta ja lämpötilaa.



Kuva 29. Mixox-hapettimen toimintaperiaate. Kuva: Vesi-Eko Oy (2024).



Kuva 30. Mixox MC 1100 hapetin (halkaisija 110 cm). Kuva: Saarijärvi ym. (20129).

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Tammisaaren Pohjanpitäjänlahdella hapetus nosti pohjanläheisen veden happipitoisuutta 1–2 mg/l eikä ravinteiden vapautumista pohjasta pintaveteen havaittu. Hapetuksen arvioidaan vastanneen noin puolta veden ja pohjan hapenkulutuksesta (Malve ym. 2000).

Inkoon Sandöfjärdenillä, missä hapettomuuden aiheuttaa lämpötilakerrostuneisuus, hapekkaan pintaveden johtaminen pohjalle ei estänyt hapettomuuden muodostumista ja ravinteiden vapautumista sedimentistä, vaikka laskennallisesti hapetuksen olisi pitänyt kattaa pohjaläheisen veden hapenkulutus. Pumppujen läheisyydessä havaittiin sekä pohjanläheisen veden että sedimentin lämpenemistä, mikä voi kiihdyttää hajoamispro-

sesseja ja hapenkulutusta. Lämpötilan harppauskerros myös nousi kaksi metriä, mikä laajensi happea kuluttavan alueen laajuutta. Nämä muutokset ovat saattaneet vaikuttaa siihen, että veden pumppaus ei ollut riittävää parantamaan alueen happitilannetta (Lehtoranta ym. 2022).

Tukholman saariston suolakerrostuneella Lännerstasundetilla hapetus paransi nopeasti happitilannetta ja vähensi syvän veden ravinnepitoisuuksia. Eräänä vuonna hapetuksella saatiin jopa kuukausia kestävä happitilanteen paraneminen vielä hapetuksen päätyttyä. Tämä johtui hapetuksen aiheuttamista muutoksista suolakerrostuneisuudessa ja lisääntyneestä hapekkaan veden sisäänvirtauksesta ympäröivältä alueelta. Myös täällä havaittiin lämpötilan nousua harppauskerroksen alapuolisessa vesimassassa hapetuksen seurauksena (Lehtoranta ym. 2022).

Hapetuksella aikaan saatu happitilanteen paraneminen pienensi ammoniumtyypen ja fosfaattifosforin pitoisuuksia pohjanläheisessä vedessä. Hapetuksen päättyessä ja hapetomissa oloissa pitoisuudet kuitenkin nousivat ravinteiden alkaessa vapautua uudestaan.

Tulosten perusteella hapetuksen onnistumiseen voivat vaikuttaa itse hapenkuljetuksen lisäksi mm. paikalliset muutokset lämpötilassa, kerrostuneisuudessa ja edelleen horisontaalissa virtauksissa.

Hapetuksella ei Sandöfjärdenillä tai Lännerstasundetilla ollut palauttavaa vaikutusta pohjaeläimistöön, mikä johtuu todennäköisesti siitä, että happipitoisuudet jäivät kuitenkin alhaisiksi eikä hapekkaan jakson pituus ollut riittävän pitkä palautumiselle (Lehtoranta ym. 2012). Pohjaeläimistön palautuminen normaaliksi vaatii usein vuosia kestävät happelliset olosuhteet.

Huomattavasti korkeamman suolapitoisuuden alueella Ruotsin länsirannikolla 2,5 vuotta kestäneellä hapetuksella saatiin aikaan merkittävää happitilanteen paranemista, joka vuonomaaisessa ja suolakerrostuneessa lahdessa johti myös pohjaeläimistön palautumiseen (Stigebrandt ym. 2015).

Yhteenvetona hapetuskokeilujen tuloksista: hapetuksen onnistuminen ja vaikuttavuus merialueella on melko epävarmaa ja paikalliset olosuhteet on tunnettava hyvin, sillä ne vaikuttavat paljon lopputulokseen. Itse hapetuksen onnistuessa oloja on kyetty parantamaan vain paikallisesti ja hetkellisesti. Pysyvää muutosta happioloihin saavutetaan vain vaikuttamalla hapettomuuden syihin, joista merialueen kuormituksesta johtuva rehevöityminen on usein hallitseva. Ravinnekuormituksen vähentäminen onkin tehokkain tapa saavuttaa pysyvämpää pohjien happitilanteen paranemista. Itämeren laaja-alaista hapettamista ei pidetä realistisena ja toteuttamiskelpoisena ratkaisuna happiongelmiin (Conley ym. 2009).

Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta saariston syvänteissä esiintyvä vuodenaikainen happivajaus voi lisääntyä tulevaisuudessa. Pohjanläheisen veden lämpötilan nousu, joka on jo havaittavissa, kiihdyttää hajoamisprosesseja ja hapenkulutusta. Lämpeneminen voi myös vahvistaa kesäkauden kerrostuneisuutta, mikä edelleen edistäisi happivajeen kehittymistä.

Haasteet

Pohjanläheisen veden tilan parantaminen vaatii yleensä jatkuvaa hapettamista ja hapettomuus uusiutuu helposti, kun hapetus-toiminta lopetetaan. Lämpimän pintaveden johtaminen alusveteen voi kiihdyttää hapenkulutusta ja aiheuttaa muutoksia kerrostuneisuudessa, mikä voi lisätä tarvittavan hapetuksen määrää.

Hapetuskokeiluissa havaittiin pumppujen korroosiota, mikä voidaan välttää oikeilla materiaalivalinnoilla. Laitteita saatetaan joutua myös myrkkymaalaamaan eliöiden kiinnittymisen aiheuttaman likaantumisen (biofouling) estämiseksi (Saarijärvi ym. 2012). Avomerioloissa laitteiden sähkösaannin järjestäminen ja turvaaminen voi tuoda haasteita (OXY-hanke).

Kustannukset ja hyödyt

Ollikaisen ym. (2016) mukaan yhden Mixox-pumpun hankintahinta oli 41 500 € ja vuotuiset käyttökustannukset noin 3 000 €. Hapetuksen kustannushyötyanalyysin mukaan pohjien hapettaminen merialueella ei ole tehokas tapa torjua rehevöitymisen haittoja. Pohjien hapetuksella voitaisiin edistää poh-

jien palautumista rannikkoalueella ja saavuttaa hyötyjä tilanteessa, jossa ravinnekuormitusta on onnistuttu vähentämään voimakkaasti. Avomerialueilla pohjien hapettaminen ei kuitenkaan olisi kustannustehokasta missään oloissa.

4 Lajien elinympäristökunnostukset

4.1 Johdanto

Lajien suojelun pitäisi lähtökohtaisesti tarkoittaa niiden elinympäristöjen kokonaisvaltaista suojelua ja ekosysteemipalvelujen toimintakyvyn varmistamista. Joidenkin lajien kohdalla tilanne on kuitenkin päässyt niin heikoksi, ettei pelkkä elinympäristön suojele enää riitä, vaan uhanalaisen lajin in situ- eli paikalla tapahtuvassa suojelussa täytyy ryhtyä erityistoimiin.

Viimeinen keino suojella laji paikalliselta tai kokonaisvaltaiselta sukupuutolta on ex situ -suoja eli lajin suojele laboratorio- tai muissa ei-luonnollisissa ympäristöissä. Suojeltavan lajin ekologia täytyy tuntea hyvin ennen kuin erityisiä, yhteen lajiin kohdistuvia elinympäristökunnostusmenetelmiä voidaan harjoittaa. Usein muukin ympäröivä luonto saattaa hyötyä yhteen lajiin kohdistuneista kunnostus- ja luonnonhoitotoimista, mutta keskiössä on kuitenkin uhanalaisen lajin suojele ja sen elinympäristön parantaminen.

Vaikka avainlajit eivät olisikaan erityisen uhanalaisia, niiden alueellinen suojele ja elinympäristön parantaminen on kuitenkin tärkeää, koska monet muut lajit ovat riippuvaisia niiden tarjoamista palveluista esim. ruokailu-, piilo- tai lisääntymispaikkoina tai ravinto-kohteena. Avainlajit ylläpitävät usein korkeaa luonnon monimuotoisuutta ja saattavat tarjota erityisiä ekosysteemipalveluja.

Ekosysteemipalveluista esim. kalojen kutu on tärkeää sekä lajin säilymisen ja luonnonkirjon kannalta että ihmisten saamien hyötyjen kuten kalastuksen kannalta. Monet meristen luontotyyppien kunnostusmenetelmistä hyödyttävät myös kaloja, mutta tietyt elinympäristökunnostusmenetelmät tähtää-

vät erityisesti kalojen elinolosuhteiden tai niiden kutualueiden ennallistamiseen tai kunnostukseen.

4.2 Haurujen lisääntymiskokeet

Rakkohauru (*Fucus vesiculosus*) on keskeinen avainlaji Itämeressä. Pohjoisen Itämeren rakkohauruesiintymät vähenivät 1980-luvulla, ja vaikka laji onkin palannut useille alueille, näyttää siltä, että se kamppailee vakiintuakseen alueilla, jotka olisivat sopivia, kuten eteläinen Saaristomeri, jossa veden laatu on kohtalainen ja merenpohjan laatu sopiva. Rakkohaurun leviämistä uusille alueille rajoittaa se, että sen sukusolut hedelmöittyvät välittömästi veteen vapautumisensa jälkeen, ja uusi hedelmöittynyt zygootti laskeutuu pohjaan, kiinnittyy ja alkaa kasvaa sen sijaan, että ajautuisi eteenpäin.

Lisääntymiskokeiden avulla pyritään saamaan laji lisääntymään uusilla paikoilla ja muodostamaan uusia elinvoimaisia populaatioita, jotka puolestaan lisäävät meren biodiversiteettiä ja luontoarvoja. Rakkohaurun lisääntymiseen matalilla pohjilla vaikuttavia tekijöitä ovat veden laatu ja näkösyvyys, pohjan ominaisuudet, kilpailu muiden levien kanssa sekä rakkohaurua syövien eliöiden esiintyminen.

Lena Kautskyn tutkimusryhmä on tehnyt rakkohaurun lisääntymiskokeita Ruotsissa jo 1990-luvulla, mutta myös myöhemmin (Kautsky ym. 2019, Kautsky ym. 2020). Åbo Akademin meribiologit testasivat Kautskyn käyttämää menetelmää Suomessa vuonna 2020 Saaristomerellä. Menestys oli kohtalai-

nen erityisesti alueilla, joissa veden laatu oli hyvä (väli- ja ulkosaaristo lähellä Högsåraa). Alueilla, joilla veden laatu oli merkittävästi heikompi (Paimionlahden sisäosat), lisääntyminen onnistui huonommin. Saaristomerellä tehdystä kokeesta ei ole saatavilla raporttia.

Menetelmäkuvaus

Menetelmä perustui sukukypsien sekä koiras-että naaraspuolisten yksilöiden valintaan, niiden kiinnittämiseen jonkinlaiseen kehykseen tai ritilään ja asettamiseen sopivalle paikalle, eli matalille kalliopohjille ennen rakkohaurun gameettien vapautumista keväällä/alkukesästä. Pohja puhdistettiin, ja puhdas keinotekoinen pohjamateriaali asennettiin ritilään kiinnitettynä pohjalle (kokeessa käytettiin laattoja, joissa oli sopiva karkea pinta), jotta uusi zygootti voisi paremmin kiinnittyä siihen (ks. kuva 31).

Seurantamenetelmät

Kokeen onnistumista seurattiin tarkastuskäynneillä paikan päällä kolmena eri ajankohtana samana syksynä ja seuraavana kesänä. Seurannassa tutkittiin, oliko koepaikoille ilmestynyt uusia rakkohaurun alkuja. Pieniä uusia yksilöitä (noin 2 mm – 2,5 cm) havaittiin kaikilla käynneillä, mutta Paimionlahden sisäosissa vain muutama pieni yksilö. Uudet zygootit kiinnittyivät hieman paremmin luonnonkiveen, joka oli puhdistettu ennen kokeen aloittamista kuin laattoihin. Useimmat uudet rakkohauruyksilöt olivat vielä hyvin pieniä (2–3 mm), kun koealueet tarkastettiin seuraavana vuonna. On epäselvää, olivatko ne peräisin edellisen vuoden lisääntymiskokeista ja kasvaneet huonosti epäsuotuisassa ympäristössä, jossa stressiä aiheuttivat rihmalevät, sedimentti tai rakkohaurua laiduntavat kasvinsyöjät, vai olivatko ne kiin-



Kuva 31. Rakkohaurun lisääntymiskoeasetelma Saaristomerellä 2020. Kuva: Tiina Salo / Åbo Akademi.

nittyneet koealueille muilla tavoin (lisääntymisen syksyllä, mahdolliset virtausten mukana ajelehtivat rakkohauruuyksilöt, jotka ovat vapauttaneet sukusolut).

Koealueiden seuranta edelleen olisi suotavaa, jotta saataisiin selville, miten rakkohaurun uudet esiintymät ovat kasvaneet ja kehittyneet. Jos näihin alueisiin on kehittynyt uutta rakkohaurukasvustoa, on kuitenkin vaikea vahvistaa, että se johtuu nimenomaan useita vuosia sitten tehdystä pienestä kokeesta.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Rakkohaurun lisääminen onnistui testatulla menetelmällä. Uusia kenttäkokeita jatketaan Biodiversea-hankkeessa, jossa tutkitaan syvyyden, ajelehtivien levien, kasvinsyöjien ja veden laadun vaikutusta onnistuneeseen rakkohaurun lisääntymiseen. Kokeilta olisi suoritettava laajemmassa mittakaavassa eri alueilla. Saaristomeren keskiosissa matalilla alueilla, erityisesti siellä missä näkyvyys on hyvä, rakkohaurua esiintyy runsaasti. Sellaisia sopivia matalia kalliopohjia välisaaristosta, joissa rakkohaurua ei jo esiinny, on melko vaikea löytää. Sisäsaaristossa lajia esiintyy vähemmän johtuen veden mm. veden huonosta laadusta.

Haasteet

Rakkohaurun lisääntymisen onnistumiseen vaikuttavat todennäköisesti useat eri tekijät. Näihin kuuluvat veden laatu ja kilpailu muiden levien kanssa. Lisäksi pohjan peittyminen sedimenttiin voi vaikeuttaa kiinnittymistä, heikko näkyvyys voi rajoittaa rakkohaurun leviämistä syvemmälle, ja rakkohaurua ravintonaan käyttävät lajit voivat verottaa rakkohaurupopulaatiota tai hävittää kokonaan uudet rakkohauruuyksilöt. Tutkimusta vaikeuttaa myös hyvin lyhyt aikajakso, noin 2 viikkoa ennen sukusolujen kypsymistä ja vapauttamista, jolloin rakkohaurun sukupuoli voidaan

helposti määrittää. Tämän takia kenttäkokeet, jotka ovat suhteellisen työläitä ja jotka on suoritettava nopeasti, on aloitettava juuri tämän lyhyen ajanjakson aikana, sääolosuhteista riippumatta.

Kustannukset ja hyödyt

Rakkohaurun lisääntymiskokeiden kustannukset riippuvat täysin niiden laajuudesta. Itse tarvittavat materiaalit ja työkalut ovat edullisia, mutta kokeiden käynnistäminen on melko suuritöistä ja siihen tarvitaan sukeltajia. Lisäksi ne on tehtävä suotuisissa sääolosuhteissa keväällä (juuri ennen täysikuuta toukokuussa tai kesäkuun alussa), jolloin suurin osa rakkohauruuyksilöistä on sukukypsiä. Jos lisääntymiskokeet onnistuvat, saadaan uusi kolmiulotteinen elinympäristö, joka on suotuisa useille muille lajeille (levät, selkärangattomat ja kalat) ja joka siten lisää monimuotoisuutta, toimintoja, tuotantoa ja hiilensidontaa koko ekosysteemissä.

4.3 Näkinpartaislevien siirtoistutukset

Näkinpartaislevät (Charales) ovat suojaisilla pehmeäpohjaisilla kasvupaikoilla kasvavia viherleviä, jotka ulkomuodoltaan muistuttavat vesikasveja (kuva 32). Ne tarjoavat ruokaa ja piilopaikkoja monille eliöryhmille, kuten kaloille, selkärangattomille sekä vesilinnuille ja ovat tärkeitä matalien lahtien biodiversiteetin ja kalanpoikastuotannon kannalta. Lisäksi näkinpartaislevät vähentävät veden sameutta hidastamalla virtausnopeutta, kun partikkeliaines sedimentoituu vesipatsaasta lahden pohjalle. Kiintoainekseen sitoutuneet ravinteet kerrostuvat sedimenttiin eivätkä ole välittömästi kasviplanktonin käytössä. Näkinpartaislevät vähentävät syanobakteerien massaesiintymien riskiä kilpailemalla vesipatsaan ravinteista sekä erittämällä vesipatsaaseen kasviplanktonin kasvua vähentäviä allelokemikaaleja.



Kuva 32a. Näkinpartaisleväniitty suojaisen lahden pohjassa. **Kuva 32b.** Vesiastian poimittu punanäkinparta (*Chara tomentosa*). Kuvat: Roxana Preston ja Henna Raitanen / Åbo Akademi.

Suojaisat näkinpartaispohjat on luokiteltu uhanalaisuusluokituksessa Suomessa vaarantuneiksi, VU, ja avoimet näkinpartaispohjat silmälläpidettäväksi, NT (Kontula & Raunio 2018). Molempien luontotyyppien määrä on vähentynyt Suomessa viimeisten 50 vuoden aikana. Näkinpartaispohjat on luokiteltu uhanalaisiksi niiden suuren merkityksen ja harvan esiintymisen vuoksi. Merkittävimmät ko. luontotyyppien uhanalaistumiseen johtaneet tekijät ovat vesien rehevöityminen ja likaantuminen. Vesiliikenteellä ja vesirakentamisella, jotka aiheuttavat pohjien häiriötä tai tuhoutumista, on näiden luontotyyppien vähenemiselle melko suuri merkitys (Kontula & Raunio 2018).

Näkinpartaislevät koostuvat sekovarresta, eikä niillä ole erilaistuneita solukoita kuten putkilokasveilla. Näkinpartaislevien sekovarsi kasvaa pohjasta kohti vedenpintaa ja siinä on erotettavissa kiehkuroina kasvavia, hieinan lehtiä muistuttavia sädehaaroja (kuva 32b). Näille sädehaaroille kypsyvät näkinpartaislevien sukusolut sisältävät lisääntymisrakenteet, munapesäkkeet ja siittiöpesäkkeet. Sedimentin sisällä kasvaa näkinpartaislevien kiinnittymisrihmat. Tietyillä näkinpartaislevälajeilla kiinnittymisrihmoissa kasvaa tärkkelys-

pitoisia talvehtimismukuloita. Näkinpartaislevälajit lisääntyvät ja talvehtivat vaihtelevasti edellä mainittujen rakenteidensa avulla ja nämä erot on otettava huomioon siirtoistutuksia suunniteltaessa.

Suomessa tavataan neljää näkinpartaislevien kaareen kuuluvaa sukua: näkinparrat (*Chara*), siloparrat (*Nitella*), mukulaparrat (*Nitellopsis*) ja sykeröparrat (*Tolypella*). Tässä raportissa keskitytään tarkastelemaan menetelmiä, joilla Itämeren alueen näkinpartojen kasvua ja leviämistä voidaan tukea.

Näkinpartaisten siirtoistutuksia on kokeiltu Itämeressä kenttäolosuhteissa Ruotsissa (Faithfull ym. 2022) ja pienialaisesti Suomessa (Metsähallitus). Muualla Euroopassa ja maailmalla istutuksia on tehty vaihtelevalla menestyksellä makeissa vesissä (Blindow ym. 2021). Akvaario- ja laboratorio-olosuhteissa näkinpartoja on kasvatettu useissa eri tutkimuksissa (mm. Wüstenberg ym. 2011 ja Bociąg & Rekowski 2012). Kesällä 2023 Biodiversea-hankkeen puitteissa Åbo Akademin tutkijat tekivät Itämeressä kasvavien näkinpartojen siirtoistutuksiin tähtääviä akvaariokokeita, tutkivat punanäkinparran (*Chara tomentosa*) ja itämerennäkinparran (*C. baltica*) lisääntymisstrategiaa geneettisten menetelmien avulla

sekä määrittivät punanäkinparran ympäristö- ja sedimenttivaatimuksia Itämeren matalissa murtovesilahdissa. Tulokset julkaistaan lähi-vuosien aikana. Kesällä 2023 näkinpartojen istuttamista kokeiltiin myös Ruotsissa.

Kunnostusmenetelmä

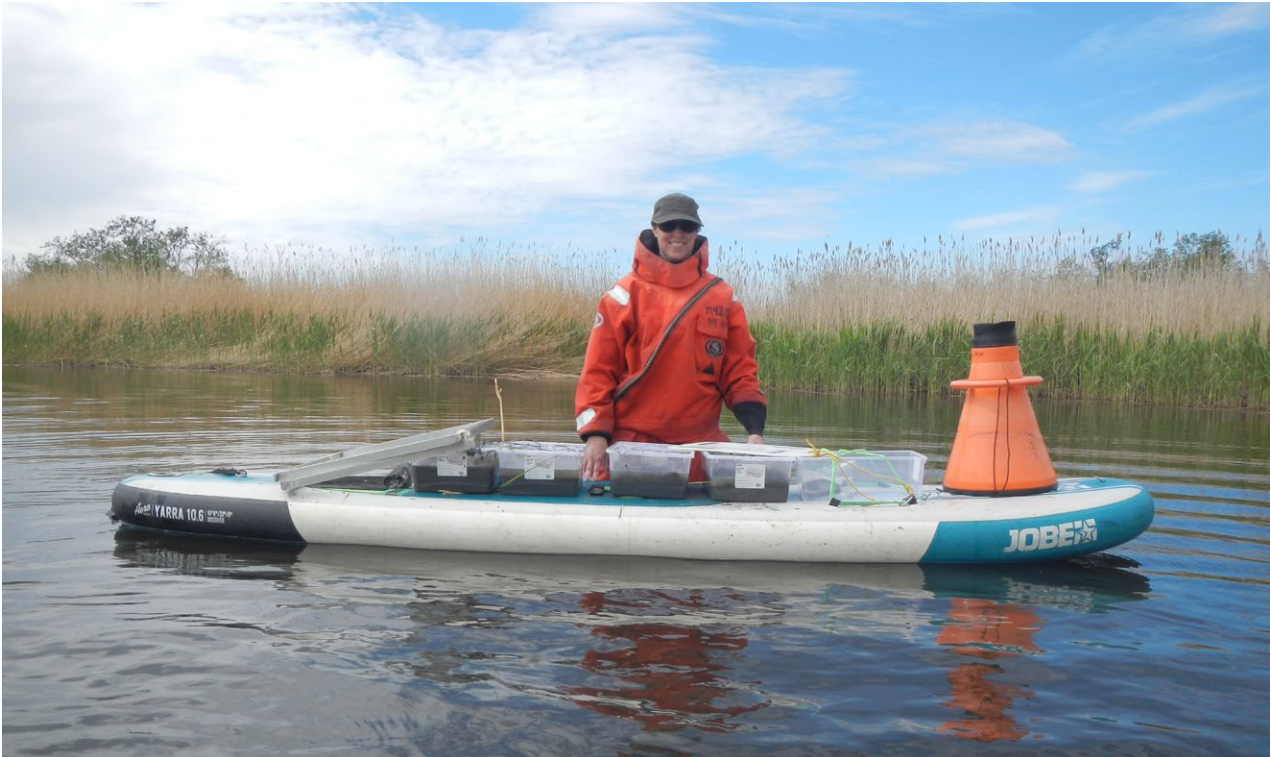
Näkinpartojen siirtoistutuksia voidaan toteuttaa Itämerellä esiintymisalueille, joista ne ovat hävinneet ja syyt näkinpartojen katoamiseen, esimerkiksi vilkas veneliikenne, on lakannut. Vaihtoehtoisesti siirtoistutuksia voidaan harkita myös muille alueille, jos olosuhteet kasvulle ja lisääntymiselle ovat suotuisat ja toimenpiteestä on hyötyä paikalliselle ekosysteemille. Näkinpartalajista riippuen siirtoistutuksissa voidaan käyttää kokonaisia näkinpartoja, sekovarrenosia, talvehtimisnystyröitä tai hedelmöittyneitä sukuoluja (vrt. putkilokasvien versot, pistokkaat, mukulat ja siemenet). Näkinpartojen tai niiden osien mukana voidaan tarvittaessa siirtää myös sedimenttiä.

Ruotsissa Faithfull ym. (2022) kokeilivat näkinpartojen istuttamista kokonaisina yksilöinä Selkämeren länsirannalla, Siviksfjärden-lahdessa (suolapitoisuus 3,9–4,8 PSU). Tämä on tiettävästi ensimmäinen kerta, kun näkinpartoja on yritetty istuttaa Itämeren alueella. Lahdella esiintyy luontaisesti mukulanäkinpartaa (*C. aspera*) laajalla alueella. Paikoin mukulanäkinpartaa ei kasva lainkaan tai kasvusto on harvaa alueelle ruopattujen kulkuväylien ja ruoppausmassojen (luvattoman) läjityksen vuoksi.

Mukulanäkinparrat ja 12 cm:n kerros sedimenttiä nostettiin pohjasta joko lapion tai onton, korkillisen muoviputken avulla ja kuljetettiin lahden sisällä tiheään kasvuston alueelta ruoppaus- ja läjitysalueella sijaitseviin tutkimusruutuihin. Istutusalueella kokeiltiin kolmea eri istutusmenetelmää: 1) pohjasta lapioidut näkinparrat ja sedimentti laskettiin suoraan lahdenpohjaan tutkimusruutuihin, 2) juuttinauhaan tehtiin reikiä näkinpartoja varten ja näkinparrat sedimentteineen ankkuroi-

tiin juuttinauhan ja sitä paikallaan pitävien kivien avulla pohjaan ja 3) näkinparrat ja sedimentti ankkuroitiin biohajoavien, tärkkelyksestä valmistettujen monikerroksisten BESE elements© -ritilikköjen avulla pohjaan. Kolmen eri istutusmenetelmän lisäksi näkinpartojen luontaista leviämistä tarkasteltiin kontrolliruuduissa, joissa ei tehty toimenpiteitä. Siviksfjärden-lahdella kokeiltiin mukulanäkinparran lisäksi myös lahdessa esiintyvän punanäkinparran (*C. tomentosa*) siirtoistuttamista lapiolla BESE elements© -rakenteita hyödyntäen. Molempien lajien siirtoistutukset tehtiin alkukesällä, ja näkinpartojen kasvua seurattiin kasvukauden ajan syyskuun loppuun asti.

Metsähallituksen meritiimi pilotoi kesäkuun alussa näkinpartaislevien istutusta eteläisessä Merenkurkussa. Korsnäsin edustalla sijaitsevaan Roliggropenin kluuviin istutettiin punanäkinpartaa (*C. tomentosa*) noin 1,5 neliömetrin kokoiselle alueelle. Istutus toteutettiin Helmi-elinympäristöohjelman rahoituksella. Toimenpiteeseen valittiin Ruotsin kokeilussa tehokkaaksi ja yksinkertaiseksi osoittautunut menetelmä eli näkinpartojen siirto lapiolla. Metsähallitus käytti lapioiden sijasta 25 x 40 cm:n kokoisia kannellisia muovilaatikoita. Laatikon yksi sivu leikattiin pois ja sitä käytettiin lapiona. Sedimenttiä ja siinä kasvavia punanäkinpartoja kaivettiin laatikolla ylös ja tyhjennettiin muihin laatikoihin, jotka toimivat kuljetuslaatikoina. Tarkoituksena oli kerätä punanäkinpartoja viereisiltä lahdilta, mutta talven myöhäisen tulon, jäätilanteen tai muiden tuntemattomien syiden vuoksi lähistöltä ei löytynyt näkinpartoja. Sen vuoksi ne kerättiin naapurikunnan kluuvista, jossa tiedettiin kasvavan runsaasti punanäkinpartaa. Punanäkinpartoja siirrettiin yhteensä kahdeksan laatikollista. Roliggropenin vesi on sameaa ja pohja hyvin pehmeää. Istutettujen näkinpartojen löytämisen helpottamiseksi asetettiin metallikehykset, joiden sisällä laatikoiden sisältö tyhjennettiin pohjalle ja painettiin alas. Istutuspaikat merkittiin GPS:n avulla (kuva 33).



Kuvat 33a ja 33b. Metsähallituksen näkinpartaisistutukset tehtiin käsin, varusteina SUP-lauta, vesikiikari, keräyslaatikoita sekä metallikehyksiä ja GPS, joiden avulla istutuspaikka merkattiin. Kuvat: Anette Bäck / Metsähallitus ja Essi Keskinen / Metsähallitus.

Seurantamenetelmät

Näkinpartojen siirtoistutuksista Itämerellä on vasta hyvin vähän tietoa ja siksi erinäisillä menetelmillä tehtyjen siirtoistutusten jälkeinen seuranta on erittäin tärkeää. Istutusten onnistumisen arvioimiseksi on näkinpartojen kasvun seuranta syytä jatkaa kunnostustoimenpiteiden jälkeen usean vuoden ajan, sillä näkinpartojen kasvussa on suurta luontaista vaihtelua vuosien välillä. Istutusalueella olisi hyvä seurata erityisesti muutoksia näkinpartaislevälajien peittävyysprosentissa; onko kasvusto istutusalueella tihentynyt tai levinnyt sen ulkopuolelle.

Näkinpartojen esiintyvyyttä on suhteellisen helppo havainnoida, sillä monet lajit kasvavat matalassa vedessä. Tilannetta voi mm. tarkastella soutuveneestä vesikiikarin avulla. Snorklaamalla päästään usein vedenpinnan päältä tapahtuvaa tarkastelua tarkempisiin tuloksiin. Pohjakosketusta kannattaa välttää, sillä monille näkinparta-alueille tyypillinen hienojakoinen sedimentti nousee helposti vesipatsaaseen ja näkösyvyys heikkenee use-

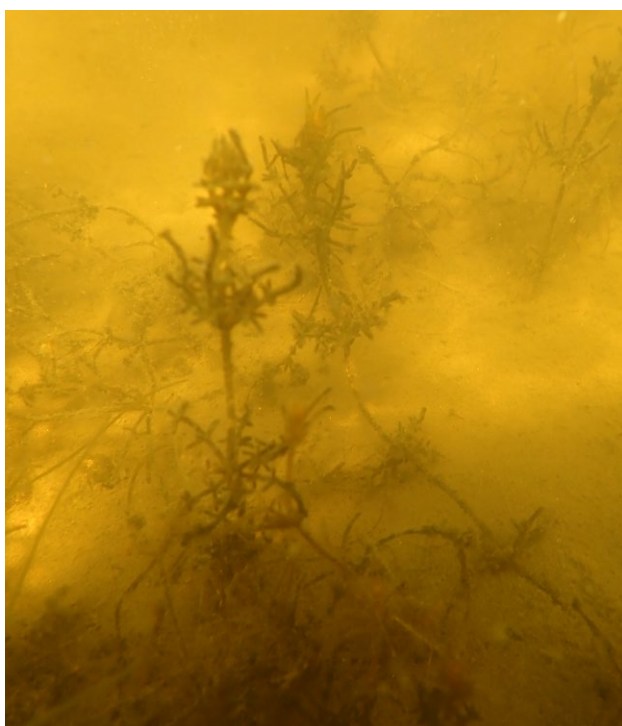
an minuutin ajaksi. Kahlaaminen ja matalassa vedessä kulkeminen moottoriveneellä voi vahingoittaa näkinpartaniittyä aiheuttamalla siihen syviä uria.

Metsähallituksen siirtoistutuksia seurattiin kasvillisuuskartoituksella vuosina 2022 ja 2023. Kartoitus tehtiin SUP-laudoilla ja vesikiikareilla istutuksen yhteydessä otettujen GPS-pisteiden perusteella. Pohja on alueella hyvin pehmeä ja näkyvyys on erittäin huono (kuva 34). Siksi näkinpartojen löytäminen seurannan aikana oli vaikeaa. Raamien todettiin uponneen sedimentin sisään.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Siviks fjärden-lahdella mukulanäkinpartojen luontainen leviäminen istutusruutuihin oli yhtä tehokasta kuin siirtoistuttaminen lapiolla. Ruuduissa, joissa oli käytetty juuttinauhaa tai BESE elements© -rakenteita, mukulanäkinpartoja oli syyskuun lopussa vähemmän kuin kontrolliruuduissa. Faithfull ym. (2022)



Kuvat 34a ja 34b. Seuranta. Kuvat: Essi Keskinen / Metsähallitus.

totesivat, että juuttinauhan käyttö oli huono vaihtoehto, sillä paikalliset kalat kaivautuivat nauhan alle irrottaen samalla näkinpartoja pohjasta. BESE elements© -rakenteet oletettavasti varjostivat näkinpartoja liikaa ja olivat kalliita. Kolmesta istutusmenetelmästä tehokkain ja halvin vaihtoehto oli istuttaminen pelkän lapion avulla, joka sekkin oli istuttamiseen käytetty työmäärä huomioiden näkinpartojen luontaista leviämistä huonompi vaihtoehto. Yhden kasvukauden tulosten perusteella kuitenkin vaikutti siltä, että mukulanäkinpartojen istuttaminen lapion avulla on mahdollista. Alueelle, jossa ei esiinny lainkaan näkinpartaisleviä, tämä voi olla yksi siirtoistutusvaihtoehto, jos kuljetus vesialueelta toiselle pystytään järjestämään.

Punanäkinparran siirtoistutus BASE elements© -rakenteisiin ei tuottanut tulosta. Syyskuun lopussa istutusruuduissa ei ollut jäljellä enää yhtäkään punanäkinpartaa.

Metsähallituksen kokeilussa todettiin, että upottavilla alueilla tulee merkitä istutuskohta erityisen hyvin. Pienen ankkurin ja pöijun yhdistelmä voisi olla toimiva vaihtoehto. Näin varmistetaan myös pienialaisen istutusalueen löytyminen tulevien vuosien aikana ja mahdollistetaan istutustoimien onnistumisen seuranta huonosta näkyvyydestä huolimatta. Seurannan toteuttamiseen liittyvistä vaikeuksista huolimatta syksyn seurannan aikana yhdestä laatikosta löydettiin punanäkinpartoja. Muita laatikoita ei löydetty, eikä niihin istutettujen levien oleteta säilyneen hengissä. Myös vuoden 2023 seurannassa yhdestä istutuslaatikosta löytyi yksilöitä. Yksilöt näyttivät kuitenkin olevan melko huonossa kunnossa, minkä oletetaan johtuvan siitä, että paikka ei ole optimaalinen punanäkinparralle.

Haasteet

Menetelmään liittyy monia haasteita. Ensinnäkin olosuhteiden on oltava sopivat, jotta laji voi menestyä alueella. Vallitsevan tilanteen arvioiminen edellyttää vesinäytteenottoa. Mikäli vedenlaatu ei ole sopiva, monissa tapauksissa valuma-alueella on tehtävä toi-

mia vedenlaadun parantamiseksi ennen siirtoistutusten toteuttamista. Lisäksi on löydettävä alueita, joilla näkinpartaisleviä esiintyy runsaasti ja joilla siirtoistutukseen käytettävän materiaalin kerääminen ei vahingoita lähdepopulaatiota yli sen luontaisen palautumiskyvyn. Lajien siirtämiseen liittyy riskejä, kuten taudinaiheuttajia. Riskien minimoimiseksi yksilöitä suositellaan siirrettävän mahdollisimman läheltä kohdealuetta. Yleiseksi ongelmaksi ovat osoittautuneet myös erittäin pehmeät sedimentit, joiden sisään näkinpartaislevät uppoavat ja niiden kasvu hankaloituu. Lisäksi vesi on usein sameaa, mikä vaikeuttaa seurantaa.

Kustannukset ja hyödyt

Roliggruppenilla tehdyn siirtoistutuksen kustannukset olivat noin 3000 euroa.

4.4 Elinympäristönhoito

4.4.1 Uhanalaisen lajin mikrohabitaatin muokkaus

Uhanalaisen lajin suojeleminen sen mikrohabitaattia manipuloimalla muistuttaa puutarhurin työtä – rikkaruohoja ja ei-toivottuja kasveja kitketään pois, varjostavia puita ja pensaita kaadetaan ja maata ravitaan ja kastellaan. Luonnossa in situ -kasvatuksella eli uhanalaisen kasvilajin suojelulla sen alkuperäisellä kasvupaikalla voidaan pyrkiä vahvistamaan lajin harvoja tai viimeisiä populaatioita. Jos lajin uhanalaisuuskehitystä ei pystytä kääntämään parempaan suuntaan muilla suoje-lutoimilla, in situ -suojaus voi kuitenkin olla varmempi menetelmä kuin ex situ -suojaus, jossa lajin yksilöitä siirretään keinotekoiseen ympäristöön esim. laboratorioon (Deinhardt ym. 2021, Miranto ym. 2017).

Uhanalaisen lajin mikrohabitaatin pienimuotoinen muokkaus voi tarkoittaa esimerkiksi varjostavan tai kilpailevan kasvillisuuden niittämistä tai mikrohabitaatin muokkausta muuten paremmin lajille sopivaksi.

Kunnostusmenetelmä

Pohjoisen Perämeren rannikolla kasvavat rönsysorsimo (*Puccinellia phryganodes*, CR) ja kotoperäinen pohjansorsimo (*Dupontia fulva*, aiemmin pikkupohjansorsimo *Arctophila fulva* var. *pendulina*, EN). Pohjansorsimolla on vain kaksi esiintymää, toinen Liminganlahdella ja toinen Torniojokisuistossa. Laji kasvaa tulvaisilla jokirannoilla ja merenrannoilla sekä jokisuissa lieju-, muta- ja hiekkapohjalla. Laji tuottaa huonosti siemeniä ja lisääntyykin lähinnä kasvullisesti. Rönsysorsimo kasvaa alavilla, matalakasvuisilla merenrantaniityillä, paljailta lietemailla, hiekkadyynien välisissä painanteissa ja suolamaalaukuilla. Myös rönsysorsimo tuottaa huonosti siemeniä ja leviää vain kasvullisesti. Rönsysorsimon lähes kaikki esiintymät Suomessa sijaitsevat Oulun seudulla, ja suurin osa versoista löytyy yhdestä populaatiosta (Markkola 2013, 2016, Niemelä 2009, Rautiainen ym. 2007, Siira 2011).

Kumpikin laji kärsii rantojen ruovikoitumisesta ja umpeenkasvusta, rantarakentamisesta ja jokisuistojen perkaamisesta, rehevöitymisestä ja rantalaidunnuksen ja -niiton loppumisesta. Lisäksi joidenkin asiantuntijoiden mukaan joidenkin rönsysorsimopopulaatioiden uhkana on jääeroosion väheneminen ja virtausolosuhteiden muuttuminen Oulunsalo–Hailuoto-pengersiltahankkeen vuoksi (Oulunsalo–Hailuoto kiinteä yhteys, Rintamäki 2011).

Kummankin lajin harvojen populaatioiden hoidossa kilpailevaa ja korkeampaa kasvillisuutta (sekä järviruokoa että muuta korkeampaa kasvillisuutta) on niitetty, niittojätteet kuljetettu pois paikalta, ja maata on rikottu simuloimaan sukcession aiempaa vaihetta. Pohjansorsimon Liminganlahden populaatioiden turvaamiseksi käynnistettiin myös vuonna 2019 Temmesjoen luontaisen jokisuistodynamiikan palautus (ks. luku 3.2.1 Kunnostusruoppaus). Lisäksi molempien lajien elinymäristöjä hoidetaan rantalaidunnuksella (ks.

luku 4.4.3 Rantalaidunnus, suurialainen). Rönsysorsimon säilymisen turvaamista on lisäksi tehostettu 2010-luvulla ESCAPE Life -hankkeessa ex situ -kasvatuksella ja siirtoistutuksilla (Miranto ym. 2017, Jäkäläniemi 2013).

Seurantamenetelmät

Seurannassa lajin eloonjäämistä, lisääntymistä ja leviämistä seurataan. Myös muun lajiston, erityisesti kilpailevan lajiston, lisääntymistä alueella voidaan seurata.

Tulokset

Järviruo'on niitto on osittain toiminut pohjansorsimon populaatioiden suojelussa. Rönsysorsimon suojelussa siitä ei puolestaan ole ollut olennaista etua. Korkeamman muun kasvillisuuden niitto on auttanut kumppaakin lajia. Erityisesti rönsysorsimon kohdalla maan rikkominen on auttanut lajin selviytymistä, pohjansorsimon kohdalla se jopa heikensi lajin selviytymistä (Markkola 2013, 2016, Niemelä 2009, Rautiainen ym. 2007, Siira 2011).

Haasteet

Jos lajin ekologiaa ei tunneta kunnolla, kevyilläkin mikrohabitaatin muutoksilla saatetaan jopa heikentää lajin elinolosuhteita. In situ -suojelu on kuitenkin lajille hellempi menetelmä kuin siirtoistutus tai laboratorioon siirtäminen, koska ainakin lajin tiedetään viihtyvän alkuperäisellä esiintymisalueellaan, missä sen mikrohabitaattia voidaan yrittää parantaa (Jäkäläniemi 2013, Miranto ym. 2017).

Kustannukset ja hyödyt

Kustannukset ovat pieniä ja koostuvat lähinnä työvoimasta. Kevyt niittäminen, niittojätteen kuljetus pois paikalta ja maan muokaus ja rikkominen onnistuvat esim. talkoolaisilta, jos heille pystytään opettamaan suojeltavan lajin ulkonäkö. Varusteet eivät maksa paljon. Työnjohto ja sen pätevyys ovat avainasemassa in situ -suojelussa ja pienhabitaatin muokkauksessa, jos käytetään talkoovoimaa.

4.4.2 Tahallisen häiriön luominen (pienalainen)

Meriluonto ei ole stabiili ympäristö, jossa eliöstö pysyisi samanlaisessa elinympäristössä muuttumattomana vuodesta toiseen. Vuodenaikojen vaihtelun lisäksi fyysinen ympäristö vaihtelee epäsäännöllisesti tuoden rantakasvillisuudelle ja -eläimistölle välillä erilaisia häiriöitä esim. jääeroosion muodossa (Erävuori & Kullberg, 2018). Muita suhteellisen pienialaisia häiriöitä ovat esim. rantalaidunnus ja tulvat.

Erityisesti Perämeren rannikko on matalaa ja siihen vaikuttaa vahvasti maankohoaminen. Moni alueen kotoperäisistä tai lähes kotoperäisistä merenrantalajeista on pioneerilajeja, jotka ovat sopeutuneet primäärisukessiivien elinympäristöihin – ne ovat heikkoja kilpailijoita, jotka jäävät helposti jalkoihin esim. järviruo'on umpeenkasvun takia.

Jääeroosio muokkaa rantakasvillisuutta pääasiassa kahdella tavalla. Mekaaninen jääeroosio lanaa rantasedimenttejä ja -kasvillisuutta, kun kiintojää tai jäälautat puskevat tuulella rantaan. Termomekaaninen jääeroosio tarkoittaa sitä, kun jäälautta jäätyy kiinni pohjaan ja veden noustessa nostaa mukanaan esim. pohjasedimenttiä ja kasvillisuutta. Kun tällainen jäälautta sitten tuulten vaikutuksesta liikkuu, kulkeutuu sedimenttiä, siemeniä ja kasvinosia uusille alueille.

Monet uhanalaiset Perämeren vesi- ja rantakasvit, esim. upossarpio (*Alisma wahlenbergii*, VU), nelilehtivesikuusi (*Hippuris tetraphylla*, VU), pohjansorsimo (EN) ja rönsysorsimo (CR) ovat heikkoja kilpailijoita, joiden kasvustrategia pohjautuu siihen, että merestä nousevaa kasvillisuudesta vapaata maata ja jääeroosion puhdistamaa, kilpailijoista vapaita matalaa mutarantaa tai -niittyä on tarjolla. Jos jääeroosio vähenee tai lakkaa esim. ihmistoiminnan tai ilmastomuutoksen vuoksi, näiden lajien elinolosuhteet heikentyvät nopeasti esim. järviruo'on ja muiden korkeampien kasvien ja vahvempien kilpailijoiden leviämisen ja elinympäristön umpeenkasvun takia

(Erävuori & Kullberg, 2018). Aiemmin rantalaidunnus ja -niitto ovat myös edesauttaneet näiden lajien selviämistä.

Kunnostusmenetelmä

Perämeren suurimman saaren Hailuodon ja mantereen Oulunsalon väliin suunnitellaan lautan sijaan kiinteää yhteyttä, joka muodostuisi noin seitsemän kilometrin mittaisesta pengersillasta, jossa on kaksi laajempaa siltaukkoa. YVA-selvityksessä (ympäristövaikutusten arviointimenettely) kävi ilmi, että pengersilta heikentäisi jääeroosion vaikutusta lievistä merkittävään määrään läheisillä Natura-alueilla ja saattaisi siksi uhata joidenkin uhanalaisten lajien populaatioiden selviämistä tulevaisuudessa (Erävuori & Kullberg 2018).

Jääeroosion heikentymistä korvaamaan on ehdotettu ns. simuloitua häiriötä, esim. rannan rouhintaa mekaanisesti keväällä heti jäiden lähdön jälkeen. Tarkoitus olisi vähentää kilpailevia lajeja ja simuloida jääeroosion puhdistamaa primäärisukessorantaa.

Seurantamenetelmät

Hailuodon kiinteän yhteyden rakentamisen jälkeinen jääeroosion vähenemisen vaikutusten tarkkailuohjelma (ks. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2018).

Tulokset

Menetelmää ei ole vielä kokeiltu käytännössä. Muita suhteellisen pienialaisia häiriöitä, joita ihminen tuottaa rantaluonnolle sitä hoitaakseen on mm. rantalaidunnus, josta on oma lukunsa (4.4.3). Rönsysorsimo puolestaan on hyötynyt maan rikkomisesta lajin kasvupaikalla (Niemelä 2009, Siira 2011, Markkola 2013, 2016, Rautiainen ym. 2007). Ks. myös Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus (2010) ja Rintamäki (2011).

Haasteet

Menetelmää ei ole vielä kokeiltu eikä sen toimivuudesta ole tietoa. Myöskään teknistä toteutusta ei vielä todennäköisesti ole päätetty.

4.4.3 Rantalaidunnus (suurialainen)

Rantaniittyjen heinäniitto ja rantalaidunnus olivat ennen hyvin yleisiä tapoja ruokkia nautakarjaa (kuva 35). Samalla rannat pysyivät avoimina. Monet eri lajit ovat sopeutuneet elämään matalaksi kalutuilla rantaniityillä, missä kilpaileva kasvillisuus pysyy matalana ja lehmien sorkat aiheuttavat pientä luontaista häirintää mikroympäristöön.

Teollistumisen ja maatalouden konevaltaistumisen myötä rantalaidunnus väheni voimakkaasti viimeistään 1950–1960-luvuilla. Samalla Itämeren lisääntynyt ravinnekuorma aiheutti yhä nopeutuvaa rantojen umpeenkasvua ja aiempien rantaniittyjen pusikoitumista.

Erytisesti Pohjois-Pohjanmaalla perinnebiotooppeja hoidetaan rantalaidunnuksella, mistä hyötyvät myös esim. nelilehtivesikuuksi, lietetatar, pohjansorsimo, rönsysorsimo ja paunikko *Crassula aquatica* (Huuskonen 2006, 2023, Kontula & Raunio 2018). Kaikki nämä uhanalaiset vesi- tai rantakasvit ovat

heikkoja kilpailijoita, jotka eivät kestä rantojen umpeenkasvua vaan hyötyvät korkeampien kilpailijoiden poistamisesta. Rantaniityt ovat erityisen tärkeitä myös linnuille. Useat merenrannikon rantaniityt ovatkin SPA-alueita ja monet myös Ramsar-alueita.

Yksin Pohjois-Pohjanmaalla on rantalaidunnuksen piirissä noin 4 000 hehtaaria rantaniittyä. Osalla laitumista päätavoitteena on hoitaa uhanalaista perinnebiotooppia, mutta osalla rantaniityistä tarkoituksena on esim. pohjansorsimon tai rönsysorsimon elinympäristön hoito. Rantalaidunnuksella hoidetaan myös rantaniittyjen lintujen elinympäristöjä (Huuskonen 2006, Katja Raatikainen, Teams-keskustelu 21.–22.11.2023).

Kunnostusmenetelmä

Rantalaidunnuksessa voidaan käyttää joko nautoja tai lampaista. Tyypillisesti eläinten kasvattaja tekee sopimuksen maanomistajan kanssa ja laiduntaa eläimiään aidatuilla rantaniityillä alkukesästä syksyyn. Eläimet siirretään laitumelta toiselle kasvukauden edistyessä ja



Kuva 35. Lehmät ja lampaat laiduntavat perinnebiotooppeina hoidettavia rantalaitumia matalilla rannoilla. Kuva: Kevin O'Brien / Metsähallitus.

yhden niityn tultua ”hoidetuksi”. Rantalaidun-
nuksen täytyy olla jatkuvaa, jotta elinympäris-
tö pysyy hoidettuna. Samalla kun rantaniityn
kasvillisuus pysyy maltillisen mittaisena, leh-
mien sorkat rikkovat maanpintaa, josta aina-
kin rönsysorsimo ja nelilehtivesikuusi hyötyvät
(Markkola 2013, Deinhardt 2021).

Kunnostetulla kohteella jatkohoito tapah-
tuu laiduntaen, jolloin kohteeseen sovitetulla
riittäväällä laidunpaineella pystytään pitämään
ruovikon kasvu kurissa ja se taantuu pikkuhil-
jaa. Tilalle tulee matalakasvuisia rantaniittyjen
kasvilajeja. Matalakasvuisuus, maapaljastumat
ja vesirajaan muodostuvat lietteiköt houkut-
televat paikalle hyönteisiä ja linnustoa, eten-
kin sekä muuttavia että pesiviä kahlaajia.

On arvioitu (LuTu 2018, Kontula & Raunio
2018), että merenrantaniityiksi kunnostetta-
vissa olisi vielä noin 12 000 ha ruovikoituneita
alueita. Myös osa merenrantaniitytinä luoki-
telluista kohteista vaatisi kunnostuksia, koska
ne ovat päässeet ruovikoitumaan (noin 2 000
ha). Avoimena säilyneitä ja vuosittaisella lai-
dunnuksella ylläpidettäviä rantaniittyjä on
4 000 ha (Katja Raatikainen, Teams-keskus-
telu 21.–22.11.2023).

Seurantamenetelmät

Linnustoa seurataan suhteellisen hyvin

- esim. Helmi-ohjelman kunnostettavilla
rantaniityillä linnustoselvitykset ennen
hoidon aloittamista ja hoidon aloituksen
jälkeen
- Pesimälinnusto: lintujen parimäärät, poi-
kastuotto, levähtävä linnusto: lajien yksi-
lömäärät
- Etenkin lintudirektiivin liitteen 4 lajit
- Lisäksi paljon lintuharrastajien toimesta
tapahtuvaa seurantaa.

Muuta seurantaa:

- Perinnemaisemainventoinnit (luonto-
tyyppien tila ja edustavuus, hoitotilanne
ja hoidon toteutumisen onnistuminen,
kasvillisuus)
- Valtion suojelualueilla hoidon vuosittai-
sen toteutumisen seuranta ja hoitotoi-

mien dokumentointi (mitä hoitoa tehty
ja milloin)

- Ympäristösopimuskohteilla hoidon to-
teutumisen seuranta ja hoitopäiväkirjat
- Nata-arvioinnit (Natura-alueiden tilan
arvioinnit), jne.
- Suojelualueilla pienimuotoinen kasvi-
koelaverkosto (noin 10 kohdetta kont-
rolleineen)
- Paremmiin ja säännöllisemmin organisoit-
tu seuranta olisi varmasti tarpeen. Seu-
rannan kustannuksista ei ole koottua
tietoa (Katja Raatikainen, Teams-keskus-
telu 21.–22.11.2023).

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Rantaniittyjä on hoidettu erityisesti Pohjois-
Pohjanmaalla hyvin tuloksin jo vuosikautia
(Katja Raatikainen, Teams-keskustelu 21.–
22.11.2023). Laidunnuksesta ovat hyötynet
niin linnut, jotkin uhanalaiset vesikasvit kuin
perinnebiotoopitkin. Rantaniityt ovat olleet
suhteellisen houkuttelevia laidunkohteita
karjanomistajille, koska ne muodostavat laa-
joja kokonaisuuksia, jonne saa ison lauman
eläimiä. Erityisesti emolehmä- ja lihakarjati-
lat ovat kokeneet rantaniityt hyväksi alueiksi
osana tilan toimintaa.

Haasteet

Monet ovat edelleen huolissaan rantalaidun-
nuksen vesistövaikutuksista, vaikka esim. Lu-
ke laski vuonna 2023, että laidunnus vähen-
tää ravinteiden kokonaismäärää Perämeren
rantalaitumilla (Huuskonen 2023).

Suomen merialueet ovat kuitenkin eko-
logialtaan hyvin erilaisia, ja siinä missä Perä-
meri on ainoa fosforirajoitteinen merialue,
muut merialueet ovat typpirajoitteisia. Ran-
talaidunnuksen suorilla vaikutuksia ympäröi-
vään veteen on tutkittu vain Perämerellä (Pe-
sonen 2023), ja Luken laskelmat puolestaan
ovat teoreettisia. Lisää suorilla vaikutusten tut-
kimuksia tarvitaan rantalaidunnuksen vaiku-
tuksista lähirannan vedenalaiseen luontoon
erilaisissa vesistöissä.

Kustannukset ja hyödyt

Laidunnusta toteutetaan lähes poikkeuksetta maatalouden ympäristökorvausjärjestelmän kautta haettavan 5-vuotisen ympäristösopimuksen avulla. Ympäristösopimuksen hakijoina ovat viljelijät, joilla on laiduneläimiä. Ympäristösopimuksesta maksettava korvaus viljelijälle vaihtelee alueen arvon mukaan; maakunnallisesti ja valtakunnallisesti arvokkaat kohteet 610 €/ha/vuosi, muut kohteet 460 €/ha/vuosi. Maatalouden ympäristökorvausjärjestelmässä on mahdollista hakea erillistä 1-vuotista aitaamis- tai raivauskorvausta ympäristösopimukseen (aitaaminen 1 500 €/ha, raivaus 450 €/ha).

Aitaamista ja raivausta voidaan toteuttaa myös hankerahoituksella tai esimerkiksi HELMI-ohjelmassa, jossa ELY-keskus tai Metsähallitus toteuttavat toimenpiteet, tai niin, että maanomistaja tai kohdetta hoitava taho toteuttavat toimenpiteet. Aitaamisen hinta riippuu paljon siitä, minkälainen aidasta tulee ja millaiseen paikkaan se rakennetaan. Myös raivauksen hinta vaihtelee paljon.

Pitkään hoitamatta olevan kohteen kunnostus on yleensä tarpeen aloittaa ruovikon niitolla joko ennen laidunnuksen aloittamista tai samaan aikaan sen kanssa. Ruovikon niittomurskaus on viime vuosina ollut hinnaltaan noin 700–1 000 €/ha. Jos niitos korjataan pois, kustannukset nousevat. Joillakin kohteilla linnuston kannalta olisi tärkeää tehdä myös maanpinnan jysintää, joka on suunnilleen saman hintaista kuin niittomurskaus. Niitetyille ruokomassalle on viime vuosina kehitelty hyötykäyttöä. Jos tuotantoketjut saataisiin toimivaksi ja massalle löytyisi markkinoita, laskisivat kustannukset sen korjuussa (Katja Raatikainen, Teams-keskustelu 21.–22.11.2023).

4.5 Rannikon kalataloudelliset kunnostukset

4.5.1 Kalataloudelliset kunnostukset rannikon laguuneissa

Makean veden kevätkutuisille kalalajeille, kuten ahvenelle ja hauelle, tärkeät lisääntymisaluetilat sijaitsevat pääosin jokisuistoissa, rannikon matalissa lahdissa sekä laguuneissa (fladat ja kluuvit). Kalojen mätä- ja pienpoikasvaiheet ovat erityisen herkkiä elinympäristössä tapahtuville muutoksille, ja kuolevuus on suurta näissä elinkierron vaiheissa. Kalojen lisääntymisalueilla ja niiden olosuhteilla onkin suuri merkitys lisääntymisen onnistumiselle. Rannikon laguuneissa veden lämpötila nousee keväällä nopeammin kuin ympäröivillä merialueilla, johtuen laguunien mataluudesta ja suojaisuudesta. Korkeampi lämpötila edesauttaa mädin ja pienpoikasten kehittymistä. Fladoissa ja kluuveissa on usein myös mädin ja poikasten kehittymiseen sopivaa kasvillisuutta ja eläinplanktonia.

Rannikon fladoihin ja kluuveihin kohdistuu sekä epäsuoria että suoria ihmispaineita. Maa- ja metsätaloustoimien vaikutukset tuntuvat rehevöittävien ravinteiden sekä kiintoaineen valuman myötä. Rehevöitymisen vaikutukset rannikon laguuneissa näkyvät järviruo'on nopeana kasvuna, rihmalevien lisääntymisenä ja veden laadun heikentymisenä. Useissa kluuveissa mereen johtava uoma voi tukkeutua järviruo'on lisääntyneen kasvun seurauksena, jolloin kalojen vaellusyhteys lisääntymisalueelle ja sieltä pois estyy.

Toisaalta useissa tapauksissa fladan suojaisuus ja tärkeä keväinen lämpötilakehitys on menetetty, kun fladan suuaukkoja on ruopattu liiaksi auki, mm. veneiden uittoa varten. Fladan suuaukon voimakkaat muokkaukset lisäävät veden vaihtuvuutta ja virtausta, jolloin mädin ja pienpoikasten kehitys vaarantuu. Fladan tai kluuvin ja sinne johtavan uoman kohdalla tapahtuneet muutkin rakennustoi-

menpiteet, kuten tien veto uoman yli, on voinut estää yhteyden meren ja laguunin välillä. Usein tien alle on asennettu tierumpu, mutta huonosti asennettu rumpu voi muodostua nousuesteeksi kaloille. Kunnostusmenetelmiä on avattu tarkemmin luvussa 3.3 Rannikon laguunit: 3.3.1 Kynnyksen palauttaminen, 3.3.2 Tierummun vaihto / vaellusesteen poisto ja 3.3.3 Uoman avaaminen.

Kalataloudellisia kunnostuksia Suomen rannikon matalissa merenlahdissa ja laguuneissa ovat tehneet mm. paikalliset osakunnat. Tieto vuosikymmenten takaisista kunnostustoimista on hyvin puutteellista ja valtaosin täysin raportoimatonta. Rannikon laguuneissa on tehty kalataloudellisia kunnostuksia paikoitellen ainakin jo 1970-luvulla (Wistbacka & Snickars 2000). 1990-luvulla Uudenkaupungin, Kustavin ja Taivassalon alueella kunnostettiin 18 merenlahtea tai fladaa/kluuvia KOR-varoilla (Euroopan yhteisön kalatalouden ohjauksen rahoitusväline). Tällöinen kalataloudelliseksi katsottu kunnostusmenetelmä oli tyypillisesti kanavaruooppaus, jonka tavoitteena oli kalanpoikastuotannon säilyttäminen tai parantaminen. Härmän ym. (2008) selvityksessä pyrittiin yli kymmenen vuotta myöhemmin selvittämään näiden 1990-luvulla tehtyjen toimien vaikuttavuutta. Koska kalanpoikastuotannon tilannetta ei ollut raportoitu ennen kunnostustoimia, toimien vaikuttavuuden arviointi osoittautui mahdottomaksi. Jälkikäteen arvioituna näiden kohteiden kanavaruooppaukset on tehty liian isossa mittakaavassa, jolloin etenkin suojaisten laguunien kalanpoikastuotantoa tukevat ominaisuudet, kuten suojaisuus ja lämpötila, on menetetty.

Luonnonvarakeskus on toteuttanut kalataloudellisia kunnostuksia Merenkurkussa Kvarken flada -hankkeessa (Hynninen ym. 2019, Saarinen 2019) ja Euroopan meri- ja kalatalousrahaston hankkeessa Kalatalouden ympäristöohjelma Tammisaaren saaristossa (2017–2023) sekä Merenkurkussa (Lappalainen ym. 2023, Louhi ym. 2023). Näiden hankkeiden aikana flada- ja kluuvikohteita on kun-

nostettu uomien kevyillä niitoilla, tierumpujen korjauksilla ja suuaukkojen ennallistamisilla.

Ruotsin rannikolla on myös viime vuosina tehty vastaavia kalataloudellisia kunnostuksia, joilla on tähdätty erityisesti kevätkutuisen kalalajien, kuten hauen ja ahvenen, luonnonlisääntymisen tukemiseen. Vuosina 2016–2020 toteutettu Kvarken flada -hanke ulottui myös Ruotsin Länsipohjan maakunnan puolelle (Saarinen 2019).

Kunnostusmenetelmä

Rannikon laguunien kalataloudelliset kunnostukset Suomessa ovat päätyypiltään joko kevyitä uomien kunnostuksia tai liiaksi ruopattujen suuaukkojen ennallistamisia. Joitakin kalojen nousua estäviä tierumpuja on vaihdettu tai nostettu vedenpintaa siten, että tierummun vesitys on saatu toimimaan. Joissakin tapauksissa uomaan on saatettu tehdä kalaportaita kluuvin vedenpinnankorkeutta säätelemään tai kalojen kulkua helpottamaan (Hynninen ym. 2019). (ks. kuvat 36–41). Luonnonvarakeskuksen toteuttamista kalataloudellisista kunnostuksista ja niissä käytetyistä kunnostusmenetelmistä rannikon laguuneissa voi lukea lisää mm. Hynninen ym. 2019 ja Lappalainen ym. 2023 julkaisuista.

Seurantamenetelmät

Kalojen noususeuranta on koostunut uomaan asetetun riistakameran kuvaamasta materiaalista sekä paikoitellen sen lisäksi tehdystä rysäpyynnistä. Rysäpyynti mahdollistaa nousukalojen laji-, koko- ja sukupuolijakuman määrittämisen. Ahvenen kudun jälkeen on tehty mätilaskentoja joko snorklaten, kumiveneestä tai sup-laudalta. Ahvenen kutunauhojen määrästä voidaan päätellä kudulla käyneiden naaraiden määrä. Poikasten kuoriutumisen jälkeen on tehty pienpoikashaavinnot, jonka avulla voidaan arvioida pienpoikastiheyttä. Hauenpoikasten määrää on tarkasteltu kulkemalla rantakasvillisuuden joukossa sopivassa syvyydessä noin 100 m, josta on laskettu nostohaavilla, valkoveyllä ja/tai



Kuva 36. Kluuvin johtava kalaporras helpottaa kalojen nousua kutualueelle keväällä. Kuva: Sanna Kuningas / Luonnonvarakeskus.



Kuva 37. Uoman pohjaan laitetaan kiviä estämään nopea ruovikon uudelleen kasvu. Kuva: Sanna Kuningas / Luonnonvarakeskus.



Kuva 38. Uomaan asetellaan runsaasti kivimateriaalia. Kuva: Sanna Kuningas / Luonnonvarakeskus.



Kuva 39. Fladaan kulkevaa uomaa niitetään viikatteella. Kuva: Sanna Kuningas / Luonnonvarakeskus.



Kuva 40. Fladan ja meren välinen käsin niitetty uoma nähtävissä ruovikossa. Riistakameraseurannan puinen teline nähtävissä. Kuva: Sanna Kuningas / Luonnonvarakeskus.



Kuva 41. Backfladan ja kunnostettu uoma ruovikon raivauksen jälkeen. Kuva: Lari Veneranta / Luonnonvarakeskus.

kauhalla saatujen poikasten määrä. Seuranta-menetelmistä voi lukea lisää mm. Borgin ym. (2012) ja Lappalaisen ym. (2023) julkaisusta.

Rannikon laguuneissa, joissa on toteutettu kalataloudellisia kunnostustoimia, myös veden lämpötilaa on seurattu tyypillisesti jäiden lähdestä heinäkuun alkuun lämpötilaloggeiden avulla. Näin saadaan tieto lämpötilan kehittymisestä mäti- ja pienpoikasvaiheissa, sekä valitun ajan lämpösummasta.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Aiempien vuosikymmenten kalataloudellisista kunnostustoimenpiteiden tuloksellisuutta ei ole raportoitu, pl. fladan suuaukon avaamista käsitellyt tutkimus, jossa todettiin kalojen liikehinnän lisääntyvän, mikäli yhteys mereen avataan (Blomqvist 1984). 1990-luvulla toimeenpantujen fladakunnostusten, jotka pääosin olivat voimakkaita fladojen suuauk-

kojen ruoppauksia veden vaihtuvuuden lisäämiseksi, vaikutuksia ei myöskään ole dokumentoitu. Kvarken flada -hankkeen kunnostuksista koostettiin raportti (Saarinen 2019), jossa sekä onnistumiset että epäonnistumiset on esitetty. Raportissa annetaan myös hyviä ohjeita vastaavien toimenpiteiden toteuttamisessa huomioitavista asioista. Euroopan meri- ja kalatalousrahaston rahoittamassa Kalatalouden ympäristöohjelmassa kunnostettiin flada- ja kluuvikohteita Merenkurkun ja Tammisaaren saariston alueilla ja seurattiin kunnostusten tuloksellisuutta. Tulokset on koottu Luonnonvarakeskuksen raporttiin (Lappalainen ym. 2023).

Kevyiden niittotoimenpiteiden on nähty tuottavan melko välittömiäkin positiivisia vaikutuksia, kun meren ja fladan välistä uomaa on kevyesti niitetty kalojen nousun mahdollistamiseksi, ja heti muutaman viikon jälkeen on havaittu kalojen pääsevän nousemaan kuttalueelle. Samoin on havaittu myös toimi-

mattomien tierumpujen kohdalla. Varmistettaessa riittävä vesitys tierummussa on voitu saada hyvinkin välittömiä positiivisia vaikutuksia kalojen nousuun ja lisääntymisen onnistumiseen.

Ruopattujen fladojen suuaukon ennallistamisella on voitu myös nopeasti palauttaa fladan suojaisuus ja lämpötilaominaisuudet, kun veden vaihtuvuutta on voitu rajoittaa. Tälläkin on todettu olleen välittömiä lisääntymistä edesauttavia vaikutuksia ahvenen lisääntymiseen.

Haasteet

Haasteita fladojen ja kluuvien kalataloudellisissa kunnostuksissa on tunnistettu kunnostuksen eri vaiheissa. Ensimmäinen haaste syntyy sopivien kunnostettavien kohteiden löytämisestä. Monin paikoin, etenkin Suomenlahden ja Saaristomeren rannikoilla, fladat ja kluuvit ovat jo voimakkaan ihmispaineen alaisena. Etenkin auki ruopatuissa kohteissa, joissa tarkoitus on ollut helpottaa pääsyä kohteeseen veneellä, on erittäin haastavaa saada kaikkien maan- ja vesienomistajien tahtotila kunnostamisen puolelle.

Kunnostukseen sopivan kohteen löydyttyä, luvat kunnostamiseen on saatava maanomistajien lisäksi myös tarvittaessa ELY-keskukselta. Kalataloudellisissa kunnostuksissa rannikolla isoimmat haasteet syntyvät juuri kunnostukseen sopivien kohteiden löytämisestä ja lupaprosessista. ELY-keskuksen luvituksessa huomioidaan uhanalaisten lajien esiintymisen kunnostusalueella tai kunnostuksen vaikutus luonnontilaiseksi katsottuun ympäristöön. Havainnot uhanalaisista lajeista voivat estää kunnostustoimenpiteet.

Kunnostuksen seurantamenetelmissä on myös omia haasteitaan, liittyen lähinnä eri seurantamenetelmien työläyteen. Kunnostusmenetelmien kokemuksista on kirjoitettu Luonnonvarakeskuksen raportissa (Lappalainen ym. 2023).

Kustannukset ja hyödyt

Fladojen ja kluuvien kunnostamisen kustannus vaihtelee suuresti kohteesta riippuen. Kevyet uoman niittotoimenpiteet voidaan saada tehtyä talkootyövoimin ja pelkkien työkalujen, kuten viikatteiden ja talikoiden, hinnalla. Konetyötä tarvittaessa voidaankin puhua jo 5 000–25 000 € per kohde kustannuksista sekä uoman niiton että ennallistamisen osalta. Tierummun vaihdon hinta liikkuu noin 5 000 € tietämällä per kohde.

4.5.2 Haukikosteikot

Kevätkutuisten kalojen lisääntymisalueina tulvakosteikoilla on aiemmin ollut todennäköisesti suuri merkitys koko rannikollamme. Hauki kutee mielellään matalille kasvillisuusrannoille ja tulvaniityille, joilla veden lämpötila on keväällä suotuisan korkea ja kasvillisuutta riittää mädin kiinnittymiseen ja se tarjoaa suojaa kuoriutuneille poikasille (Ljunggren ym. 2011, Nilsson ym. 2014).

Kosteikot ovat sekä Suomessa että maailmanlaajuisesti kärsineet ihmistoiminnosta, kuten maa- ja metsätalouteen liittyvästä kuivatuksesta sekä rantarakentamisesta. Jokisuistojen muokkaukset, kuten perkaus, ovat myös hävittäneet laajalti luontaiset tulvaniityt, jotka ovat olleet tärkeitä kevätkutuisten kalojen lisääntymisalueita. Uhkana kosteikoille voi paikoitellen olla myös umpeenkasvu, jota rehevöittävät ravinteet lisäävät, ja etenkin järviruoko dominoi monin paikoin rantakasvillisuutta. Rantalaidunnus on ollut keino vähentää umpeenkasvua ja myös ylläpitää rannikon perinneluontotyyppejä. Laidunnuksella voi kuitenkin olla myös vedenlaatua heikentävä vaikutus, ja sen on paikoitellen havaittu poistavan kalojen kudun onnistumiselle tärkeää rantakasvillisuutta rannan matalimmasta osasta.

Suomen rannikkoalueella merenrantaniitytjen määrän on arvioitu vähentyneen noin 90 %:a 1960-lukuun verrattuna ja merenrantaniityt on luokiteltu äärimmäisen uhanalaiseksi.

siksi viimeisimmässä Suomen luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa (Lehtomaa ym. 2018).

Kosteikkojen uudelleen muodostamiseksi on mahdollista esimerkiksi osittain padota mereen laskevia puroja, jolloin vesi saadaan tulvimaan uoman ulkopuolelle sopivalle kasvillisuusalueelle. Tavoitteena on tällöin tavallisesti muodostaa lisääntymisalueita haulle, minkä seurauksena alueita kutsutaan haukikosteikoiksi. Järviruovikkoon tai muuhun rantakasvillisuuteen voidaan tarvittaessa tehdä myös mosaiikkimaista rakennetta niittämällä.

Itämeren alueella haukikosteikkojen luomisen osalta on edistytty 2000-luvulla etenkin Ruotsin rannikolla, josta löytyy kymmeniä esimerkkejä toteutetuista kosteikkokunnostuksista (Hansen ym. 2020). Ruotsissa haukikosteikkokunnostuksia ovat toteuttaneet ainakin Länsstyrelsen, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) ja Sportfiskarna-järjestö. [Toteutetuista kunnostuksista on mahdollista etsiä tietoa Åtgärder i Vatten verkkosivuilta \(atgarderivatten.lansstyrelsen.se\)](#). Kunnostusten tuloksellisuutta on myös seurattu useimmissa kohteissa, ja haukikosteikkojen on todettu voivan tuottaa runsaastikin hauenpoikasia (Nilsson ym. 2014).

Suomessa Suomen vapaa-ajankalastajien keskusjärjestö (SVK) on kunnostanut muutamia ”haukitehtäiksi” kutsuttuja kosteikkoja viime vuosien aikana niin rannikolla kuin sisävesissäkin (kuva 42). Luonnonvarakeskus on ollut selvittämässä kunnostuksen tuloksellisuutta muutamassa rannikon kohteista. WWF Suomi toteutti osana Rankku-hanketta kosteikon, jonka pääasiallinen tarkoitus on vähentää mereen päätyvää ravinnekuormitusta, mutta jolla on toivottu olevan myös hauen lisääntymistä tukeva vaikutus. Ahvenanmaalla Maarianhaminan kaupunki loi Nabbenin alueella kaupunkikosteikon, jonka yhtenä osana on pieni haulle tarkoitettu kutukosteikkoalue. Ahvenanmaalla on kunnostettu kosteikkoja myös Svibyviikenin alueella.

Kunnostusmenetelmä

Kalataloudellisesta näkökulmasta hyvin tuotettavan kosteikon ominaisuuksiin kuuluvat suojaisuus ja mataluus (10–70 cm), jotka takaavat tasaisen ja riittävän lämpötilan mädin ja poikasten kehittymiselle. Lisäksi tarvitaan sopivaa kasvillisuutta, kuten järviruokoa tai ruoho- tai sarakasvillisuutta, mädin ja vastakuoriutuneiden poikasten kiinnittymiseen sekä myöhemmin suojaksi. Ruskuaispussivaiheen ohitettuaan kehittyvät kalanpoikaset tarvitsevat myös eläinplanktonia ravinnokseen. Haudet nousevat kudulle heti jäiden lähdön aikoihin ja hauen pienet poikaset lähtevät kosteikoilta avoimemmalle rannikkoalueelle kesän alkuvaiheissa. Kosteikon tulee olla vesitettynä koko kudun ja poikasten liikkeelle lähdön välisen ajan, muutoin tuotanto vaarantuu.

Haukikosteikkojen osalta on toteutettu nousu-uoman kunnostuksia ja mahdollisten noususteiden poistamisia. Myös säästöpatoja on saatettu asentaa varmistamaan riittävä vesitys kasvillisuusalueella hauen lisääntymisen aikana. Vaihtoehtona säästöpadolle voi olla tarvittaessa sopiva pohjakynnys. Vesikasvillisuutta on paikoin niitetty ja muodostettu mosaiikkimaista rakennetta kasvillisuuden reuna-alueen lisäämiseksi. SVK:n toteuttamassa Kristiinankaupungin haukitehdashankkeessa umpeenkasvaneesta kluuvista poistettiin keskiosilta kasvillisuutta ja vesitilavuutta kasvatettiin. Laskupuron kohdalle kluuviin rakennettiin kynnyksen, joka nostaa ylivirtaamantilanteissa keväällä vedenpintaa. Tällöin loivila rannoilla oleva kasvillisuus jää veden alle ja hauen kutuun sekä poikasten varhaisvaiheelle sopiva pinta-ala kasvaa suureksi. Vedenpinnan laskiessa poikaset siirtyvät kohti avoimempaa aluetta ja sieltä laskupuron kautta mereen.



Kuva 42. Mussalon haukitehdas. Kuva: Sanna Kuningas / Luonnonvarakeskus.

Seurantamenetelmät

Kalojen nousua on paikoitellen seurattu keväisellä rysäpyynnillä Luonnonvarakeskuksen toimesta. Lisäksi nousukaloja on voitu seurata uoman yläpuolelle asennetun riistakameran avulla. Hauen mätiä ja/tai kuoriutuneita poikasia on muutamissa kohteissa etsitty rantakasvillisuuden joukosta valkolevy ja -kauhamenetelmin sekä nostohaavilla (kuva 43). Ulospäin vaeltavien poikasten määrä on voitu arvioida ajehaavien avulla.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Toteutettujen kunnostusten tuloksellisuudesta ei ole Suomen puolelta löydettävissä hyvin dokumentoituja tuloksia. Luonnonvarakeskuksen seuraamissa haukikosteikkokunnostuksissa on voitu todeta hauen lisääntyneen runsainkin määrin hiljattain haukikosteikoksi tehdyillä kohteilla. Ruotsissa puolestaan on panostettu paljon myös seurantaan ja voitu todeta sekä onnistumisia että epäon-

nistumisia haukikosteikkojen osalta (Nilsson ym. 2014). Keskeistä onnistuneiden kosteikkojen ja kalantuotannon osalta on ollut kasvillisuuden riittävä vesittyminen lisääntymisen ja poikasten kasvun aikaan sekä soveltuvan kasvillisuuden määrä.

Haasteet

Ruotsissa havaittiin yhden kunnostetun haukitehtaan poikastuotannon nousseen noin 3 000 poikasesta reiluun 100 000 poikaseen kunnostuksen jälkeen (Ljunggren ym. 2011, Nilsson ym. 2014). Toisaalta samaan aikaan kunnostetuissa kahdessa muussa kohteessa ei vastaavaa poikastuotannon nousua havaittu, todennäköisesti johtuen sopivan kasvillisuuden puutteesta.

Suomessa toteutettujen ja seurattujen kosteikkojen osalta ei olla päästy Ruotsin huipputuotannon lukuihin, mutta ainakin seuratuissa kosteikoissa on voitu todeta haukien lisääntyneen menestyksellä.



Kuva 43. Hauen ruskuaispussiipoikasia valkoisessa kauhassa. Kuva: Sanna Kuningas / Luonnonvarakeskus.

Kustannukset ja hyödyt

Haukikosteikkojen toteuttamisen hinnat vaihtelevat suuresti riippuen kohteesta, toteutuksen laajuudesta ja menetelmästä sekä siitä, kuinka paljon käytetään ulkopuolista osaamista, kuten konetyötä. Talkootyöllä kustannukset voivat pysyä huomattavasti alhaisempina kuin ostovoimalla toteutettuna.

Säätöpatorakennelman toteuttamisen kustannus liikkuu muutamissa tuhansissa euroissa. Koneella tehdyn niiton kustannus per niitokerta liikkuu myös muutamassa tuhannessa eurossa. Laajemmat kaivuutyöt, joissa poistetaan ruovikkoa, kasvillisuutta tai pohjasedimenttiä, voivat olla kustannukseltaan yli 20 000 €.

Kuten kaikissa kunnostustoimissa, tulisi panostaa ennen kunnostustoimenpiteitä tehtävään lähtötilanteen tarkasteluun sekä kunnostuksen jälkeen tehtävään seurantaan. Vain huolellisesti toteutetulla seurannalla voidaan todeta kunnostuksen onnistuminen ja tuloksellisuus.

4.5.3 Merikutuisen harjuksen lisääntymisalueiden kunnostukset

Pohjanlahdella aiemmin yleisenä esiintynyt merikutuinen harjus on taantunut sukupuuton partaalle (Keränen 2015). Merikutuinen harjus luokitellaan tällä hetkellä äärimmäisen uhanalaiseksi (Urho ym. 2019). Jo 1930-luvulla kannettiin huolta meriharjuskantojen heikentymisestä (Heusala 1935, sit. Keränen 2015), mutta kuitenkin vasta 2000-luvulla todella ymmärrettiin lajin uhanalaisuus Merenkurkussa tehtyjen tutkimushankkeiden ja kalastajaselvityksen myötä. Merikutuisen harjuksen heikkoon tilaan todennäköisesti vaikuttavat rehevöityminen, kilpailu, saalistus, kalastus ja ilmastonmuutos (HAV 2017).

Merikutuinen harjus on vähentynyt voimakkaasti ja joiltakin alueilta, kuten Merenkurkusta ja Selkämereltä, jo hävinnyt. Kun syyt lajin vähenemiseen eivät ole täysin selvät ja syiden yhteisvaikutuksia ei varmuudella tiedetä, kantojen heikkenemiseen ei ole voitu järjestelmällisesti puuttua (Keränen 2015).

Meriharjuksen hoitosuunnitelman mukaan on ryhdyttävä kiireellisesti toimenpiteisiin harjuskantojen säilyttämiseksi ja vahvistamiseksi muun muassa palauttamalla historiallisia kutualueita ja istuttamalla poikasia.

Luonnonvarakeskus on osana Biodiversea-hanketta selvittänyt meriharjukselle tärkeitä, jäljellä olevia alueita kartoittamalla lisääntymisalueita sekä seuraamalla akustisilla merkeillä merkittyjen harjusten elinpiiriä. Lisäksi Luonnonvarakeskus uusii meriharjuksen emokalastoa, selvittää poikasistutusten tuloksellisuutta ja luonnonlisääntymiseen vaikuttavia tekijöitä. Meriharjus kutee matalilla kivi- ja sorapohjilla, jotka ovat rehevöitymisen seurauksena suurelta osin kasvaneet rihmaleivistä umpeen. Biodiversea-hankkeessa pyritään tämän lisäksi vähentämään rihmalevien ja sedimentin määrää ja peittävyttä mekaanisesti eri menetelmillä. Poistoon sopivia menetelmiä on esitetty review-artikkelissa (Baetz ym. 2020). Pohjien puhdistusta kunnostusmenetelmänä meriharjukselle tai ylipäätään Itämeren rannikkoalueella ei ole aiemmin tietävästi kokeiltu. Kunnostus toteutettiin siten pienimuotoisena. Tavoitteena oli ensisijaisesti testata eri menetelmiä ja arvioida niiden toimivuutta ja vasta toissijaisesti vahvistaa olemassa olevaa kalakantaa. Kunnostuskokeilut tehtiin Valassaarilla, Merenkurkussa. Alueella on aiemmin ollut vahva meriharjuskanta, mutta hankkeessa tehtyjen poikaskartoitusten ja aiempien kalastusselvitysten perusteella todettiin, ettei laji enää esiinny alueella. Lisäksi osana hanketta istutusten avulla vahvistetaan kantoja Merenkurkun alueella (Luonnonvarakeskuksen toimesta).

Kunnostusmenetelmä

Meriharjuksen kutualueiden mekaanisen puhdistuksen tavoitteena on vähentää tiheää rihmaleväkasvustoa tärkeimmillä kutualueilla. Toimenpiteet toteutettiin pilottitutkimuksena, jossa selvitettiin, toimivatko puhdistustoimenpiteet ja ovatko ne kestäviä. Pilotti to-

teutettiin Valassaarilla Metsähallituksen toimesta, mutta tiiviissä yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen kanssa. Koko pilotti on tarkemmin kuvailtu raportissa Kokemukset ja tulokset meriharjuksen kutupaikkojen kunnostamisesta Valassarella (Bäck 2023).

Yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen kanssa selvitettiin menetelmätestaukseen sopivat alueet ja suunniteltiin työn toteutus. Tavoitteena oli vuonna 2023 ennallistaa yhteensä 18 aluetta, joiden koko on 2 x 10 metriä. Vaikutusten selvittämiseksi jokaisen kunnostetun ruudun osalta tutkittiin myös kontrolliruutu, joka oli jätetty koskemattomaksi. Toimenpiteet toteutettiin toukokuussa heti jäiden lähdön jälkeen. Tavoite oli alun perin käyttää kolmea eri menetelmää, mutta suunnittelu- vaiheessa poistettiin kolmas menetelmä (kivien kääntäminen) ja jatkettiin kahdella menetelmällä, joista kumpaakin testattiin yhdeksällä alueella. Menetelmät olivat pohjiharjaus ja painepesu (ks. kuvat 44 ja 45). Kivien kääntäminen jätettiin pois, koska menetelmä todettiin liian aikaa vieväksi.

Alueet etsittiin GPS:n avulla ja merkattiin poijuilla. Alueet putsattiin joko tavallisilla katuharjoilla tai painepesurilla noin 40 minuttin ajan.

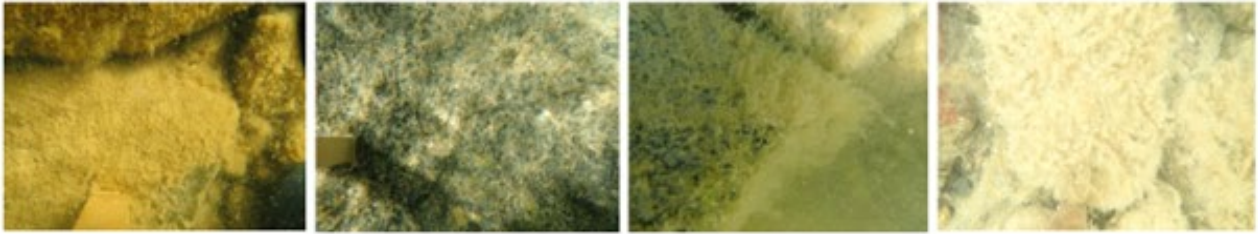
Seurantamenetelmät

Jokainen kunnostusruutu kuvattiin ennen ja jälkeen toimenpiteen toteuttamisen (kuvat 46 ja 47). Samanaikaisesti valokuvattiin myös kontrolliruudut. Kustakin ruudusta otettiin kymmenen kuvaa samalta korkeudelta mittakepin avulla. Näin voitiin nähdä lähtötilanne ja tilanne pohjien putsauksen jälkeen eli toimenpiteiden välittömät vaikutukset. Kesällä kaikki ruudut käytiin läpi kesä-, elo- ja syyskuussa ja kuvattiin vastaavalla tavalla.

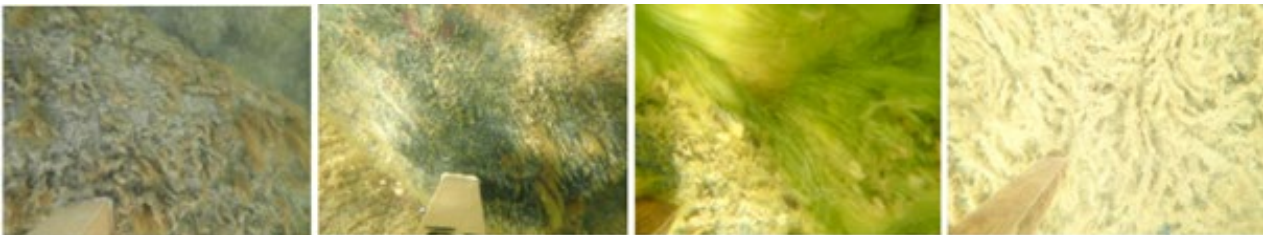
Syksyllä kaikki valokuvat analysoitiin. Niitä analysoitiin rihmalevien peittävyys. Tulokset osoittivat, miten rihmalevät ilmaantuivat pohjille uudelleen puhdistuksen jälkeen (toimenpiteiden vaikuttavuus ja kestävyys).



Kuva 44 ja 45. Meriharjuskutupaikkoja kunnostettiin harjalla ja painepesurilla. Kuvat: Anette Bäck / Metsähallitus.



Kuva 46. Lähtötilanne, kunnostettu, kesäkuun seuranta ja elokuun seuranta. Sedimentoitunut pohja ja lyhyttä rihmalevää. Alue kunnostettu painepesurilla. Kunnostuskuvassa näkyy vähemmän sedimenttiä mutta jäljelle on jäänyt lyhyttä rihmalevää, joista osa katkenneita ja osa koskemattomia. Kesä- ja elokuun seurantakuvissa näkyy runsas rihmalevien peittävyys. Tyypillinen tulos painepesurilla. Kuvat: Anette Bäck / Metsähallitus.



Kuva 47. Lähtötilanne, kunnostettu, kesäkuun seuranta ja elokuun seuranta. Alue kunnostettu harjalla, kunnostuskuvassa näkyy selkeästi harjan jäljet. Sedimenttien ja rihmalevien määrä selkeästi vähentynyt, mutta edelleen niitä on havaittavissa kuvissa, osa katkenneina. Runsas kasvillisuus kesäkuun ja elokuun seurannoissa. Tyypillinen tulos harjalla. Kuvat: Anette Bäck / Metsähallitus.

Kokemukset menetelmästä

- Kunnostuksilla saadaan aikaan tilapäistä rihmalevien vähenemistä, mutta levät kasvavat nopeasti takaisin ja saavuttavat saman peittävyuden kuin vertailuruudut, yleensä kuukauden kuluessa. Leviä on hyvin vaikea poistaa pysyvästi, ja niiden peittävyuden väheneminen johtuu todennäköisesti osittain levien poistamisesta, mutta todennäköisesti myös siitä, että peittävyuden koetaan pienentyneen, koska levät katkeavat ja lyhenevät käsittelyssä.
- Kunnostukset tulisi tehdä vain kevyellä tuulella. Voimakkaat tuulet vaikeuttavat logistiikkaa ja työn toteuttamista.
- Alueilla, joilla oli pääasiassa pienempiä kiviä ja joissa kivet olivat tasaisemman kokoisia, kunnostuksilla saatiin parempia/tasaisempia tuloksia. Mikään menetelmä ei ollut erityisen tehokas. Suoritetun kokeilun perusteella niitä ei voida suositella laajemmassa mittakaavassa. Mahdollisesti voidaan käsitellä pieniä, keskeisiä ja olosuhteiltaan sopivia alueita (tasaiset, avoimet matalat alueet, joilla ei avoimuuden takia esiinny pehmeää sedimenttiä). Toimenpiteitä voitaisiin kehittää edelleen kokeilemalla kovempia paineita ja suurempaa vesimäärää kuin nyt käytössä olleella painepesurilla oli mahdollista saavuttaa, esim. palosammutuslaitteita, joita käytetään saaristossa, tai vesijetin propulsiota. Eri vaihtoehtoja selvitetään parhaillaan, ja niitä voidaan testata tulevana vuosina.
- Kunnostustoimenpide on hyvin tilapäinen ratkaisu. Rehevöitymisen vähentäminen ja ilmastonmuutoksen hillitseminen ovat varsinaiset, ison mittakaavan ratkaisut ongelmaan. Lisäksi on tarve meriharjuksen mahdollisille kutuaikaisille pyyntirajoituksille tai keskeistä elin-alueita koskeville rauhoituksille, joihin liittyviä selvityksiä tehdään Biodiversea-hankkeessa.

Haasteet

- Menetelmät fyysisesti raskaita, leviä ei yleensä saatu kokonaan poistettua, usein ne vain katkesivat
- Edellyttävät suotuisia sääolosuhteita
- Merenpohja on harvoin tasainen ja siten kivien välit ovat vaikeita puhdistettavia
- Isoja laitteita on hankalaa kuljettaa kunnostuspaikoille matalassa saaristossa.

Kustannukset ja hyödyt

Toimenpiteiden materiaalikustannukset olivat alhaiset: katuharjoja, painepesuri, poijuja ja painoja. Lisäksi painepesuri edellytti aggregaattia, venettä ja polttoainetta. Työn pilottiluonteisuuden takia työt käynnistyivät hitaammin, mutta tahti kiihtyi, kun toimivat lähestymistavat ja työnjako löytyivät. Kokonaisuudessaan työt kestivät 24 työpäivää.

5 Muut kunnostuksen kaltaiset menetelmät

5.1 Keinoriuttojen ja muiden substraattien lisääminen merenpohjaan

Keinoriutat ovat merenpohjaan vietyjä, joko luonnonmateriaaleista tai ihmisen valmistamista materiaaleista koostuvia rakenteita, joilla pyritään suojelemaan, parantamaan ja ennallistamaan ekosysteemin eri osia. Keinoriuttoihin luetaan sekä suunnitellusti toteutetut riutat että tahattomasti merenpohjaan päätyneet rakenteet, kuten laivan uppoamisen yhteydessä muodostuneet hylät (Kraufvelin ym. 2021a). Keinoriutat voivat olla hyvin erilaisia riippuen riutan materiaalista ja projektin mittakaavasta. Suuriin projekteihin kuuluu esimerkiksi Vingan keinoriutta Ruotsissa, jossa Göteborgin saaristoon, Itämeren ja Pohjanmeren rajalle, toteutettiin kiviriutta kompensationsa Göteborgin väylän laajennuksen aiheuttamille vaikutuksille (vuosina 2003–2004; Kraufvelin ym. 2023). Toisessa ääripäässä ovat perinteiset kututurot eli havupuiden oksistoista rakennetut keinotekoiset alustat (ks. kuva 48), joilla pyritään lisäämään kutualustaa, erityisesti ahvenelle ja kuhalle sekä suojapaikkoja kalanpoikasille (Laakso 1938, Kuningas ym. 2019). Keinoriuttoihin luetaan myös tuulivoimaturbiinien vedenalaiset rakenteet, jotka tarjoavat vesipatsaassa kovan kiinnittymisalustan makrofyyteille, simpukoille ja muille selkärangattomille (Bergström ym. 2021).

Keinoriutoilla pyritään parantamaan merenpohjan monimuotoisuutta lisäämällä esimerkiksi kovaa kiinnittymisalustaa selkärangattomille ja makrofyyteille sekä tarjoamalla kaloille lisääntymis-, ruokailu- ja suojapaikkoja. Keinoriuttoja rakennetaan myös tiettyjen kohdelajien, kuten turskan, kannan vahvistamiseksi (ks. [Baltic waters -verkkosivusto](#) [balticwaters.org](#)).

Keinoriutat voivat myös suojata herkkiä alueita myrskyiltä, vähentää laitonta pohjatroulausta alueella ja tarjota puitteet tutkimukselle (Kraufvelin ym. 2021a). Ohjaimalla sukellusturismia keinoriutoille, voidaan säästää myös herkkiä luonnontilaisia riuttoja (Firth ym. 2023).

Huomioitavaa on, että kivistä rakennetut keinoriutat eroavat kiviriuttojen ennallistamisesta (luku 3.5) siinä, että keinoriuttoja rakennetaan useimmiten alueille, joilla riuttoja ei välttämättä ole esiintynyt lainkaan. Tämä tekee menetelmästä ongelmallisen (Petersen ym. 2023), ja keinoriuttoja suunnitellessa tulisi käyttää erityistä harkintaa aluetta valitessa. Keinoriuttoja suositellaan rakennettavan alueille, joilta alkuperäinen riuttarakenne on hävinnyt ja rakennusmateriaalina suositellaan käytettävän luonnonmateriaaleja. (Kraufvelin ym. 2021b, Petersen ym. 2023).

Itämerellä keinoriuttoja on rakennettu muun muassa Kielissä ja Nienhagenissa, Odrajoen suistoalueella, Veikselinhaffin alueella, Riianlahdella ja Suomenlahdella. (Fabi ym. 2011, Kraufvelin ym. 2021a). Vastikään aloittanut projekti Etelä-Ruotsissa Skånessa tähtää turskakannan vahvistamiseen rakentamalla keinoriuttoja suoja- ja ruokailuympäristöiksi lajille ([The Hanö Cod Reef Project](#), [hanotorskrev.se](#)).

Suomessa on hyvin vähän kokemusta keinoriutoista. Merenpohjaan upotettavien havuista rakennettujen perinteisten kututurojen avulla on pyritty vahvistamaan erityisesti kevätkutuisten kalojen poikastuottoa lisäämällä kudulle sopivaa alustaa (Laakso 1938). Kututurojen merkitystä ahvenen lisääntymiselle on tutkittu muun muassa Hanko–Tammisaari-alueella Suomenlahdella (Kuningas ym. 2019), ja kututuroja on testattu muun muassa SVK:n

joulukuusitempauksilla sekä Itä-Götanmaalla Ruotsissa [SEABASED-hankkeessa \(pdf, sea-basedmeasures.eu\)](#).

Kunnostusmenetelmä

Keinoriuttoja on rakennettu muun muassa kivistä ja lohkareista. Vingan keinoriutta rakennettiin hiekkapohjalle Gotlannin väylän syventämisen yhteydessä irti räjäytetystä kivi-materiaalista (800 000 m³ kiviä). Alueelle toteutettiin seitsemän harjanteen riuttarakenne (130–380 m pitkiä, 30–40 m leveitä ja 4–14 m korkeita) 20–37 metrin syvyyteen. Saksassa toteutetuissa Nienhagenin (4 ha, 11–12 met-

rin syvyydessä) ja Rosenortin keinoriutoissa (1,2 ha, 6 metrin syvyydessä) keinoriuttaan käytettiin luonnonkiven lisäksi erilaisia betonielementtejä ja riutoille lisättiin verkkoa ja köysiä leville ja simpukoille kiinnittymisalustaksi (ks. https://www.riff-nienhagen.de/the_reef_en.shtml).

Luonnonvarakeskus ja Helsingin yliopiston Tvärminnen eläintieteellinen asema tutkivat vuosina 2017–2018 Kalatalouden ympäristöohjelmassa, parantavatko kututurot ahvenen poikastuottoa Hanko–Tammisaari-saaristoalueella. Kokeilussa vietiin kuusia kututuroiksi 16 merenlahdelle (Kuningas ym. 2019).



Kuva 48. Kututurojen avulla pyritään lisäämään ahvenen ja kuhan lisääntymismenestystä. Havut tarjoavat kiinnittymisalustaa ahvenen mätinauhoille. Kuva: Mats Westerbom / Luonnonvarakeskus.

Seurantamenetelmät

Keinoriutoilla pyritään usein vahvistamaan petokalojen tai isokokoisten äyriäisten kantoja ja seuranta on usein keskittynyt näihin ryhmiin. Vingan keinoriutalla seurattiin hummerin runsautta ja kokojakaamaa, turskakantaa sekä pienten äyriäisten runsautta ja muutoksia lajistossa indikaattorina petokannassa tapahtuneista muutoksista. Seuranta toteutettiin alussa vuosittain ja 11–12 vuotta, myöhemmin seuranta toistettiin pitkäaikaisvaikutusten arvioimiseksi (Kraufvelin ym. 2023). Suomessa kututurojen vaikutusta ahvenen lisääntymismenestykseen tutkittiin selvittämällä ahventen mätinauhojen määrää turoilla keväällä toteutetuilla sukelluksilla ja arvioimalla alueen kesänvanhojen ahvenen poikasten määrää verkkokalastuksella (Kuningas ym. 2019).

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Keinoriuttojen on havaittu joissakin tapauksissa houkuttelevan paikalle kaloja, simpukoita ja muita selkärangattomia (Fabi ym. 2011). Riutta voi toimia kasvualustana yksivuotisille ja monivuotisille leville valoisassa vyöhykkeessä ja kiinnittymisalustana monimuotoiselle epifaunayhteisölle valoisan vyöhykkeen alapuolella. Riutat voivat vaikuttaa positiivisesti ekosysteemiin, mutta usein rajatulla alueella (Kraufvelin ym. 2021a).

Vingan kiviriutalla havaittiin muutoksia hummerikannassa (*Homarus gammarus*): lajin tiheys kasvoi ajanjaksolla 2003–2014 (198 %) referenssialueeseen verrattuna (22 %), samoin naaraiden koko. Turskakalojen runsaus kasvoi ensimmäisten neljän vuoden aikana, jonka jälkeen erot rakennetun riutan ja referenssialueen välillä katosivat. Huulikalojen runsaus kasvoi seuranta-aikana, kun taas pienten äyriäisten määrä väheni, mikä todennäköisesti johtui vahvistuneesta petokalakanasta (Kraufvelin ym. 2023).

Kututurojen vaikutusta ahvenen poikastuottoon tutkittiin läntisellä Suomenlahdella Luonnonvarakeskuksen toimesta. Pilotti-kohteilla kututuroilla ei havaittu positiivista vaikutusta ahvenen poikastuottoon kahden vuoden aikana (Kuningas ym. 2019). Fontell (2001) totesi kuitenkin omassa kokeessaan Laajalahdella turojen toimineen sekä ahvenen että kuhan kutualustana. Kututuroilla voi olla paikallisesti merkitystä erityisesti alueella, joissa pohjakaasvillisuutta ei esiinny, mutta muuten ympäristöolosuhteet suojan ja lämmön puolesta suosivat ahventa.

Haasteet

Keinoriutan toivotaan usein parantavan kalojen ja simpukoiden tuotantoa. Usein jää kuitenkin epäselväksi, lisääkö keinoriutta aidosti tuotantoa vai houkutteleeko se vain kyseisten eliöryhmien yksilöt lähialueelta riutalle. Jälkimmäinen voi altistaa kohdelajeja suuremmalle kalastuspaineelle tai saalistukselle yksilöiden kerääntyessä pienelle alueelle (Kraufvelin ym. 2021a, Petersen ym. 2023).

Keinoriuttojen vaikutus ympäröivän alueen hydromorfologiaan ja pohjan eliöyhteisöihin tunnetaan puutteellisesti.

Tutkimustietoa keinoriuttojen hyödyistä ja haitoista on toistaiseksi vähän saatavilla Itämereltä (Kraufvelin ym. 2021a).

Kustannukset ja hyödyt

Keinoriuttojen toteuttamisen kustannukset vaihtelevat huomattavasti riippuen hankkeen laajuudesta ja käytetystä materiaalista. Esimerkiksi laajan kiviriutan rakentaminen ja seurannan järjestäminen Vingan alueelle Ruotsissa oli kustannuksiltaan 1 200 000 euroa (Kraufvelin ym. 2021b). Toisaalta kututurojen lisääminen merenpohjaan voi olla ilmaista.

5.2 Biomanipulaatio

5.2.1 Kasvillisuuden muutokset

Rehevöityminen lisää kasviplanktonin määrää, sameuttaa vettä (lisää turbiditeettia) ja voi kääntää vesialueen (flada, kluuvi, lahti) ekologiaaltaan kirkasvetisestä kasvivaltaisesta elinympäristöstä sameavetiseksi särkikalaja kasviplanktonvaltaiseksi elinympäristöksi. Jotta päästäisiin takaisin kirkasvetiseen kasvivaltaiseen ekosysteemiin, pitäisi ravinteiden määrää vesistössä vähentää. Tämän lisäksi tai jopa ilman ravinteiden vähentämistä biomanipulaatiolla voidaan pyrkiä pääsemään samaan lopputulokseen.

Erityisesti Saksassa, mutta myös muualla manner-Euroopassa, menetelmää on kokeiltu sekä hyvällä että huonommalla vaikutuksella jo vuosikymmenten ajan.

Kunnostusmenetelmä

Biomanipulaatiolla tarkoitetaan tässä tapauksessa esim. kasviplanktonin vähentämistä, pohjaa tonkivien särkikalojen vähentämistä ja putkilokasvien ja/tai näkinpartaisten istuttamista pohjaa sitomaan ja vettä kirkastamaan. Kasviplanktonia voidaan pyrkiä vähentämään istuttamalla vesistöön esim. vesikirppuja (*Cladocera*) tai polyyppeja (*Cnidaria*), pyytämällä särkikaloja ja veden hieman kirkastuttua istuttamalla putkilokasveja ja/tai näkinpartaisia, jotka sitovat pohjaa ja kuluttavat vedestä ravinteita ja näin kirkastavat vettä (Deinhardt ym. 2021).

Seurantamenetelmät

Koska Itämerestä ei (vielä) löydy tämänkaltaista kunnostusta, ks. parhaat seurantamenetelmät esim. Hilt ym. 2006 ja 2018.

Kokemukset menetelmästä

Erityisesti Saksan järvistä löytyy paljon kokemuksia biomanipulaatiosta vuosikymmenten ajalta. Menetelmiä ja niiden tuloksia on selostettu laajasti esim. julkaisuissa Hilt ym. 2006 ja 2018.

Tulokset

Erityisesti Saksan järvistä löytyy paljon kokemuksia biomanipulaatiosta vuosikymmenten ajalta (ks. review-artikkeli: Bakker ym. 2013).

Haasteet

Biomanipulaatio saattaa epäonnistua monestakin syystä. Jos ravinteiden poistoa ei kyetä lainkaan tekemään, tilanne saattaa palautua nopeasti takaisin alkuperäiseen. Kasvillisuus saattaa myös keikahtaa planktonlevästä viita- tai ärviävaltaiseksi eikä näkinpartaivaltaiseksi niin että alueen virkistysarvo laskee. Koska menetelmää ei ole kokeiltu Suomessa, sen toimivuudesta Itämeren olosuhteissa ei tiedetä mitään. Myöskään talven aikaansaama mahdollinen happivaje ja jääkansi eivät välttämättä ole olleet olennaisia tekijöitä niillä alueilla, joilla kasvillisuuden biomanipulaatiota on kokeiltu menestyksekkäästi (Deinhardt ym. 2021).

5.2.2 Kolmipiikkien poistokalastus

John Nurmisen säätiön vetämässä EU Interreg Central Baltic SEABASED -hankkeessa on arvioitu ja etsitty keinoja, joilla voitaisiin poistaa mereen jo kertynyttä fosforia. Tieto on koottu ohjeistukseksi (John Nurmisen Säätiö 2024), jota voidaan vastaisuudessa hyödyntää Itämeren suojelussa. Ahvenanmaalla hankkeessa pilotoitiin kolmipiikkien poistokalastusta petokalapopulaatioiden tukemiseksi. Kalastusta on käytetty ravinteiden poistamiseen aiemmin erityisesti järvissä. Poistokalastuksen idea on vähentää rehevöitymistä poistamalla kalojen avulla järven/meren biomassaa ja sen mukana ravinteita. Itämeren länsirannikolla tehdyt kalatutkimukset (Bergström ym. 2015) viittaavat siihen, että käynnissä on asteittainen alueellisen järjestelmän muutos (eng. regime shift), jossa ahven- ja haukikantojen väheneminen johtaa yhä laajempiin alueisiin, joilla piikkikalat hallitsevat, mikä viime kädessä uhkaa koko Itämeren ekosysteemiä. On arvioitu, että eläinplankto-

nilla ja petokalojen mätimunilla ruokailevan lajin tiheään populaation pyynti yhdessä muiden petokalakantoja tukevien toimien kanssa voisi johtaa meriympäristön tilan paraneamiseen.

Menetelmäkuvaus

Poistokalastuksen idea on vähentää rehevöitymistä poistamalla kalojen avulla järven/meren biomassaa ja sen mukana ravinteita. Ahvenanmaan pilotissa kolmipiikkejä kalastettiin kurenuotalla.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Ahvenanmaalla toteutetussa pilotissa tulos oli melko laiha. Saalista oli vaikea löytää, ja oikeanlaisten välineiden valinta vaatii säätämistä.

Haasteet

Sopivan ajan ja paikan löytäminen saaliin saamiseksi voi olla vaikeaa. Kolmipiikkien kalastukseen tarvitaan tietynlaiset erikoisvälineet: esimerkiksi pikkukalojen pyyntiin soveltuva tiheäilmäinen verkko on raskas vetää pienillä vetolaitteilla.

Kustannukset ja hyödyt

Ei tiedossa.

5.3 Keinotekoiset hiekkasärkät ja saaret

Suurten rakennusprojektien yhteydessä on saatettu hävittää tai tuhota saaria ja niiden ekosysteemejä, tai keinotekoisilla saarilla saatetaan pyrkiä ekologiseen kompensaatioon. Esimerkkejä keinotekoisien saarten rakentamisesta löytyy ympäri maailmaa, mutta yleensä saaret rakennetaan ihmistoimintaa, esim. asumista, lentokenttiä tai kaatopaikkoja varten. Saaria tai hiekkasärkkiä voidaan myös rakentaa hävittämään ruoppausmassoja. Puhtaasti luonnonsuojelullisessa mielessä keinotekoisia saaria on rakennettu aina-

kin Hollannissa. Jos maankohoaminen tulevaisuudessa pysähtyy merenpinnan kohoamisen vaikutuksesta, silloin menetelmä saattaisi olla ajankohtainen myös Itämerellä, mahdollistamaan primäärisuknessioekosysteemin kehittymisen.

Kunnostusmenetelmä

Hollannissa rannikon meritulvasuojelun yhteydessä muodostui suuri 700 km²:n laajuinen järvi Marker Wadden. Laajan järven ongelmana oli vähäinen määrä rantaviivaa verrattuna vesipinta-alaan, samea ja rehevöitynyt vesi ja vähenevät lintu- ja kalakannat. Näitä ongelmia korjaamaan järven pohjasta ruopattiin huomattavia määriä pohja-aineista, joista muotoiltiin vuosina 2016–2017 kaksi saarta, kooltaan 5 ja 10 km² ja vuonna 2020 vielä lisäsaaria. Melko nopeasti saarille ja niiden matalaan rantaveteen alkoi kasvaa pioneerilajeja ja primäärisuknessio pääsi kasvitamaan saaret. Kasvillisuuden tehokkaamman lisääntymisen avittamiseksi suoritettiin myös siirtoistutuksia. Nykyisin saarilla pesii lukuisia lintulajeja, myös uhanalaisia lajeja, ja niiden matalilla rannoilla kutee kaloja. Saaret ovat myös vilkkaassa virkistys- ja luontokäytössä.

Seurantamenetelmät

Alueella on seurattu lajistoa.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Hollannin järvessä keinosarten rakentaminen on onnistunut ja luonto on ottanut saaret valtaansa. Hollannin esimerkkiä on kuitenkin vaikea suhteuttaa Itämeren ongelmiin, koska saarten ja matalien rantojen puute ei erityisemmin vaivaa Itämeren. Idea voisi mahdollisesti olla hyödynnettävissä esim. suurten ruoppaus- tai rakennusprojektien yhteydessä, jossa läjitettävää (ja mereen läjityskelpoista)

massaa olisi niin paljon, että siitä kannattaisi ennemmin rakentaa uusi saari tai hiekkasärkkä kuin läjittää se syvänteeseen tai maalle. Menetelmä lienee Itämeren tilanteessa kuitenkin lähinnä teoreettinen, ellei joku keksi yrittää käyttää sitä ekologisena kompensaatina (Deinhardt ym. 2021).

Lisätietoja Marker Wadden -järvestä

- <https://www.natuurmonumenten.nl/projecten/marker-wadden/english-version>
- <https://rewildingeuropa.com/news/marker-wadden-project-reaches-milestone-with-island-opening/>

Haasteet

Menetelmä on hyvin kallis eikä sen tarpeellisuudesta ainakaan vielä ole tietoa Itämerellä. Keinotekoiset, läjitetyt saaret luonnollisesti tuhoavat koko sen ekosysteemin, mikä niiden alle jää. Lisäksi ne muuttavat virtausolosuhteita ja sedimentaatiota. Keinotekoiset saaret tai hiekkasärkät väärillä paikoilla voivat myös potentiaalisesti toimia astinkivinä vieraslajeille, jotka tarvitsevat matalaa vettä ja vähän kilpailijoita siirtyäkseen alueelta toiselle (Deinhardt ym. 2021).

Kustannukset ja hyödyt

Hollannin saarten rakentaminen on tähän mennessä maksanut 75 miljoonaa euroa.

Kalat löysivät kutualueen keinotekoisesti luotujen saarten matalilta rannoilta.

5.4 Happamien sulfaattimaiden vaikutusten torjunta

Happamat sulfaattimaat (HaSu) eli ns. alunamaat ovat Suomessa tyypillisimmin olleet viljelyskäytössä. HaSu-maita löytyy lisäksi suoalueilta, turvepeitteisiltä metsäalueilta ja pienialaisten soistumien alta maaston painanteista. Kun happamat sulfaattimaat joutuvat kosketuksiin hapen kanssa (esim. huonosti peitetty kaivausmassat), hapen valunta

aiheuttaa haitallisia vesistö- ja eliöstövaikutuksia valuma-alueen välittömässä läheisyydessä (Autiola ym. 2022). Happamoitumisesta johtuva metallien mobilisoituminen saattaa aiheuttaa pintavesien kemiallisen ja ekologisen tilan heikkenemistä (mm. kalakuolemat), haittoja kasvillisuuden monimuotoisuudelle ja pohjaveden pilaantumista.

Esim. kosteikkoja suunniteltaessa HaSu-maat on otettava huomioon maaperänäytteillä ja huolellisella suunnittelulla.

Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien negatiivisten vaikutusten vähentäminen on arkipäivää erityisesti Pohjanmaan rannikolla, josta alunamaita löytyy paljon.

Kunnostusmenetelmä

HaSu-maiden tunnistaminen ajoissa ennen haitallisten happamoitumisvaikutusten alkamista on ensiarvoisen tärkeää. Ennen hankkeen alkamista kannattaa tutustua [GTK:n tekemään happamien sulfaattimaiden levinneisyyskarttaan \(gtkdata.gtk.fi\)](#). Jos on pienintäkään epäilystä, että esim. suunniteltu kosteikko osuu HaSu-maille, kannattaa ottaa riittävä määrä näytteitä hankealueelta ja suunnitella alunamaiden haitallisten vaikutusten vähentämiskeinot hyvissä ajoin etukäteen.

HaSu-maat tunnistetaan maaperänäytteenotolla. Maaperän pH, pohjaveden syvyys ja happamien sulfaattimaiden syvyys ratkaisevat käytettävissä olevat haittojen vähentämismenetelmät. Kaivuumassoja voidaan kalkita, neutraloida ja stabiloida, kaivuusyvyyttä voidaan kontrolloida ja pohjaveden pintatasoa hallita niin, ettei hapanta valuntaa pääse tapahtumaan.

Seurantamenetelmät

Happamien sulfaattimaiden aiheuttamien haittojen ehkäisyyn laaditaan tarkkailuohjelma, jonka keskiössä on veden pH:n mittaaminen. Lisäksi voidaan mitata veden sähkönjohtokykyä ja metallien määrää.

Kokemukset menetelmästä

Jos happamat sulfaattimaat tunnistetaan ajoissa, niiden aiheuttamien haittojen vähentäminen on yleensä suoraviivainen, joskin hintava operaatio.

Tulokset

Autiolan ym. (2022) toimittamassa happamien sulfaattimaiden oppaassa tuloksia on esitelty laveasti. HaSu-maiden negatiivisten vaikutusten minimointi onnistuu kyllä, kunhan tilanne tunnistetaan etukäteen ja haittojen ehkäisytoimiin ryhdytään.

Haasteet

Happamien sulfaattimaiden kalkitseminen on kallista. Myös näytteenotto (1 500–2 000 € per näyte) on melko arvokasta. Jos happamoitumista pääsee kuitenkin tapahtumaan, vahinkojen korjaaminen jälkikäteen on vielä kalliimpaa, jollei lähes mahdotonta.

Kustannukset ja hyödyt

Kalkitseminen on kallista, jos neutraloitavia maita on runsaasti. Halvempi ratkaisu on vähentää kaivuusyvyyttä siellä, missä tämä on mahdollista. Happamien sulfaattimaiden haittallisten vaikutusten vähentäminen on nykyisin rutiinitoimenpide, joka otetaan huomioon kaikissa alunamaiden kaivuu- ja vesitalous-hankkeissa.

5.5 Kemiallinen manipulointi

5.5.1 Fosforin sitominen pohjasedimenttiin lämpökäsitellyn kalkkikiven avulla sisäisen kuormituksen vähentämiseksi

Fosforin sitomista sedimenttiin veden ravinnepitoisuuden vähentämiseksi on tehty järvissä alumiini- ja rautayhdisteillä (mm. Rymättylän Kirkkojärvi 2002 ja 2005, Kallträsk 2006, Heinolan Kirkkolampi 2012, Lit-

toistenjärvi 2017, Siilinjärven Ahmonlampi 2019) (Sarvala ym. 2020). John Nurmisen Säätiön vetämässä EU Interreg Central Baltic SEABSED -hankkeessa (2018–2020) on arvioitu ja etsitty keinoja, joilla voitaisiin poistaa mereen jo kertynyttä fosforia. Hankkeessa testattiin Gotlannin kalkkikiven sivutuotteena saatavasta merkelistä jalostetun tuotteen käyttöä fosforin sitomiseksi sedimenttiin merympäristössä rehevöityneillä rannikkoalueilla, joissa vapautuu fosforia sedimentistä veteen. Fosforin sitomista sedimenttiin testattiin Rymättylän Kolkassa ja Ruotsissa Kyrkvikenin, Djuröfladenin ja Farstavikenin sisälahdissa.

Kunnostusmenetelmä

Pilotin tavoitteena oli vähentää Itämeren fosforikuormitusta käyttämällä murskeen/kallion jäännöksiin perustuvaa sorbenttia, joka voi sitoa fosforia pohjasedimenttiin. Hankkeessa toteutettiin kolme pilottikohdetta, joissa lämpöaktivoitua kalkkikiveä levitettiin fosforipitoisille pohjille Ruotsin ja Suomen rannikkolahdilla. Pilottihanke käynnistettiin kehittämisvaiheella, riskinarvioinneilla ja pilottikohteiden valinnalla, minkä jälkeen toimenpide toteutettiin. Kehitysvaiheessa määritettiin murskeen/kallion tarkat levitysmäärät. Laboratoriokokeet osoittivat, että lämpökäsitelty murske, jonka partikkelikoko on alle kaksi millimetriä, oli sopiva. Tätä materiaalia kutsutaan aktivoiduksi kalkkikiveksi, ja sen fosfaatinottokyky on noin 500 kertaa suurempi kuin käsittelemättömän murskeen. Tulosten perusteella arvioitiin, että 100 grammaa aktivoitua kalkkikiveä neliometriä kohti riittää sitomaan yhden gramman fosforia neliometriä kohti.

Testialueilla levitettiin esikäsiteltyä merkeiliä helikopterilla mereen sitomaan fosforia sedimenttiin (kuva 49). Kohdealueiden pinta-ala oli 80 000–90 000 m² ja sorbentin annostus 100–130 g/m². Vedenlaatua tarkkailtiin vesinäytteistä ja automaattisella vedenlaadun mittauksella ennen merkelin levitystä, levityksen aikana ja sen jälkeen.



Kuva 49. Merkelin levitys Rymättylän Kolkassa 2020. Kuva: Irma Puttonen / Åbo Akademi.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

SEABASED-hankkeessa käytetty ns. aktivoitu kalkkikivi ei lisännyt merkittävästi fosforin sitoutumista sedimenttiin eikä sillä ollut vaikutusta veden laatuun, vaikka molemmissa lahdissa oli viitteitä siitä, että fosfaattipitoisuudet pohjavedessä muuttuivat lähes välittömästi käsittelyn jälkeen. Tämä vaikutus kuitenkin hävisi tuntien tai päivien kuluessa käsittelystä. Laboratoriokokeissa tuote on sitonut hyvin fosforia vedestä. Tuotteen levitys onnistui kuitenkin hyvin, eikä siitä todettu oleen mitään haittaa ympäristölle.

Haasteet

Kenttätestaus osoitti, ettei kalkkikiven käsittely ollut onnistunut sellaiseksi, että se sitoisi fosforia riittävän tehokkaasti. Levitys helikopterilla voi olla kallista. Fosforin käsittelyn kehitystyö kuitenkin jatkuu edelleen Ruotsissa (Levande Hav AB).

Kustannukset ja hyödyt

Ei tiedossa.

5.6 Lietettyneen vedenalaisen niityn kunnostus

Perämeren kansallispuistossa Maasarvi-nimisen saaren eteläpuolella sijaitsevat vielä 2010-luvun alussa monilajinen vedenalainen niitty hiekkapohjalla. Kymmenessä vuodessa niitty liettyi kenties vieressä sijaitsevan venevylän ja kasvaneiden moottorikokojen ja nopeuksien sekä yleisen rehevöitymiskehityksen yhteisvaikutuksesta. Hiekkapohja peittyi pehmeään liejupohjaan ja reilu tusina eri lajin vesikasveja vaihtui lähes yksilajiseen *Vaucheria*-letkuleväniittyyn. Niitty on noin parin hehtaarin kokoinen.

Kunnostusmenetelmä

On ehdotettu, että nykyisen *Vaucheria*-niityn päällimmäinen pehmeä kerros imuruopattaisiin puhtaaseen hiekkapohjaan asti. Tämän jälkeen niitylle voitaisiin siirtoistuttaa aiempaa kasvillisuutta tai odottaa sen leviämistä lähialueilta.

Seurantamenetelmät

Niityn vesikasvillisuuden monimuotoisuus, lajien lukumäärä.

Haasteet

Ehdotettu menetelmä on hyvin kajoava, kallista ja kokeileva. Kokemuksia ei vielä ole.

5.7 Ravinteiden poisto

5.7.1 Ravinnepitoisen murtoveden käyttäminen kasteluun

Itämeren valuma-alueelta tulevan kuormituksen vähentämiseksi on testattu menetelmää, jossa peltojen lannoituksen sijaan viljelysmaata kastellaan runsasravinteisellä murtovedellä rehevöitymisen haitallisten vaikutusten hillitsemiseksi. Menetelmää on koekeltu John Nurmisen Säätiön vetämässä EU Interreg Central Baltic SEABASED -hankkeessa (2018–2021) kahdessa rehevöityneessä lahdessa Ahvenmaalla (Kaldersfjärden ja Ämnäsviken) sekä Itä-Götanmaalla Ruotsissa. SEABASED-hankkeessa arvioitiin ja etsittiin keinoja, joilla voitaisiin poistaa mereen jo kertynyttä fosforia. Kastelumenetelmää testattiin kesät 2019 ja 2020.

Kunnostusmenetelmä

Pilotissa ravinteikkaat pohjavedet poistettiin kahdesta rehevöityneestä puoliksi suljetusta rannikkolahdesta ja testattiin mahdollisuutta kierrättää ravinteita käyttämällä vettä peltojen kasteluun. Runsa ravinteisen veden kierrättämisessä peltojen kasteluun tavoitteena oli vähentää rehevöitymisen haitallisia vaikutuksia.

tuksia poistamalla merestä runsasravinteista, pohjanläheistä vettä ja samalla hyödyn-tää ravinteet kasteluvedessä lähialueen vil-jelyksillä.

Seurantamenetelmät

Ennen kastelukokeiden aloitusta molemmista lahdistä otettiin sedimenttinäytteet, jotka analysoitiin 0–2 cm:n, 2–5 cm:n ja 5–10 cm:n fraktioista. Sedimenttinäytteistä analysoitiin kokonaisfosfori (TP), kokonaistyyppi (TN), orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC), hehkutushäviö, polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH16), metallit (kadmium (Cd), kupari (Cu), kromi (Cr), koboltti (Co), elohopea (Hg), nikkeli (Ni), lyijy (Pb), vanadiini (V), sinkki (Zn) ja arseeni (As)) sekä tributyylitina (TBT). Lahtien jo olemassa ollutta, säännöllistä näytteenottoa täydennettiin SEABASED-hankkeen aikana tehostetulla seurannalla. Molemmista lahdistä otettiin näytteet joka toinen viikko touko- ja elokuun välisenä aikana vuosina 2019 ja 2020. Vesinäytteistä analysoitiin suolapitoisuus, lämpötila, happi, kokonaistyyppi (TN), ammoniakki (NH₄⁺), nitriitti ja nitraatti (NO₂⁻ + NO₃⁻), kokonaisfosfori (TP), fosfaatti (PO₄³⁻) ja klorofylli-a. Peltojen kasteluveden laadun määrittämiseksi viljelijät keräsivät vesinäytteet suoraan kastelulaitteista jokaisella kastelukerralla. Niistä analysoitiin suolapitoisuus, kloridi, sähkönjohtavuus, kokonaistyyppi, ammoniakki, nitriitti ja nitraatti, kokonaisfosfori, rauta ja alumiini. Viljelijät laskivat satoruotoksen eli korjatun pinta-alan yksikköä kohti korjatun sadon jokaisen sadonkorjuukerran jälkeen vuosina 2019 ja 2020 sekä pillotti- että vertailualueilla. Säilörehusta analysointiin mm. kuiva-aines, sokeripitoisuus, kloridi ja useita kivennäisaineita. Maaperänäytteistä analysoitiin maalaji, humuspitoisuus, sähkönjohtavuus, kloridi, pH, kalsium, kokonaisfosfori, fosfaatti, natrium (Na), alumiini (Al), rauta (Fe), magnesium (Mg), kalium (K), kupari (Cu), mangaani (Mn), sinkki (Zn) ja boori (B). Pohjavedestä otettiin toistuvasti näytteet toisella koealueista.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Käyttämällä pohjanläheistä murtovetä peltojen kasteluun saatiin poistettua enemmän ravinteita kuin ottamalla kasteluvettä meren pintakerroksesta. Viljelysmaan erillistä lannoitusta voidaan siten vähentää vastaavasti.

Käsittelyn aikana seurattiin veden laatua lahdisissa, joista vettä otettiin, kasteluveden laatua, kasvavaa satoa (nurmea), maaperää ja pohjavettä. Vedestä poistettujen ravinteiden määrät vastaavat 1–6 % hyvän ekologisen tilan saavuttamiseksi asetetuista fosforin ja typen vähennystavoitteista. Sadon laadussa tai määrässä ei havaittu muutoksia. Pohjaveden suolaisuus lisääntyi jonkin verran kastelun seurauksena.

Kokeilusta on laadittu kattava loppuraportti tarkempine suosituksineen (Government of Åland 2021).

Haasteet

Murtoveden käytössä kasteluvetenä on maan ja pohjaveden suolaantumisriski, jos kastelukäsittely toistetaan useana vuonna peräkkäin. Sateisina kausina peltojen lisäkastelu on haitallista.

Kustannukset ja hyödyt

Ei tiedossa.

5.7.2 Sedimentin pintakerroksen poisto ravinteiden vähentämiseksi

John Nurmisen Säätiön vetämässä EU Interreg Central Baltic SEABASED -hankkeessa (2018–2020) on arvioitu ja etsitty keinoja, joilla voitaisiin poistaa mereen jo kertynyttä fosforia. Hankkeessa selvitettiin mahdollisuuksia sedimentin pintakerroksen poistoon ravinteiden vähentämiseksi ja sisäisen fosforikuormituksen pienentämiseksi. Menetelmä on käytetty Ruotsissa järvien sisäisen ravinekuormituksen hillitsemiseen. Ruotsissa ja Norjassa on kehitetty laitteistoa sedimentin pintakerroksen poistoon alhaisen virta-

uksen imuruoppausmenetelmällä, joka aiheuttaa vain hyvin vähän samentumista (kuva 50). Ruoppausta tavanomaisella kalustolla on käytetty järvien kunnostukseen ympäri maailmaa, mutta merialueilta on vähemmän kokemuksia.

Kunnostusmenetelmä

Menetelmässä on tarkoitus poistaa sedimentin pinnasta 10 cm:n paksuinen kerros mahdollisimman vähän haittaa aiheuttavalla imuruoppauksella. Päätaavoitteena on poistaa ravinteita merenpohjasta, mutta myös vähentää sedimentin orgaanista hapenkulutusta ja siten vähentää fosforin kulkeutumista hapettomasta sedimentistä vesistöön.

Sedimentin pintakerroksen poistaminen hidaskvirtaustekniikalla tai vastaavalla menetelmällä sedimentin resuspension ja turbu-

lenssin välttämiseksi ylitti SEABASED-hankkeen budjetin, kun hankkeessa pyydettiin tarjouksia menetelmän testaamiseksi kentällä. Sen vuoksi hankkeessa päätettiin suorittaa Varsinais-Suomen ELY-keskuksen tilaamana laboratoriossa koe, jossa tutkittiin sedimentin poiston todennäköisiä vaikutuksia sedimentin hapenkulutukseen ja ravinnevirtoihin sedimentin ja yläpuolisen veden välillä. Toimenpiteen soveltuvuutta ja potentiaalia Itämeren suojelussa arvioitiin erityisesti rannikon hapettomilla pohja-alueilla, jotka ovat historiallisesti olleet suuren ravinnekuormituksen alaisina ja joilla ei ole juurikaan mahdollisuuksia merkittävälle kasvillisuudelle tai eläimistölle selviytyä.

SEABASED-hankkeessa sedimentin pinnasta poistettiin laboratoriossa eri paksuisia kerroksia ja mitattiin muutoksia hapenkulu-



Kuva 50. Sedimentin poisto käynnissä Jönköpingissä Ruotsissa (Barnarpasjön) 2018 alhaisen virtauksen imuruoppauslaitteistolla. Kuva: Irma Puttonen / Åbo Akademi.

tuksessa ja sedimentin yläpuolisen veden ravinnepitoisuuksissa. Menetelmän tehoa arviointiin laboratoriossa tehdyllä inkubaatiokokeella.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

SEABASED-hankkeen laboriokokeessa todettiin sedimentin hapenkulutuksen olleen hieman pienempi, kun sedimentistä poistettiin pintakerros. Koska sedimentin pinnalle laskeutuu joka vuosi uutta, hajotessaan hapeta kuluttavaa orgaanista ainesta, hapenkulutuksen todettiin luultavasti palaavan sedimentin poistoa edeltävälle tasolle. Sedimentin pintakerroksen poisto pitäisi toistaa vuosittain, jotta hapenkulutus pysyisi maltillisempänä ja sedimentti pidättäisi paremmin ravinteita.

Sedimentin poistoon ja jatkokäyttöön tarvittava tekniikka vaatii kehitystä. Ulkoinen ravinnekuormitus on saatava hallintaan ensin, jotta voidaan odottaa toimenpiteen vaikuttavan sisäisiin ravinnevarastoihin. Poistetulle sedimentille on mahdollista löytää lukuisia käyttötarkoituksia (Welch ym. 2016).

Haasteet

Kun halutaan parantaa eliöyhteisön toimintaa ja lieventää rehevöitymistä, ruoppaaminen tulee tehdä mahdollisimman vähän haittaa aiheuttavalla menetelmällä. Merellä haasteena on mittakaava, käytettävissä olevan tekniikan soveltuvuus, korkea hinta, valuma-alueelta ja läheisiltä merialueilta tuleva ravinnekuormitus sekä pohjalle laskeutuva uusi hajoava orgaaninen aines, joka korvaisi poistetun sedimentin ja siten tekisi sedimentin poiston vaikutuksesta lyhytaikaisen.

Kustannukset ja hyödyt

Sedimentin poisto kahden hehtaarin alueelta ja sen läjittäminen SEABASED-hankkeessa suunnitellussa kohteessa Saaristomerellä olisi tullut maksamaan n. 500 000 eurosta ylöspäin. Kustannukset riippuvat kohteen sijain-

nista ja koosta ja siitä, miten poistetun sedimentin jatkokäsittely toteutetaan. Sedimentin mahdollisesti sisältämät haitta-aineet lisäävät kustannuksia.

5.7.3 Sinisimpukan vesiviljely ja korjuu ravinteiden vähentämiseksi

Rehevöityminen ja siitä johtuva veden saumentuminen ovat Itämeren suurimpia ongelmia. Levien ja simpukoiden kasvattamista on tarkasteltu yhtenä menetelmänä ravinteiden vähentämiseksi ja vedenlaadun parantamiseksi. Levien ja simpukoiden biomassaan sitoutuu typpeä ja fosforia, ja biomassaa kasvattamalla ja korjaamalla pystytään poistamaan Itämereen jo päätyneitä ravinteita ekosysteemistä. Lisäksi sinisimpukka (*Mytilus trossulus*) suodattaa vettä, Itämerellä noin kaksi litraa tunnissa ja samalla poistaa partikkeleita vesipatsaasta kirkastaen vettä (Kautsky & Wallentinus 1980, Kraufvelin & Díaz 2015; Kotta ym. 2020a).

Itämerellä sinisimpukan kasvatusta on pilotoitu useassa hankkeessa. Baltic Blue Growth -hankkeen raportista (Minnhagen 2017) löytyy kootusti tietoa vuosina 2007–2016 toteutetuista piloteista Itämerellä ja Kraufvelinin ym. (2021a) koostama raportti sisältää myös uudempiä ennen vuotta 2020 toteutettuja hankkeita. Suomessa sinisimpukan kasvatusta on pilotoitu vuosina 2007–2012 Ahvenanmaalla mm. Baltic Ecomussel-hankkeessa (Minnhagen 2017, Díaz & Kraufvelin 2013).

Kunnostusmenetelmä

Sinisimpukan kasvatusta perustuu luonnonpulaatioista peräisin olevien toukkien kiinnittymiseen vesipatsaaseen tuoduille erilaisille kasvatusalustoille kuten köysille ja verkoille, missä ne kasvavat aikuisiksi simpukoiksi. Kasvatettu biomassa korjataan yleensä 1–2 vuoden kuluttua aloituksesta (Kraufvelin & Díaz 2015). Sinisimpukkaa ja vaeltajasimpukkaa on kasvatettu muun muassa tolmissa, köyissä, verkoissa tai kiinteissä aallonmurtaja/riut-

tatyypisissä rakenteissa. Suomessa, Kumlingenin alueella Ahvenanmaalla toteutetuissa sinisimpukankasvatuspilotissa testattiin sinisimpukan kasvatusta muoviverkossa vuosina 2007–2009. Samalla alueella Syderstössä aloitettiin vuonna 2010 pilotti, jossa tarkasteltiin sinisimpukoiden kasvatusta Smartfarmin tuottamissa kasvatuserkkoissa (Smartfarm A/S) (Minnhagen 2017).

Seurantamenetelmät

Ahvenanmaan sinisimpukkasvatuspilotissa verrattiin veden laatua (näkösyvyys, veden fosfori- ja typpipitoisuus, ja klorofylli-a) kasvatusalueen ja kuuden kontrollialueen välillä. Lisäksi tarkasteltiin pohjan orgaanisen aineksen määrää ja pohjaeläinten runsautta ja lajikoostumusta kasvatusalueella suhteessa kahteen kontrollialueeseen. Näytteenotto toteutettiin yhtenä ajankohtana elokuussa 2012 (Díaz & Kraufvelin 2013).

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Ahvenanmaalla testatuissa piloteissa sinisimpukat kiinnittyivät verkkoihin ja pilotti onnistui teknisesti hyvin, haastavista talviolosuhteista huolimatta. Simpukkabiomassa, jota kertyi 14,4 tonnia, kerättiin 2,5 vuoden kuluttua aloituksesta (marraskuu, 2012). Kerätty biomassa oli kuitenkin pienempi mitä odotettiin (tavoite oli 20–28 tonnia). Tämä johtui osittain biomassan keräämiseen käytetystä menetelmästä, jossa pienet simpukat jäivät keräämättä. (Minnhagen 2017). Pilotin perusteella laskettu ravinteiden poisto oli 83 kg typpeä/ha ja 6,4 kg fosforia/ha (Kotta ym. 2020a). Pienimuotoisen pilotin vaikutukset vedenlaatuun ja pohjaeliöstöön olivat pääsääntöisesti positiivisia. Seurannassa veden kokonaisfosfori ja klorofylli-a olivat pienempiä kasvatusalueella verrattuna kontrollialueisiin. Pohjaeläinten runsaus ja lajien määrä oli suurempi kasvatusalueella kuin kahdella referenssialueella, eikä kasvatusalu-

eella havaittu pohjan hapettomuutta (Díaz & Kraufvelin 2013, Kraufvelin & Díaz 2015).

Pilottien jälkeen sinisimpukkasvatusta ei ole kehitetty eteenpäin Ahvenanmaalla (ks. haasteet).

Haasteet

Sinisimpukan kasvatuksen kustannuksista ja hyödyistä Itämeren alueella on käyty viime vuosina tieteellistä keskustelua (Kotta ym. 2020a ja 2020b, Wikström ym. 2020). Pohjoisella Itämerellä haasteita sinisimpukan kasvatukselle on useita (Hadberg ym. 2018). Rajoituksia taloudellisesti kannattavalle kasvatukselle asettaa simpukoiden hidas kasvu (keskimäärin muutamia millimetrejä vuodessa luonnonolosuhteissa) sekä lisääntymisen epävarmuus (Mats Westerborn haastattelu 3.11.2023). Pienestä koosta ja hitaasta kasvusta johtuen sinisimpukan biomassaa on alueella vaikeaa saada niin suuria määriä, että vaikutukset heijastuisivat positiivisesti vedenlaatuun. Lisäksi biomassaan sitoutunut typpi ja fosforimäärä on huomattavasti pienempi pohjoisella Itämerellä verrattuna esimerkiksi Ruotsin länsirannikolle, missä simpukoiden kasvattaminen ravinnoksi on kannattavaa (Hadberg ym. 2018). Suomen merialueella rekryyttejä ei myöskään saada joka vuosi ja lisääntymisen onnistuminen riippuu useista ympäristömuuttujista (Westerborn ym. 2021).

Sinisimpukoiden viljely voisi mahdollisesti toimia paikallisella tasolla pistekuormituksen hillitsemiseksi esimerkiksi kalanviljelylaitosten yhteydessä (Kotta ym. 2023). Ahvenanmaalla toteutetussa pienimuotoisessa kasvatuspilotissa ei havaittu negatiivisia vaikutuksia merenpohjan tilaan (Kraufvelin & Díaz 2015). Laajemmat ja tiheimmät kasvatusalueet voisivat mahdollisesti lisätä alueella pohjan hapettomuutta ja ravinteiden vapautumista pohjasta, johtuen simpukoiden ulosteiden ja muun orgaanisen aineksen kerääntymisestä merenpohjaan (mm. Wikström ym. 2020). Näistä vaikutuksista ei tiedetä paljoakaan Itämereltä (Hadberg ym. 2018, Wikström ym.

2020). Simpukoihin kerääntyy myös haitallisia aineita, mikä mahdollisesti asettaa rajoitteita biomassan hyödyntämiseen ihmisravinnoksi tai eläinten rehuksi. Biomassan hyödyntämistä ei ole ylipäättään kehitetty tarpeeksi, jotta laajempi viljely olisi taloudellisesti kannattavaa ja eri toimijoille houkuttelevaa tällä hetkellä (Žilinskaite ym. 2021). Suomessa, Ahvenanmaalla toteutetussa pilotissa, kasvatuksen kustannukset suhteessa poistettuihin ravinteisiin olivat korkeat verrattuna keskisellä ja eteläisellä Itämerellä toteutettuihin pilotteihin (Kotta ym. 2020a). Lisäksi alueelta puuttuu biomassan hyödyntämiseen tarvittava infrastruktuuri ja rahoitus sen kehittämiseen (Linsén 2016). Sinisimpukan kasvatusta tarkasteltaessa kustannustehokkuuden näkökulmasta tulisi huomioida myös ilmastomuutoksen vaikutukset: meriveden suolapitoisuuden väheneminen alle 5,5 promillen heikentää sinisimpukkapohjien tilaa huomattavasti (Westerbom ym. 2019, Jaatinen ym. 2021). Näin ollen tiettyjen mereisten lajien viljely todennäköisesti soveltuu tulevaisuudessa entistä heikommin Suomen merialueille.

Kustannukset ja hyödyt

Sinisimpukan kasvatuksen kustannukset arvioidaan yleensä euromääränä poistettua ravinnekiloa kohden. Suomessa, Ahvenanmaan piloteissa typpikilon poiston kustannus oli 1 683 euroa ja fosforikilon poisto 21 300 euroa (Kotta ym. 2020a).

5.7.4 Kuolleen rihmalevä- ja vesikasvibiomassan poistaminen merestä

Vesistöjen lisääntyneen ravinnekuormituksen seurauksena perustuotanto kasvaa, mikä ilmenee mm. planktonlevien ja makroskoopipisten levien, erityisesti yksivuotisten rihma- maisten levien, sekä vesikasvien määrän lisääntymisenä. Kun rihmalevät kuolevat, ne irtaavat kasvualustastaan ja kerääntyvät aallokon ja virtausten vaikutuksesta usein yhteen suuremmiksi keräyksiä. Kuollutta rihmale-

vää esiintyy sekä pintavedessä että pohjalla ja pohjanläheisessä vedessä.

Pintavedessä ajalehtivat kuolleet levämassat ajautuvat usein rantaveteen esimerkiksi pieniin merenlahtiin tai kerääntyvät syvemmille vesialueille. Kun levämassa hajoaa, siitä vapautuu ravinteita, jotka aiheuttavat paikallista rehevöitymistä. Hajoaminen kuluttaa happea, minkä seurauksena happi loppuu levämassasta ja usein myös sen alapuolisesta vedestä ja pohjasta. Kuolleen kasvimassan kerääntyminen rannoille on luontaista, mutta rehevöityminen on lisännyt sen määrää niin paljon, että sillä on negatiivisia vaikutuksia koko paikalliseen elinympäristöön ja sen biodiversiteettiin niin, että monet herkästi eliölajit voivat kärsiä. Ajan mittaan rantaan ja rantaveteen kertyvä kuollut eloperäinen aines voi muuttaa elinympäristön kokonaan toiseksi. Esimerkiksi monet hiekkapohjaiset lahdet ja hiekkarannat ovat kasvaneet umpeen ja koko elinympäristö on muuttunut. Rannoille ja rantaveteen ajalehtivat levämassat haittaavat erityisesti myös virkistyskäyttöä.

Levä- ja vesikasvibiomassan poiston tavoitteena on ylläpitää alkuperäisiä luontotyypejä ja elinympäristöjen monimuotoisuutta, poistaa ravinteita merestä ja kierrättää ne esimerkiksi kompostoimalla sekä parantaa rantojen virkistyskäyttöominaisuuksia. Tämä tapahtuu aktivoimalla yksityisiä rannan omistajia ja mökkiläisiä levänpoistoon ja kehittämällä mekaaninen poistomenetelmä, joka soveltuu levänpoistoon laajemmilta alueilta.

Menetelmäkuvaus

Kuolleen rihmalevä- ja vesikasvibiomassan poistaminen merestä on yksi kansallisen merenhoidon toimenpidesuunnitelman toimenpiteistä (Laamanen ym. 2021). Menetelmä on kehitteillä hankkeissa, mutta sitä ei ole vielä systemaattisesti testattu (Janne Suomela, Varsinais-Suomen ELY). Tavalliset rannanomistajat ovat levää rannoiltaan keränneet, ja heiltä tulleet kyselyt ovat olleet yhtenä lähtökohtana menetelmän kehittämiseksi.

Kokemukset menetelmästä

Haasteet

- Miten saadaan tavalliset rannanomistajat innostumaan levämässan poistosta
- Rahoituksen saaminen koneelliseen poistoon
- Levämässan poiston mahdolliset haitalliset vaikutukset.

Kustannukset ja hyödyt

Käsin tehtävästä levämässan keräyksestä ei tule kustannuksia silloin, kun se tehdään rannanomistajan toimesta omana työnä. Suuremmilta vesialoilta toteutettavaa keräystä varten on tarkoitus kehittää koneellinen menetelmä. Sen kustannuksista ei vielä ole arviota, mutta todennäköisesti se on samaa luokkaa kuin esim. vesikasvillisuuden niitossa.

5.8 Vieraslajien torjuntatoimenpiteet

5.8.1 Kanadanvesirutto

Kanadanvesirutto (*Elodea canadensis*) on kaunis, nopeasti lisääntyvä koristekasvi, joka istutettiin Kaisaniemen kasvitieteelliseen puutarhaan vuonna 1884. Sieltä se alkoi nopeasti levitä ympäri Suomea ja on vieraslajina saavuttanut jo Käsivarren Lapinkin. Kanadanvesirutto on vieraslajina vallannut monia sisä-Suomen järivistä, joissa se vie tilaa muulta kasvillisuudelta. Vesirutto on hanakka kilpailija ja peittää helposti muut lajit alleen. Runsaasti vesiruttoa sisältävät suljetut vesistöt kokevat välillä voimakkaita pH-muutoksia ja kuoleva kasvimassa voi kuluttaa kaiken hapen ja peittää muun kasvillisuuden kuolevan kasvimässan alle. Runsaana esiintyminä kanadanvesirutto saattaa myös häiritä kalojen kutua. Runsaat kanadanvesiruttoesiintymät haittaavat myös vesistön virkistyskäyttöä.

Kanadanvesirutto on makean veden laji, mutta on Itämeressä levinnyt jokisuistoihin, lahtiin ja myös joihinkin fladoihin ja kluuveihin. Kanadanvesirutto leviää ihmisten levit-

tämänä mutta kulkeutuu myös esim. lintujen matkassa. Laji lisääntyy pienistäkin palasista.

Kanadanvesiruttoa on poistettu Suomessa järivistä mm. raivausnuottaamalla lukuisissa eri hankkeissa (esim. Syken koordinoimat ELODEA- ja ELODEAll-hankkeet). Raivausnuottaamalla kanadanvesiruton kasvimässaa pystytään poistamaan hetkellisesti, mutta koska laji lisääntyy pienistäkin versojen palasista, sen poistaminen kokonaan on käytännössä mahdotonta.

Vaikka vesiruton poiston lopullista päämäärää eli lajin poistamista vesistöistä kokonaan ei enää pystytä saavuttamaan, kasvimässan poisto saattaa kuitenkin auttaa ainakin hetkellisesti muiden lajien selviämistä ja helpottaa vesistön virkistyskäyttöä.

Kunnostusmenetelmä

Metsähallitus ja POP-ELY kokeilivat kanadanvesiruton poistamista Perämeren kansallispuistossa Pensaskarin kluuvissa 2021–2022. Tavoitteena oli poistaa vieraslaji vesirutto kluuvista kokonaan tai ainakin vähentää sen määrää niin, että se ei pääse dominoimaan muuta kasvillisuutta. Kluuvissa kasvaa rauhoitettu upossarpio ja silmälläpidettävä otavita, joten koneellinen poistaminen tai raivausnuottaaminen eivät olleet menetelminä mahdollisia. Kokeilun takana oli ajatus siitä, että jos laji pystyttäisiin poistamaan kluuvista kokonaan, sen leviäminen sinne uudestaan kestäisi ainakin jonkin aikaa, koska kluuvi sijaitsee saarella keskellä merta eikä kanadanvesirutto siedä edes pohjoisen Perämeren vähäsuolaista murtovettä. Uusi leviäminen alueelle olisi tapahtunut vain lintujen tuomien versojen välityksellä.

Vesiruttoa poistettiin talkoilla käsin nypimällä kahlaamalla pelastautumispuvuissa ja käyttäen vesikiikaria apuna, snorklaten ja sukeltaen. Versot pyrittiin poistamaan kokonaisina ja juurineen. Versot kerättiin harsopusseihin, joista ne sitten tyhjennettiin SUP-laudoilla kulkevien avustajien sihteihin, vietiin maihin ja haudattiin maahan.

Työn organisoimiseksi kluuvi jaettiin valkoisella uppoavalla köydellä lohkoiksi, jotka pyrittiin tyhjentämään versoista lohko kerrallaan.

Seurantamenetelmät

Poiston tuloksia on käyty katsomassa kerran vuodessa ja versojen määrän lisääntymistä on arvioitu verrattuna edelliseen vuoteen.

Kokemukset menetelmästä

Tulokset

Kanadanvesiruton poistaminen käsin tai muillakaan menetelmillä ei poista lajia kokonaan vesistöstä. Versojen poistamisella voidaan ainoastaan vähentää lajin haittavaikutuksia. [Ks. Elodea II -hanke \(syke.fi\)](#).

Haasteet

Kanadanvesiruton poistaminen käsin ei onnistu edes pienestä vesistöstä, jos laji on päässyt leviämään vesistössä muutamaa versoa yleisemmäksi. Kanadanvesirutto leviää pienistäkin palasista, jolloin sen poistaminen kokonaan ei onnistu, jos jokaista palasta ja juurenpätkää ei saada talteen.

Pensaskarin kluuvissa kanadanvesirutto havaittiin ensimmäistä kertaa vuonna 2011.

Jos poistotoimiin olisi ymmärretty ryhtyä heti lajin saavuttua, tilanne olisi vielä ollut mahdollista saada pelastettua. Koska ennallistamistoimiin ryhdyttiin liian myöhään, laji oli jo levinnyt koko neljän hehtaarin kluuviin, vaikka ei vielä ollutkaan päässyt dominoivaan asemaan.

Poimittujen, nuotattujen tai muuten vesistöä poistettujen versojen hävittäminen on suoritettava asianmukaisesti. Takaisin vesistöön huuhtoutuvat versot tai niiden pätkät jatkavat kasvuaan. Kasvimassaa ei myöskään voi suoraan levittää minnekään tai käyttää sellaisenaan rehuna. Syken ELODEA-hankkeissa vesistöistä poistetun vesiruton kasvimassalle on mietitty loppusijoitusta (Karjalainen ym. 2017).

Aikainen puuttuminen lienee ainoa keino kanadanvesiruton torjumiseen kokonaan.

Kustannukset ja hyödyt

Kanadanvesiruton poistaminen nuottaamalla maksaa tuhansista kymmeniin tuhansiin euroihin riippuen vesistön koosta. Käsin tehtävä poisto ei maksa kuin työvoiman (esim. talokoolaiset) ja heidän varusteensa (muutama SUP-lauta, vesikiikareita, pelastautumispukuja, sukelluspukuja ja/tai snorklausvarusteita).

6 Johtopäätökset

Raportin ovat laatineet LIFE-IP Biodiversea -hankkeen toimiin A9 Vedenalaisten luontotyyppien ennallistamisen suunnittelu ja C6 Uusien suojelu- ja ennallistamistoimenpiteiden pilotointi osallistuvien organisaatioiden avainhenkilöt. Osa kirjoittajista edustaa tutkimusyhteisöä, kun taas osa tarkastelee ennallistamista suojelualueiden hallinnon näkökulmasta. Raportin kirjoittamisen päätteeksi kirjoittajat koottiin yhteiseen työpajaan, jossa tehtiin yhteenveto kokemuksista, joita oli kertynyt raportin menetelmien tarkastelusta ja ennallistamiskokeiluista. Johtopäätökset koostuvat tämän ryhmän kokemuksista meriluonnon kunnostamisen nykytilasta, haasteista ja tarpeista.

Nykytila – kunnostusmenetelmät ja niiden riittävyys

Raportin alussa korostettiin, että Itämereen vaikuttavat monenlaiset ihmistoiminnot, joista merkittävin vaikutus sen ekosysteemiin on rehevöitymisellä. Meriympäristössä vesi liukoisena elementtinä kuljettaa ravinteita kauas kuormituspisteiden alkulähteiltä, ja siten muutokset ja heikennykset näkyvät laajalla alueella ja vaikutussuhteiden tunnistaminen ja niihin puuttuminen on vaikeaa. Sisäinen kuormitus eli pohjasedimentteihin vuosikymmenten saatossa kertyneet ravinteet vaikuttavat pitkään vielä sen jälkeenkin, kun kaikki nykyiset kuormituslähteet on saatu paremmin hallintaan. Tästä syystä nopeita ratkaisuja merialueiden tilan parantamiseksi on vain vähän. Kunnostustoimia ei kannata kaikessa laajuudessaan toteuttaa niin kauan, kun veden laatu on huono. Lisäksi kunnostustöiden sovellettavuudessa ja kustannustehokkuudessa on rajoitteita eikä niiden avulla voida yksinomaan ratkoa esimerkiksi laaja-alaisen rehevöitymisen aiheuttamia ongel-

mia. Meriluonnon kunnostustoimet tuleekin nähdä osana laajempaa vesien- ja merensuojelun kokonaisuutta, jossa kunnostusmenetelmät ovat yksi työkalu useiden muiden toimenpiteiden ja ohjelmien joukossa (mm. vesien- ja merenhoidon toimenpideohjelmat ja HELCOMin Itämeren suojelun toimintaohjelma BSAP) meren ja vesien hyvän tilan saavuttamisessa.

Meriluonnon kunnostuskokeiluissa ollaan tällä hetkellä siinä tilanteessa, että työkaluja ja keinovalikoimaa alkaa olla jo melko monipuolisesti käytettävissä. Toimenpiteiden vaikuttavuuden arviointi on kuitenkin vasta alkutekijöissään, koska pitkäjänteinen ja johdonmukainen seuranta ja tutkimus toimenpiteiden vaikutuksista meriluontoon on vähäistä, kertynyt lyhyeltä ajalta tai puuttuu vielä kokonaan. Kunnostustoimia on testattu ja toteutettu monipuolisesti yksittäisinä projekteina ja kohteina, jolloin tieto on sirpaleista. Työpajaan osallistunut ryhmä totesi, että tässä vaiheessa ei ole vielä mahdollista priorisoida kunnostustoimenpiteitä tai arvioida, saati arvottaa niiden kustannustehokkuutta. Tarvetta on erityisesti tutkimukselle, joka systemaattisesti kokoaisi ja analysoisi kunnostuksiin ja seurantoihin liittyvää aineistoa. Lisäksi on hyvä huomioida, että tämän ja aiempien koosteraporttien kunnostusmenetelmävalikoima kattaa suhteellisen kapean alueen mereisistä lajeista ja luontotyypeistä.

Biodiversea-hankkeen aikana on tarkoitus jatkaa tämän koosteraportin pohjalta kunnostusmenetelmien pilotointia. Jo nyt on selvää, että esimerkiksi lajistoistutuksissa yhtä menetelmää voidaan soveltaa usealla eritavalla, mikä mahdollistaa olemassa olevien menetelmien jatkokehityksen ja -tutkimuksen. Hankkeen tarkoitus on, että näitä mahdollisia uusia oppeja voidaan jatkossa levittää edelleen. Hanke ajoittuu myös mielenkiintoiseen ajanjaksoon, sillä sen aikana myös var-

sinainen ennallistamislainsäädäntö astunee voimaan. Sen yhteydessä on määriteltävä kunnostuksiin tarvittavat resurssit, jotta jokainen EU-jäsenmaa voi vastata ennallistamislainsäädännön vaatimuksiin.

Menetelmien tehokkuus ja vaikuttavuus

Koska mereisten ekosysteemipalvelujen määrittelytyö on sekä kansainvälisesti että kansallisesti kesken, ei rahallisesti mitattavia tuloksia mereisten kunnostusten vaikutuksista juuri ole. Ekosysteemipalvelujen arviointi edellyttää myös seurantatietoja ennen ja jälkeen kunnostustoimenpiteiden. Taloudellisesti merkittävien kalojenkin osalta arviot ovat vain karkeita ja suuntaa antavia ja edellyttäisivät suurta rahallista ja menetelmällistä panosta, jos tarkempia ekosysteemihyötyjä haluttaisiin laskea. Meriajokasniityt ovat tietyillä alueilla merkittäviä mereisessä hiilensidonnassa, ja maailmalla on tehty arvioita niiden tarjoamien ekosysteemipalvelujen arvosta. Suomen rannikolla laikuittaisten meriajokasniittyjen hiilensidonnann merkitys on pieni, mutta laji itsessään on hyvin merkittävä avainlaji, joka ylläpitää laajaa monimuotoisuuden kirjoa. Siksi ei pidä unohtaa, että luonnolla itsessään on itseisarvo ja kaikki toimenpiteet biodiversiteetin lisäämiseksi ja vahvistamiseksi ovat hyödyllisiä. Ekosysteemipalvelunäkökulma ja kunnostustoimien arvottaminen rahallisesti voi olla myös ongelmallista, koska silloin kunnostukset kohdistuvat vain sellaisiin luontotyyppihin ja lajeihin, jotka tarjoavat ihmisille aineellisia tai aineettomia hyötyjä.

Haasteet

Kunnostustöiden haasteiksi tämän raportin kirjoittajaryhmä nosti esiin meren rehevöitymisen ja vesien heikon tilan, tutkimus- ja seurantatiedon vähäisyyden ja pirstaleisuuden, puutteet suomenkielisessä kunnostuskäsitteistössä, hankkeiden lyhytkestoisuuden, maa- ja vesialueiden omistajuuden, resursien ja asiantuntemuksen riittämättömyyden sekä lupaprosesseihin liittyviä tekijöitä.

Rehevöityminen ja vedenlaatu

Ihmisen aiheuttama Itämeren rehevöityminen on hyvin laajalti mereisten luontotyyppien ja lajien tilan heikentymisen taustalla. Niiden tilaa ei saada laaja-alaisesti parannettua ennen kuin ravinnekuormaa valuma-alueilta meriin saadaan merkittävästi vähennettyä. Lisäksi meren tilan paraneminen tapahtuu viiveellä vielä kuormituksen päättymisen jälkeenkin. Kuten jo raportin johdanto-osiossa todettiin, on luonnon heikentymisen ja ympäristövahinkojen ennaltaehkäisy rannikkoalueilla aina ensisijainen ja kustannustehokkaampi toimenpide kuin meriympäristön kunnostaminen jälkikäteen, koska ei ole täyttä varmuutta, saadaanko meriekosysteemin rakenne ja toiminta palautettua ennallistamistoimenpiteiden avulla. Siksi valuma-alueella tehtäviin parannus- ja kunnostustöihin pitäisi panostaa entistä ponnekkammin. Tulisi ymmärtää, että ennakoiva työ on edullisempaa ja vaikuttavampaa kuin jälkikäteen tehtävä paikkailu. Lisäksi rehevöityminen vaikeuttaa kunnostustoimenpiteiden kohdentamista ja heikentää niiden pysyvyyttä. Esimerkiksi Saaristomerellä ulkosaariston hiekkapohjat ovat monin paikoin peittyneet rihmalevämattojen alle, kun valuma-alueen kuormitus ja sen vaikutukset ovat levinneet ulkosaaristoon asti. Teoriassa pohjilta voitaisiin poistaa rihmalevää, mutta menetelmät ovat vielä kehittämättä, todennäköisesti kalliita ja vaikutus väliaikainen. Jos muutoksen aiheuttaneet tekijät ovat kaukana elinympä-

ristöstä, jossa muutos näkyy, on kunnostamisen käytännössä tehotonta.

Aineiston hajanaisuus, pirstaleisuus ja kunnostusten projektiluonne

Kunnostuskohteiden suunnitteluvaihe on usein työläs, sillä olemassa olevaa tausta-aineistoa on saatavilla vaihtelevasti. Tietoja on koottu laajasti Suomen lajitietokeskuksen Laji.fi-tietokantaan, joka sisältää myös viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana tehtyjen VELMU-kartoitusten tiedot. On kuitenkin hyvä muistaa, että suuri osa vanhemmasta historiallisesta lajitiedosta saattaa löytyä edelleenkin vain painetuista julkaisuista eikä havaintoja ole siirretty tietokantoihin. Varsinaista muutoksia kuvaavaa seuranta-aineistoa on vain hyvin harvakseltaan ja pirstaleisesti saatavilla. Olemassa oleva kunnostustöihin liittyvä seuranta-aineisto on yleensä kunnostustoimien projektiluonteen takia vain rajatulta aikajaksolta, mikä heikentää seuranta-aineistojen laatua ja estää pitkäaikaisemman seurantatiedon kertymisen, joka meriympäristössä olisi erityisen tarpeellista meriluonnon monitahoisen kytkeytyneisyyden takia. Siksi kunnostussuunnittelu edellyttää yleensä myös maastokäyntejä, lisäinventointeja, lähtötilanteen määrittämistä sekä tiedon etsimistä eri lähteistä ja paikallisten asukkaiden kuulemista, joilla usein on hyvin arvokasta paikallistuntemusta pitkien aikojen takaa. Kunnostustoimien projektiluonteisuus ja rahoituksen väliaikaisuus vaikeuttavat myös jatkuvan hoidon kohteiden toteuttamista. Esimerkiksi yhtä kunnostuskohdetta ei voi rahoittaa useammalla perättäisellä LIFE-hankkeella rahoitusinstrumenttien vaatimusten takia ja siksi moni pitkäaikaisempaan kunnostukseen soveltuva kohde jää toteuttamatta.

Suomenkielisen käsitteistön määrittelyn puute

Raportin johdannossa käsiteltiin lyhyesti sanastoa ja käsitteitä, joita kunnostuksiin liittyy. Suomeen ei vielä ole vakiintunut käsitteistöä, joka yksiselitteisesti erottelisi ennallistamisen ja kunnostamisen alle tavalla tai toisella kuuluvat erilaiset toimenpiteet. Selkeämpiä käsitteitä ja termejä tarvittaisiin, jotta kunnostuksen lähtökohdat ja tarkoitus olisivat kaikille toimijoille selvät. On esimerkiksi hyvä erottaa, onko tarkoitus ennallistaa luontotyyppiä kohti alkuperäistä tilaa tai muuten kunnostamalla vahvistaa tai lisätä jotakin elinympäristöä. Tarve suomenkielisen käsitteistön kehittämiseksi on ajankohtaista viimeistään ennallistamislaainsäädännön astuessa voimaan, ja määritelmien yhtenäistäminen edellyttää kattavan asiantuntijajoukon yhteistyötä.

Maa- ja vesialueiden omistussuhteet

Haasteena ovat myös Suomen maailmanlaajuisesti tarkasteltuna poikkeukselliset maa- ja vesialueiden omistussuhteet. Matalat rannikkoalueet ovat Suomessa pääasiassa yksityisomistuksessa tai yhteisiä maa- ja vesialueita sekä vesijättöjä, joissa osakkaita saattaa olla useita kymmeniä. Näillä alueilla kunnostustoimenpiteiden toteuttaminen edellyttää yhteistä tahtotilaa, joka saattaa toimenpiteestä riippuen olla vaikeasti saavutettavissa ja on todennäköisemmin sitä vaikeampaa, mitä enemmän yksittäisiä osakkaita alueita yhteisomistaa. Myös kuolinpesien ja ulkomaila asuvien osakkaiden tavoittaminen ja suostumuksen saaminen on työlästä ja toisinaan mahdotonta ja tämä valmisteleva ennakkotyö kohteiden etsintä- ja suunnitteluvaiheessa on aikaa vievää. Vain harva suunnitteluvaiheen kohde päättyy lopulta toteutukseen asti. Lisäksi kunnostustoimien korkeat kustannukset vaikeuttavat sopivien kohteiden löytämistä.

Yksityisomistajien innostamisessa ja sitouttamisessa kunnostushankkeisiin yksi ratkaisu on viestinnän lisääminen ja siihen panostaminen, sillä tietoisuuden lisäämisellä ja positiivisia kunnostuskokemuksia jakamalla saadaan uusillakin kohteilla paikallisia innostumaan ja suhtautumaan myönteisesti kunnostustoi- miin. Onnistuneiden kokemusten jakamisessa on nykytilanteessa kuitenkin vielä se ongelma, että koska kokemuksia kunnostuksista on vielä ohuesti, on vaikea markkinoida ja viestiä sellaisista toimenpiteistä, joiden onnistumistuloksista ei ole varmuutta.

Resurssien puute

Meriluonnon kunnostustoiminta on varsin resurssi-intensiivinen ala. Meriympäristössä toteutettavat toimenpiteet ovat hyvin kallista johtuen vesiympäristöstä, joka edellyttää monessa asiassa erikoislaitteita ja -osaamista. Koska kyseessä on vielä kehittyvä ala, tulisi jatkossa varmistaa riittävät resurssit kunnostusvalmiuksien kehittämiseksi. Samalla on hyvä muistaa, että rahoitusta ja tekijöitä tarvitaan myös muissa vesien- ja merenhoidon toimenpiteiden toteutuksessa, sillä meren hyvän tilan saavuttaminen helpottaa myös kunnostustoimien toteuttamista.

Lupaprosessit

Uuden luonnonsuojelulain (9/2023) myötä meriajokaspohjat ja suojaisat näkinpartaispohjat saatiin suojelun piiriin, joten niihin kohdistuvat toimenpiteet edellyttävät ELY-keskuksen lupaa sen jälkeen, kun alueet on suojelupäätöksellä rajattu. Lisäksi esimerkiksi vesikasvien koneellinen niitto ja ruoppaus edellyttävät ennakoilmoituksen tekoa ELY-keskukselle, joka arvioi toimenpiteen luvan- tarpeen ja antaa tarvittaessa tarkempia ohjeita toimenpiteen toteuttamista varten. Lisäksi vesilain (587/2011) mukaisesti pienvesikoh-

teisiin (luonnontilaiset, enintään kymmenen hehtaarin suuruiset fladat, kluuvijärvet tai lähteet ja muualla kuin Lapin maakunnassa sijaitsevat norot tai enintään yhden hehtaarin suuruiset lammet tai järvet) kohdistuvat toimenpiteet edellyttävät luvan hakemista. Ilmoitusta Natura 2000 -alueeseen vaikuttavasta toimenpiteestä eli ns. Natura-ilmoitusta edellytetään Natura-alueilla ja niiden vaikutusalueella tehtäviin toimenpiteisiin. Myös muille suojelualueille kohdistuvat toimet edellyttävät vähintäänkin yhteydenottoa tai ennakoilmoitusta vastuuviranomaisille.

Lupakäsittely on hyvä ottaa suunnittelussa huomioon, varata luvitukseen ja tietojen vaihtoon riittävästi aikaa, jotta esimerkiksi kenttätöiden toteutus ei viivästy. On myös hyvä huomioida, ettei kaikkia suunniteltuja kunnostuskohteita ja/tai menetelmiä saada toteutetuksi, jos ne ovat vastoin vastuuviranomaisten linjauksia tai jos niiden heikentävää vaikutusta lajeihin tai luontotyyppeihin ei saada varmistetuksi tai poissuljetuksi.

Tiedonvaihdon suhteen on mahdollista tehdä entistä tiiviimpää yhteistyötä. Erinomainen alusta on [Valtakunnallinen vesistö-kunnostusverkosto \(vesi.fi\)](https://vesi.fi), joka on avoin yhteydenpitofoorumi kaikille vesistöjen hyvinvoinnista ja kunnostuksesta kiinnostuneille. Toiminnassa on mukana yhteisöjä, tutkimuslaitoksia, yrityksiä, viranomaisia sekä kansalaisia. Vesistö-kunnostusverkosto välittää ajantasaista tietoa vesistöjen ja valuma-alueiden kunnostuksesta sekä kunnostuksen rahoitusmahdollisuuksista. Verkosto järjestää kaikille avoimia ja maksuttomia tapahtumia sekä toimii ikkunana kansainväliseen vesistö-kunnostustyöhön. Vastuuviranomaisten roolia myös tällä alustalla vahvistamalla saataisiin suunnitteluprosesseja todennäköisesti tulevaisuudessa sujuvoitettua, kun asioista voitaisiin keskustella avoimesti jo esisuunnitteluvaiheessa.

Vinkkejä kunnostajille

Lopuksi raportin kirjoittajaryhmä keskusteli, mitä neuvoja haluttaisiin antaa yksityishenkilöille tai organisaatioille, jotka ovat kiinnostuneita meriluonnon kunnostustöistä. Tämä todettiin vaikeaksi tehtäväksi, koska kunnostusmenetelmiä on lukuisia ja niiden soveltuvuus riippuu suuresti kunnostettavasta kohteesta. Tähän raporttiin on listattu konkreettisia vinkkejä niiden menetelmien kohdalla, joista raportin laatijoilla on kokemusta. Yleisesti voidaan kuitenkin todeta, että kunnostusmenetelmien työkalupakki on vielä kehittyneillä ja yleispäteviä ohjeita on vaikea antaa. Kunnostusneuvoja pyritään kokoamaan yksityiskohtaisemmin myöhemmin Biodiversea-hankkeessa laadittavassa kunnostuskäsikirjassa.

Yleisesti todettiin, että vedenlaatu on yksi tärkeimmistä tekijöistä ja myös uhkista alueella esiintyvillä lajeilla ja vallitsevilla prosesseilla. Vedenlaadun heikkeneminen on usein syy lajien tai luonnollisten prosessien häviämiseen. Siksi tärkeimmäksi neuvoksi nostettiin suunnitellun kunnostusalueen olosuhteiden ja vedenlaadun selvittäminen, jotta selviää, onko ennallistaminen lainkaan mahdollista vai olisiko ensin toteutettava toimenpiteitä sopivien palautumisolosuhteiden luomiseksi. Kuten raportissa on tuotu esiin, vedenlaadun parantaminen edellyttää usein laajamittaisia toimia ja tilan kohentuminen on hidas prosessi. Toisaalta esimerkiksi suljetuissa lahdissa, kuten kluuveissa ja fladoissa, vedenlaatua voidaan parantaa helpommin alueella toteutettavien toimenpitein.

On tärkeää määritellä heti hankkeen alussa toimenpiteiden tavoitteet; mihin halutaan vaikuttaa ja mikä on tavoitetila. Onko tavoite ennallistaa kohde takaisin luontotilaan, kunnostaa alue joksikin muuksi vai tehdään-

kö toimenpide virkistyskäytön takia? Minkälaisia muutoksia on odotettavissa, toivottavissa ja ovatko ne mitattavia? Seuranta on tärkeä miettiä jo varhaisessa vaiheessa, jotta voidaan varmistaa, että seurannoissa kerätään ne tiedot, joita tarvitaan toimenpiteiden tehokkuuden arvioimiseksi ja joilla arvioidaan tavoitearvojen saavuttamisen tila. Tällä hetkellä ei ole riittävästi tietoa eri menetelmien ja toimenpiteiden vaikuttavuudesta. Siten on tarpeellista kerätä seurantatietoa toimenpiteiden suunnittelun, rahoituksen perustelemisen sekä maanomistajien ja muiden sidosryhmien sitoutumisen lisäämisen tueksi. Raporttia varten kerätyissä haastatteluissa kävi kuitenkin ilmi, että kunnostusmenetelmien seurantoihin tarvitaan myös menetelmiä, jotka eivät ole liian resurssi-intensiivisiä tai tieteellisiä. Yksi ehdotus onkin pohtia myös sitä, millä tasolla seuranta on mahdollista toteuttaa niin, että asiantuntemusta on riittävästi ja seuranta riittävän resurssitehokasta pitkän aikavälin vaikutusten tunnistamiseksi.

Meriluonnon kunnostustöitä suunniteltaessa ja toteutettaessa tulee huomioida myös turvallisuus sekä vesillä liikuttaessa että työskennellessä. Kaikki työt meriympäristössä edellyttävät usein erityisasiantuntemusta, myös meriluonnon kunnostustöissä. Meriympäristön vaatimukset ja vallitsevat olosuhteet tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa, kun mietitään esimerkiksi töiden toteutusten ajankohtaa ja kestoa sekä henkilöstö- ja kalustotarpeita.

Meriluonnon kunnostusmenetelmien kehitys ja testaus etenevät tällä hetkellä tiivistyvää tahtia ja siten kokemus eri kunnostusmenetelmien toimivuudesta ja tehokkuudesta lisääntyy jatkuvasti. Tiedon karttuessa vastaavan katsauksen toistaminen tulevaisuudessa olisikin perusteltua.

Kiitokset

Esitämme kiitokset asiantuntijahaastatteluihin ja tiedon kokoamiseen osallistumisesta Johnny Berglundille, Christoffer Boströmille, Harri Huuholle, Jari Ilmoselle, Timo Kiiskille, Viivi Kaasoselle, Iiris Kokkoselle, Jonne Kottalle, Leena Nikolajev-Wisktrömille, Katja

Raatikaiselle, Ville Rähälle, Anniina Saariselle, Janne Suomelalle, Tuula Tanskalle, Lari Venerannalle, Mats Westerbomille ja Ralf Wistbackalle. Raportti on tuotettu LIFE-IP BIODIVERSEA-hankkeessa (LIFE20 IPE/FI/000020 LIFE-IP BIODIVERSEA).

Lähteet

- Autiola, M., Suonperä, E., Suvantao, 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.
- Baden, S., Gullström, M., Lundén, B., Leif, P. & Rosenberg, R. 2003: Vanishing Seagrass (*Zostera marina*, L.) in Swedish coastal waters. – *Ambio* 32: 374–377.
- Baetz, A., Tucker, T. R., DeBruyne, R. L., Gatch, A., Höök, T., Fischer, J. L. & Roseman, E. F. 2020: Review of methods to repair and maintain lithophilic fish spawning habitat. – *Water* 12 (9): 2501.
- Bakker, E., Sarneel, J., Gulati, R., Liu, Z. & Donk, E. 2013: Restoring macrophyte diversity in shallow temperate lakes: Biotic versus abiotic constraints. – *Hydrobiologia* 710. 10.1007/s10750-012-1142-9.
- Below, A. & Mikkola-Roos, M. 2007: Ruovikoiden ja rantaniittyjen hoidon merkitys linnuille. – Teoksessa: Ikonen, I. & Hagelberg, E. (toim.), Ruovikot ja merenrantaniityt. Luontoarvot ja hoitokokemuksia Etelä-Suomesta ja Virosta. Lounais-Suomen ympäristökeskus, Turku. Suomen ympäristö 37: 24–29.
- Bergström, L., Öhman, M. C., Berkström, C., Isæus, M., Kautsky, L., Koehler, B., Nyström Sandman, A., Ohlsson, H., Ottvall, R., Schack, H. & Wahlberg, M. 2021: Effekter av havsbaserad vindkraft på marint liv. En syntesrapport om kunskapsläget 2021. – Naturvårdsverket, Stockholm. 113 s.
- Bergström, U., Olsson, J., Casini, M., Eriksson, B., Fredriksson, R., Wennhage, H. & Appelberg, M. 2015: Stickleback increase in the Baltic Sea– A thorny issue for coastal predatory fish. *Estuarine, Coastal And Shelf Science* 163: 134-142. Doi: 10.1016/j.ecss.2015.06.017.
- Blindow, I., Carlsson, M. & van de Weyer, K. 2021: Re-establishment techniques and transplantations of Charophytes to support threatened species. – *Plants (Basel)* 10 (9): 1830.
- Blomqvist, E. M. 1984: Changes in fish community structure and migration activity in a brackish bay isolated by land upheaval and reverted by dredging. – *Ophelia* 11–21.
- Bociąg, K. & Rekowski, E. 2012: Are stone-worts (Characeae) clonal plants? – *Aquatic botany* 100: 25–34.
- Borg, J., Mitikka, V. & Kallasvuo, M. 2012: Menetelmäohjeisto rannikon taloudellisesti hyödyntämättömien kalalajien lisääntymis- ja esiintymisalueiden kartoittamiseen. – Riista- ja kalatalous. Tutkimuksia ja selvityksiä 4/2012.
- Borja, A., Dauer, D. M., Elliott, M. & Simenstad, C. A. 2010: Medium and long-term recovery of estuarine and coastal ecosystems: patterns, rates and restoration effectiveness. – *Estuar Coast* 33: 1249–1260.
- & Bonsdorff, E. 2000: Zoobenthic community establishment and habitat complexity – the importance of seagrass shoot-density, morphology and physical disturbance for faunal recruitment. – *Marine Ecology Progress Series* 205: 123–138.
- , Baden, S. P. & Krause-Jensen, D 2003: The seagrasses of Scandinavia and the Baltic Sea. – Teoksessa: Green, E. P. & Short, F. T. (toim.), *World Atlas of Seagrasses*. University of California, Berkeley. S. 27–37.

- , O'Brien, K., Roos, C. & Ekebom, J. 2006: Environmental variables explaining structural and functional diversity of seagrass macrofauna in an archipelago landscape. – *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 335: 52–73.
- , Baden, S., Bockelmann, A., Dromph, K., Fredriksen, S. & Gustafsson C. 2014: Distribution, structure and function of Nordic eelgrass (*Zostera marina*) ecosystems: implications for coastal management and conservation. – *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 24: 410–434.
- Boström, C., Åbo Akademi. Teamshaastattelua 4.12.2023, haastattelija Aija Nieminen. Muistio kirjoittajan hallussa.
- Bäck, A. 2023: Kokemukset ja tulokset meriharjuksen kutupaikkojen kunnostamisesta Valassaarella. – Julkaisematon raportti.
- Carpenter, S. R. & Adams, M. S. 1977: The macrophyte tissue nutrient pool of a hardwater eutrophic lake: Implications for macrophyte harvesting. – *Aquatic Botany* 3: 239–255.
- Carson, B. D., Lishawa, S. C., Tuchman, N. C., Monks, A. M., Lawrence, B. A. & Albert, D. A. 2018: Harvesting invasive plants to reduce nutrient loads and produce bioenergy: an assessment of Great Lakes coastal wetlands – *Ecosphere* 9(6): e02320. 10.1002/ecs2.2320.
- Carstensen, J. & Conley, D. J. 2019: Baltic Sea hypoxia takes many shapes and sizes. – *Limnology and Oceanography Bulletin* 28(4): 125–129.
- Cole, G. S. & Moksnes, P.-O. 2016: Valuing multiple eelgrass ecosystem services in Sweden: fish production and uptake of carbon and nitrogen. – *Frontiers in Marine Science* 2: 121.
- Conley, D. J., Bonsdorff, E., Carstensen, J., Destouni, G., Gustafsson, B. G., Hansson, L.-A., Rabalais, N. N., Voss, M. & Zillén, L. 2009: Tackling hypoxia in the Baltic Sea: Is engineering a solution? – *Environmental Science & Technology* 43 (10): 3407–3411.
- , Carstensen, J., Aigars, J., Axe, P., Bonsdorff, E., Eremina, T., Haahti, B.-M., Humborg, C., Jonsson, P., Kotta, J., Lännegren, C., Larsson, U., Maximov, A., Rodriguez Medina, M., Lysiak-Pastuszek, E., Remeikaitė-Nikienė, N., Walve, J., Wilhelms, S. & Zillén, L. 2011: Hypoxia is increasing in the coastal zone of the Baltic Sea. – *Environmental Science & Technology* 45: 6777–6783.
- Dahl, K. & Göke, C. 2022: Naturgenopretning af stenrev i Roskilde Fjord. Detaljeret udlægningsplan. – Aarhus Universitet, DCE & Nationalt Center for Miljø og Energi. Teknisk rapport nr. 231. 20 s.
- , Støttrup, J. G., Stenberg, C., Berggreen, U. C. & Jensen, J. H. 2016: Best practice for restoration of stone reefs in Denmark (Codes of conduct). – Aarhus University, DCE Danish Centre for Environment and Energy. Technical Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 91. 33 s.
- Davis, R. C. & Short, F. T. 1997: Restoring eelgrass, *Zostera marina* L., habitat using a new transplanting technique: The horizontal rhizome method. – *Aquatic Botany* 59: 1–15.
- Deinhardt, M. 2021: Liminganlahden & Hailuodon vesikasvillisuuden inventoinnit 2021. – SeaCOMBO-hankkeen raportti.
- , Saarnio, S., Bergdahl, L., Bystedt, D., Timonen, S. & Lampinen, E. 2021: Restauration in the Bothnian Bay – A review of objects, targets, methods and risks in coastal and marine environments. – SeaCOMBO project report.
- Díaz, E. R. & Kraufvelin, P. 2013: Methodology for monitoring and evaluation. – The Baltic EcoMussel project final report.
- Duarte, C. M., Agusti, S. & Barbier, E. 2020: Rebuilding marine life. – *Nature* 580: 39–51.
- Eriander, L., Infantes, E., Olofsson, M., Olsen, J. L. & Moksnes, P.-O. 2016: Assessing methods for restoration of eelgrass (*Zostera marina* L.) in a cold temperate region. – *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 479: 76–88.

- Erävuori, L. & Kullberg, J. 2018: Hailuodon kiinteä tieyhteys – Tarkkailuohjelma Jääeroosion ja luonnonympäristön tarkkailut. – Sito.
- Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2024: Rannikon pienviesien kunnostusopas – fladat, kluuvi-fladat ja kluuvit sekä niiden laskupurot. – Luonnon, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus.
- Fabi, G., Spagnolo, A., Bellan-Santini, D., Charbonnel, E., Cicek, B. A., Goutayer Garcia, J. J., Jensen, A. C., Kallianiotis, A. & dos Santos, M. N. 2011: Overview on artificial reefs in Europe. – *Brazilian Journal of Oceanography* 59: 155–166.
- Faithfull, C., Kraft, E., Tamarit Castro, E. & Nordling, P. 2022: Restaurering av kransalgsängar - test av metoder med borststräfs (*Chara aspera*) och rödsträfs (*C. tomentosa*). – *Aqua reports* 2022: 4.
- Firth, L. B., Farnworth, M., Fraser, K. P. P. & McQuatters-Gollop, A. 2023: Make a difference: Choose artificial reefs over natural reefs to compensate for the environmental impacts of dive tourism. – *Science of The Total Environment* 901: 165488.
- Fonseca, M. S., Kenworthy, W. J. & Thayer, G. W. 1998: Guidelines for the conservation and restoration of seagrasses in the United States and adjacent waters. – NOAA Coastal Ocean Program, Decision Analysis Series No. 12.
- Fontell, E. 2001: Kuhan & ahvenen kutualuetutkimus Helsingin ja Espoon välisellä merialueella 1999. – *Limnologian & ympäristösuojelun laitos, Helsingin yliopisto*. 24 s.
- Gagnon, K., Christie, H., Didderen, K., Fagerli, C. W., Govers, L. L., Gräfnings, M. L. E., Heusinkveld, J. H. T., Kaljurand, K., Lengkeek, W., Martin, G., Meysick, L., Pajusalu, L., Rinde, E., van der Heide, T. & Boström, C. 2021: Incorporating facilitative interactions into small-scale eelgrass restoration – challenges and opportunities. – *Restoration Ecology* 29 (5).
- , Bocoum, E.-H., Chen, C. Y., Baden, S. P., Moksnes, P.-O. & Infantes, E. 2023: Rapid faunal colonization and recovery of biodiversity and functional diversity following eelgrass restoration. – *Restoration Ecology* 21, e13887.
- Government of Åland 2021: Nutrients from sea to field. Compilation report for SEA-BASED pilot. – Ålands landskapsregering. <seabasedmeasures.eu/wp-content/uploads/2021/05/nutrients-from-sea-to-field-seabased-pilot-report.pdf>. 130 s.
- Gustafsson, C. & Boström, C. 2009: Effects of plant species richness and composition on epifaunal colonization in brackish water angiosperm communities. – *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 382: 8–17.
- & Boström, C. 2010: Biodiversity influences ecosystem functioning in aquatic angiosperm communities. – *OIKOS* 120 (7).
- & Boström, C. 2013: Influence of neighboring plants on shading stress resistance and recovery of eelgrass, *Zostera marina* L. – *PLoS ONE* 8 (5): e64064.
- Haapamäki, J. 2021: Protection of the Natura 2000 habitat coastal lagoons and glolakes in Finland. – Thesis for a Master of Natural Resources, Novia. 34 s.
- , Haavisto F., Hoikkala J. & Riihimäki A. (toim.) 2022: Suomen meriluonnonsuojelualueiden hoidon tehokkuuden arviointi – Menetelmän pilotointi. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja A 238. 79 s.
- Hadberg, N., Kautsky, N., Kumblad, L. & Wikströmi, S. A. 2018: Limitations of using blue mussel farms as a nutrient reduction measure in the Baltic Sea. – *Stockholm University. Baltic Sea Center Report* 2/2018.

- Hansen, J., Andersson, H. C., Bergström, U., Borger, T., Brelín, D., Byström, P., Eklöf, J., Kraufvelin, P., Kumblad, L., Ljunggren, L., Nordahl, O. & Tibblin, P. 2020: Våtmarker som fiskevårdsåtgärd vid kusten. Utvärdering av restaurerade våtmarkers effekt på fiskreproduktion och ekosystemet längs Östersjökusten. – Stockholms universitets Östersjöcentrum, rapport 1/2020.
- HAV 2017: Harr i Bottniska viken – en kunskapsmanställning. – Havs- och vattenmyndighetens rapport 2017:30.
- Hilt, S., Gross, E. M., Hupfer, M., Morscheid, H., Mählmann, J., Melzer, A., Poltz, J., Sandrock, S., Scharf, E.-M., Schneider, S. & van de Weyer, K. 2006: Restoration of submerged vegetation in shallow eutrophic lakes – A guideline and state of the art in Germany. – *Limnologica* 36(3): 155–171.
- , Alirangues, N. M. M., Bakker, E. S., Blindow, I., Davidson, T. A., Gillefalk, M., Hansson, L.-A., Janse, J. H., Janssen, A. B. G., Jepsen, E., Kabus, T., Kelly, A., Köhler, J., Lauridsen, T. L., Mooij, W. M., Noordhuis, R., Phillips, G., Rücker, J., Schuster, H.-H., Søndergaard, M., Teurlincx, S., van de Weyer, K., van Donk, E., Waterstraat, A., Willby, N. & Sayer, C. D. 2018: Response of submerged macrophyte communities to external and internal restoration measures in north temperate shallow lakes. – *Frontiers in Plant Science* 9/2018.
- Hottola, H. & Tuunila, M. 2023: Erittäin harvinainen vesikasvi hävisi entisiltä laidunmailta – nyt pelastusjoukko odottaa hentonäkinruohon paluuta. – Yleisradio 24.5.2023. <yle.fi/a/74-20032995>.
- Huuskonen, A. (toim.) 2006: Maisemalaiduntaminen luonnon monimuotoisuuden lisääjänä – tasapaino monimuotoisuuden ja tuottavuuden välillä. – *Maa- ja elintarviketalous* 79. 418 s.
- 2023: Ravinnekierro merenrantalaitumilla. – Rantalaidun-hankkeen raportteja.
- Hynninen, M., Veneranta, L. & Lappalainen, A. 2019: Fladojen, kluuvien ja kluuvijärvien kalataloudelliset kunnostukset Merenkurkun rannikolla: Mallilajeina ahven ja hauki. – *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 57/2019. 44 s.
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A., & Liukko, U.-M. (toim.) 2019: Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja. – Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 704 s.
- Härkönen, L., Ilmonen, J., Tolonen, K., Vuorio, K., Ahola, M., Vaso, A., Käki, T., Lehtovaara, V., Haapalehto, S., Koljonen, S., Hautamäki, J., Olli, P., Leinonen, K., Tiusanen, M., Leinonen, A., Myllykangas, N. & Hellsten, S. 2022: Vesistö- ja valuma-aluekunnostukset Natura 2000 -alueilla: suunnittelun toimintamalli. – Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2022.
- Härmä, M., Auvinen, H. & Hudd, R. 2008: Kunnostettujen mataloituneiden merenlahtien kalanpoikasyhteisöt. – Riista- ja kalatalous. Selvityksiä 16/2008. 29 s.
- Ikonen, I. & Hagelberg, E. (toim.) 2007: Ruovikot ja merenrantaniityt. Luontoarvot ja hoitokokemuksia Etelä-Suomesta ja Virosta. – Lounais-Suomen ympäristökeskus, Turku. Suomen ympäristö 37.
- Ilmonen, Jari, Metsähallitus. – Teams-haastattelu 22.12.2023, haastattelijana Anette Bäck. Muistio kirjoittajan hallussa.
- Infantes, E. 2021: Sand capping to promote eelgrass restoration. <eduardoinfantes.com/sand-capping-eelgrass-restoration>, viitattu 13.1.2024.
- & Moksnes, P.-O. 2018: Eelgrass seed harvesting: Flowering shoots development and restoration on the Swedish west coast. – *Aquatic Botany* 144: 9–19.
- , Crouzy, C. & Moksnes P.-O. 2016a: Seed predation by the shore crab *Carcinus maenas*: A positive feedback preventing eelgrass recovery? – *PLoS One* 11, e0168128.

- , Eriander, L. & Moksnes, P.-O. 2016b: Eelgrass (*Zostera marina*) restoration on the west coast of Sweden using seeds. – Marine Ecology Progress Series 546: 31–45.
- Jaatinen, K., Westerbom, M., Norkko, A., Mustonen, O. & Koons, D. N. 2021: Detrimental impacts of climate change may be exacerbated by density-dependent population regulation in blue mussels. – Journal of Animal Ecology 90: 562– 573.
- John Nurmisen Säätiö 2024: Facts and materials. – <seabasedmeasures.eu/facts-and-materials/papers-publications>.
- Jäkäläniemi, A. 2013: ESCAPE (LIFE BIO/FI/917, 1.9.2012-30.8.2017), Hoitosuunnitelma (Management plan, A3), (toimenpiteet C6, C7, C8, C9, D2).
- Karjalainen, S. M., Välimaa, A.-L., Hellsten, S. & Virtanen, E. (toim.) 2017: Vesiruton hyötykäyttö biotaloudessa – järvien riesasta raaka-aineeksi. Elodea-hankkeen loppuraportti. – Suomen ympäristökeskuksen raportteja 18/2017. 125 s.
- Karppinen, A. 2020: Esteellisen vesistörummun kunnostamisopas. – Esteet pois II -hankkeen loppuraportti, Metsähallitus, Vantaa. <eraluvat.fi/media/dokumentit/esteet-pois/esteellisen-vesistorummun-kunnostamisopas_esteetpoisii.pdf>. 25 s.
- Kautsky N. & Wallentinus I. 1980: Nutrient release from a Baltic Mytilus-red algal community and its role in benthic and pelagic productivity. – Ophelia Supplement 1: 17–30.
- , Qvarfordt, S. & Schagerström, E. 2019: *Fucus vesiculosus* adapted to a life in the Baltic Sea: Impacts on recruitment, growth, re-establishment and restoration. – Botanica Marina 67 (1): 17–30.
- , Qvarfordt, S. & Schagerström, E. 2020: Restaurering av blåstångsamhällen i Östersjön. – Stockholms universitet. ISBN 978-91-982382-3-5. 60 s.
- Keränen, P. 2015: Meriharjuksen hoitosuunnitelma. Osa I. Meriharjuskannan hoidon ja suojelun tausta. – Metsähallitus, Vantaa. 97 s.
- Kokkonen, Iiris ja Kaasonen, Viivi, WWF Suomi. – Kirjallinen haastattelu 18.12.2023, haastattelija Aija Nieminen. Haastattelulomake kirjoittajan hallussa.
- Komonen, A. & Halme, P. 2014: Luonnon ennallistaminen on käsitteenä aikansa elänyt. – Tieteessä Tapahtuu 32(5). <journal.fi/tt/article/view/47933>.
- Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) 2018: Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018: Luontotyyppien punainen kirja. Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. – Suomen ympäristö 5/18.
- Korpinen, S., Laamanen, M., Suomela, J., Paavilainen, P., Lahtinen, T. & Ekebom, J. 2018: Suomen meriympäristön tila 2018. – SYKE:n julkaisuja 4/2018. – Suomen ympäristökeskus SYKE.
- Kotilainen, A., Kiviluoto, S., Kurvinen, L., Sahla, M., Ehrnsten, E., Laine, A., Lax, H-G., Kontula, T., Blankett, P., Ekebom, J., Hällfors, H., Karvinen, V., Kuosa, H., Laaksonen, R., Lappalainen, M., Lehtinen, S., Lehtiniemi, M., Leinikki, J., Leskinen, E., Riihimäki, A., Ruuskanen, A. & Vahteri, P. 2018: Itämeri. – Teoksessa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.), Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 2: luontotyyppien kuvaukset. – Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. S. 15–98.
- Kotta, J., Tarton yliopisto. Kirjallinen haastattelu 8.11.2023, haastattelija Aija Nieminen. Haastattelulomake kirjoittajan hallussa.
- , Fütter, M., Kaasik, A., Liversage, K., Rätsep, M., Barboza, F. R., Bergström, L., Bergström, P., Bobsien, I., Díaz, E., Herkül, K., Jonsson, P. R., Korpinen, S., Kraufvelin, P., Krost, P., Lindahl, O., Lindegarth, M., Lyngsgaard, M. M., Mühl, M., Nyström Sandman, A., Orav-Kotta, H., Orlova, M., Skov, H., Rissanen, J., Šiaulytė, A., Vidakovic, A. & Virtanen, E. 2020a: Cleaning up seas using blue growth initiatives: Mussel farming for eutrophication control in the Baltic Sea. – Science of the Total Environment 709: 136144.

- , Futter, M., Kaasik, A., Liversage, K., Rätsep, M., Barboza, F. R., Bergström, L., Bergström, P., Bobsien, I., Díaz, E., Herkül, K., Jonsson, P. R., Korpinen, S., Kraufvelin, P., Krost, P., Lindahl, O., Lindegarth, M., Lyngsgaard, M. M., Mühl, M., Nyström Sandman, A., Orav-Kotta, H., Orlova, M., Skov, H., Risänen, J., Šiaulyš, A., Vidakovic, A & Virtanen, E. 2020b: Response to a letter to editor regarding Kotta et al. 2020: Cleaning up seas using blue growth initiatives: Mussel farming for eutrophication control in the Baltic Sea. – *Science of the Total Environment* 739: 138712.
- , Stechele, B., Francisco R. Barboza, F. R., Kaasik, A. & Lavaud, R. 2023: Towards environmentally friendly finfish farming: A potential for mussel farms to compensate fish farm effluents. – *Journal of Applied Ecology* 60: 1314–1326.
- Koweek, D. A., García-Sánchez, C., Brodrick, P. G., Gassett, P. & Caldeira, K. 2020: Evaluating hypoxia alleviation through induced downwelling. – *Science of the Total Environment* 719.
- Kraufvelin, P. & Díaz, E. R. 2015: Sediment macrofauna communities at a small mussel farm in the northern Baltic proper. – *Boreal Environment Research* 20: 378–390.
- , Bryhn, A., Olsson, J. 2021a: Erfarenheter av ekologisk restaurering I kust och hav. – Havs- och vattenmyndigheten rapport 2020:28. 180 s.
- , Olsson, J., Bergström, U., Bryhn, A. & Bergström, L. 2021b: Restoration measures for coastal habitats in the Baltic Sea: cost-efficiency and areas of highest significance and need. – HELCOM ACTION 2021.
- , Bergström, L., Sundqvist, F., Ulmerstrand, M., Wennhage, H., Wikström, A. & Bergström, U. 2023: Rapid re-establishment of top-down control at a no-take artificial reef. – *Ambio* 52: 556–570.
- Krause, J. C., Diesing, M. & Arlt, G. 2010: The physical and biological impact of sand extraction: a case study of the Western Baltic Sea. – *Journal of Coastal Research* 51: 215–226.
- Kristensen, L. D., Støttrup, J. G., Svendsen, J. C., Stenberg, C., Højbjerg Hansen, O. K. & Grønkjaer P. 2017: Behavioural changes of Atlantic cod (*Gadus morhua*) after marine boulder reef restoration: implications for coastal habitat management and Natura 2000 areas. – *Fisheries Management and Ecology* 24: 353–360.
- Kumwimba, M., Mawuli, D. & Xuyong, L. 2020: Potential of invasive watermilfoil (*Myriophyllum* spp.) to remediate eutrophic waterbodies with organic and inorganic pollutants. – *Journal of Environmental Management* 270: 110919.
- Kuningas, S., Veneranta, L., Ojanen, H., Kallavuo, M. & Lappalainen, A. 2019: Ihmis-toiminnan vaikutukset rannikon kalojen lisääntymisalueisiin ja mahdollisuudet kunnostuksiin. – Luonnonvarakeskus, Helsinki. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 27/2019. 60 s.
- Laakso, U. 1938: Havuturojen merkityksestä kalastuksessa ja kalavesien hoidossa. – *Suomen Kalastuslehti* 45/3: 50–51.
- Laamanen, M., Suomela, J., Ekebom, J., Korpinen, S., Paavilainen P., Lahtinen, T., Nieminen, S. & Hernberg, A. 2021: Suomen merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. – Ympäristöministeriön julkaisu ja 2021:30. 403 s.
- Lappalainen, A., Kuningas, S., Veneranta, L. & Westerborn, M. 2023: Fladojen ja kluuvien kunnostus kalojen lisääntymisalueiksi: Kokemuksia kunnostuksista ja tuloksellisuu-den mittausten menetelmistä. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 36/2023. 59 s.

- Lehtomaa, L., Ahonen, I., Hakamäki, H., Häggblom, M., Jantunen, J., Jutila, H., Järvinen, C., Kempainen, R., Kondelin, H., Laitinen, T., Lipponen, M., Mussaari, M., Pessa, J., Raatikainen, K. J., Raatikainen, K., Tuominen, S., Vainio, M., Vieno, M. & Vuomajoki, M. 2018: Perinnebiotoopit. – Teoksessa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.), Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja, Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. S. 663–757.
- Lehtoranta, J., Lännergren, C., Bendtsen, J., Pitkänen, H., Myrberg, K. & Kuosa, H. 2012: Effects of oxygenation on the status of the pilot sites. – Teoksessa: Rantajärvi, E. (toim.), Controlling benthic release of phosphorus in different Baltic Sea scales. Final Report on the Results of PROPPEN Project. S. 74–81.
- , Bendtsen, J., Lännergren, C., Saarijärvi, E., Lindström, M. & Pitkänen, H. 2022: Different responses to artificial ventilation in two stratified coastal basins. – *Ecological Engineering* 179: 106611.
- Leinikki, J. 2020: Taustatietojen kartoitus meriajokkaan istutuskoealueilla Tammissaaren saaristossa 2020. – Alleco Oy raportti, n:o 16/2020.
- Linsén, J. 2016: Musselodling för livsmedelsproduktion i landskapet Åland. Förutsättningar och krav enligt unionslagstiftning. – Ålands Landskapsregeringen.
- Ljunggren, L., Olsson, J., Nilsson, J. & Stenroth, P. 2011: Våtmarker som rekryteringsområden för gädda i Östersjön. – FINFO 2011:1 Våtmarker som rekryteringsområden för gädda i Östersjön.
- Louhi, P., Hyvärinen, P., Huusko, A., Kuningas, S., Ruokonen, T., Korhonen, P. K., Härkönen, L. S. & Lappalainen, A. 2023: Kalatalouden ympäristöohjelma: loppuraportti. – Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 63/2023. 65 s.
- Luonnonsuojelulaki 9/2023.
- Malve, O., Virtanen, M., Villa, L., Karonen, M., Aakerla, H., Heiskanen, A.-S., Lappalainen, K. M. & Holmberg, R. 2000: Artificial oxygenation experiment in hypolimnion of Pojo Bay estuary in 1995 and 1996: Factors regulating estuary circulation and oxygen and salt balances. Pohjanpitäjänlahden syvänteessä vuosina 1995 ja 1996 toteutettu hapetuskoekielu – veden vaihdunta sekä happi- ja suolataseet. – SYKE-JULK-377. 163 s.
- Marion, S. R. & Orth, R. J. 2010: Innovative technique for large-scale seagrass restoration using *Zostera marina* (eelgrass) seeds. – *Restoration Ecology* 18: 514–526.
- Markkola, J. 2013: Pohjansorsimo *Arctophila fulva* var. *pendulina* ja rönsysorsimo *Puccinellia phryganodes* – Esiintymien tila 2013 – Ekologia, suojelu, hoito ja seuranta. – Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus.
- 2016: Rönsysorsimo *Puccinellia phryganodes* – esiintymien tila 2016, hoito ja seuranta. – Raportti. 19 s.
- Marttunen, M., Turunen, V., Todorovic, S. & Lehtoranta, V. 2022: Freshabit LIFE IP: Socioekonomisten vaikutusten arviointi.
- Meristratgiadirektiivi: Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiivi 2008/56/EY, annettu 17 päivänä kesäkuuta 2008, yhteisön meriympäristöpolitiikan puitteista.
- Metsähallitus 2021: Suomen merenalaiset avainluontotyytit ja ekosysteemipalvelut. 16 s.
- Mikkola, R., Bäck, A., Saarinen, A., Haapamäki, J. & Berglund, J. 2019: Kvarkens flador och deras tillstånd. – Delrapport Interreg Botnia-Atlanticoprojektet Kvarken flada. 52 s.
- Minnhagen, S. 2017: A farming of blue mussels in the Baltic Sea. A review of pilot studies 2007–2016. – Kalmar Kommun. 29 s.
- Miranto, M. J., Hyvärinen, M.-T., Rytteri, T., Ruotsalainen, A., Väre, H. U., Laaka-Lindberg, S., Edesi, J., Virnes, P., Hämäläinen, A., Kulmala, P. & Tiiri, M. 2017: Etäsuojelijan opas. – Luonnontieteellinen keskusmuseo LUOMUS, Helsinki. Norrlinia 32. 64 s.

- Moksnes, P.-O. 2021: Resultat från studier av Lilla Askerön 2018–2019. – Underlag för tillstånd för sandtäckning 2021, Institutionen för marina vetenskaper, Havsmiljöinstitutet, Göteborgs universitet. 12 s.
- , Gipperth, L., Eriander, L., Laas, K., Cole, S. G. & Infantes, E. 2016: Handbook for eelgrass restoration in Sweden – national guideline. – Swedish Agency for Marine and Water Management, Gothenburg, Sweden.
- Nejrup, L. B. & Pedersen, M. F. 2008: Effects of salinity and water temperature on the ecological performance of *Zostera marina*. – Aquatic Botany 88: 139–146.
- Niemelä, M. 2009: Biotic interactions and vegetation management on coastal meadows. – Acta Universitatis Ouluensis A Scientiae Rerum Naturalium 529: 1–68.
- Niemi, N. 2022: Testing the impacts of a marine heatwave and freshening event on populations of *Z. marina* from the Swedish west coast. – Pro gradu -tutkielma, Åbo Akademi, Luonnontieteiden ja tekniikan tiedekunta, Turku. 57 s.
- Nikolajev-Wikström, Leena, EPO-ELY. Teams-haastattelu 21.11.2023, haastattelijana Anette Bäck. Muistio kirjoittajan hallussa.
- Nilsson, J., Engstedt, O. & Larsson, P. 2014: Wetlands for northern pike (*Esox lucius* L.) recruitment in the Baltic Sea. – Hydrobiologia 721: 145–154.
- Ollikainen, M., Zandersen, M., Bendtsen, J., Lehtoranta, J., Saarijärvi, E. & Pitkänen, H. 2016: Any payoff to ecological engineering? Cost-benefit analysis of pumping oxygen-rich water to control benthic release of phosphorus in the Baltic Sea. – Water Resources and Economics 16: 28–38.
- Olsen, J. L., Stam W. T., Coyer, J. A., Reusch, T. B. H., Billingham, M., Boström, C., Calvert, E., Christie, H., Granger, S., la Lumière, R., Milchakova, N., Oudot-Desecq, M.-P., Procacini, G., Sanjabi, B., Serrao, E., Veldsink, J., Widdicombe, S. & Wyllie-Echeverria, S. 2004: North Atlantic phylogeography and large-scale population differentiation of the seagrass *Zostera marina*. – Molecular Ecology 13: 1923–1941.
- Orth, R. J. & Marion, S. R. 2007: Innovative techniques for large-scale collection, processing, and storage of eelgrass (*Zostera marina*) seeds. – Submerged Aquatic Vegetation Technical Notes Collection, ERDC/TN SAV-07-2. US Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, M.S.
- , Moore, K. A., Marion, S. R., Wilcox, D. J. & Parrish, D. B. 2012: Seed addition facilitates eelgrass recovery in a coastal bay system. – Marine Ecology Progress Series 448: 177–195.
- Oulasvirta, P. & Leinikki, J. 1995: Tammissaaren saariston kansallispuiston vedenalaisen luonnon kartoitus – osa II. – Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 41. 84 s.
- Pajusalu, L., Boström, C., Gagnon, K., Kaljurand, K., Kotta, J., Püss, T. & Martin, G. 2023: The restoration of eelgrass (*Zostera marina*) in Estonian coastal waters, Baltic Sea. – Proceedings of the Estonian Academy of Sciences 72: 41–54.
- Paling, E. I., Fonseca, M., van Katwijk, M. M. & van Keulen, M. 2009: Seagrass restoration. – Teoksessa: Perillo, G. M. E., Wolanski, E., Cahoon, D. R. & M. M. Brinson (toim), Coastal wetlands: An integrated ecosystem approach. Elsevier, Amsterdam. S. 687–713.
- Palo, R. 2020: Hauen (*Esox lucius*) & ahvenen (*Perca fluviatilis*) lisääntyminen sekä poikasten esiintyminen, kasvu ja ulosvaellus kahdessa Merenkurkun rannikon pienvesistöissä. – Pro gradu -tutkielma, Jyväskylän yliopisto. 71 s.

- Pesonen, E. 2023: Epifyyttisten rihmalevien käyttökelpoisuus rehevöitymisen bioindikaattorina sekä rantalaidunten ja muiden ympäristötekijöiden vaikutus vedenlaatuun Perämerellä. – Pro gradu -tutkielma, Oulun yliopisto.
- Petersen, J. K., Jørgensen T. B., Flindt, M., Stæhr, P. A. U. & Dahl, K. 2023: Concepts in relation to marine nature restoration. – Scientific report from the Danish Center for Marine Restoration.
- Pickerell, C., Schott, S. & Wyllie-Echeverria, S. 2005: Buoy-deployed seeding: Demonstration of a new eelgrass (*Zostera marina* L.) planting method. – Ecological Engineering 25: 127–136.
- Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2010: Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Ympäristövaikutusten arviointimenttely. Hailuodon liikenneyhteys. – Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja. 238 s.
- 2018: Hailuodon liikenneyhteyden kehittäminen. – Verkkosivusto. <ely-keskus.fi/hailuodon-liikenneyhteyden-kehittaminen?p_l_back_url=%2Fsearch%3F_com_liferay_portal_search_web_search_bar_portlet_SearchBarPortlet_INSTANCE_elySearch_formDate%3D1708507600157%26_com_liferay_portal_search_web_search_bar_portlet_SearchBarPortlet_INSTANCE_elySearch_emptySearchEnabled%3Dfalse%26q%3Dhailuodon%2Bkiinte%25C3%25A4%2BByh%26_com_liferay_portal_search_web_search_bar_portlet_SearchBarPortlet_INSTANCE_elySearch_scope%3D>.
- Puharinen, S.-T., Hakkarainen, M. & Belinskij, A. 2021: Suomen merenhoitolainsäädännön toimivuustarkastelu: Merenhoidon tavoitteet ja niistä poikkeaminen. – Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:14. 97 s.
- Pursiainen, A., Veneranta, L., Kuningas, S., Saarinen, A. & Kallasvuo, M. 2021: The more sheltered, the better – Coastal bays and lagoons are important reproduction habitats for pike in the northern Baltic Sea. – Estuarine, Coastal and Shelf Science 259, 107477.
- Raatikainen Katja, Metsähallitus. Teamskeskustelu 21-22.11.2023, haastattelijana Essi Keskinen. Tekstit Teams-keskustelussa.
- Rantajärvi, E. (toim.) 2012: Controlling benthic release of phosphorus in different Baltic Sea scales. Final Report on the result of the PROPPEN Project (802-0301-08) to the Swedish Environmental Protection Agency, Formas and VINNOVA. – Suomen ympäristökeskus. 179 s.
- Rasmussen, J. R., Olesen, B. & Kruse-Jensen, D. 2012: Effects of filamentous macroalgae mats on growth and survival of eelgrass, *Zostera marina*, seedlings. – Aquatic Botany 99: 41–48.
- Rautiainen, P., Björnström, T., Niemelä, M., Arvola, P., Degerman, A., Erävuori, L., Siikamäki, P., Markkola, A., Tuomi, J. & Hyvärinen, M. 2007: Management of three endangered plant species in a dynamic landscape of seashore meadows. – Applied Vegetation Science 10: 25–32.
- Rintamäki, H. 2011: Jääeroosioselvityksen täydentäminen – Selvitys liittyy Oulunsalon ja Hailuodon välille suunnitella olevan tuulipuiston ja liikenneyhteyden kehittämisen vaikutusten arviointiin sekä alueen osayleiskaavojen laatimiseen. – Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja. 91 s.
- Saarijärvi, E., Lehtoranta, J. & Lappalainen, K. M. 2012: Coastal pilot studies and laboratory experiments. – Teoksessa: Rantajärvi, E. (toim.), Controlling benthic release of phosphorus in different Baltic Sea scales. Final Report on the result of the PROPPEN Project (802-0301-08) to the Swedish Environmental Protection Agency, Formas and VINNOVA. Suomen ympäristökeskus. 179 s.

- Saarinen A. 2019: Matalien rannikkoympäristöjen ennallistaminen Merenkurkussa – Kokemuksia, menetelmiä ja tulevaisuuden toimenpiteitä fladaympäristöissä. – Interreg Botnia Atlantican Kvarken Flada -hankkeen osaraportti. 57 s.
- , Veneranta, L., Berglund, J., Bergström, U., Donadi, S., Bäck, A. & Långnabba, A. 2021: Fiskyngelproduktion i grunda avsnörda havsvikar – Metoder och resultat från projektet Kvarken flada. – Delrapport inom Kvarken fladaprojektet. 153 s.
- , Berglund, J. Länsstyrelsen Västerbotten. Teams-haastattelu 23.10.2023, haastattelija Anette Bäck. Muistio kirjoittajan hallussa.
- Salo, T., Gustafsson, C. & Boström, C. 2009: Effects of plant diversity on primary production and species interactions in a brackish water seagrass community. – Marine Ecology Progress Series 396: 261–272. 10.3354/meps08325.
- Sandström, A. 2003: Restaurering och bevarande av lek- och uppväxtområden för kustfiskbestånd. – Fiskeriverket informerar 2003:3. 26 s.
- , Eriksson, B. K., Karås, P., Isæus, M. & Schreiber, H. 2005: Boating and navigation activities influence the recruitment of fish in a Baltic Sea archipelago area. – Ambio 34: 125–130.
- Sarvala, J., Helminen, H. & Heikkilä, J. 2020: Invasive submerged macrophytes complicate management of a shallow boreal lake: a 42-year history of monitoring and restoration attempts in Littoistenjärvi, SW Finland. – Hydrobiologia 847: 4575–4599.
- Siira, J. 2011: Rönsysorsimo (*Puccinellia phryganodes*) ja pohjansorsimo (*Arctophila fulva* var. *pendulina*) Perämerellä 1900-luvulla. – Suomen Ympäristö 6 / 2011.
- Sousa, A. I., Valdemarsen, T., Lillebø, A. I., Jørgensen, L. & Flindt, M. R. 2017: A new marine measure enhancing *Zostera marina* seed germination and seedling survival. – Ecological Engineering 104 (Part A): 131–140.
- Steinfurth, R. C., Lange, T., Oncken, N. S., Kristensen, E., Quintana, C. O. & Flindt, M. R. 2022: Improved benthic fauna community parameters after large-scale eelgrass (*Zostera marina*) restoration in Horsens Fjord, Denmark. – Marine Ecology Progress Series 687: 65–77.
- Stigebrandt, A., Liljebladh, B., de Brabandere, L., Forth, M., Granmo, Å., Hall, P., Hammar, J., Hansson, D., Kononets, M., Magnusson, M., Norén, F., Rahm, L., Treusch, A. H. & Viktorsson, L. 2015: An experiment with forced oxygenation of the deepwater of the anoxic by fjord, western Sweden. – AMBIO 44: 42–54.
- Stipa, T. 1999: Water exchange and mixing in a semi-enclosed coastal basin (Pohja Bay). – Boreal Environment Research 4: 307–317.
- Støttrup, J. G., Stenberg, C., Dahl, K., Kristensen, L. D. & Richardson, K. 2014: Restoration of a temperate reef: Effects on the fish community. – Open Journal of Ecology 4: 1045–1059.
- , Dahl, K., Niemann, S., Stenberg, C., Reker, J., Stamphøj, E. M., Göke, C. & Svendsen, J. C. 2017: Restoration of a boulder reef in temperate waters: Strategy, methodology and lessons learnt. – Ecological Engineering 102: 468–482.
- Svendsen, J. C., Kruse, B. M., Wilms, T., Dahl, K., Buur, H., Andersen, O. G. N., Bertelsen, J. L. & Kindt-Larsen, L. 2022: The importance of reef habitats for fish, harbor porpoise and fisheries management. – DTU Aqua. DTU Aqua-rapport No. 371–2020.
- Tanska, Tuula ja Rähä, Ville, Kaakkois-Suomen ELY-keskus. Kirjallinen haastattelu 11.12.2023, haastattelija Aija Nieminen. Haastattelulomake kirjoittajan hallussa.
- Tiusanen, M. 2022: Freshabit LIFE IP: Sosioekonomisten vaikutusten arviointi – Teoksessa: Härkönen, H. (toim), Vesistö- ja valuma-aluekunnostukset Natura 2000 -alueilla: suunnittelun toimintamalli. – Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2022.

- Ulvi, T. & Lakso, E. 2005: Järvien kunnostus. – Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Unsworth, R. K. F., Bertelli, C. M., Cullen-Unsworth, L. C., Esteban, N., Jones, B. L., Lilley, R. J., Lowe, C., Nuuttila, H. K. & Rees, S.C. 2019: Sowing the seeds of seagrass recovery using hessian bags. – *Frontiers in Ecology and Evolution* 7: 311.
- , Rees, S., Bertelli, C., Collins, K., Furness, E., Jackson, E., Jayes, A., Nolan, E., Nuuttila, H. & Preston, J. 2021: Seagrass restoration in practice. – Teoksessa: Gamble, C., Debney, A., Glover, A., Bertelli, C., Green, B., Hendy, I., Lilley, R., Nuuttila, H., Potouroglou, M., Ragazzola, F., Unsworth, R. & Preston, J (toim.), *Seagrass Restoration Handbook*. Zoological Society of London, UK. S. 40–54.
- Urho, L. Koljonen, M.-L., Saura, A., Savikko, A., Veneranta, L. & Janatuinen, J. 2019: Kalat. – Teoksessa: Hyvärinen, E., Juslén, A., Kempainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.), *Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019*. – Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 704 s.
- Valdemarsen, T., Wendelboe, K., Egelund, J. T., Kristensen, E. & Flindt, M. R. 2011: Burial of seeds and seedlings by the lugworm *Arenicola marina* hampers eelgrass (*Zostera marina*) recovery. – *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 410: 45–52.
- van Duren, L. A., van Katwijk, M. M., Heusinkveld J. & Reise, K. 2013: Eelgrass restoration in the dutch wadden sea. – *Deltares report 12038902–000*.
- van Katwijk, M. M., Bos, A. R., de Jonge, V. N., Hanssen, L. S. A. M., Hermus, D. C. R. & de Jonge, D. J. 2009: Guidelines for eelgrass restoration: Importance of habitat selection and donor population, spreading of risks, and ecosystem engineering effects. – *Marine Pollution Bulletin* 58: 179–188.
- , Thorhaug, A., Marbà, N., Orth, R. J., Duarte, C. M., Kendrick, G. A. & Cunha, A. 2015: Global analysis of seagrass restoration: the importance of large-scale planting. – *Journal of Applied Ecology* doi: 10.1111/1365–2664.12562.
- Veneranta, Lari, LUKE. Haastattelu 23.10.2023, haastattelijana Anette Bäck. Muistio kirjoittajan hallussa.
- Vesi-Eko 2024: Happikadon katkaisu. – Verkko sivusto, Vesi-Eko Oy, Kuopio. <vesieko.fi/vesisto-palvelut/hapetus-ja-ilmastus>.
- Vesipuitedirektiivi: Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY, annettu 23 lokakuuta 2000, yhteisön vesipolitiikan puitteista.
- Virtanen, E. A., Viitasalo, M., Lappalainen, J. & Moilanen, A. 2018: Evaluation, gap analysis, and potential expansion of the Finnish Marine Protected Area Network. – *Frontiers in Marine Science* 5. UNSP 402.
- Vuorio, K., Härkönen, L., Tolonen, K., Ruuhijärvi, J., Einola, E., Pekka, S., Vehanen, T., Jyväsjärvi, J. Ilmonen, J. & Hellsten, S. 2022: Kunnostusten vaikutukset vesistöjen ekologiseen tilaan ja Natura-alueiden suojelutasoon Freshabit LIFE-IP -hankkeen kohteilla. – Deliverable D7 Report on ecological status and conservation status of water bodies under restoration, Freshabit LIFE-IP.
- Welch, M., Mogren E.-T. & Beeney, L. 2016: A literature review of the beneficial use of dredged material and sediment management plans and strategies. – Center for Public Service Publications and Reports. 34.
- Westerbom, M., Luonnonvarakeskus. – Teams haastattelu, haastattelijana Fiia Haavisto 3.11.2023.
- , Kraufvelin, P., Erlandsson, J., Korpinen, S., Mustonen, O. & Díaz, E. 2019: Wave stress and biotic facilitation drive community composition in a marginal hard-bottom ecosystem. – *Ecosphere* 10: e02883.

- Kraufvelin, P., Mustonen, O. & Díaz, E. 2021: Explaining recruitment stochasticity at a species' range margin. – *Frontiers in Marine Science* 8: 659556.
- Wikström, S. A., Hedberg, N., Kautsky, L., Kumblad, E., Ehrnsten, B., Gustafsson, C., Humborg, A., Norkko & Stadmark, J. 2020: Letter to editor regarding Kotta et al. 2020: Cleaning up seas using blue growth initiatives: Mussel farming for eutrophication control in the Baltic Sea. – *Science of the Total Environment* 727: 138665.
- Wilms, T. G. 2021: Restoration and non-invasive monitoring of geogenic reefs in temperate waters. – *DTU Aqua*.
- , Norðfoss, P. H., Baktoft, H., Støttrup, J. G., Kruse, B. M. & Svendsen, J. C. 2021: Environmental DNA reveals fine-scale habitat associations for sedentary and resident marine species across a coastal mosaic of soft- and hard-bottom habitats. – *Journal of Applied Ecology* 58: 2936–2950.
- , Jacobsen, M. W., Hansen, B. K., Baktoft, H., Bollhorn, J., Scharff-Olsen, C. H., Bertelsen, J. L., García-Argudo García, E., Støttrup, J. G., Nielsen, E. E. & Svendsen, J. C. 2022: Environmental DNA reveals fine-scale habitat associations for sedentary and resident marine species across a coastal mosaic of soft- and hard-bottom habitats. – *Environmental DNA* 4: 954–971.
- Wistbacka, R. 2009: Åtgärdsplan Storträsk och Lillträsk.
- 2013: Restaurering av bäcken från Korvgräven. – Delrapport inom Interreg Botnia-Atlantica-projektet FLISIK. 9 s.
- 2023a: Långvikenin työraportti heinäkuu 2023.
- 2023b: Rapport om restaureringen av Rölligropen 2022–2023. 14 s.
- Teamshaastattelu 30.10.2023, haastattelijana Anette Bäck. Muistio kirjoittajan hallussa.
- & Snickars, M. 2000: Rannikon pienvedet kalojen kutupaikkoina Pohjanmaalla 1997–1998. – *Kala- ja riistahallinnon julkaisuja* 48/2000.
- Wüstenberg, A., Pörs, Y. & Ehwald, R. 2011: Culturing of stoneworts and submersed angiosperms with phosphate uptake exclusively from an artificial sediment. – *Freshwater biology* 56 (8): 1531–1539.
- Ympäristöministeriö 2020: Ympäristöministeriö EU:n biodiversiteettistrategia. <ym.fi/eu-n-biodiversiteettistrategia>, viitattu 11.7.2023.
- Ympäristöministeriö 2022: Ympäristöministeriö EU:n ennallistamisasetus. – <ym.fi/enallistamisasetus>, viitattu 11.7.2023.
- Žilinskaitė, E., Malgorzata, B. & Futter, M. 2021: Stakeholder perspectives on blue mussel farming to mitigate Baltic Sea eutrophication. – *Sustainability* 13: 9180.

Liitteet

Liite 1 Kunnostusmenetelmien soveltuvuus eri luontotyypeille

Taulukossa on esitetty rasteilla (X) ne luontotyypit, joiden alla menetelmät on raportissa esitelty ja joissa niistä on eniten kokemusta ja/tai joille niiden on katsottu parhaiten soveltuvan. O-kirjaimella on merkitty ne luontotyypit, joihin menetelmien on myös katsottu soveltuvan.

Kunnostusmenetelmä ja elinympäristö ja niille soveltuva luontotyyppi	Hiekka-särkät	Harjusaarten vedenal. osat	Joki-suistot	Rannikon laguunit	Laajat matalat lahdet	Riutat	Ulkosaariston saaret ja luodot	Kapeat murtovesi-lahdet	Muut syvät pehmeät pohjat	Huomautukset
Kunnostusruoppaus			X	O	X			O		
Kynnyksen palauttuminen				X						
Vaellusesteen poisto			O	X	O					
Uoman avaaminen				X						
Valuma-aluekunnostus			O	X	O			O		Tuloksellisinta valuma-alueen vaikutusalueella oleviin luontotyyppihin.
Uposvesikasvillisuuden poisto			O	O	X			O		Poistotekniikka ja -tulokset riippuvat poistettavasta lajista. Kiinnitettävä huomiota poistettavan lajin leviämiskykyyn.
Järviuruo'on poisto			O	O	X			O		Ruovikot monille linnuille tärkeä elinympäristö ja useiden kalojen tärkeä lisääntymisalue. Ruovikko vähentää pohjan eroosiota ja kasvustoon sitoutuu ravinteita ja hiiltä. Ruovikon poisto ei ratkaise rehevöitymisongelmaa, joten poiston perusteet ja tavoitteet tulee miettiä tarkkaan ennen toimenpiteitä. Poistosuunnitelmassa tulee huomioida elinympäristön merkitys linnuille ja kaloille.
Riuttakunnostukset						X				
Pohjien hapetus								X	X	Pohjanläheisen veden tilan parantaminen vaatii yleensä jatkuvaa hapettamista ja hapettomuus uusiutuu helposti, kun hapetustoiminta lopetetaan.

Siirtoistutukset	Hiekka-särkät	Harjusaarten vedenal. osat	Joki-suistot	Rannikon laguunit	Laajat matalat lahdet	Riutat	Ulkosaariston saaret ja luodot	Kapeat murtovesi-lahdet	Muut syvät pehmeät pohjat	Huomautukset
Meriajokas	X	X								Hiekka- ja sorapohjat. Edellyttää sopivia olosuhteita. Varottava lähdepopulaatioiden heikentämistä. Populaatiot geneettisesti mahdollisesti eriytyneitä toisistaan ja geneettisen aineksen sekoittuminen istutuksissa tulisi huomioida suosimalla lähellä istutuspaikkaa olevia lähdepopulaatioita.
Haurut						O	O			Kovat pohjat. Edellyttää sopivia olosuhteita (mm. veden hyvä laatu).
Näkinpartaislevät			O	X	O			O		Edellyttää sopivia olosuhteita. Varottava lähdepopulaatioiden heikentämistä.
Muut putkilokasvit	X	X	O	O	O			O		Siirtoistutukset voivat olla järkeviä lisäämään avainlajin (esim. meriajokkaan) muodostaman habitatin pinta-alaa tai varmistamaan uhanalaisen lajin säilyminen edes joissakin populaatioissa levinneisyysalueellaan. Voidaan siirtoistuttaa sinne, missä on lajeille luontaisia elinympäristöjä ja sopivat olosuhteet, mutta tulokset vaihtelevia.
Uhanalaisen lajin mikrohabitaatin muokkaus			O	?	O			O		Lajin ekologia tunnettava hyvin, jottei heikennetä lajin elinolosuhteita.
Tahallisen häiriön luominen (pienalainen)		O			O					Rantaniityt ja -kosteikot, jokisuistot, matalat muta- ja liejurannat.
Rantalaidunnus			O		O			?		Laidunnuksen suorien vaikutusten tutkimuksia lähirannan vedenalaisen luontoon erilaisissa vesistöissä tarvitaan lisää.
Laguunien kalakunnostukset				O						
Haukikosteikot			O		O			O		Haukikosteikkojen tavoitteena on ensisijaisesti vahvistaa petokalakantaa. Toimenpiteitä suunniteltaessa tulisi huomioida tavoitteen mahdolliset ristiriidat luontotyyppi- ja linnustonsuojelun kanssa.
Meriharjuksen elinympäristö-kunnostukset		?					?			Meriharju kutee matalilla kivi- ja sorapohjilla, rehevöityminen on laajamittainen ongelma ja toimenpiteiden vaikutukset siksi tilapäisiä.

Uusimmat Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisut

Sarja A

- No 246 Saatsi, E., Saatsi, P., Sirén, R., Hjelt, H. & Salo, A. 2023: Evon retkeilyalueen rakennetun kulttuuriympäristön inventointi 2022. 80 s.
- No 247 Saatsi, E., Saatsi, P., Sirén, R. & Salo, A. 2023: Päijänteen kansallispuiston retkeilyalueen rakennetun kulttuuriympäristön inventointi 2022. 68 s.
- No 248 Tammilehto, A., Härmä, P., Kallio, M., Törmä, M., Saikkonen, A., Tuominen, S., Impiö, M., Heikkinen, M., Kervinen, M., Jussila, T., Böttcher, K., Pääkkö, E., Kokko, A., Mäkelä, K. & Anttila, S. 2024: Ylä-Lapin luonnon kaukokartoitus – Projektin loppuraportti osa 1 – Aineistot ja menetelmät. 103 s.
- No 249 Tammilehto, A., Saikkonen, A., Pääkkö, E., Tuominen, S., Mäkelä, K., Kokko, A., Härmä, P., Kallio, M., Heikkinen, M., Impiö, M., Törmä, M. & Anttila, S. 2024: Ylä-Lapin luonnon kaukokartoitus – Projektin loppuraportti osa 2 – Luontotyypit. 59 s.
- No 250 Stolton, S., Ahlroth, P., Auvinen, A.-P., Dehmel, N., Dudley, N., Hošek, M., Lahti, K., Ross, B. & Leung, Y.-F. 2024: Management Effectiveness Evaluation of Finland's Protected Areas 2023. 195 s.
- No 251 Ikkala, L. & Similä, M. (toim.) 2024: Ennallistettujen soiden seurannan kehittämisehdotukset – Hydrologia-LIFE-hankkeessa kertyneitä kokemuksia hoitoseurannan ja hydrologisen seurannan parantamiseksi ja kaukokartoitusseurannan perustamiseksi. 148 s.

Sarja B

- No 267 Puranen, T. & Mikkola, M. 2022: Torronsuon kansallispuiston kävijätutkimus 2020–2021. 60 s.
- No 268 Puranen, T. 2022: Liesjärven kansallispuiston kävijätutkimus 2021. 62 s.
- 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.

Sarja C

- No 181 Metsähallitus 2022: Selkämeren kansallispuiston ja Natura 2000 -alueiden hoito- ja käyttösuunnitelma. 199 s.
- No 182 Metsähallitus 2022: Helvetinjärven kansallispuiston hoito- ja käyttösuunnitelma. 109 s.
- No 183 Metsähallitus 2022: Pinkjärven ja Lastensuon hoito- ja käyttösuunnitelma. 99 s.
- 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.



ISSN-L 1235-6549
ISSN (VERKKOJULKAISU) 1799-537X
ISBN 978-952-377-121-5 (PDF)
JULKAISUT.METSA.FI