



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 27/2019

Ihmistoiminnan vaikutukset rannikon kalojen lisääntymisalueisiin ja mahdollisuudet kunnostuksiin

Sanna Kuningas, Lari Veneranta, Hannu Ojanen, Meri Kallasvuo &
Antti Lappalainen

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 27/2019

Ihmistoiminnan vaikutukset rannikon kalojen lisääntymisalueisiin ja mahdollisuudet kunnostuksiin

Sanna Kuningas, Lari Veneranta, Hannu Ojanen, Meri Kallasvuo & Antti Lappalainen

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2019



Viittausohje:

Kuningas, S., Veneranta, L., Ojanen, H., Kallasvuo, M. & Lappalainen, A. 2019. Ihmistoiminnan vaikutukset rannikon kalojen lisääntymisalueisiin ja mahdollisuudet kunnostuksiin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 27/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 60 s.



ISBN 978-952-326-748-0 (Painettu)

ISBN 978-952-326-749-7 (Verkojulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkojulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-749-7>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Sanna Kuningas, Lari Veneranta, Hannu Ojanen, Meri Kallasvuo & Antti Lappalainen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2019

Julkaisuvuosi: 2019

Kannen kuva: Sanna Kuningas, Luke.

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Sanna Kuningas¹⁾, Lari Veneranta²⁾, Hannu Ojanen³⁾, Meri Kallasvuo¹⁾ ja Antti Lappalainen¹⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

²⁾Luonnonvarakeskus, Puuvillakuja 6, 65200 Vaasa

³⁾Luonnonvarakeskus, Tietotie 2, 31600 Jokioinen

Kalojen mäti- ja pienpoikasvaiheet ovat erityisen herkkiä ympäristössä tapahtuville muutoksille. Siten kalojen lisääntymisalueilla ja lisääntymisaikaisilla olosuhteilla on erityinen merkitys koko kalakannan elinvoimaisuuden, koon ja tuotannon kannalta. Onnistunut lisääntyminen määrittää pitkälti kalastettavissa olevan kannan koon.

Koko rannikollamme on tunnistettu useita elinympäristöjä, kuten jokisuistot ja matalat suojaisat merenlahdet sekä fladat, jotka toimivat tärkeinä lisääntymisalueina kevätkutuisille talouskalalajeille, kuten ahvenelle, kuhalle ja hauelle. Merikutuiselle siialle tärkeitä ovat puolestaan hiekka- ja sorapohjat. Näille rannikon alueille kohdistuu suuri määrä ihmistoimintojen aiheuttamia paineita, jotka voivat myös kumuloitua.

Kevätkutuisille talouskalalajeille tärkeistä lisääntymisalueista jokisuistot ovat voimakkaimmin ihmistoiminnan muuttamia. Jo pelkästään vesialueisiin vaikuttava rakentaminen on poistanut noin 15 % jokisuiden pinta-alasta kalojen lisääntymisaluekäytöstä. Lisäksi jokien tuoman ravinne- ja kiintoainekuormituksen sekä pienimuotoisten ruoppausten aiheuttamat laajat muutokset jokisuiden elinympäristöissä ovat arvion mukaan huomattavasti heikentäneet ainakin ahvenen ja hauen lisääntymismahdollisuuksia. Matalissa suojaisissa merenlahdissa vesialueisiin kohdistuva rakentaminen on vähäisempää koskien noin 3 % elinympäristön kokonaispinta-alasta. Myös veden laadun heikkenemisen aiheuttamat muutokset ovat vähemmän selviä kuin jokisuistoissa, mutta myös matalissa suojaisissa merenlahdissa etenkin ahvenen ja hauen lisääntymisolosuhteiden katsotaan heikentyneen. Vedenlaadun heikkeneminen ja elinympäristön muuttuminen eivät ole yhtä haitallisia esimerkiksi joillekin särkikalaille tai kuhalle, joiden lisääntyminen saattaa joissain tilanteissa myös hyötyä ihmistoiminnan aiheuttamista muutoksista.

Fladojen osalta ihmistoiminnalla on ollut kalojen lisääntymisolosuhteille haitallisia vaikutuksia mutta toisaalta ainakin Merenkurkun alueella on joissain tapauksissa onnistuttu kunnostustoimilla palauttamaan maankohoamisen vuoksi jo menetettyjä lisääntymisalueita takaisin kalojen ulottuville.

Kokonaisuudessaan ihmistoiminnalla on kuluneiden vuosikymmenten aikana ollut merkittäviä vaikutuksia rannikon talouskalojen lisääntymisalueisiin ja sitä kautta myös kalakantoihin. Raportin arviot on esitetty koko rannikon tasolla, eivätkä ne siksi ole sovellettavissa yksittäisiin jokisuistoihin, mataliin suojaisiin merenlahtiin tai fladoihin. Lisäksi vaikutussuhteiden monimutkaisuus ja tutkimus- ja seurantatiedon vähyytys tekevät tarkempien arvioiden tekemisen mahdottomaksi. Haitallisten vaikutusten vähentämiseksi tärkein ja laajakantoisin tehtävä olisi jokien ja rannikkovesien veden laadun parantaminen vesiensuojelutoimenpiteillä. Tämän lisäksi oikein kohdistetuilla kunnostustoimilla voitaisiin paljon nykyistä enemmän parantaa rannikkolajien lisääntymismahdollisuuksia.

Rannikolla toteutettavista lisääntymisalueiden kunnostusmenetelmistä ja niiden tuloksellisuudesta on hyvin niukasti tietoa ja kokemuksia tarjolla. Tiedon ja osaamisen puute lienee pääasiallinen syy kunnostushankkeiden vähäisyyteen koko rannikkoalueella. Raportin loppupuolella esitellään tiedossa olevia toteutuneita kunnostushankkeita sekä kunnostushankkeiden suunnittelussa huomioon otettavia asioita ja aiheeseen liittyvää lainsäädäntöä.

Asiasanat: rannikko, kalat, rannikon lisääntymisalueet, ihmistoiminnot, kalataloudellinen kunnostus, kalatalous



EUROOPAN MERI- JA KALATALOUSRAHASTO
SUOMEN TOIMINTAOHJELMA
2014-2020

Sisällys

1. Johdanto	6
2. Kaloille tärkeät lisääntymisalueet ja niihin kohdistuvat muutostekijät merialueella	8
2.1. Lisääntymisalueiden yleiset laatuvaatimukset	8
2.2. Jokisuistot	11
2.2.1. Jokisuistojen tila pintavesien ekologisen tilan perusteella	11
2.2.2. Ravinteet, orgaaninen hiili ja kiintoaines	14
2.2.3. Happamat sulfaattimaat	16
2.2.4. TIETOLAATIKKO 1 – Jokien fyysiset muokkaukset	18
2.2.5. TIETOLAATIKKO 2 - Keskeiset noususteet	20
2.2.6. Jokisuualueiden maankäyttö ja rakentaminen	21
2.2.7. Ihmistoiminnan kokonaisvaikutukset poikastuotantopotentiaaliin jokisuistoissa	24
2.3. Matalat suojaiset merenlahdet.....	25
2.3.1. Matalien suojaisten merenlahtien tila ja rehevöityminen	27
2.3.2. Rakentaminen ja muokkaustoimet matalissa suojaisissa merenlahdissa	29
2.3.3. TIETOLAATIKKO 3 – Veneliikenne.....	30
2.3.4. Ihmistoiminnan kokonaisvaikutukset poikastuotantopotentiaaliin matalissa suojaisissa merenlahdissa	31
2.4. Fladat ja kluuvit.....	32
2.4.1. TIETOLAATIKKO 4 - Ruoppaus	35
2.4.2. Ihmistoiminnan vaikutukset fladoissa.....	36
2.5. Vedenalaiset hiekka- ja sorapohjat.....	37
2.5.1. TIETOLAATIKKO 5 – Hiekan ja soran nosto.....	38
3. Toteutettuja ja mahdollisia kunnostustoimia rannikolla	40
3.1. Fladojen ja kluuvien kunnostukset	41
3.2. Keinotekoiset kutualustat poikastuotannon tukena	43
3.2.1. Kuturotyöt Hanko-Tammisaari alueella.....	43
3.3. Tulvakosteikot.....	45
3.3.1. Keinotekoiset kosteikot hauen lisääntymisalueina	46
3.4. Siian lisääntymisalueiden ennallistamisen mahdollisuuksia.....	47
3.5. Yhteenvedo kunnostusmahdollisuuksista lajeittain	49
3.6. Kunnostustoimenpiteiden mahdolliset riskit.....	50
4. Kunnostuksiin liittyvä lainsäädäntö ja työvaiheet	51
5. Kunnostusten kustannukset ja rahoitus	53
6. Kiitokset	54

1. Johdanto

Kalojen mäti- ja pienpoikasvaiheet ovat herkkiä ympäristössä tapahtuville muutoksille ja kuolevuus on varhaisten elinvaiheiden aikana usein erittäin korkeaa. Kuolevuuteen vaikuttavat ympäristöolosuhteet, kuten epäsuotuisa lämpötila, petojen saalistus, ravinnon riittävyys sekä lajin sisäinen ja laji- en välinen kilpailu. Kalojen lisääntymisalueilta ja niiden lisääntymisaikaisilla olosuhteilla onkin erityinen merkitys koko kalakannan koon ja vuotuisen lisääntymisen onnistumisen kannalta. Parhaimmillaan pienikin lisääntymisalue voi tuottaa kalakannan laajalle alueelle.

Kaupallinen ja vapaa-ajankalastus ovat riippuvaisia tuottavista ja vakaista kalakannoista. Pääosa Suomen kaupallisen kalastuksen saaliista merellä on silakkaa (*Clupea harengus*) ja kilohailia (*Sprattus sprattus*). Muita merkittäviä kaupallisen kalastuksen saalislajeja ovat siika (*Coregonus lavaretus*), ahven (*Perca fluviatilis*), kuha (*Sander lucioperca*), lohi (*Salmo salar*), muikku (*Coregonus albula*), hauki (*Esox lucius*) ja kuore (*Osmerus eperlanus*). Näistä kuha, lohi ja siika ovat hinnaltaan arvokkaimmat saalisajit. Kaupallisen kalastuksen kokonaissaalis mereltä oli vuoden 2017 aikana 155 miljoonaa kiloa (Luke 2018). Tästä 86 % oli silakkaa ja noin 10 % kilohailia. Loput 5 miljoonaa kiloa koostui muista kalalajeista, kuten makeanveden lajeista ja vaelluskaloista, jotka ovat tärkeitä myös vapaa-ajankalastukselle. Merellä tapahtuneen kaupallisen kalastuksen saaliin taloudellinen arvo oli tuottajaintojen perusteella arvioituna 36 miljoonaa euroa vuonna 2017 (Luke 2018).

Merialueellamme taloudellisesti tai sosiaalisesti merkittäviksi arvioituista viidestätoista lajista noin puolet lisääntyy sisäsaaristoalueilla ja jokisuistoissa. Nämä ovat tyypillisesti kevätkutuisia makeanveden kalalajeja, tärkeimpinä ahven, kuha, kuore, hauki sekä made (*Lota lota*). Samat sisäsaariston alueet ovat tärkeitä lisääntymisaluita useimmille särkikalaille. Myös merenkourumalahdet, fladat, ja mereen enää puryhteydessä olevat kluuvit ovat tärkeitä lisääntymisaluita makeanveden lajeille. Lisäksi rannikkoalueella esiintyy merikutuisen siian sisäsaaristossa tai jokisuistoissa lisääntyviä populaatioita. Osalle lajeista avoimet ulkosaariston alueet ovat tärkeitä. Merenkurkussa ja Perämerellä merikutuinen siika lisääntyy edelleen huomattavissa määrin myös avoimen merialueen lähistöllä olevilla ulkosaariston alueilla. Koko Suomen rannikkoalueen tarkastelussa merikutuisen siian lisääntymisalueet ovat viimeisen viidenkymmenen vuoden aikana kuitenkin taantuneet merkittävästi (Veneranta ym. 2013a). Myös silakan ja kampelan (*Platichthys solemdali*) kutualueet sijaitsevat useimmiten sisimmän saaristovyöhykkeen ulkopuolella (Kallasvuo ym. 2016; Kallasvuo ym. 2017), salmissa, saarten reunoissa tai vedenalaisilla riutoilla. Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelmassa (VELMU) on tuotettu mallinnettuja poikastuotantoaluekarttoja kaupallisesti tärkeille rannikon kalalajeille. Kartat ovat nähtävissä VELMU-karttapalvelussa <http://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu/>.

Ihmisen toiminta on vaikuttanut monella tavalla haitallisesti, joko suorasti tai epäsuorasti, kalojen tärkeisiin elinympäristöihin sekä merialueella että sisävesissä. Erilaiset toimet, kuten valuma-alueiden muokkaukset, ojitukset, rakentaminen ja merenpohjan ruoppaukset, muuttavat lisääntymisaluiden ominaisuuksia tai hankaloittavat niille pääsyä, jolloin kalojen lisääntyminen ei onnistu. Lisäksi näillä toimilla on haitallisia vaikutuksia vedenlaatuun, esimerkiksi samentumisen, liettymisen ja happamien valumavesien myötä. Rehevöitymisen haitalliset vaikutukset katsottiin olevan uusimassa luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa suurin yksittäinen uhka rannikon luontotyypeille (Kontula & Raunio 2018a). Etenkin maa- ja metsätalous ovat vaikuttaneet useilla alueilla haitallisesti rehevöittämällä vesialuita ravinteiden lisääntyneen valuman kautta.

Virtavesissä vesivoimarakentamisen vaikutukset kalojen lisääntymisalueisiin ja niille pääsyyn ovat olleet hyvin konkreettisia. Virtavesien osalta kalojen lisääntymiselle ja kalataloudelle aiheutettuja haittoja onkin jo pitkään arvioitu ja toiminnanharjoittajille on asetettu myös laajoja kompensatiovelvoitteita. Virtavesissä on toimittu aktiivisesti eri kohteiden kunnostamiseksi, pyrkien kohti vesialu-

een hyvää tilaa sekä parantamaan kalojen lisääntymismahdollisuuksia. Tunnettuja toimia ovat esimerkiksi padottujen jokien kohdalla pyrkimykset järjestää kalojen kulkumahdollisuuksia kalaportaiden avulla, habitaattikunnostukset ja sopivien kutusoraikkojen rakentaminen lohikaloille. Kalataloudellisia kunnostuksia on tehty lisääntyvissä määrin myös pienemmissä kohteissa, kuten puroissa, joissa kalojen nousua on helpotettu mm. tierumpujen ja muiden pienien noususteiden poistamisen osalta. Viimeaikaisista kunnostuksista ja hankkeista lisätietoja löytyy muun muassa Vesistö-kunnostusverkoston internet-sivuilta (www.ymparisto.fi/vesistokunnostusverkosto). Kalojen elinympäristöjen kunnostamisesta löytyy tietoa myös ”Kalavarojen käyttö ja hoito” -julkaisusta (Salminen & Böhling 2018).

Rannikkoalueilla ihmistoiminnan kalojen lisääntymiselle aiheutettujen haittojen arvioiminen on paljon vaikeampaa verrattuna virtavesiin, koska alueella vaikuttaa usein samanaikaisesti useampi tekijä, vaikutukset ovat kumulatiivisia ja eri toimintojen kaloihin kohdistuvia vaikutuksia saattaa olla hankala erotella toisistaan. Yksittäisen tekijän vaikutukset ovat harvoin hyvin selviä tai näkyviä. Lisäksi lisääntymisalueet muodostavat usein laajemman kokonaisuuden, jolloin yksittäisten muutosten vaikutus saattaa näkyä vasta pitkällä aikaviiveellä. Rannikon alueet, joissa ihmistoimintaa on eniten, ovat kuitenkin usein tärkeimpiä kalojen lisääntymisalueita merialueella (Kallasvuo ym. 2016, Kraufvelin ym. 2018). Esimerkiksi Ruotsissa, Tukholman edustan saaristossa, ihmistoiminnan on arveltu vaikuttaneen haitallisesti 40 % kalojen lisääntymisalueista (Sundblad & Bergström 2014).

Rannikkolamme kalataloudellisia kunnostustoimenpiteitä on tehty vasta muutamilla alueilla. Toteutetut kunnostustoimet ovat olleet pääosin paikallisia ja pienimuotoisia ja useimmiten ne ovat kohdentuneet kalojen liikkumismahdollisuuksien parantamiseen. Potentiaalisia kunnostuskohteita löytyy rannikkolamme kuitenkin lukemattomia. Koko rannikkolamme on tunnistettu useita luontotyyppejä tai elinympäristöjä, kuten fladat, kluuvit, jokisuistot ja matalat merenlahdet, jotka toimivat tärkeinä kalojen lisääntymisalueina ja joiden kalataloudellista merkitystä voitaisiin mahdollisesti parantaa kunnostuksin. Suhteellisen pienilläkin toimenpiteillä on mahdollisuus parantaa kalojen lisääntymismahdollisuuksia paikallisessa mittakaavassa.

Tämän raportin päätarkoitus on esittää arvioita ihmistoiminnan aiheuttamista haitoista rannikon kalojen lisääntymisalueille. Raportissa keskitytään Suomen rannikkoalueen (pois lukien Ahvenanmaa) rannanläheisiin suojaisiin elinympäristöihin, jotka ovat tärkeitä lisääntymisalueita etenkin kevätkutuisille kalalajeille, kuten ahvenelle, hauelle ja kuhalle. Raportissa ei käsitellä jokia ja puroja niiden suuaukkoja ylempien osien osalta, vaan keskitytään jokisuistoalueisiin ja varsinaiselle rannikkoalueelle; mataliin suojaisiin merenlahtiin, fladoihin ja muihin kalojen lisääntymiselle tärkeisiin saaristovyöhykkeen elinympäristöihin. Raportin loppuosassa käsitellään toteutuneita ja mahdollisia kunnostustoimia sekä niihin liittyvää lainsäädäntöä.

Raportti on osa Euroopan meri- ja kalatalousrahaston rahoittamaa Kalatalouden ympäristöohjelmaa, jossa selvitetään myös käytännön kenttäkokein kalataloudellisia kunnostusmenetelmiä Suomen rannikkoalueella. Lisätietoja löytyy muun muassa <https://merijakalatalous.fi/> sivustolta.

2. Kaloille tärkeät lisääntymisalueet ja niihin kohdistuvat muutostekijät merialueella

2.1. Lisääntymisalueiden yleiset laatuvaatimukset

Ensimmäinen vaatimus lisääntymisen onnistumiselle muodostuu kutualueelle pääsystä. Jos yhteys kutualueelle on estynyt, esimerkiksi johtuen matalasta vedenkorkeudesta tai fyysisestä nousuesteestä, ei kuteminen suotuisimmalla alueella onnistu. Jokisualueilla on usein toteutettu ruoppauksia, joiden yhteydessä joen alaosa on pengerrytetty. Samalla luontainen tulvimisen seurauksena muodostunut kosteikkoalue ja kalanpoikasille sopiva elinalue on kadonnut täysin.

Rannanläheisillä suojaisilla alueilla on usein riittävästi sopivaa kasvillisuutta, joka toimii kutualustana, mädin kiinnittymisalustana sekä myöhemmin suojana pienpoikasille petoja vastaan (Sandström & Karås 2002, Snickars ym. 2009, Snickars ym. 2010, Kraufvelin ym. 2018, kuva 1). Ahven kutee muutamana sentin levyisen mätinauhansa tyyppisesti uposkasvillisuuden, kuten näkinpartaisten, rakkoaurun (*Fucus vesiculosus*) tai jonkin muun jämäkän vesikasvillisuuden, kuten ruovikon (*Phragmites australis*), päälle (kuva 2).

Hauen mätimunat kiinnittyvät vesikasvillisuuteen, kuten järviruo'on pintaan (Casselman & Lewis 1996, Lappalainen ym. 2008). Ruovikkorantojen on todettu toimivan erittäin tärkeinä lisääntymisalueina useille Suomen rannikon kalalajeille (Kallasvuo ym. 2011). Hyviksi todetuilla hauen lisääntymisalueilla myös vesisammal (*Fontinalis* spp.) on osoittautunut sopivaksi kasvillisuudeksi järviruo'on lisäksi, etenkin Suomen etelärannikolla.

Kuha ei vaadi lisääntymisalueella erityistä kasvillisuutta, vaan kutee kivi-, sora- tai savipohjalle koiraan puhdistamaan kuoppaan (Lappalainen ym. 2003). Toinen paljaille kivi- ja sorapohjille kuteva kalalaji on merikutuinen siika, jonka kutu sisäsaaristossa tapahtuu usein salmissa, saaren kärjissä tai vedenalaisilla kiviriutoilla. Useiden rannikon jokien edustalla tavataan ainakin vähäisissä määrin myös joen suistoalueella kutevaa siikaa.

Silakan kutu tapahtuu usein kasvillisuuden peittämillä, mutta joskus myös paljalla kovapohjaisilla alueilla alle 10 m syvyyksissä, kudun loppuvaiheessa mahdollisesti syvemmissäkin (Aneer 1989). Kutu etenee sisemmästä saaristosta vyöhykkeittäin ulkosaaristoon saakka kesän edetessä ja vedenlämpötilan noustessa. Lämpimät kevät- ja kesäkuukaudet aikaistavat kutua ja viileinä kesinä kutusesonki jatkuu pitkään.

Kudun tapahduttua pitää ympäristöolojen säilyä suotuisina, jotta alkion ja pienpoikasten kehitys tapahtuu menestyksekkäästi. Tärkeimpiä lisääntymisalueen ominaisuuksia on sopiva veden lämpötila. Valtaosa rannikollamme lisääntymistä kalalajeista on kevät- ja kesäkuukautisia, ja niillä lisääntyminen tapahtuu nimenomaan lämpötilan suotuisasta kehityksestä johtuen matalilla, aallokolta ja virtauksilta suojaisilla alueilla, joilla veden lämpötila on muutamana asteen lämpimämpi verrattuna ympäröiviin avoimpiin alueisiin.



Kuva 1. Matalat ja suojaiset merenlahdet ovat keväällä nopeasti lämpenevinä alueina hyviä lisääntymisalueita kevätkutuisille kalalajeille, kuten hauelle. Etualalla näkyy mm. hauen pienpoikasten etsintään käytetyt valkolevyt ja valkoinen kauha, jotka soveltuvat erityisesti tiheillä kasvillisuusrannoilla toteutettaviin kalojen lisääntymisaluekartoituksiin. Valokuva: Sanna Kuningas, Luke.



Kuva 2. Ahvenen vaalea mätinauha kiinnittyneenä järviruokoon matalassa rantavedessä. Valokuva: Lari Venerranta, Luke.

Hauen mädin kehityksen optimilämpötila on 9–15 °C välillä, ahvenella puolestaan 12–16 °C välillä (Sandström ym. 1997, Bondarenko ym. 2015). Kuhan mädin kehitys edellyttää korkeampaa lämpötilaa, optimaalinen veden lämpötila on 16 °C kohdilla (Lappalainen ym. 2003). Silakan kutu alkaa veden ollessa kutosyvyyksillä noin 4 °C lämpötilassa, kudun huippu osuu 7–13 °C välille ja päättyy 14–18 °C lämpötilaan (Aneer 1989). Silakalla on Itämerellä myös syyskutuista kantaa, mutta se on meidän rannikollamme nykyään vähälukuinen. Syyskutuisen silakan poikaset kuoriutuvat talvea vasten ja talvehitivat poikasvaiheessa. Merikutuinen siika kutee syksyllä, mäti kehittyy talven yli pohjassa ja kuoriutumisen tapahtuu jäiden sulaessa ja veden lämpötilan noustessa keväällä 2–4 °C lukemiin (Veneranta ym. 2013b).

Kudun ja pienpoikasten kehittymisen kannalta on olennaista, että veden lämpötila ei myöhemmin ensimmäisen kesän aikana pääse laskemaan alle kriittisen, lajikohtaisen rajan. Tosin esimerkiksi ahvenen on havaittu kestävän mätivaiheessa hetkellisesti 3 °C lämpöistä vettä ilman kehityshäiriöitä (Hokanson 1977). Ilman lämpötilan voimakas viilentyminen tai tuuli- ja virtausolosuhteiden muutos ja siitä johtuva veden kumpuaminen saattavat laskea veden lämpötilaa, joka vielä poikasten kuoriutumisen jälkeen voi heikentää poikasten selviytymistä ja niistä muodostuvan vuosiluokan vahvuutta.

Ruskuaispussipoikasvaiheen jälkeen kalanpoikaset tarvitsevat ravintoa, jota on yleensä suojaissa lahdissa ja fladoissa hyvin tarjolla. Alkuvaiheessa kaikkien lajien poikaset käyttävät ravinnokseen eläinplanktonia. Kasvaessaan kalanpoikaset vähitellen levittäytyvät laajemmalle alueelle etsimään sopivaa ravintoa ja välttääkseen kilpailua. Olennaista myös on, että petojen määrä on kohtuullinen ja poikanen joko löytää sopivia suojapaikkoja monimuotoisen kasvillisuuden joukosta (Snickars ym. 2009) tai levittäytyy alueelle, jossa petojen uhka ei ole merkittävä.

Lämpötilan ohella myös veden suolapitoisuus määrittää eri kalalajeille soveltuvia lisääntymisalueita. Suomen rannikkoalueella suolapitoisuus vaihtelee Perämeren perukan ja jokisualueiden makeasta vedestä Läntisen Suomenlahden ja Saaristomeren noin 7 ‰ lukemiin. Suomen etelärannikolla suolapitoisuus rajoittaa esimerkiksi särkikalojen lisääntymistä, joilla lisääntyminen onkin keskittynyt sisimpään saaristovyöhykkeeseen, missä veden suolapitoisuus on riittävän alhainen, alle 4 ‰ (Lappalainen & Urho 2006, Härmä ym. 2008b). Monet lajit hakeutuvat myös jokisuille tai joen alaosien makeaan ja ympäröivää aluetta lämpimämpään veteen lisääntymään. Useat rannikolla tavattavista kevätkutuisista lajeista on korkeimmissa rannikkoalueen suolapitoisuuksissa lähellä lisääntymisen onnistumisen rajaa, esimerkiksi haulle on arvioitu rajaksi 8 ‰ (Jørgensen 2010) ja kuhalle 3,75–7 ‰ (Klinkhardt & Winkler 1989). Ahvenen lisääntymistä suolapitoisuuden ei voi Suomen rannikkoalueella katsoa rajoittavan, koska lisääntyminen onnistuu vielä 13 ‰ suolaisuudessa. Merilajien, kuten kampelan lisääntyminen onnistuu vain, kun veden suolapitoisuus on korkeampi. Esimerkiksi kampelan lisääntyminen vaatii suolapitoisuudeksi yli kuusi promillea (Lappalainen ym. 2000).

Seuraavissa luvuissa käsitellään rannikon luontotyypeistä jokisuistoja, matalia suojaisia merenlahtia ja fladoja, joilla on rannikon ja Itämeren luontotyypeistä suurin merkitys kevätkutuisien kalalajien lisääntymisalueina. Näihin luontotyypeihin kohdistuu myös laaja joukko ihmistoimintojen vaikutuksia. Lisäksi käsitellään lyhyesti hiekka- ja sorapohjia, joilla on merkitystä merikutuisen siian lisääntymisalueina.

2.2. Jokisuistot

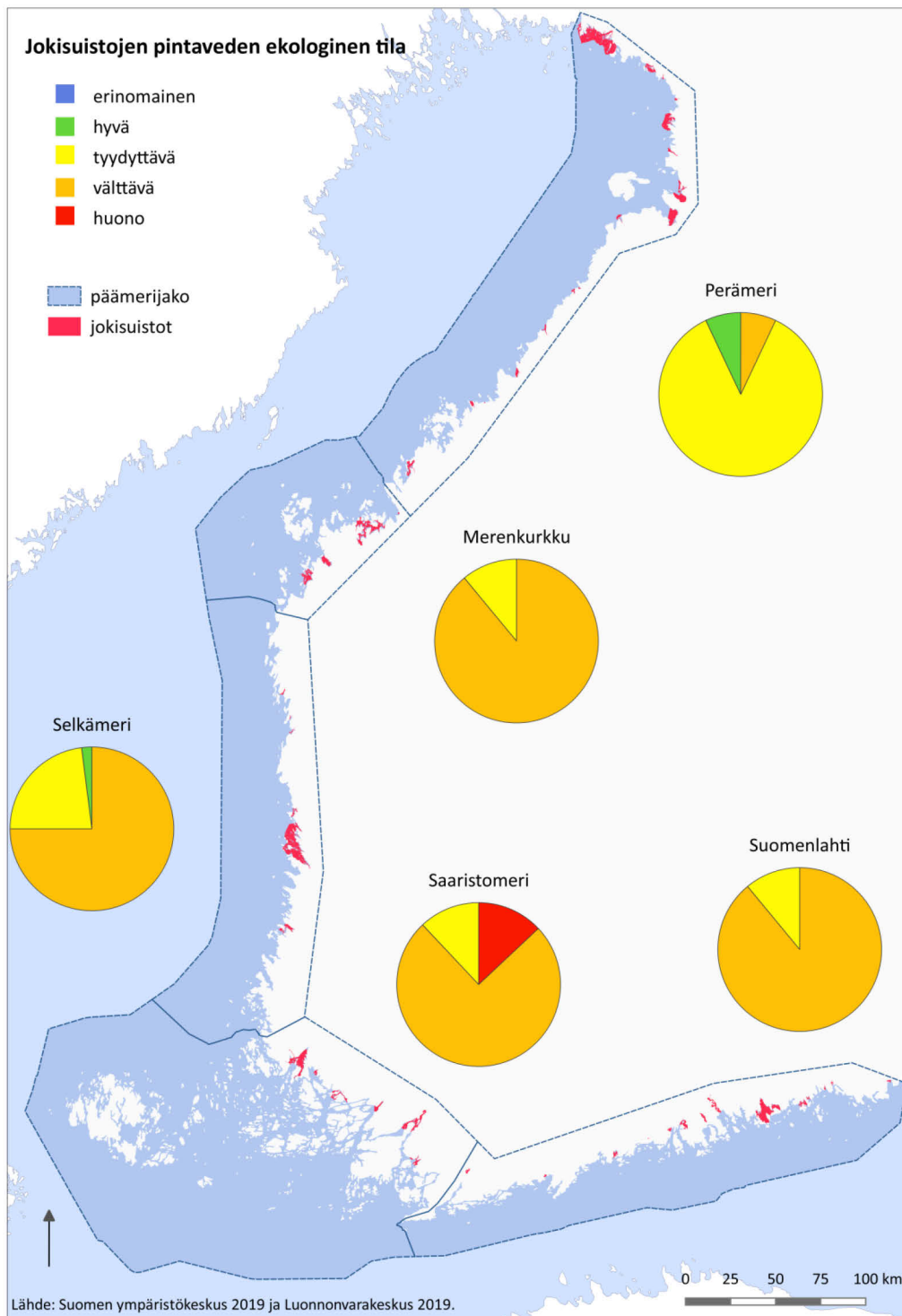
Jokisuistot ovat laajoja alueita, joissa joen mukanaan tuoma makea ja meren suolapitoinen vesi kohaavat. Koko Suomen rannikolla löytyy 47 jokisuistoksi luokiteltua aluetta, joiden virtaama on yli 1 m³/s (Kotilainen ym. 2018b). Näiden jokisuistojen yhteispinta-ala on 741 km². Jokisuistot kuuluvat Suomen kansainvälisiin vastuuluontotyypppeihin. Viimeisimmän (Kontula & Raunio 2018b) uhanalaisuusarvion mukaan jokisuistojen suojelutaso on kokonaisuudessaan katsottu huonoksi ja ne sijoittuvat uhanalaisuusluokassa erittäin uhanalaisiksi.

Jokisuistot keräävät valuma-alueelta runsaasti ravinteita ja useimmissa myös maa- ja metsätalouden vaikutus näkyy huomattavana humus- tai kiintoainekuormana. Toisaalta kevät aikaan jokisuistot lämpenevät nopeasti (Veneranta ym. 2016) ja ravinnekuorman vuoksi perustuotanto on runsasta. Tyypillisesti jokisuistojen vesi on ruskeaksi värjäytynyttä tai sameaa, joka entisestään lisää auringonvalon absorptiota. Jokisuistojen kasvillisuuteen kuuluvat muun muassa järviruoko, järvikaisla (*Schoenoplectus lacustris*), näkinpartaiset (Charophyta) ja ärviät (Myriophyllum), jotka tarjoavat kalojen mädille kiinnittymisalustaa ja suojaa pienille poikasille. Runsa perustuotanto tarjoaa myös kalojen poikasille riittävää ravintoa kasvuun. Kevätkutuisista kalalajeista merkittävä osa on makeanveden lajeja. Jokisuualueet, missä vesi on lähes makeaa, soveltuvat hyvin niiden lisääntymisalueiksi. Jokisuistojen tärkeä merkitys lisääntymisalueina tuli selvästi esille myös VELMU-kartoituksissa (Kallasvuo ym. 2016).

2.2.1. Jokisuistojen tila pintavesien ekologisen tilan perusteella

Ihmistoiminnan vaikutuksia jokisuistoihin ja erityisesti niiden veden laatuun voidaan yleisluontoisesti tarkastella jokisuualueiden ekologisen tilaluokittelun avulla. Koko Suomen alueella järvien, jokien ja rannikon pintavesien ekologinen tila on määritelty ja luokiteltu viisiportaisesti; erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Luokittelussa on tarkasteltu eliöstön lisäksi fysikaalis-kemiallisia sekä hydrologis-morfologisia tekijöitä. Viimeisin pintavesien ekologisen tilan luokittelu on vuodelta 2015. Ekologisen tilan luokittelussa tarkastelun kohteena ovat ensisijaisesti biologiset laatutekijät ja jokisuistoissa planktonlevien, piilevien, vesikasvien ja pohjaeläinten tilaa verrataan olosuhteisiin, joissa ihmistoiminta ei ole aiheuttanut havaittua vaikutusta eliöstössä. Lisäksi arvioinnissa otetaan huomioon myös veden laatutekijät (kokonaisravinteet, pH, näkösyvyys) ja hydromorfologisia tekijöitä.

Erinomaisessa tilassa olevia jokisuistoja ei Suomen rannikolla ole (kuva 3). Hyvässä ekologisessa tilassa olevia jokisuistoja on muutamia prosentteja kokonaispinta-alasta ja ne löytyvät lähinnä Perämereltä (taulukko 1). Perämerellä valtaosa jokisuistoista on tyydyttävässä tilassa, muilla merialueilla pääosin välttävässä tilassa. Saaristomeren alueelta löytyy myös huonossa tilassa olevia jokisuistoalueita. Jokisuistojen kohdalla tilan arvio kertoo paljolti siitä, minkälainen vaikutus jokisuistoon tulevilla jokivedellä (mm. ravinteet, kiintoainet, orgaaninen hiili, happamuus) on jokisuiston tilaan. Jokivedenlaatu puolestaan liittyy valuma-alueiden ominaisuuksiin, niillä tehtyihin toimiin sekä valuman määrään.



Kuva 3. Jokisuistojen pintaveden ekologinen tila merialueittain. Lähde: Syke.

Taulukko 1. Jokisuistojen (47 kpl) pinta-alat sekä jakautuminen eri laatuluokkiin pintavesien ekologisen tilan perusteella. Jokisuistot on poimittu Metsähallituksen tekemästä paikkatietoaineistosta, jossa jokisuistojen raja-alue on mm. tehty virtaamamäärän (yli 1 m³/s) perusteella. Ekologinen laatuluokitus on peräisin Syken Vesikartasta (<http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikartta>).

Merialue	Jokisuistot km ²	Pintaveden ekologinen tila (%)				
		Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Huono
Perämeri	285	0	7	86	7	0
Merenkurkku	93	0	0	11	89	0
Selkämeri	138	0	2	23	75	0
Suomenlahti	108	0	0	12	75	13
Saaristomeri	117	0	0	11	89	0
Yhteensä	741	0	3	42	53	2

Ekologinen laatuluokitus SYKE:n Vesikartasta(<http://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikartta>).

2.2.2. Ravinteet, orgaaninen hiili ja kiintoaines

Rehevöittävien ravinteiden, fosforin ja typen, liiallinen määrä Itämeressä on johtanut rehevöitymiseen eli perustuotannon kasvuun ja meren tilan heikentymiseen. Rehevöityminen on Itämeren suurin haaste niin avomerellä kuin rannikkovesissäkin. Vaikutukset näkyvät voimakkaasti jokisuistoissa. Edelleen jokien mukana kulkeutuu suuri määrä ravinteita Itämereen ja nämä ravinteet ovat pääosin peräisin valuma-alueen hajakuormituksesta.

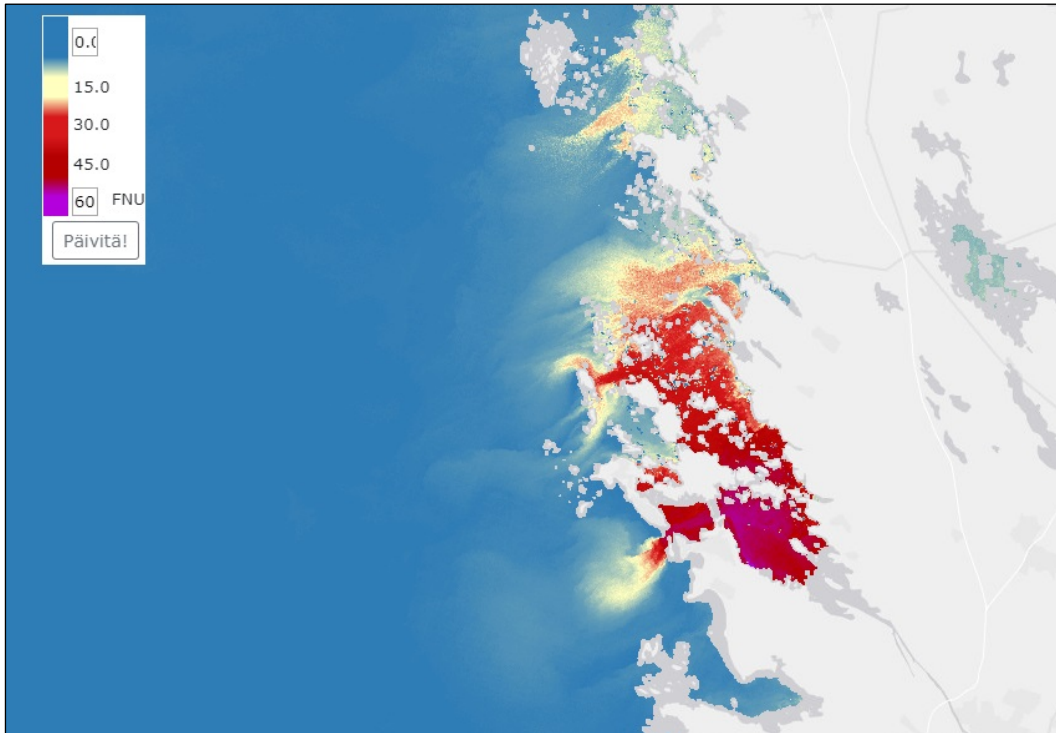
Jokiveden mukana valuma-alueelta kulkeutuvasta eloperäisestä hiilestä yli 90 % on liuenneessa muodossa. Jokisuistoalueelle kulkeutuva orgaaninen hiili ja sen määrä vaikuttaa suoraan jokisuistojen tilaan heikentäen jokisuistoalueen ja rannikon vedenlaatua. Liuennut orgaaninen hiili toimii ravinne-lähteenä vaikuttaen perustuotantoa kasvattavasti ja valon läpäisevyyttä vesipatsaassa heikentävästi (Fleming-Lehtinen & Laamanen 2012, Hoikkala ym. 2015). Vaikutuksen laajuus riippuu valuman voimakkuudesta, joka puolestaan on kytkeytynyt virtaaman määrään ja sadantaan. Sadanta puolestaan vaihtelee vuodenajasta riippuen, korkeimpien määrien esiintyessä kevättulvien yhteydessä ja toisaalta syksyllä (Manninen ym. 2018). Myös vuosien välillä on vaihtelua sadannassa ja virtaamamäärissä. Ilmastonmuutoksen edetessä sadannan ja valunnan on ennustettu lisääntyvän.

Suomen merialueista Perämeren alueella orgaanisen hiilen kuorma on suurin, etenkin Pohjanmaan alueella (Räike ym. 2012). Jokien tuoman orgaanisen hiilen määrä on ollut kasvusuuntainen 90-luvulta lähtien, ja etenkin Perämeren alueella määrän on havaittu lisääntyneen (Fleming-Lehtinen ym. 2015, Räike ym. 2016). Varmaa syytä kokonaishiilenmäärän kasvuun ei tiedetä, mutta todettujen muutosten mm. ilmastossa ja sadannassa on epäilty vaikuttaneen asiaan. Koko Itämeren alueella on arvioitu ilmastonmuutoksen edetessä liuenneen orgaanisen hiilen määrän lisääntyvän entisestään (Strååt ym. 2018).

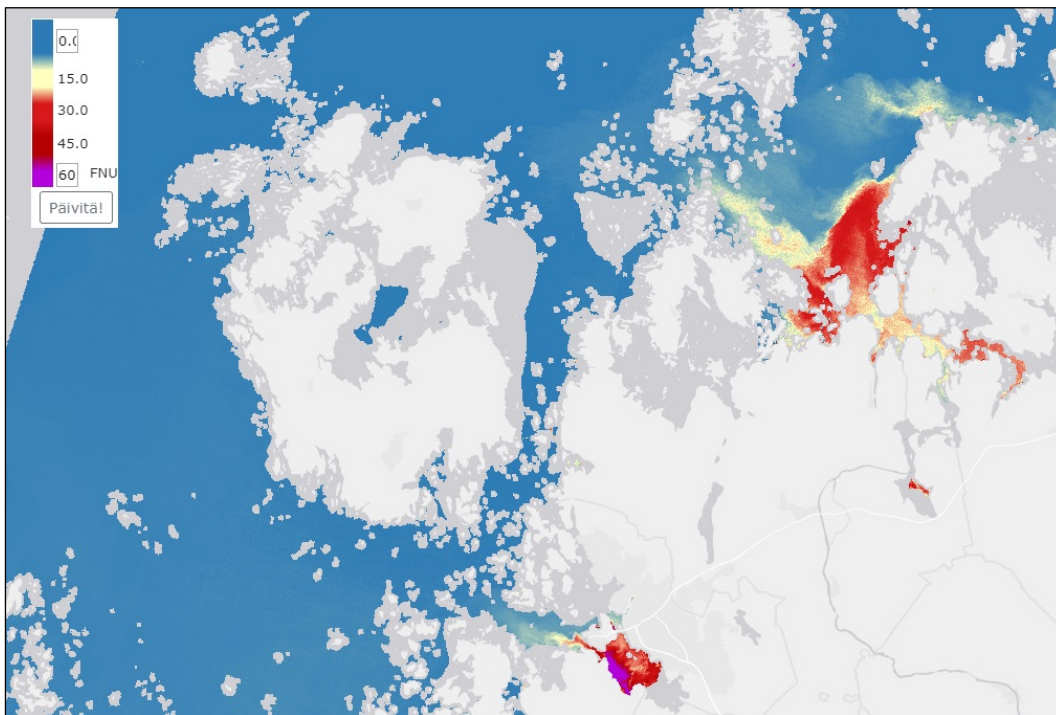
Valuma-alueilta jokien tuomana kulkeutuva hiukkasmuotoinen kiintoaines, joka muodostuu sekä eloperäisestä että elottomasta aineksesta, lisää jokisuistoalueen kuormitusta. Esimerkiksi kuvissa 4 ja 5 näkyy kevätaikaisen jokivaluman tuoman kiintoaineksen ja sitä seuraavan veden samentumisen laajaa vaikutusalueutta Kokemäenjoen ja Kyrönjoen suistoalueilla. Kokonaisuutena eloperäisen aineksen lisääntyminen jokisuistoalueella ja sen hajotus kuluttaa vedessä olevaa happea ja pohjalle laskeutuessaan johtaa liettymiseen ja mahdollisiin paikallisesti hapettomiin oloihin. Kiintoainekuormituksen huippu osuu usein kevääseen eli kevätkutuisten kalojen lisääntymisen kannalta epäedulliseen ajanjaksoon.

Vaikutus kalojen lisääntymiseen onnistumiseen jokisuistoalueilla muodostuu välittömistä ja välillisistä vaikutuksista. Jokien tuoman kuormituksen takia lisääntynyt eloperäisen aineksen laskeuma ja liettymisen tukahduttaa mätiä. Kuormitus myös nostaa perustuotannon määrää sekä samentaa vettä, jolloin etenkin visuaaliseen saalistukseen mukautuneet kalalajien poikaset, kuten ahven ja hauki kärsivät (Sandström & Karås 2002, Engström-Öst & Mattila 2008) ja vastaavasti särkikalajien poikaset voivat samentuneissa vesissä saada kilpailuetua (Persson 1983).

Rehevöityminen yhdessä lisääntyneen kiintoainekuormituksen kanssa yleensä edesauttaa tiheän ruovikon levittäytymistä jokisuistossa vähentäen muun kasvillisuuden, kuten uposlehtisten kasvien ja makrolevien määrää, ja kasvilajiston monimuotoisuutta (Hansen & Snickars 2014, Snickars ym. 2015, Wikström ym. 2016). Myös rihmalevien määrä lisääntyy. Nämä muutokset heikentävät potentiaalisten lisääntymisalueiden soveltuvuutta, laajuutta ja kuntoa, sekä poikasten ravinnon saantia, etenkin hauen ja ahvenen osalta (kuva 6) (Lappalainen ym. 2001, Sandström & Karås 2002). Näissä olosuhteissa kalalajisto saattaa muuttua särkikalavoittoisempaan suuntaan. Luke kartoitti hauenpoikasten esiintymistä Porvoon-Sipoon alueella keväällä 2018 ja kartoituksissa havaittiin, että hauenpoikasia ei esiintynyt voimakkaimmin rehevöityneiden jokisuiden ruovikoissa.



Kuva 4. Kokemäenjoen suistoalueen sameustilanne 14.4.2016. Lähde: Syke Tarkka.



Kuva 5. Kyrönjoen suistoalueen sameustilanne 14.4.2016. Lähde: Syke Tarkka.

Toisaalta jokisuiden rehevöityminen ja veden sameuden lisääntyminen yhdessä vähittäisen lämpötilan nousun kanssa on todennäköisesti parantanut olosuhteita kuhan lisääntymiselle ainakin joillakin alueilla, sillä kuhan on todettu muutaman vuosikymmenen aikana runsastuneen Pohjanlahdella. Kujan poikaset ovat myös vähemmän riippuvaisia kasvillisuudesta kuin useimpien muiden lajien poika-

set. Esimerkiksi Kyröjoen suistosta onkin muodostunut hyvä kuhan lisääntymisalue, samoin pohjoisin todettu lisääntymisalue rannikolla on havaittu Oulujoen suualueelta (Kallasvuo ym. 2017).



Kuva 6. Erittäin rehevässä ympäristössä ahvenen mäti peittyy leväkasvuston ja kiintoaineksen alle ja kuoriutuvi-
vien poikasten määrä jää vähäiseksi. Kuva: Lari Veneranta, Luke.

2.2.3. Happamat sulfaattimaat

Suomen rannikolla, erityisesti Pohjanlahden alueella, sijaitsee runsaasti happamia rikkipitoisia sulfaattimaita (taulukko 2, Sutela ym. 2012). Kun sulfaattimaita ojitetaan, kuivataan, pengerretään tai perataan maa- ja metsätalouden tarpeisiin, sulfaattimaat joutuvat kosketuksiin ilman hapen kanssa, jolloin muodostuu rikkihappoa. Alhaisimmillaan valumaveden pH voi laskea alle kolmen. Valumavesien mukana vesistöihin kulkeutuva rikkihappo aiheuttaa happamuutta ja vapauttaa maaperästä lisäksi myrkyllisiä metalleja, kuten alumiinia, kuparia ja kadmiumia.

Happamoituminen onkin tunnustettu yhdeksi jokisuistojen hyvää tilaa uhkaavaksi tekijäksi (Kotilainen ym. 2018b). Vuosien 2009–2011 aikana toteutetussa happamien sulfaattimaiden vesistövaikutusten seurannassa todettiin Pohjanmaan jokivesien säännöllisen happamoitumisen ja metallipitoisuuksien kohoamisen aiheuttavan selkeän uhan jokien ekosysteemeille ja alentavan niiden vedenlaatuluokitusta (Hovinen ym. 2012). Ilmastonmuutoksen on ennustettu lisäävän sadantaa ja valumaa, etenkin talviaikaan. Toisaalta kesäaikainen kuivuus saattaa lisääntyä. Näillä tekijöillä saattaa olla haitallisia vaikutuksia jokiveden laatuun ja happamuuteen tulevaisuudessa. Kaiken kaikkiaan ennustettavuus sääolosuhteiden suhteen jatkossa heikkenee.

Veden happamuus ja metallikuorma vaikuttavat laajasti eliöstöön, mm. lajiston köyhtymisenä (Sutela ym. 2012). Kalojen kohdalla mäti- ja pienpoikasvaihe ovat herkimpiä muutoksille veden laadussa ja jokien tuomat happamat vedet voivat estää onnistuneen lisääntymisen jokisualueilla. Happamuus vaikuttaa monella tavalla haitallisesti lisääntymisvaiheessa, mm. mädin hedelmöittymiseen sekä poikasten aineenvaihduntaa ja kasvua hidastaen. Särki- ja lohikalat ovat erityisen herkkiä pH-pitoisuuden laskulle. Ahvenen ja hauen mäti sekä pienpoikaset kestävät jonkin verran paremmin

happamuutta, mutta näidenkin lajien lisääntyminen estyy viimeistään siinä vaiheessa, kun pH-arvo laskee lähelle 4,7:ä (Urho ym. 1990). Hudd ym. (1984) osoittivat, että ihmisen toiminta valuma-alueilla ja sitä seuranneet keväiset jokiveden happamuuspiikit ovat Kyröjoella useimpina vuosina aiheuttaneet vakavia ongelmia kalojen lisääntymiselle, jonka vaikutuksesta esimerkiksi siian ja ahvenen saaliit heikentyivät. Vastaavia kalojen lisääntymiseen keskittyviä tutkimuksia ei tiettävästi ole muiden jokien suistoalueilla tehty, mutta ongelmia, kuten keväisiä kalakuolemia on ajoittain havaittu useissa alunamaa-alueilla sijaitsevilla rannikkojoissa ja niiden suualueella (Sutela ym. 2012).

Aikuiset kalat ovat lisääntymisvaiheita kestävämpiä happamuudelle ja voivat myös vältellä happamia alueita, mikä toisaalta ajaa niitä pois muutoin suotuisalta alueelta. Kalojen ionitasapaino häiriintyy happamoitumisen vaikutuksesta, kun ne menettävät tärkeitä suoloja. Lisäksi muutokset alumiini- ja rautapitoisuuksissa happamoitumisen myötä voivat aiheuttaa vaikeuksia hapen saantiin, kun metallialtistus aiheuttaa vaurioita kiduksiin (Hudd 2000, Sutela ym. 2012). Voimakkaiden happamuusaltistusten yhteydessä laajatkin kalakuolemat ovat mahdollisia.

Pohjanmaalla on tapahtunut happamuudesta johtuvia kalakuolemia erityisesti 1960-luvulta lähtien, ja viimeisin voimakkaan happamuuden jakso sijoittui vuosiin 2006-2007 (Sutela ym. 2012). Ainakin Kyrönjoella on todettu säännöllisesti aikuisten kalojen joukkokuolemia 1970-luvulla, ja tämän jälkeenkin muutamina vuosina (Sutela ym. 2012, Saarikoski ym. 2013). Sutela ym. (2012) arvioi, että happamien sulfaattimaiden muokkauksen aiheuttama vesistöjen happamuus on hävittänyt tai voimakkaasti heikentänyt alueellisesti tai paikallisesti tärkeitä kalakantoja Pohjanmaan joissa. Happamuuden negatiiviset vaikutukset näyttäytyvätkin paitsi selvien kalojen joukkokuolemien muodossa, myös tiettyjen ikäluokkien puuttumisena tai jopa kalakantojen taantumisena.

Taulukko 2. Merialuekohtaiset jokisuistojen pinta-alat sekä pinta-alaosuudet jokisuistoista, joihin laskevien jokien varrella ja valuma-alueilla esiintyy selkeästi happamia sulfaattimaita, joiden happamuusriski on kohtalainen tai suuri.

Merialue	P-ala (km ²)	Aluna-alueilla (%)
Perämeri	285	63
Merenkurkku	93	59
Selkämeri	138	10
Saaristomeri	108	7
Suomenlahti	117	13
Koko rannikko	741	36

2.2.4. TIETOLAATIKKO 1 – Jokien fyysiset muokkaukset

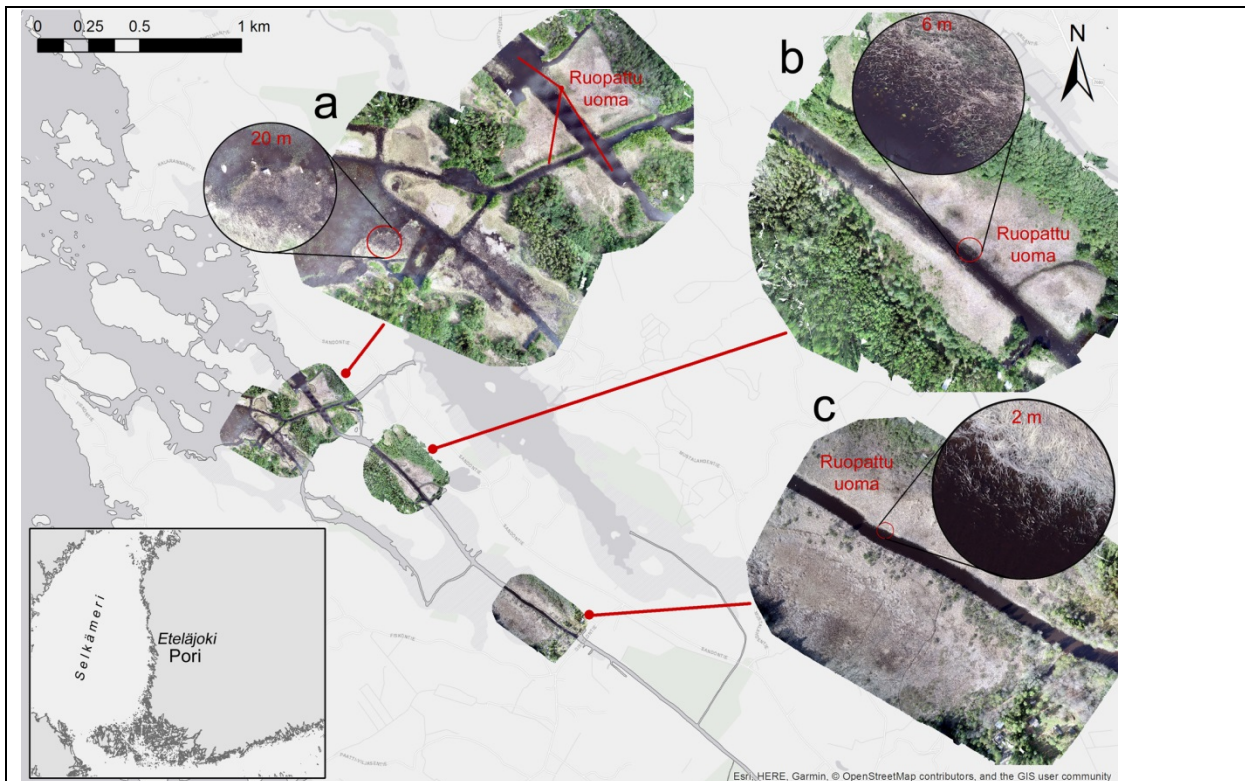
Jokien voimakas vuosikymmenien aikana toteutettu muokkaus, kuten uomien suoristus, syventäminen, patoaminen ja perkaus ovat vaikuttaneet virtaamiin, vedenlaadun heikkenemiseen, liettymiseen ja siten myös kalojen lisääntymismahdollisuuksiin (kuva 7). Valuma-alueen ojitukset ja jokien perkaaminen äärevöittävät virtaamia. Keväiset tulvat menevät nopeammin ohi kuin luontaisessa tilassa olevassa joessa ja veden mukana kulkeutuu myös enemmän kiintoainetta. Suurin osa rannikolle laskevista joista on koneellisesti muokattu joko voimalaitoskäytön tai tulvasuojelun vuoksi.

Kalojen lisääntymisympäristönä tärkeät jokisuiden luontaiset tulvaniityt ovat myös kadonneet perkausten seurauksena. Kuvassa 8 on esitetty esimerkinomaisesti Porissa sijaitseva Ahlaistenjoen alaosan perkausten vaikutus rantahabitaattiin. Perkausten yhteydessä ruoppausmassat on siirretty joen penkereelle. Uoman mutkia on oikaistu ja kiviä poistettu veden virtauksen parantamiseksi. Useita koskipaikkoja perattu suoriksi ränneiksi ja joki on valjastettu säännöstelyn ja voimalatouden käyttöön. Joen rakenteen muutos aiheuttaa vuodenaikaisten virtaamien äärevöitymistä. Ruoppausten jäljiltä jokea pengertää monin paikoin ruoppausmassavallit ja luonnollinen jokea ympäröivä kosteikkoalue on muuttunut kuivaksi ruovikkoalueeksi. Jokien ruoppaaminen ja kanavointi voi vähentää huomattavasti kevätkutuisille kaloille soveltuvaa lisääntymispinta-alaa.

Rantaniittyjen ennallistamisessa ja hoitamisessa käytetään luonnonsuojelutarkoituksessa usein eläimiä, kuten lehmiä. Rannan läheisyydessä niillä saattaa kuitenkin olla haitallinen vaikutus kalojen ku-tuun ja poikasalueeksi soveltuvan kasvillisuusalueen laatuun ja määrään (kuva 9).



Kuva 7. Jokien muokkaaminen, perkaaminen ja tulvakosteikkojen hävittäminen tuhoaa täysin kevätkutuisen kalojen lisääntymismahdollisuudet. Kuva Isojoelta alkukesästä 2015. Kuva: Lari Veneranta, Luke



Kuva 8. Porissa sijaitseva Ahlaistenjoen uoma on muuttunut vesistö rakentamisen seurauksena. Jokisuistoalueella (a) kasvillisuusvyöhyke on yhä laaja ja toimii lisääntymisalueena. Varsinaisella jokialueella ruoppaus on jättänyt uomaan pienimuotoisia poukamia (b), jotka ovat matalia ja upokasvillisuuden sekä ruokokasvuston peittämiä. Kevätkutuiset lajit hyödyntävät näitä kutualueina. Varsinaisen ruopatun uoman alueella (c) kasvillisuusvyöhyke on erittäin kapea ja ranta jyrkkä. Kuva: Lari Veneranta, Luke.



Kuva 9. Kuvassa Porin Ahlaistenjoen pohjoisrannalla on laidunnettu alue ja etelärannalla hoitamaton alue. Lehmien laidunnuksen myötä ruovikkohabitaatti on korvautunut lumpeella ja kasvillisuus matalimmasta rantavyöhykkeestä on hävinnyt kokonaan. Kuva: Lari Veneranta, Luke.

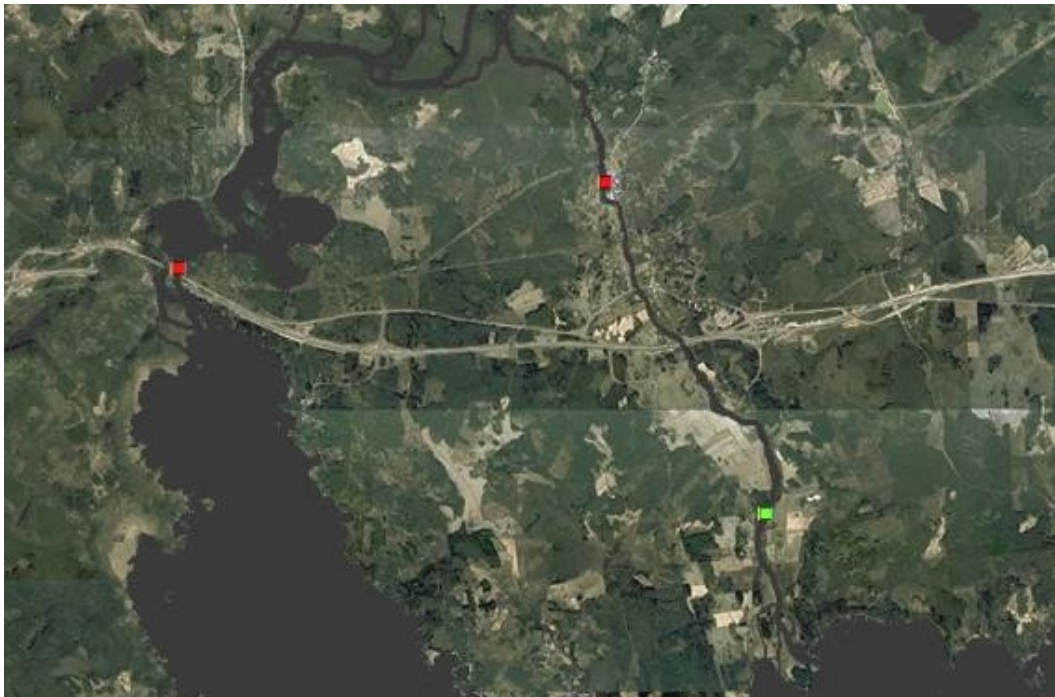
2.2.5. TIETOLAATIKKO 2 - Keskeiset nousuesteet

Nousuesteet, kuten vesivoimalaitokset ja padot, jotka ovat tuhonneet etenkin vaelluskalojen lisääntymismahdollisuudet joissa, ovat olleet viimeisten vuosien aikana voimistuneen tarkastelun alla. Vaelluskalojen palauttamiseksi alkuperäisille lisääntymisalueilleen jokiin on viime aikoina tehty paljon työtä turhien esteiden poistamiseksi, kalateiden rakentamiseksi ja lisääntymisaluiden kunnostamiseksi. Myös muut pienimuotoisemmat rakenteet, kuten siltarakenteet ja tierummut saattavat estää kalojen mahdollisuuden nousta lisääntymiseen sopiville alueille. Nousuesteet eivät kevätkutuisten kalalajien näkökulmasta muodosta vastaavan luokan haittaa kuin vaelluskaloille, mutta saattavat paikoitellen estää lisääntymismahdollisuudet muutoin sopivilla alueilla.

Suomen rannikolla on jokisuiden alueella nousuesteitä, jotka haittaavat myös kevätkutuisia lajeja kuten haukea ja ahventa. Ahvenkosken voimalaitoksen pato Pyhtään länsipuolella muodostaa totaalisen esteen kevätkutuisten kalojen nousulle padon yläpuolella olevalle muutoin potentiaaliselle lisääntymisalueelle (kuva 10). Voimalaitoksen omistaja Helen Oy on selvittämässä mahdollisia vaihtoehtoja kalojen ylösnousulle tässä kohteessa.

Toinen esimerkki vastaavasta totaalisesta makeanveden kaloja haittaavasta nousuesteestä, Stagsundin pato, sijaitsee Lappohjan pohjoispuolella ja estää kalojen nousun sen yläpuolella sijaitsevalle laajalle lahdelta. Pickalan pato Pikkalanjoen alussa puolestaan muodostaa osittaisen esteen kalojen nousulle. Uudessakaupungissa ja Luodossa on sisäsaaristoon padottu makeanvedenaltaat, joissa sulkuportit muodostavat ainakin ajoittaisen nousuesteen.

Viime vuosina on herätty myös pienimuotoisten nousuesteiden, kuten puroissa olevien tie- ja siltarumpujen, kriittiseen tarkasteluun. Hyvinkin pienillä parannustoimilla voidaan mahdollistaa kevätkutuisten kalojen nousu suojaisille lisääntymisalueille, kuten fladoihin.



Kuva 10. Ahvenkosken voimalaitoksen (Helen Oy) pato (vasemmanpuoleinen punainen neliö) Pyhtään länsipuolella muodostaa totaalisen nousuesteen ylös jokeen pyrkiville kaloille. Kuva: Syke Vesikartta.

2.2.6. Jokisuualueiden maankäyttö ja rakentaminen

2.2.4.1. Rakennetun rantaviivan osuuteen perustuva tarkastelu

Jokisuualueilla rantojen rakentaminen, kuten satamat, laituri-alueet ja pengerrykset muuttavat ranta-alueiden rakennetta sekä poistavat luontaista ja monien kalalajien lisääntymisen kannalta tärkeää rantahabitaattia niiden käytöstä. Jokisuualueilla rantojen rakentamiseen liittyy lähes aina myös vene-liikenteen ja mahdollisesti myös laivaliikenteen määrän kasvua. Kotilainen ym. (2018b) laski yli kolmanneksessa jokisuistoissa olevan venesatamia ja lisäksi joka kahdeksannessa jokisuistossa on laivaliikenteelle tarkoitettu isomman mittaluokan satama.

Tässä taustaraportissa jokisuualueiden rantojen rakentamisen ja muokkaamisen yleisyyttä arvioitiin 19 Itämereen laskevan joen edustalla. Joelle määritetystä uomaloppupisteestä kolmen kilometrin säteeltä merelle päin määritettiin rantaviivan pituus rantaviivapaikkatietoaineiston (Syke) avulla. Rakennetun tai muokatun rantaviivan osuus alueen rantaviivasta määritettiin Google Maps -satelliittikuvien tulkinnoilla (kuva 11). Muutamissa kohteissa tulkintojen apuna käytettiin Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalveluista ladattavia ortoilmakuvia.

Aineiston perusteella suurimpien Itämereen laskevien jokien suualueilla kokonaisuudessaan keskimäärin 13 % rantaviivasta on rakennettu tai muuten selvästi muutettu (taulukko 3). Kotilainen ym. (2018b) päätyi samankaltaisessa jokisuualueen rakennusasteen tarkastelussa vastaavaan lukuun, jossa keskimäärin 16 % rantaviivasta on rakennettu.



Kuva 11. Rakentamattomat (vihreä) ja rakennetut tai muuten voimakkaasti muutetut (punainen) rannat Aura-joen suualueella Turun kaupungin edustalla. Uoman loppupiste ja kolmen kilometrin säteellä oleva kehä merkitty sinisellä.

Etenkin Pohjanlahdella sellaisissa joissa, joiden suualueella ei ole isoa kaupunkia, rakennetun tai muutetun rantaviivan osuus jäi pieneksi, yleensä muutamiin prosentteihin. Toisaalta jokien väliset erot olivat huomattavia. Ääriesimerkkeinä ovat Aurajoen sekä Kymijoen Korkeakosken haaran suut, joissa lähes puolet rantaviivasta (eli 10-20 km) on rakennettu, jolloin paikallinen kalojen lisääntymisalueiden menetys on väistämättä suuri. Aurajoen suulla lisäksi matkustajalaivaliikenne (terminaali-alue näkyy kuvassa 11 uomaloppupisteen luoteispuolella) muuttaa koko suualueen entisestään heikommin kalojen lisääntymisalueeksi soveltuvaksi.

Taulukko 3. Suistoalueen rantaviivan pituudet ja Googlen satelliittikuvista arvioidut rakennetun tai muutetun rantaviivan osuudet kolmen kilometrin säteellä uomaloppupisteestä 20 joessa.

Joki	Rantaviivaa (km)	Rakennettua (%)
Torniojoki	18,5	15
Kemijoki	36,5	15
Simojoki	64,3	2
Iijoki	50	2
Oulujoki	33	27
Siikajoki	19	4
Pyhäjoki	22	1
Kalajoki	20,2	4
Lestijoki	19,1	6
Perhonjoki	44	20
Lapuanjoki	41,9	10
Kyröjoki	34	13
Isojoki	44,5	2
Kokemäenjoki	36,1	14
Aurajoki	26,2	44
Mustionjoki	15,3	15
Vantaanjoki	22,8	17
Porvoonjoki	25,8	8
Kymijoki, Ahvenkoski	21,1	7
Kymijoki, Korkeakoski	39,7	40

Tässä taustaraportissa tehdyssä jokisuistojen rakennetun rantaviivan tarkastelussa ei tarkasteltu toteutuneita ruoppauksia. Yli 500 m³ ruoppaukset huomioitiin alempana kuvaillussa laskennassa (kappale 2.2.4.2.) ihmistoimintojen vaikutuksesta vesialueella. Kotilainen ym. (2018b) puolestaan laskee, että ilmoitettuja ruoppauksia oli tehty lähes 90 %:ssa jokisuistosta ja ruoppauskohteita oli keskimäärin kolme kappaletta neliökilometriä kohden. Tästä arvioista puuttuu vielä pienemmän mittaluokan ruoppaukset, joiden tekemiseen ei vaadita lupaa.

2.2.4.2. Vedessä tapahtuva rakentaminen

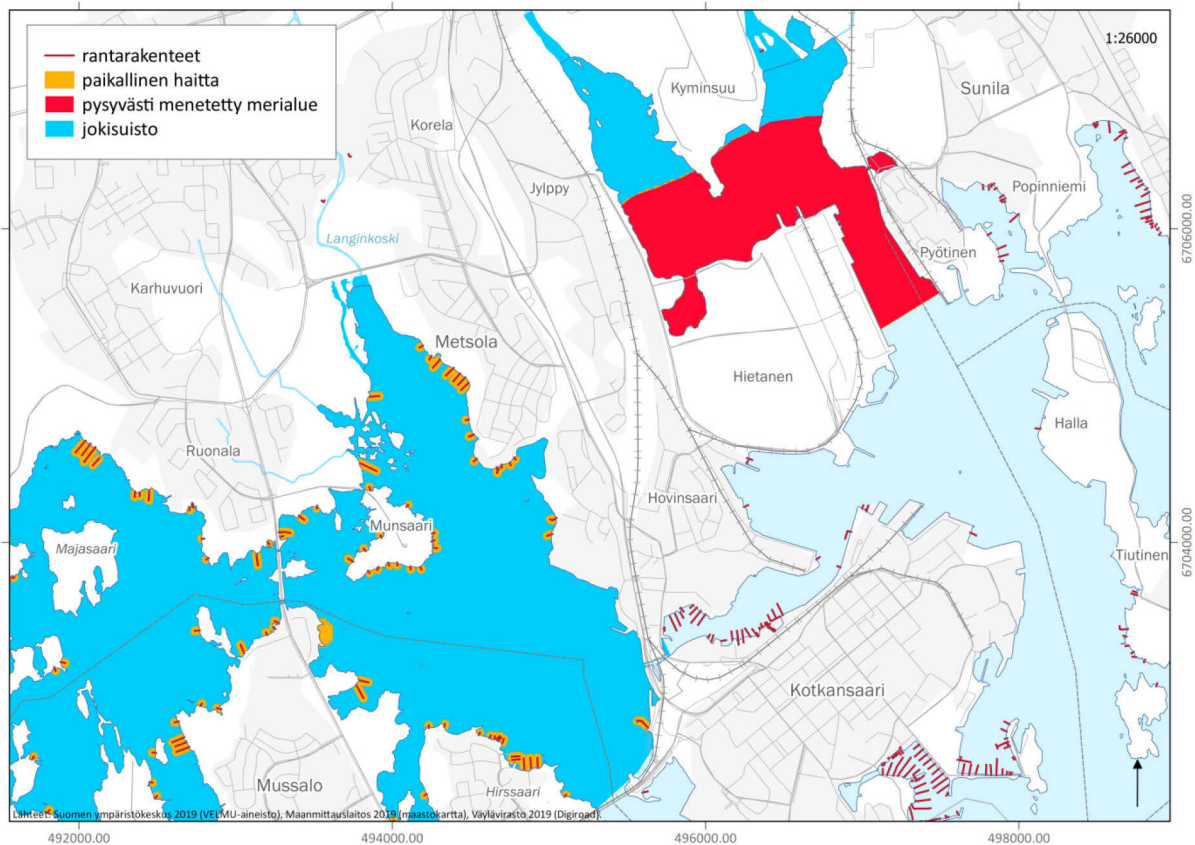
Edellisessä luvussa esitetyn rantaviivan rakennusasteen lisäksi raporttia varten arvioitiin myös pysyvästi menetettyjen vesialueiden ja paikallista haittaa aiheuttavien rantarakenteiden määriä jokisuistoissa. Pysyviä muutoksia aiheuttavina rakenteina tai toimina katsottiin olevan isot yli 500 m³ luvanvaraiset ruoppaukset (tietolähde: VESTY-tietokanta, ELY), laivaväylien ruoppaukset (tietolähde: Väylävirasto), satamat (tietolähde: CORINE tietokanta), meren täyttö (tietolähde: VESTY-tietokanta, ELY) sekä merihiekan ottoalueet (kaavaan merkityt, Metsähallitus). Pysyvästi menetetyksi koko Suomen merialueella olevista jokisuualueista laskettiin näiden paikkatietoaineistojen perusteella olevan 18,5 km² (taulukko 4). Tästä suurin osa oli pysyvästi menetettyä aluetta Perämerellä, 9,0 km².

Paikallista, ei pysyvää, haittaa katsottiin tässä taustaraportissa aiheuttavan pienemmät veteen ulottuvat rakenteet, joista oli saatavilla paikkatietoaineisto ”Rantarakenteet” (tietolähde: Väylävirasto). Tämä aineisto piti sisällään erikokoiset laiturirakenteet. Tässä aineistossa olevien rantarakenteiden ympärille laskettiin ArcGIS ohjelmassa 25 metrin bufferit, joiden sisään jäävän alueen katsottiin aiheuttavan paikallista, mutta ei välttämättä pysyvää, haittaa potentiaaliselle lisääntymisalueelle (kuva 12). Paikallista haittaa laituriin vaikutusalueesta puolestaan oli koko Suomen merialueella jokisuistojen alueella yhteensä 2,6 km². Suurin osa paikallisesta haitasta havaittiin Suomenlahden merialueen jokisuistojen alueella.

Pysyvästi menetetyin ja paikallista haittaa aiheuttavien muutosten yhteisvaikutus laskettiin olevan kaikilla Suomen jokisuistoalueilla yhteensä 20,7 km² (taulukko 4). Tämä tarkoittaa sitä, että 2,8 % koko Suomen jokisuistoalueista laskettiin olevan joko pysyvän muutoksen tai paikallisen haittavaikutuksen alaisena. Näiden alueiden voidaan katsoa olevan kokonaan pois käytöstä kalojen lisääntymisalueina.

Taulukko 4. Jokisuistojen pinta-ala (km²), sekä pysyvästi menetetyin ja paikallisen haitan laajuus merialueittain.

Merialue	Jokisuisto (km ²)	Pysyvästi menetetty (km ²)	Paikallinen haitta (km ²)	Yhteisvaikutus (km ²)	Yhteisvaikutus (%)
Perämeri	284,8	9,0	0,2	9,1	3,2
Merenkurkku	93,5	1,4	0,1	1,4	1,5
Selkämeri	138,3	2,6	0,8	3,3	2,4
Suomenlahti	117,3	1,9	0,9	2,7	2,3
Saaristomeri	108,1	3,7	0,6	4,1	3,8
Yhteensä	742,0	18,5	2,6	20,7	2,8



Kuva 12. Kymijoen suistoalueella (kirkkaan sininen) paikallisenhaitan alla oleva alue (oranssi) ja pysyvästi menetetty alue (punainen), vievät potentiaalista kevätkutuisten kalojen lisääntymisaluetta pois käytöstä.

2.2.7. Ihmistoiminnan kokonaisvaikutukset poikastuotantopotentiaaliin jokisuistoissa

Jokisuistoiksi määriteltyjä alueita Suomen rannikolla on 47 kappaletta. Nämä ovat koko rannikon mittakaavassa tärkeitä lisääntymisalueita erityisesti makeanveden lajeille, kuten ahvenelle, kuhalle ja hauelle. Näille lajeille tärkeitä lisääntymisalueita sijaitsee usein myös jokien alajuoksulla, varsinaisen jokisuiston lisäksi. Tämän taustaraportin puitteissa tarkasteltiin kuitenkin varsinaista rannikko- ja merialuetta, ei jokisuistojen ylempiä osia.

Tarkastelu osoitti, että ranta- ja vesistö rakentamisen takia, vähintään 15 % jokisuistojen tärkeistä kalojen lisääntymisalueista ja kalanpoikasten elinympäristöistä on joko pysyväisluontoisesti menetetty tai paikallisen haitan alla. Vielä selvästi enemmän jokisuualueita on muuttanut jokien mukana tuleva kuormitus, kuten rehevöittävät ravinteet, orgaaninen hiili ja kiintoaines sekä paikoin myös happamat valumavedet, pienimuotoiset ruoppaukset ja jokisuiden perkaukset.

Jokisuistoalueisiin kohdistuneiden kumulatiivisten muutosten arvioidaan heikentäneet erityisesti ahvenen ja hauen lisääntymismahdollisuuksia. Molemmat lajit kärsivät rehevöitymisestä, veden saumentumisesta sekä kasvillisuudessa tapahtuvista muutoksista. Lisäksi eritasoiset rakennustoimet ovat heikentäneet lisääntymispotentiaalia. Asiantuntija-arvioina esitetään, että ihmistoiminnasta johtuva kokonaismenetyt ahvenen ja hauen poikastuotantopotentiaaliin jokisuistoalueilla on huomattavasti suurempi kuin pelkästä rakennustoiminnasta johtuva noin 15 %:n menetys. Ihmistoimintojen yhteisvaikutuksesta johtuen poikastuotantopotentiaali jokisuistoissa on heikentynyt vähintäänkin kohtalaisesti.

Kuhan ja särkikalojen kohdalla poikastuotantopotentiaalin heikennys on ollut vähäisempää. Rakentamisesta on aiheutunut pysyvää lisääntymisalueiden menetystä myös näille lajeille. Toisaalta jokien tuoman kuormituksen vaikutukset jokisuiden elinympäristöön ovat usein kuhan ja särjen näkökulmasta vähemmän haitallisia. On mahdollista, että rehevöitymisen etenemisestä ja veden samentumisesta johtuen, kuha on paikoitellen jopa hyötynyt muutoksesta. Alueelliset erot Suomen rannikkoalueella voivat kuitenkin olla suuria.

Lisääntymispotentiaalin kokonaisheikennyksen täsmällisempi arviointi on jo lähtökohtaisesti vaikeaa koska vaikutukset perustuvat monimutkaisiin vuorovaikutuksiin, jotka tunnetaan huonosti.

2.3. Matalat suojaisat merenlahdet

Tässä taustaraportissa matalilla suojaisilla merenlahdilla tarkoitetaan alueita, joissa veden lämpötila keväällä ja alkukesällä nousee nopeasti ympäröiviä merialueita korkeammaksi ja maksimisyvyys on enintään viisi metriä. Alue rajattiin kevään ja kesän lämpötilakertymämallinnuksen (Veneranta ym. 2016) perusteella siten, että suotuisimpien ahvenen pienpoikasalueiden (Kallasvuo ym. 2017) lämpötilarajalla määritettiin poikastuotantoon soveliaat matalat lahdet. Syvyys- (Velmu syvyysmalli, Syke) ja lämpötilatietojen avulla tuotettiin koko rannikolle uusi paikkatietotaso, josta vielä poistettiin jokisuistoiksi määritellyt alueet ja näin saatiin muodostettua matalista suojaisista merenlahdista oma paikkatietotasonsa.

Matalia suojaisia merenlahtia esiintyy koko Suomen rannikkoalueella. Viidestä merialueestamme Saaristomerellä matalia suojaisia merenlahtia on eniten, 523 km² (taulukko 5), kun koko rannikon matalien merenlahtien yhteispinta-alan on 1 590 km². Ihmistoiminnan vaikutuksia koskevissa jatko-tarkasteluissa on oletettu, että matalien suojaisien merenlahtien määrä on pysynyt vuosien kuluessa samana.

Matalissa suojaisissa merenlahdissa olosuhteet kevätkuuisten kalalajien, kuten ahvenen ja hauen, lisääntymiselle ovat useimmiten otolliset, jollei alue ole ihmistoiminnan vahvasti muuttama. Vesi lämpenee suojaisissa lahdissa nopeammin kuin avonaisemmillä alueilla ja rantojen kasvillisuus on todennäköisesti usein tiheää (kuva 13). Suojaisilla merenlahdilla järviruoko on hyvin yleinen kasvilaji johtuen rehevöitymisen vaikutuksesta ja vähäisestä aaltoeroosiosta. Erityisesti edellisvuotinen, jäiden kaatama ja lakoontunut järviruoko ja sen yhteydessä usein esiintyvä muu vesikasvillisuus tarjoavat sopivan suojaisaa alustaa kalojen mädille ja ruskuaispussipoikasille. Hyväkuntoisina säilyneiden ruovikkoisten, suojaisien rantojen on todettu olevan rannikolla, erityisesti eteläisessä Suomessa, tärkeitä lisääntymisalueita muun muassa hauelle (Lappalainen ym. 2008, Kallasvuo ym. 2011). Matalat ruovikkoiset rannat ovat tärkeitä myös särkikalan lisääntymisalueina, mutta vain siinä tapauksessa, että veden suolapitoisuus on alle 4 ‰ (Lappalainen & Urho 2006, Härmä ym. 2008b), jolloin lounalisilla merialueilla kyseeseen tulevat lähinnä jokien vaikutuspiirissä olevat sisäsaariston matalat alueet. Pohjoisempaan Pohjanlahdella suolapitoisuus ei rajoita särkikalojen lisääntymistä, mutta saaristovyöhyke on monesti kapea, ja matalat merenlahdet harvalukuisampia kuin etelärannikolla.

Taulukko 5. Matalien suojaisten merenlahtien määrä ja pintaveden ekologinen tila osuus (%) merialueittain.

Merialue	Matalat merenlahdet km ²	Pintaveden ekologinen tila (%)				
		Erinomainen	Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä	Huono
Perämeri	149	0	14	86	1	0
Merenkurkku	293	0	5	72	23	0
Selkämeri	312	0	43	38	19	0
Saaristomeri	523	0	2	79	18	1
Suomenlahti	313	0	0	5	78	18
Yhteensä	1 591	0	13	56	28	4

**Kuva 13.** Suojaiset ja matalat kasvillisuusrannat soveltuvat monen kevätkutuisen kalalajin lisääntymiseen. Järvi-ruoko on näillä alueilla yleinen kasvilaji. Kuva: Meri Kallasvuo, Luke.

2.3.1. Matalien suojaisten merenlahtien tila ja rehevöityminen

Tässä taustaraportissa ihmistoiminnan vaikutuksia mataliin suojaisiin merenlahtiin ja erityisesti niiden veden laatuun tarkasteltiin yleisluontoisesti pintaveden ekologisen tilaluokittelun avulla. Laadittu matalat suojaist merenlahdet paikkatietoaineiston avulla laskettiin viiden merialueen; Suomenlahti, Saaristomeri, Selkämeri, Merenkurkku ja Perämeri, osalta pintaveden ekologisen tilan osuudet (%) matalissa suojaissa merenlahdissa.

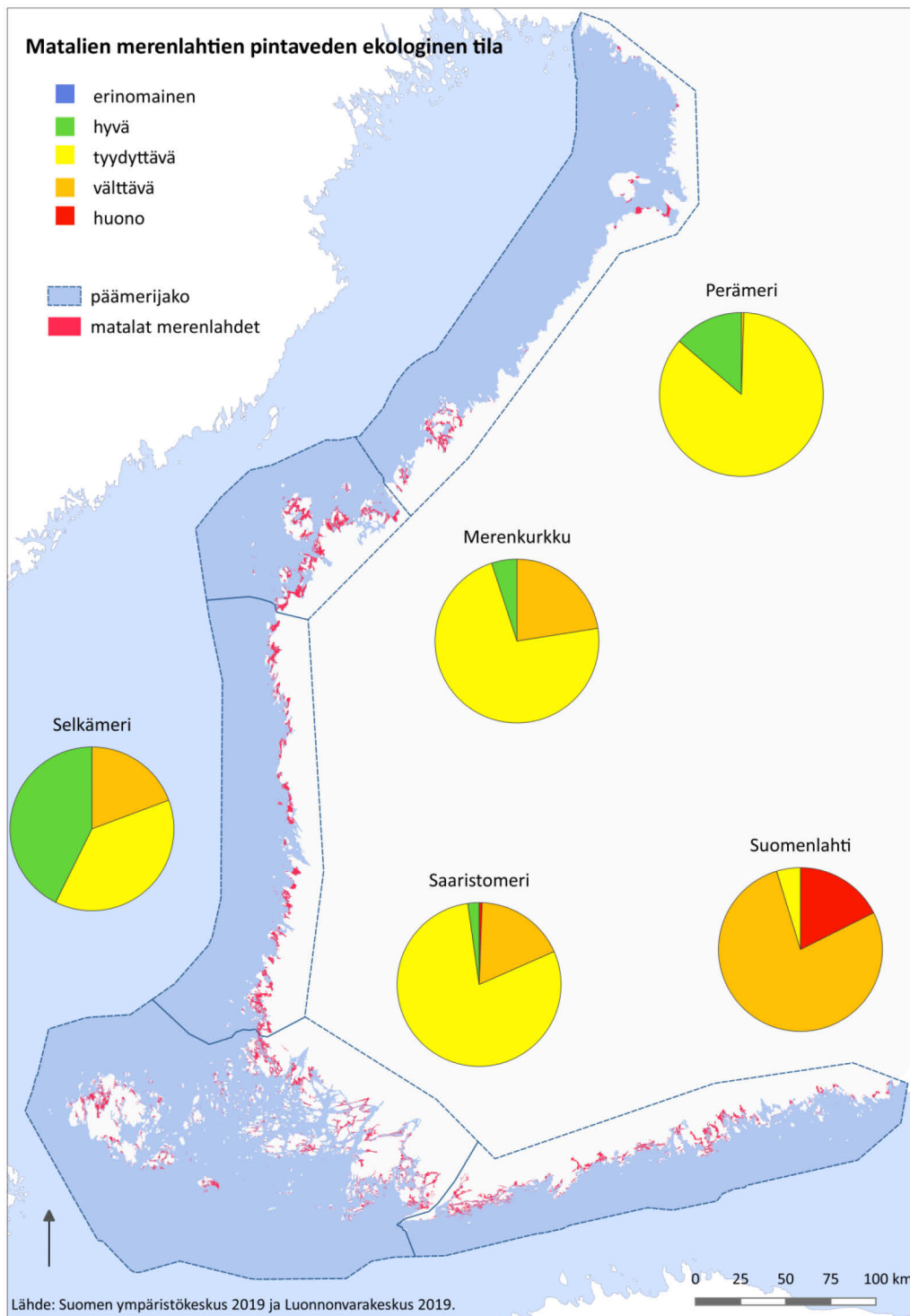
Pintaveden ekologinen tila ei ole millään merialueella matalien suojaisten merenlahtien osalta erinomaisessa kunnossa (taulukko 5, kuva 14). Suurin osa Suomen rannikkoalueen matalista suojaista merenlahdista on joko tyydyttävässä tai välttävissä tilassa. Tilanne on erityisen huono pintaveden ekologisen tilan osalta Suomenlahdella, missä 18 % matalista suojaista merenlahdista on huonossa tilassa ja 78 % välttävissä tilassa. Saaristomerellä pintaveden ekologinen tila matalissa suojaissa merenlahdissa on pääosin tyydyttävä tai välttävä. Merialueista ainoastaan Selkämerellä löytyy runsaasti (43 %) myös hyvässä tilassa olevia matalia suojaista merenlahtia.

Rehevöityminen on selvimmin matalien suojaisten merenlahtien tilaa heikentävä tekijä. Rehevöitymisen vaikutus ilmenee matalissa suojaissa merenlahdissa samalla tavalla kuin jokisuistoissakin (kappale 2.2.2), vaikka merenlahtiin tuleva hiili- ja kiintoainekuormitus onkin pääsääntöisesti vähäisempää. Rehevöittäviä ravinteita kulkeutuu myös mataliin suojaisiin merenlahtiin maalta tulevan haja- ja pistekuormituksen, ilmasta tulevan laskeuman ja sisäisen kuormituksen kautta. Rehevöityminen osalta koko Suomen rannikkovesien on arvioitu olevan heikossa tilassa (Korpinen ym. 2018).

Rehevöitymisen seurauksena lisääntynyt pohjan hajotustoiminta aiheuttaa veden happipitoisuuden vähenemistä ja pohjien liettymistä. Vesi myös samenee ja uposlehtiset vesikasvit vähenevät ja ruovikot valtaavat alaa, jolloin mikroelinympäristöjen monimuotoisuus vähenee. Myös rakkohauru on kärsinyt rehevöitymisen vaikutuksista koko esiintymisalueellaan Suomenlahdelta Merenkurkkuun ja sen runsaus on vähentynyt vuosikymmenien saatossa (Kautsky ym. 1986). Rakkohaurun esiintyminen painottuu nykyisin väli- ja ulkosaaristoon, jossa sillä on merkitystä kutualustana ja poikasten suojana joillekin kalalajeille, kuten mahdollisesti silakalle. Ihmisille näkyvimpinä vaikutuksina rehevöitymisestä myös matalissa suojaissa merenlahdissa ovat veden samentuminen, lisääntyneet sinileväkukinnot ja rihmalevän määrän kasvu.

Rehevöitymisen eteneminen vaikuttaa lajistoon muuttaen eliöryhmien runsaussuhteita ja lajistoa yleisesti vähälajisempaan suuntaan. Kalojen kohdalla rehevöityminen voi joko parantaa tai heikentää kalojen lisääntymismahdollisuuksia kalalajista riippuen. Kaloista etenkin särkikalat ja kuha pärjäävät rehevöityneissä olosuhteissa ja niiden ennustetaan suolapitoisuuden laskun, rehevöitymisen, veden samentumisen ja ilmaston lämpenemisen myötä ainakin johonkin rajaan asti runsastuvan (Olin ym. 2002, Sandström & Karås 2002, Gröger ym. 2007, Pekcan-Hekim ym. 2011, Veneranta ym. 2011, Heikinheimo ym. 2014). Kuhan onkin havaittu laajentaneen esiintymisaluetta pohjoiseen ja kuhan saalismäärät rannikkoalueella ovat olleet nousussa. Myös ahvenella vuosiluokkien vahvuuteen kevään ja kesän lämpötilalla on merkittävä vaikutus. Järvialueilla tehtyjen tutkimusten perusteella ahvenen poikasten tiedetään kuitenkin kärsivän voimakkaasta sameudesta ja sen myötä lisääntyneestä kilpailusta etenkin särkikalojen poikasten kanssa (Persson 1983, Lappalainen ym. 2001). Lisäksi rehevöityminen aiheuttaa muutoksia kasvillisuudessa, rakkohaurun ja uposlehtisten kasvien väistyessä, jolloin ahvenelle sopiva kutualusta vähentyy (Snickars ym. 2015, Wikström ym. 2016).

Haukisaaliiden on huomattu vähentyneen ainakin paikallisesti ulkosaaristossa, mutta myös alueittain sisäsaaristossa (Lehtonen ym. 2009). Kaikilta osin häviämisen tai vähentymisen syyt eivät ole selvillä, mutta rehevöitymisellä on ollut vaikutusta kasvillisuuden muutoksiin (Lehtonen ym. 2009, Ljunggren ym. 2010). Ruotsissa ulkosaariston hauen vähentymisen syyksi on esitetty ekosysteemitason muutoksia, kuten kolmipiikin yleistymistä (Nilsson ym. 2006).



Kuva 14. Matalien suojaisten merenlahtienv pintaveden ekologinen tila merialueittain (Lähde: Syke). Suojaisat matalat merenlahdet näkyvissä kartalla punaisella (Lähde: Luke).

2.3.2. Rakentaminen ja muokkaustoimet matalissa suojaisissa merenlahdissa

Tätä raporttia varten laskettiin vedessä tai vesialueiden välittömässä läheisyydessä tapahtuneiden muokkaustoimien määrää matalissa suojaisissa merenlahdissa samaan tapaan kuin jokisuistojen kohdalla (kappale 2.2.4.2). Potentiaalisesta matalien merenlahtien lisääntymisalueesta pysyvästi menetetyksi laskettiin olevan 29,4 km² koko Suomen merialueella (taulukko 6). Tästä suurin osa oli pysyvästi menetettyä aluetta Suomenlahdella, 13,6 km².

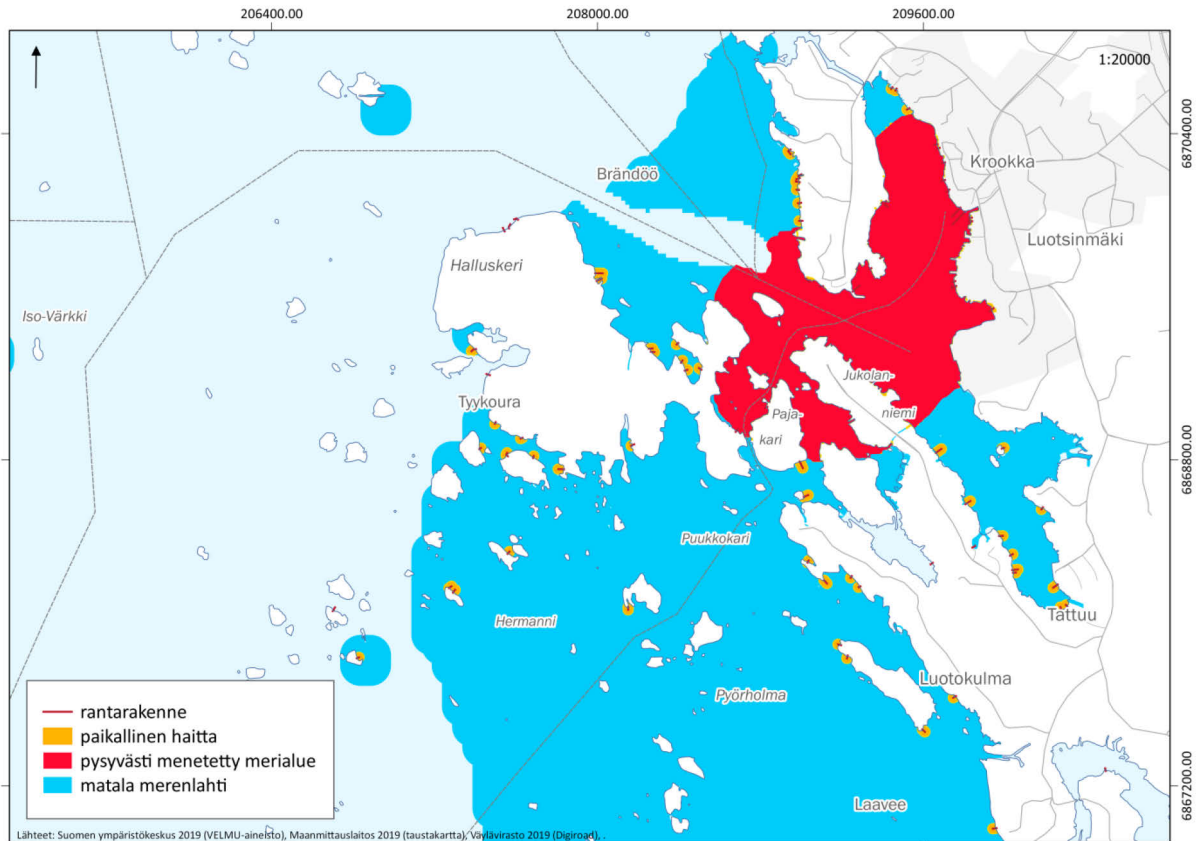
Paikallista haittaa laiturirakenteista oli koko Suomen merialueen matalista merenlahdista yhteensä 15,8 km². Myös tästä suurin osa sijoittui Suomenlahden merialueen mataliin merenlahtiin. Tulos ei ole yllättävä huomioiden Suomen väestötiheyden olevan suurin etelärannikolla. Kuvassa 15 on nähtävissä, kuinka rakentaminen matalassa merenlahdessa poistaa kalojen potentiaalista lisääntymisaluetta mm. pirstomalla rantaviivaa laiturirakentein. Laituri- ja satamarakenteisiin liittyy lisäksi veneilyn tuoma häiriö (tietolaatikko 3).

Sundblad & Bergström (2014) selvittivät Ruotsin itärannikolla rantarakentamisen, kuten laiturirakenteiden sijoittumista. He havaitsivat rantarakentamisen keskittyneen kevätkutuisten kalojen, hauen, ahvenen ja särjen, lisääntymisalueille mataliin merenlahtiin. Lisäksi he havaitsivat laitureiden määrän kasvaneen vuosittain keskimäärin 1,5 % vuosien 1999–2005 välisenä aikana.

Pysyvästi menetetyin ja paikallista haittaa aiheuttavien muutosten yhteisvaikutus laskettiin olevan matalilla suojaisilla merialueilla yhteensä 43,0 km² (taulukko 6). Tämä tarkoittaa sitä, että 2,7 % koko Suomen matalista merenlahdista laskettiin olevan joko pysyvän muutoksen tai paikallisen rakenteellisen haittavaikutuksen alaisena. Näiden alueiden voidaan katsoa olevan kokonaan pois käytöstä kalojen lisääntymisalueina. Matalilla suojaisilla merenlahdilla ei erikseen arvioitu rakennetun rantaviivan osuuksia koko rantaviivasta, mutta sen voidaan yleisesti todeta olevan muutamia taajamien lähellä sijaitsevia poikkeuksia lukuun ottamatta pienempi kuin jokisuualueilla.

Taulukko 6. Matalien merenlahtien määrä (km²), sekä pysyvästi menetetyin ja paikallisen haitan laajuus merialueittain.

Merialue	Matala Merenlahti (km ²)	Pysyvästi menetetty (km ²)	Paikallinen haitta (km ²)	Yhteisvaikutus (km ²)	Yhteisvaikutus (%)
Perämeri	149,3	2,1	0,2	2,2	1,5
Merenkurkku	293,0	2,9	0,4	3,2	1,1
Selkämeri	312,3	5,4	3,3	8,3	2,7
Suomenlahti	313,2	13,6	8,2	20,5	6,5
Saaristomeri	522,7	5,5	3,7	8,9	1,7
Yhteensä	1 590,6	29,4	15,8	43,0	2,7



Kuva 15. Matalalla merenlahdella (kirkkaan sininen) esiintyvä paikallisen haitan alla oleva (oranssi) ja pysyvästi menetetty potentiaalinen kalojen lisääntymisalue (punainen).

2.3.3. TIETOLAATIKKO 3 – Veneliikenne

Vene- ja laivaliikenne aiheuttavat häiriötä merenpohjalle väyläruoppauksen kautta (Sandström ym. 2005, Korpinen ym. 2018). Paikallista haittaa voi aiheutua etenkin herkille fladoille veneen kuluväylän ruoppauksen yhteydessä, jolloin fladan luontainen vedenvaihtuvuus, suojaisuus ja lämpötilaolosuhteet muuttuvat mahdollisesti kalojen lisääntymisen kannalta heikentyvästi. Satama- ja laituriakenteet vievät kalojen lisääntymiseen muutoin potentiaalista rantavyöhykettä pois käytöstä. Etenkin isommat satamat aiheuttavat pysyvää haittaa.

Vesiliikenne aiheuttaa rantavyöhykkeellä haitallista eroosiota ja samentumista (Liikennevirasto 2018). Veneliikenne voi aiheuttaa myös suoraa fyysistä haittaa vesikasvillisuudelle, muutoksia kasviyhteisöön ja sitä kautta haittaa kalanoikastuotannolle (Eriksson ym. 2004, Sandström ym. 2005, Hansen ym. 2018). Kasvilajiston monimuotoisuus vähenee ja lajit, jotka sietävät sameaa ja ravinnepi-toista vettä yleistyvät.

Veneliikenteen melu vaikuttaa kalojen liikkeisiin ja syöntiaktiivisuuteen (Magnhagen ym. 2017), mutta vaikutus riippuu lajista. Veneliikenteen vaikutuksesta kalat voivat piileskellä enemmän kasvillisuudessa tai väistää avoimille vesialueille. Mahdollisesti vedenalainen melu voi haitata kalojen lisääntymistä, sillä kutevien kalojen arvellaan välttelevän alueita, joilla on voimakasta vedenalaista melua (de Jong ym. 2018).

Suomen ympäristökeskus arvioi veneilyn tiheyttä koko Suomen rannikolla laskemalla veneiden määrän viiden merimailin säteellä ja yhden merimailin hilalla. Näissä laskelmissa Suomenlahti, erityisesti Uudenmaan alue, sekä Saaristomeri korostuvat alueina, joilla veneilyn intensiteetti on voimakasta. Myös mitä lähempänä rannikkoa ollaan, sitä tiheämmin on veneliikennettä.

Veneilyn vaikutuksia arvioitiin tässä taustaraportissa veneilyyn ja laivaliikenteeseen liittyvien laituri- ja satamarakenteiden sekä säännöllisesti ruopattavien laivaväylien osalta. Tarkoituksena oli arvioida kuinka paljon muutoin potentiaalista kalojen lisääntymisaluetta nämä ihmistoiminnot vievät pois käytöstä.

2.3.4. Ihmistoiminnan kokonaisvaikutukset poikastuotantopotentiaaliin matalissa suojaisissa merenlahdissa

Mataliksi suojaiseksi merenlahdiksi määriteltyjä alueita Suomen rannikolla on yhteensä lähes 1 600 km² eli yli kaksi kertaa enemmän kuin jokisuistoalueita.

Tulokset osoittavat, että vedessä tapahtuneen rakentamisen takia noin 3 % matalien suojaisten merenlahtien tärkeistä kalanpoikasten elinympäristöistä on pysyväisluontoisen tai paikallisen haitan vuoksi menetetty koko Suomen rannikon mittakaavassa. Tilanne on alueellisesti heikompi Suomenlahdella, jossa jopa 6,5 % matalien suojaisten merenlahtienpinta-alasta on vesirakentamisen vuoksi pois kevätkutuisten kalalajien lisääntymisalueista.

Matalia suojaisia merenlahtia on selvästi muuttanut niiden rehevöityminen ja pintavesien pääosin vain tyydyttävä tila. Suomenlahden osalta pintaveden ekologinen tila on vieläkin huonommassa kunnossa, 78 % pintavesistä ollessa välttävässä kunnossa. Kuormituksen ja rakentamisen lisäksi matalien suojaisten merenlahtien edellytyksiin toimia poikastuotantoalueina ovat vaikuttaneet myös pienimuotoiset ruoppaukset ja veneliikenne.

Mataliin suojaisiin merenlahtiin kohdistuneiden muutosten, erityisesti rehevöitymisen, arvioidaan heikentäneet selvästi varsinkin ahvenen ja hauen lisääntymismahdollisuuksia. Matalat suojaosat merenlahdet ovat kuitenkin osin pienemmän kuormituksen aiheuttaman vaikutuksen muuttamia kuin jokisuistoalueet. Lisääntymispotentiaalin kokonaisuheikennyksen täsmällisempi arviointi on jo lähtökohtaisesti tässäkin tapauksessa vaikeaa, koska vaikutukset perustuvat monimutkaisiin vuorovaikutuksiin, jotka tunnetaan huonosti.

Kuhan ja särkikalajien kohdalla poikastuotantopotentiaali lienee matalissa merenlahdissa muutosten seurauksena pysynyt ennallaan tai paikoitellen jopa kasvanut. Viitteitä tästä antaa se, että kuha ja erityisesti jotkut hyvin lämmintä vettä vaativat särkikalalajit, kuten suutari, ovat runsastuneet viime vuosikymmeninä rannikollamme. Nämä ovat esimerkkejä lajeista, joiden runsastumiseen on vaikuttanut myös käynnissä oleva lämpötilan yleinen kohoaminen. Ilmastonmuutos monimutkaisine yhdysvaikutuksineen tuo lisää epävarmuutta paikallisempien ympäristön tilassa tapahtuneiden muutosten poikatuotantopotentiaalille aiheutuneiden vaikutusten arviointiin.

2.4. Fladat ja kluuvit

Fladoja ja kluuvijärviä on koko Suomen rannikolla, mutta erityisen tyypillisiä ne ovat Merenkurkun alueelle, jossa maankohoaminen on nopeinta (kuva 16). Maankohoamisen vuoksi matalilla saaristo-alueilla muodostuu uusia fladoja ja vanhoja umpeutuu jo muutaman vuosikymmenen aikana. Fladosten synty jaksottuu neljään vaiheeseen: 1. fladan esiaste, 2. flada, 3. kluuvi, ja 4. kluuvijärvi. Tällaiset pienvedet ovat usein matalia, syvyys vaihtelee joistakin kymmenistä sentteistä enimmillään muutama metriin.

Fladan esiaste on merenlahti, jonka edustalla on matala veden vaihtuvuutta rajoittava kynnys. Sen vedenkorkeus seuraa merenpinnan tasoa. Varsinaisessa fladassa vedenpinnan korkeus seuraa viiveellä merenpinnan korkeutta. Mikäli merivesi on erityisen alhaalla, fladan kynnys estää veden virtauksen ja yhteys mereen katkeaa hetkellisesti. Kluuvi on yhteydessä mereen vain silloin, kun merivesi on korkealla ja ylittää keskiveden korkeuden. Suomen rannikkoalueella keskiveden korkeus vaihtelee alueittain. Tällä tavalla luokiteltuna esimerkiksi Merenkurkussa kluuvit ovat altaita, joiden pinnantasoa on 0,012–0,84 m merenpinnan yläpuolella. Flada- ja kluuvivaiheiden jälkeen altaasta muodostuu rannikonläheinen järvi, jonka pinnan taso on korkeammalla kuin keskiyliveden korkeus (kuva 17). Poikkeuksellisen korkean veden hetkinä tällaisiinkin järviin voi päästä merivettä. Monesti kluuvien ja rannikon läheisten järvien lasku-uomat ovat satunnaisesti kuivia, mutta kevään sulamisvesien yhteydessä sekä runsaiden sateiden aikana uomat pysyvät vesitettyinä.

Fladat ja kluuvit kuuluvat Suomen kansainvälisiin vastuuluontotyyppisiin. Luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa niiden on arvioitu olevan vaarantuneita koko rannikkoalueella (Kotilainen ym. 2018a) ja suojelun tason olevan riittämätön. Toisaalta maankohoamisalueilla rannikon pienvesien, erityisesti kluuvien kalantuotantomahdollisuuksia voidaan edesauttaa ja pidentää lasku-uoman kunnostuksilla.

Fladat, kluuvit ja kluuvijärvet ovat paikallisesti tärkeitä kevätkutujen kalojen lisääntymisalueita. Edellytyksenä on, että kalat pääsevät niihin ennen kutuaikaa nousemaan, kudun jälkeen palaamaan mereen ja myöhemmin kesällä poikaset vaeltamaan ulos fladasta syönnöstmään merialueelle. Varsinkin merialueilla, missä saaristovyöhyke on kapea, fladat ja kluuvit ovat tärkeitä ahvenelle, haulle ja useille särkikalaille, koska kevään edetessä lämpötila nousee vähäisen veden vaihtuvuuden ja mataluuden vuoksi nopeasti verrattuna avoimpiin merialueisiin. Avoimilla rannoilla sijaitsevilla fladoissa tai kluuveissa lämpötilaero ulkopuoliseen merialueeseen voi olla kevätkauden jopa yli 10 °C astetta (kuva 18). Kalanpoikasille flada tai kluuvi toimii poikasaltaana, jossa ravintoa on usein alkuvaiheessa hyvin saatavilla.

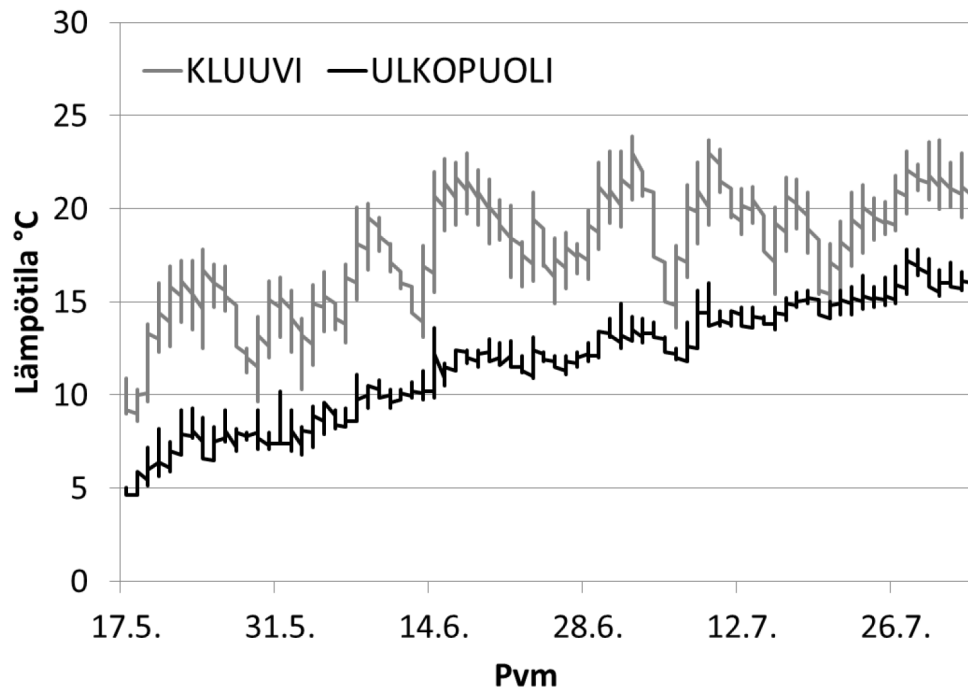
Eri hankkeissa on selvitetty ahvenenpoikasten esiintymistiheyttä jokisualueilla, fladoissa ja kluuveissa (kuva 19). Vastakuoriutuneiden poikasten kartoituksissa tuottoisimpien pienvesien ahvenenpoikastihyöksien on havaittu olevan jopa 2–4 kertaa suurempia kuin jokisualueilla. Tarkempaa tarkastelua on tehty Kvarken flada -hankkeessa, jossa kartta-aineistosta laskettiin Suomen rannikolla Kokkolan ja Kristiinankaupungin välillä olevan yhteensä 1980 pientä merenlahtea, kluuvia tai fladaa, joista yli hehtaarin kokoisia on 1782 kappaletta. Esifladoja ja pieniä matalia merenlahtia näistä on 10 %, fladoja 39 %, kluuveja 17 % ja kluuvijärviä 34 %. Aineistossa yli 1 ha kokoisten esifladosten ja matalien merenlahtien keskipinta-ala on 4 ha, fladosten 11 ha, kluuvien 8 ha ja kluuvijärvien 1,5 ha. Tällaiset alueet ovatkin rannikon pienvesiä. Yli yhden hehtaarin suuruisten pienvesien yhteenlaskettu pinta-ala Kokkola-Kristiinankaupunki merialueella on noin 8 020 ha ja vastaavasti alueen jokisuiden pinta-ala noin 12 360 ha. Läheskään kaikki rannikon pienvedet eivät ole soveliaita kalojen lisääntymiseen, mutta suhteessa jokisuiden pinta-alaan voidaan kuitenkin arvioida, että ne ovat keskeinen kalantuotantoa ylläpitävä elinympäristö varsinkin avoimilla alueilla, joiden lähellä ei ole laajoja jokisualueita.



Kuva 16. Mustasaarella Raippaluodossa sijaitseva Backfladan, on kluuvi, joka on yhteydessä mereen laskupuron kautta. Meriveden noustessa 0.3 m keskivedenkorkeuden yli se pääsee virtaamaan suuaukon kautta kluuviin. Kuva: Lari Veneranta, Luke.



Kuva 17. Merenkurkussa Valassaarilla sijaitseva Käringsund on kluuvijärvi, johon merivesi pääsee vain sen ollessa korkeammalla kuin 0,4 m. Käringsundissa on todettu vähäistä hauen lisääntymistä ja erityisen hyvä ahvenen poikastuotanto. Kalat nousevat keväällä sulamisvesien vesittämää puroa pitkin ja palaavat mereen välittömästi kudun jälkeen. Ahvenen poikaset aloittavat ulosvaelluksen ravinnon vähentyessä ja vesitilanteen salliessa kesäkuun loppupuolella. Kuva: Lari Veneranta, Luke.



Kuva 18. Merenkurkussa sijaitsevan kluuvin ja sen ulkopuolisen merialueen lämpötilakehitys vuonna 2017. Matalana vesialueena kluuvissa vuorokausittainen lämpötilanvaihtelu on suurta, mutta lämpötila on huomattavasti korkeampi kuin ulkopuolisella alueella.



Kuva 19. Fladoissa ja kluuveissa ahventenpoikasten esiintymistä voidaan kartoittaa yksinkertaisella vetohaavilla. Kuva: Lari Veneranta, Luke.

2.4.1. TIETOLAATIKKO 4 - Ruoppaus

Ruoppaustoiminta on arvioitu merkittävimäksi merenpohjaa muokkaavaksi ihmistoiminnaksi (Korpinen ym. 2018, Kontula & Raunio 2018). Suurimmat yli 500 m³ ruoppaukset liittyvät esimerkiksi satamatoimintaan, laivaväylien kunnossapitoon ja kaasuputkien asennukseen. Lukumääräisesti enemmän tehdään pienimuotoisempia, alle 500 m³ ruoppauksia, veneväylien avaamiseksi ja mökkirantojen kasvillisuuden poistamiseksi (kuva 20).

Varsinaisella ruoppausalueella merenpohja ja sen eliöstö tuhoutuu täysin, ja palautumisajan on arvioitu olevan yleensä yli 12 vuotta (Korpinen ym. 2018). Lisäksi toiminta aiheuttaa veden samentumista, pohjan liettymistä sekä peittymistä ruoppausmateriaalilla läjitysalueella ja haitallisten aineiden sekoittumista vesipatsaaseen pohja-aineksen noston yhteydessä.

Kotilainen ym. (2018b) tarkasteli jokisuistoja ja totesi ilmoitettuja ruoppauksia tehdyn lähes 90 %:ssa jokisuistoja ja ruoppauskohteita ollen keskimäärin kolme kappaletta neliökilometriä kohti. Nämä toiminnot ovat muuttaneet jokisuistojen pohjia ja virtausoloja, tuhonneet eliöyhteisöjä ja heikentäneet veden laatua. Alunomailla ruoppaus nostaa hapetonta sulfiittimaata pintaan, jolloin hapettumisreaktio voi aiheuttaa hetkellisiä happamuusongelmia.

Ruoppauksilla on todettu olevan erittäin haitallinen vaikutus etenkin fladoihin, joissa harkitsemattomasti toteutettu ruoppaus suuaukossa tai fladan sisällä saattaa täysin pilata fladan kalataloudellisen merkityksen, kun veden vaihtuvuus ja lämpötilaolosuhteet muuttuvat.

Suurempiin, yli 500 m³ ruoppauksiin on aina haettava vesilain mukainen lupa aluehallintovirastolta (AVI). Tämän prosessin myötä tieto isommista suunnitelluista ja toteutetuista ruoppauksista kirjataan ylös (VESTY, ELY). Myös laivaliikenteeseen liittyvät väylien ruoppaukset tiedetään ja tiedot ovat löydettävissä (Väylävirasto). Haaste muodostuu pienemmistä, alle 500 m³, ruoppauksista, joiden osalta kattavaa tietoa ei ole saatavilla suunnitteilla olevista tai toteutetuista toimista. Pienimmistäkin ruoppauksista on ilmoitusvelvollisuus, mutta käytännössä ilmoitusvelvollisuutta ei suuressa osassa ruoppaustoimenpiteitä noudateta.

SeaGIS 2.0 -hankkeessa Metsähallitus* tarkasteli Raippaluodon alueella toteutettuja ruoppauksia virallisten ruoppausilmoitusten ja tarkkojen ilmakuviin (Maanmittauslaitos) avulla. Tässä tarkastelussa havaittiin, että tälle alueelle oli ilmoitettu 63 kpl eri kokoluokan ruoppauksia, kun ilmakuviin perusteella oli selvää, että alueella oli toteutettu 731 kpl ruoppauksia. Toisin sanoen vain noin 9 % toteutetuista ruoppauksista oli vaatimusten mukaisesti ilmoitettu. Tämä tutkimustulos antaa kuvaa koko Suomen rannikon tilanteesta, jossa suuri osa pienimuotoisemmista ruoppaustoimenpiteistä, kuten mökkilaiturille johtavan veneuoman ruoppaukset, jätetään ilmoittamatta. Tiedon puutteen vuoksi on erittäin vaikea ottaa huomioon ruoppausten vaikutukset kalojen lisääntymisalueisiin.

*Ihmistoiminnan kartoitusaineisto, Metsähallitus/Meritiimi 2017.



Kuva 20. Ilmakuva ruoppauksen jättämistä jäljistä meren pohjassa. Lähde: Maanmittauslaitos.

2.4.2. Ihmistoiminnan vaikutukset fladoissa

Koko Suomen rannikkoalueella Kotilainen ym. (2018b) laskivat viimeisimmässä luontotyyppien uhanalaisuuden arvioissa potentiaalisille fladoille paikkatietoaineistoista ihmispaineprosentit, jossa rantarakentamisen (rakennukset ja laiturit) ja ruoppauksen määrä suhteutettiin fladan kokoon. Ihmispaineprosentti oli näissä laskelmissa fladoissa keskimäärin 37 %. Laskelmiin ei sisällynyt tietoa rehevöitymisestä, joka on tunnistettu yhdeksi uhkatekijäksi fladan laadulle. Kotilainen ym (2018b) myös arvioi joissakin tapauksissa ruoppauksen vaikutuksen saaneen liian vähäisen painoarvon, ja on mahdollista, että joissakin tapauksissa ruoppauksen haitallinen vaikutus on aliarvioitu (tietolaatikko 4). Lisäksi Kotilainen ym. (2018b) arvioi suuntaa-antavan paikkatietotarkastelun perusteella yli 50 % potentiaalisista fladoista olevan rakennettuja tai niillä toteutetun ruoppauksia. Kvarken flada-hankkeessa tarkastelluissa Kokkolan ja Kristiinankaupungin välisen alueen pienvesistä aineiston perusteella noin 62 % oli sellaisia, missä oli toteutettu ruoppauksia tai joiden vaikutuspiirissä oli rakennuksia. Tulokset olivat siis samankaltaisia kuin koko rannikon aineistossakin.

Fladoihin liittyvät ruoppaukset tehdään usein vesiliikennekäytön näkökulmasta. Tyypillisesti fladan alueella on mökki, jonne halutaan päästä veneellä. Fladan tai kluuvin suuaukko tai useampi ruopataan syvemmäksi ja kynnykset poistetaan, jolloin veden vaihtuvuus kasvaa. Tällöin helposti menetetään kalantuotannolle tärkein tekijä, eli varhainen lämpeneminen ja ulkopuolista merialuetta korkeampi

lämpötila (Kuva 18). Rannikon pienvesien vaikutuspiirissä oleviin mökkeihin liittyy usein myös ranta-alueiden kasvillisuuden poistot sekä laiturirakenteet, jotka muokkaavat rantaviivaa.

Pienvesien valuma-alueet ovat useimmiten kooltaan pieniä, mutta niillä toteutetut ojitukset ja muut metsänhoitotoimenpiteet vaikuttavat vesitaseeseen ja veden laatuun. Valuma-alueella toteutettu ojitus äärevöittää virtaamaa ja voi siten vaikuttaa esimerkiksi kluuvin lasku-uoman vesitilanteeseen kesän aikana. Ojitukset voivat lisätä kiintoainekuormaa ja alunamailla toteutettuna myös riskiä ajoittaiselle happamoitumiselle. Pääsääntöisesti ihmistoiminnan vaikutukset ovat olleet kalojen poikastuotannon kannalta haitallisia, mutta etenkin kluuveissa on tehty myös kunnostuksia, jotka ovat palauttaneet kalojen kulkumahdollisuudet lisääntymisalueille ja mahdollistaneet poikastuotannon (ks. luku 3.1.).

2.5. Vedenalaiset hiekka- ja sorapohjat

Vedenalaisia laajoja hiekka- ja sorapohjia tavataan etenkin Suomenlahdella sekä Merenkurkusta Perämeren pohjukkaan ulottuvalla alueella (GTK Hakku). Hiekkapohjia on sekä suojaisilla että avoimilla rannoilla. Hiekan raekoko on 0,06–2 mm ja soran aina 20 mm saakka. Monesti hiekka- ja sorapohjaiset alueet ovat myös suurempien kivien ja lohcareiden kirjomia. Pienimuotoisempia hiekka- ja sora-alueita löytyy lähes kaikkialta rannikolla. Suojelun tason on luontodirektiivin luontotyyppiarviointin yhteydessä katsottu olevan vedenalaisten hiekkasärkkien osalta epäsuotuisa.

Matalassa vedessä sijaitsevilla merenalaisilla hiekkasärkillä ja sorapohjilla on tärkeä merkitys silakan ja merikutuisen siian (karisiika) kutualueina (kuva 21). Myös muikulle ja meriharjukselle hiekka- ja sorapohjat ovat tärkeitä Perämeren alueella. Eteläisillä merialueilla tokot, tuulenkalat ja kampelat viihtyvät hiekkapohjilla.

Merikutuisen siian kannat ovat taantuneet voimakkaasti Merenkurkun eteläpuolisilla rannikkoalueilla (Veneranta ym. 2013a) ja syyksi on arveltu rannikkoalueiden rehevöitymistä ja toisaalta myös muutoksia jäätalvien kestossa (Veneranta ym. 2013b). Perämerellä merikutuisen siian kannat ovat edelleen elinvoimaisia ja niiden kutualueet tuottavat poikasia normaaliksi katsottavan vuotuisen vaihtelun puitteissa (Leonardsson ym. 2015). Perämerellä myös rehevöitymiskehitys on ollut hitaampaa ja erityisesti avoimilla rannoilla pohjat ovat edelleen karuja. Merikutuiseen siikaan kohdentuva kalastus on vähentynyt merkittävästi viime vuosikymmeninä heikentyneiden kantojen ja hylkeen aiheuttaman pyynnin vaikeutumisen vuoksi, joten kalastukselle ei liene kovin suurta merkitystä merikutuisen siian kantojen nykytilanteessa.

Vedenalasiin hiekka- ja sorapohjiin kohdentuu hyödyntämispaine, koska kuivan maan hiekkavarannot ovat monin paikoin vähentyneet. Toistaiseksi merialueen hiekan ja soran hyödyntäminen on ollut melko vähäistä. Hiekka- ja sorapohjiin kohdentuneet toimenpiteet ovat useimmiten liittyneet esimerkiksi väyläruoppauksiin ja vedenalasiin läjityksiin. Merihiekan ja -soran nosto vahingoittaa tai voi jopa hävittää tärkeitä kutupaikkoja. Rehevöityminen sekä hiekan ja soran noston kokonaisvaikutuksia kalojen lisääntymisalueisiin ja lisääntymiseen on käytettävissä olevan tiedon perusteella mahdotonta arvioida.



Kuva 21. Siianpoikasia hiekkapohjalla. Kuva: Lari Veneranta, Luke.

2.5.1. TIETOLAATIKKO 5 – Hiekan ja soran nosto

Suomessa merialueelta on nostettu, kolmen voimassa olevan luvan myöntäminä, hiekkaa ja soraa tarkoituksena saada se käyttöön maa-alueilla muun muassa tie- ja katurakentamiseen. Tästä syystä nostettua hiekkaa ja soraa ei läjitetä samalla lailla kuin tapana on varsinaisten ruoppausten yhteydessä.

Merihiekan ja -soran nostossa on käytettävissä kaksi eri menetelmää; kauharuoppaus ja imuruoppaus. Kauharuoppaus on pienempiin ja matalampiin kohteisiin sopiva menetelmä (kuva 22). Kauharuoppaus on hitaampi menetelmä imuruoppaukseen verrattuna. Imuruoppausta tehdään laivasta ja se on suunnattu isomman mittakaavan töihin. Imuruoppaus tehdään joko laivan liikkuessa (trailing) tai paikallaan pysyvästä aluksesta (static). Etenkin static-tyyppinen imuruoppaus menetelmä jättää merenpohjaan selvät syvät kuopat.

Hiekan ja soran otto merenpohjasta vaikuttaa ympäristöön melko samalla tavalla kuin ruoppaus. Hiekan ja soran nostolla on haitallisia suoria vaikutuksia pohjaeliöstöön nostoalueella. Noston aikana aiheutuva veden samentuminen ja hienoaineksen leviäminen ympäröivään veteen vaikuttavat muuhun eliöstöön ja kasvillisuuteen. Samentuminen syntyy suoraan merenpohjassa tapahtuvasta pohjamateriaalin nostosta sekä alukseen nostetun pohjamateriaalin ja veden erotuksessa syntyvästä ylivuodosta. Pohjan hienoainekseen on saattanut vuosien aikana sitoutua raskasmetalleja, jotka pohjamateriaalin noston aikana pääsevät myös levittäytymään veteen.

Nostettavan hiekan tai soran määrä ja nostosyvyys määrittävät vaikutusta, sekä laajuudeltaan että kestoaltaan. Lähellä merenrantaa toimittaessa voi nostolla olla vaikutusta myös eroosioon. Meri-

hiekan nosto muokkaa merenpohjan pinnanmuotoja ja elinympäristöjä, aiheuttaa merenpohjan menetystä sekä aiheuttaa muutoksia veden virtauksiin. Muutokset saattavat säilyä paikoin pitkiäkin aikoja, muutamista vuosista peruuttamattomaan muutokseen. Pyhtään alueella tehtiin noin 30 vuotta sitten hiekanostoa imuruoppauksella, jonka jäljet ovat edelleen nähtävissä ja alueelle on syntynyt paikallisesti hapettomat olosuhteet syviin ruoppauskuoppiin. Alue luokitellaan tällöin lopullisesti menetetyksi.

Hiekan ja soran noston haitallisia vaikutuksia voidaan pyrkiä lieventämään nostoalueen tarkalla valinnalla ja rajaamisella sekä ajankohdan valinnalla. Esimerkiksi silakan kutualueiden lähistöllä toimenpiteitä tulisi välttää kevät- ja kesäaikaa, jolloin kutua tapahtuu. Vastaavasti siian kutu ajoittuu loppusyksyyn. Nykyaikana hiekan ja soran nostoon liittyvää toimintaa voidaan seurata lähes reaaliaikaisesti alusten AIS-seurannan ja pumpuissa mahdollisesti olevien sensorien avulla. AIS-tieto kertoo laivan sijainnin ja sensorit nostetun pohja-aineksen määrän. Mahdollisimman tarkkaan tutkittuun tietoon pohjautuvalla merialuesuunnittelulla voidaan myös tunnistaa merialueet, joilla merihiekan tai -soran nostolla on mahdollisimman pienet haitalliset vaikutukset.



Kuva 22. Laivaväylien ruoppaus ja pohja-aineksen nosto samentaa vettä lähialueella ja aiheuttaa vedenalaista ääntä. Kuva: Lari Veneranta, Luke.

3. Toteutettuja ja mahdollisia kunnostustoimia rannikolla

Rannikon kalataloudelliset kunnostukset kohdistuvat yleensä kalojen lisääntymisalueiden kunnostamiseen. Lisääntymiseen sopivien elinympäristöjen kunnostus voi vaatia valuma-alueen tilan ja vedenlaadun parantamiseen tähtäviä toimia, lisääntymisalueen rakenteellisia muutoksia tai mahdollisesti molempia. Rehevöittävien ravinteiden valunnan vähentämiseen tähtäviä toimia toteutetaan laajasti muun muassa vesien- ja merenhoidon toimenpiteinä. Tässä raportissa keskitytään esittelemään esimerkkien avulla rannikkoalueella jo toteutettuja ja mahdollisia uusia rakenteellisia kunnostuksia, joissa päätavoitteen on ollut nimenomaan kalojen lisääntymismenestyksen parantaminen.

Suomen rannikkoalueella tehdyt kalataloudelliset kunnostukset ovat tähän mennessä olleet pieni-muotoista toimintaa. Rannikolla toteutetuista kunnostuksista ei ole saatavilla koottua tietoa ja useimmiten niiden tuloksellisuutta ei ole systemaattisesti seurattu. Tutkimukseen perustuvaa tietoa ei ole juurikaan saatavilla siitä, miten ja milloin rannikkoalueen kunnostukset kannattaisi toteuttaa ja millaiset edellytykset eri lajeilla on hyötyä kunnostustoimenpiteistä. Olennaista on dokumentoida kunnostettavan kohteen alkuperäinen tila ennen kunnostustoimia sekä seurata tilaa kunnostuksen jälkeen, jotta toimenpiteiden vaikutukset voidaan todentaa riittävän tarkasti. Tätä tietopohjaa tulisi kartuttaa, jotta kunnostustoimet voitaisiin jatkossa toteuttaa mahdollisimman tuottavalla ja kestävällä tavalla.

Kalataloudellisia kunnostustoimia rannikolla on tehty jo ainakin 1960-luvulla. Varhaisimmat merkinnät koskevat fladojen kulkuaukkojen avaamiseen liittyviin toimiin. Tällaiset kunnostustoimina tehdyt työt ovat useimmiten kuitenkin hyödyttäneet enemmän esimerkiksi veneliikennettä kuin kudulle saapuvia kaloja, ja samalla fladan luonnontilaisuus on saattanut kärsiä (Hämäläinen 2015). Näihin toimiin ei ole useimmissa tapauksissa liittynyt kunnollista esiselvitystyötä eikä myöskään jälkikäteen tapahtuvaa seuranta- ja toimenpiteen vaikutuksista.

Saaristomeren ja Selkämeren alueella toteutettiin kalataloudellisia kunnostuksia 1990-luvun lopulla KOR-rahoituksella (Euroopan yhteisön kalatalouden ohjauksen rahoitusväline). Kohteena oli 18 mataloitunutta merenlahtea. Kunnostusten avulla pyrittiin parantamaan kalojen kutumahdollisuuksia, ennallistamaan tai parantamaan kalanpoikastuotantoa, ruoppaamalla sulkeutuneisiin merenlahtiin ja ruovikoihin johtavia kanavia ja salmia. Osalla kohteista parannettiin myös tierumpuja, jolloin tarkoituksena oli parantaa kalojen kulkumahdollisuuksia lisääntymisalueille. Näihin kunnostuksiin liittyen tehtiin myöhemmin selvitys poikastuotannosta vuosien 2003, 2004 ja 2007 aikana (Härmä ym. 2008a). Selvityksestä kävi ilmi, että tehdyt kunnostustoimenpiteet mahdollistivat kalojen pääsyn suljettuihin merenlahtiin, etenkin flada- ja kluuvityypin alueilla, ja toimenpiteet ovat siten mahdollisesti vaikuttaneet kalojen lisääntymismahdollisuuksiin myönteisellä tavalla. Alueilla ei suoritettu seuranta- ja toimenpiteen vaikutuksista ennen kunnostustoimia, joten kunnostustoimien hyötyjen tarkka arvioiminen ei ollut mahdollista 2000-luvulla tehdyssä selvityksessä.

3.1. Fladojen ja kluuvien kunnostukset

Merenkurkussa on fladojen ja kluuvijärvien suuresta määrästä ja niiden kulkuväylissä tapahtuvista nopeista muutoksista johtuen toteutettu fladojen kalataloudellisia kunnostuksia, joissa tarkoituksena on ollut säilyttää tai palauttaa kalojen kulkumahdollisuudet näille tärkeille lisääntymisalueille.

Toteuttajina on ollut useimmiten paikallisia toimijoita kuten maanomistajia tai osakaskuntia. Usein kunnostukseksi on riittänyt umpeenkasvaneen kulkuväylän avaaminen poistamalla runsasta kasvillisuutta tai pienimuotoinen käsityökaluin tehty kulkuväylän avaaminen ja veden virtauksen mahdollistaminen maankohoamisen myötä merestä irti jääneiden kluuvien kohdalla. Joissain tapauksissa on saattanut riittää pienimuotoisenkin kulkuesteen, kuten kiven tai puunrungon, poisto tai siirto kulkuväylältä (kuva 23), samalla tarkistaen ja mahdollisesti korjaten kynnyskorkeutta. Tierumpujen osalta on varmistettu, että ne eivät muodosta nousuestettä.

Kevätkutuisia lajeja, erityisesti ahventa ja haukea varten, on rakennettu kalaportaita, jotka mahdollistavat kalan nousun kutualueille kluuveihin (kuva 24). Kalaportaiden käyttö on laajempaa ja tunnetumpaa virtavesien kunnostuksista, mutta käytettävissä myös rannikkoalueella sopivalle lisääntymisalueelle nousun tukena varsinkin kluuveissa tai kluuvijärvissä. Kluuvijärvien ja merenpinnan normaali-tason välinen korkeusero on useimmiten alle metrin, jolloin porras tai uoma voidaan rakentaa siten, että kaloille liian jyrkkää nousua ei tule. Kluuvijärvien nousu-uoman porras voidaan toteuttaa luonnonmateriaaleilla tai teknisenä kalatienä, joka rakennetaan esimerkiksi puupalkeista tai betonista.

Oleellista kluuviin tehtävän kunnostuksen yhteydessä on huomioida kluuvin valuma-alueen vesitase ja mitoittaa laskupuron uoman luusua siten, että se pysyy vesitettynä ainakin kevään sulamisvesien aikaan ja myös runsaampien kesäsateiden yhteydessä. Tällöin kaloilla on nousuyhteys kluuviin ja poikasilla pääsy pois altaasta. Ulosvirtaavan veden määrää voi säätää suuaukon leveydellä. Kapeakin suuaukko toimii ahvenelle, mutta kapea nousupuro ja suuaukon leveys voi rajoittaa suurikokoisten haukien nousua. Havaintojen perusteella oleellista on, että nousu-uomassa on syvyyttä kalojen korkeuden verran ja levähdyspaikkoja virtapaikkojen välillä. Melko matalatkin, 10–15 cm virtauskynnykset heikentävät ahvenen nousumahdollisuutta huomattavasti, vaikka särkikalat ja hauki vielä ylittävätkin matalat esteet helposti. Tekniseen kalatiehen voidaan myös rakentaa patoluukku, josta kuivan kauden aikana voidaan tilapäisesti lisätä virtaamaa. Tällöin kluuvista poispyrkivät poikaset on mahdollista päästää syönnösvaellukselle. Mikäli poikasilla ei ole kulkuyhteyttä ulos kluuvista, poikasten kasvu heikkenee ja kuolleisuus lisääntyy nopeasti ravinnon käydessä vähiin. Heikko ravintotilanne ja pieni koko voi vaikuttaa kalan selviytymismahdollisuuksiin myöhemmin kesällä syönnösvaelluksen aikana ja varsinkin ensimmäisen talven aikana.

Paikallisilla lisääntymisaluiden kunnostamistoimenpiteillä voi olla suuri vaikutus lähialueen kalakan-taan. Esimerkiksi Merenkurkussa toteutetuissa ahvenmerkinnöissä ahventen on havaittu jäävän pyydyksiin hyvinkin lähellä kutualuetta, sillä keskimäärin 90 % ahvenista pyydettiin alle 8,3 km säteellä kutualueesta. Samoin haukimerkinnät ovat osoittaneet, että suurin osa hauista liikkuu pienellä, alle 10 km laajuisella alueella (Karås & Lehtonen 1993).



Kuva 23. Pienimuotoinenkin kulkuesteen poisto mahdollistaa kevätkuuisten kalojen nousun sopivalle lisääntymisalueelle. Kuvan kluuvin lasku-uomassa on toteutettu kalataloudellinen kunnostus, ja kivet on asetettu rajoittamaan ulosvirtausta. Kuva: Lari Veneranta, Luke.



Kuva 24. Loiva kalaporras helpottaa kalojen nousua kutualueelle keväällä. Kuva: Lari Veneranta, Luke.

3.2. Keinotekoiset kutualustat poikastuotannon tukena

Havupuiden oksistoista on perinteisesti rakennettu keinotekoisia kutualustoja, kututuroja. Turoja on käytetty sekä sisä- että rannikkovesissä lisäämään sopivaa kutualustaa etenkin ahvenelle ja kuhalle (Laakso 1938, Wuorentaus 1938, Sandström 2003). Turoista on hyötyä paitsi kutualustana niin myös suojapaikkana poikasille. Lisäksi pyyntikokoiset kalat hakeutuvat turojen lähetyville, josta ne saatiin pyydystettyä. Laakso (1938) suositteli turojen valmistus- ja upotusajaksi keväällä aikaa, jolloin jää on juuri haurastumassa. Turoina on useimmiten käytetty kuusen, männyn tai katajan oksista yhteen solmittuja kimppuja. Nämä on sitten sidottu painoon, kuten isoon kiveen tai tiileen, jotta on voitu varmistaa turon paikallaan pysyvyys. Joissakin tapauksissa on käytetty myös joulunvietosta jääneitä kuusia, joita on voitu vielä jääpeitteisenä aikana upottaa sopiville paikoille avannoista.

Turoja on käytetty myös tutkimuksen apuna selvittäessä sopivia kutualueita (Fontell 2001, Härmä 2005). Fontell (2001) selvitti kuusesta tehtyjen turojen avulla ahvenen ja kuhan kutualueita Helsingin ja Espoon välisellä Laajalahdella. Ahvenen todettiin kutuneen kaikkialle turoihin. Myös kuha käytti turoja kutualustana, mutta paikallisesti vain pienillä alueilla. Fontell (2001) päätteli kututurojen kaiken kaikkiaan toimineen hyvin sekä kuhan että ahvenen lisääntymisalueiden selvitykseen.

Härmä (2005) puolestaan kokeili männyn oksista rakennettuja kututuroja Tvärminnen eläintieteellisen aseman edustalle olevalla lahdella Hankoniemellä. Tarkoituksena oli seurata ahvenen kudun ajoittumista alueella. Myös tässä kokeilussa ahven kutui laskettuihin turoihin.

3.2.1. Kututurotyöt Hanko-Tammisaari alueella

Luonnonvarakeskus ja Helsingin yliopiston Tvärminnen eläintieteellinen asema selvittivät Hangon ja Tammisaaren alueella, voidaanko ahvenen lisääntymistä väli- ja ulkosaaristossa tukea kututurojen avulla. Kokeilut tehtiin vuosien 2017 ja 2018 aikana. Keväällä 2017 tehtiin kymmenessä merenlahtikohteessa lähtötilanteen arviointi, johon kuuluivat tarkat sukeltamalla tehdyt kasvillisuuskartoitukset sekä mahdollisten ahvenen mätinauhojen etsintä. Alkusyöksyllä tehtiin samoilla kohteilla myös kesänvanhojen ahvenen poikasten esiintymisen kartoitus verkkopyynnillä. Ahvenen mätä ei löytynyt kohteista, myöskään kesänvanhoja poikasia ei havaittu. Kesä 2017 oli poikkeuksellisen viileä, mikä todennäköisesti vaikutti haitallisesti poikastuotantoon ja todennäköisesti vaikutti kesänvanhojen poikasten puuttumiseen syksyn kartoituksissa.

Keväällä 2018 ennen ahvenen kudun käynnistymistä, 16:sta tutkittavaan merenlahteen laskettiin yhteensä 96 kuusen latvuksesta tehtyä turoa (kuvat 25 ja 26). Turot käytiin tarkistamassa sukeltamalla useaan kertaan touko-kesäkuun aikana, mutta mätinauhuja löytyi vain yksi. Syksyn poikasverkoituksissa ahvenen kesänvanhoja poikasia löytyi kuitenkin useimmista kohteista. Lämmin kesä todennäköisesti edesauttoi ahvenen poikastuotantoa tämän kesän aikana. Kokeilun tuloksena voitiin siis todeta, että ainakaan tällä Hanko-Tammisaari saaristoalueella turoilla ei ollut merkitystä kesän poikastuotantoon. Turoilla kuitenkin voi olla paikallisesti merkitystä. Niillä voidaan tarjota sopivaa kutualustaa alueella, jossa sopiva pohjakasvillisuus puuttuu, mutta alue muuten on ahvenelle tarpeeksi suojaisa ja lämmin.



Kuva 25. Turon lasku matalaan merenlahteen kevätaikaan. Kuva: Patrik Degerman.



Kuva 26. Kuusen latvus tarjoaa mahdollisen kutualustan, turon, ahvenen mätinauhan kiinnittymiselle. Kuva: Mats Westerborn.

3.3. Tulvakosteikot

Kosteikot ovat kasvillisuusalueita, jotka sijaitsevat sisä- tai rannikkovesillä veden ja maa-alueen rajapinnassa, ja joilla kasvillisuus on suuren osan vuodesta veden peitossa. Kosteikot pidättävät hyvin valumavesien ravinteita ja kiintoainesta, siten vähentäen rehevöitymistä valumavesien alapuolisella alueella. Kosteikot myös lisäävät luonnon monimuotoisuutta, tarjoten tärkeitä alueita linnustolle ja toisaalta toimivat lisääntymisalueina muutamille kalalajeille.

Kosteikot ovat sekä Suomessa että maailmanlaajuisesti kärsineet ihmistoiminnoista, kuten maa- ja metsätalouteen liittyvästä kuivatuksesta sekä rantarakentamisesta. Osassa kosteikoista uhkana on umpeenkasvu, joka Suomessa lisääntyi, kun karjan laiduntaminen kosteikkoalueilla päättyi. Koko Suomen rannikkoalueella merenrantaniittyjen määrän on arvioitu vähentyneen noin 90 %:a 1960-lukuun verrattuna ja merenrantaniityt on luokiteltu äärimmäisen uhanalaisiksi viimeisimmässä Suomen luontotyypien uhanalaisuusarvioinnissa (Lehtomaa ym. 2018).

Kevätkutuisten kalojen lisääntymisalueina tulvakosteikoilla on aiemmin ollut todennäköisesti suuri merkitys. Esimerkiksi hauki (kuva 27) kutee mielellään tällaisille matalille kasvillisuusrannoille, joilla veden lämpötila on suotuisa ja kasvillisuutta riittää mädin kiinnittymiseen, sekä suojaa kuoriutuneille poikasille (Ljunggren ym. 2011, Nilsson ym. 2014, Engstedt ym. 2018). Aiemmin kalojen lisääntymisalueina suosimia tulvakosteikkoja on ollut varsinkin jokien alaosilla, mutta perkaustoimenpiteiden ja säännöstelyn myötä ne ovat jääneet kuiviksi.



Kuva 27. Hauki suosii lisääntymisalueena matalaa kasvillisuudesta rikasta rantavyöhykettä, jossa on suojaa kuoriutuneille pienpoikasille. Kuva: Lari Veneranta, Luke.

3.3.1. Keinotekoiset kosteikot hauen lisääntymisalueina

Keinotekoisia tulvakosteikoita voidaan muodostaa patoamalla osittain mereen laskevia puroja, jolloin vesi tulvii uoman ulkopuolelle (kuva 28). Kosteikkojen rakentamisen mahdollisuuksista kertoo Ruotsin rannikolla tehty selvitys, jossa arvioitiin kolmen purosta tai joesta osittain padotun 1–3 hehtaarin kosteikkoaltaan toimivuutta hauen lisääntymisalueena (Nilsson ym. 2014). Parhaiten hauen poikasia tuotti allas, jossa tulvavettä ohjattiin keväällä pariaksi kuukaudeksi kosteikkoalueelle, jolla oli ennestään maakasvillisuutta eli heinikkoa tai ruohoa. Tältä parin hehtaarin alueelta lähti kohti merta yli 100 000 hauen poikasta vuodessa. Larsson ym. (2015) totesi, että vielä viidenkin vuoden päästä hyvin kunnostettu kosteikko toimi hyvänä hauen lisääntymisalueena. Hauen lisääntymiseen soveltuvia ja kunnostettuja tulvaniittyjä on Ruotsissa kutsuttu ”haukitehtaiksi”, viitaten tuottoisaan lisääntymiseen alueella. Mereen vaeltavien, enimmäkseen 2–6 senttimetrin pituisten poikasten myöhempää selviytymistä ei kokeiluissa tarkasteltu.

Engstedt ym. (2018) kuvaa tarkoin haukitehtaiden rakennuksessa huomioitavat seikat ja antaa ohjeistusta niiden rakentamiseen. Olennaista kaikissa eri rakentamistavoissa on veden sopivan syvyyden varmistaminen kosteikossa, sopivan vaihteluvälin ollessa 10–70 cm. Lisäksi vedenkorkeuden täytyy olla noususuuntainen hauen kutuaikana (Larsson ym. 2015, Engstedt ym. 2018). Kasvillisuuden osalta erityisen sopiviksi on Ruotsissa toteutetuissa hankkeissa todettu ruohot ja sarakasvillisuus (Larsson ym. 2015). Muita hyvän haukitehtaan ominaisuuksia ovat suojaisuus ja korkea veden lämpötila verrattuna ympäröiviin vesialueisiin sekä maltillinen veden virtaus. Sedimentaatioon tulee kiinnittää huomiota, koska hauen mädin peittyminen sedimenttiin vaikuttaa haitallisesti mädin kehittymiseen. Lisäksi kosteikkoalueelle pääsy ja sieltä poisvaeltamisen mahdollisuus tulee varmistaa (Engstedt ym. 2018).

Suomen rannikkoalueella hauen lisääntymiseen soveltuvia keinotekoisia kosteikkoalueita ei ole perustettu, muutamaa yksittäistä tapaus lukuun ottamatta. Näiden toiminnan tuloksellisuudesta ei ole saatavilla tietoja. Potentiaalisia paikkoja uusille keinotekoisille kosteikoille kuitenkin selvitetään mm. pitkin rannikkoa ja Ahvenanmaalla.



Kuva 28. Tulvitettu rantaheinikko soveltuu hauen lisääntymisalueeksi. Kuva: Jonas Nilsson, Linnæus University.

3.4. Siian lisääntymisalueiden ennallistamisen mahdollisuuksia

Merenkurkun alueella selvitettiin paikallisena pidetyn Maalahden siikakannan kutualueita Maalahden ja Vaasan edustan rannikkoalueella vuosina 2010–2011 ja 2014–2016 kutuaikaan toteutetuina koekalastuksin sekä keväisten poikaspöytäntien avulla (Hudd ym. 2012; Luke julkaisematon) ja samalla kartoitettiin karkealla tasolla kutualueiden ominaisuuksia. Verkkokoekalastusten perusteella siika kutee Merenkurkun sisäsaaristossa varsin pienimuotoisilla alueilla ja kiivain kutu ajoittuu vain muutamana päivänä jaksolle loka-marraskuun vaihteessa.

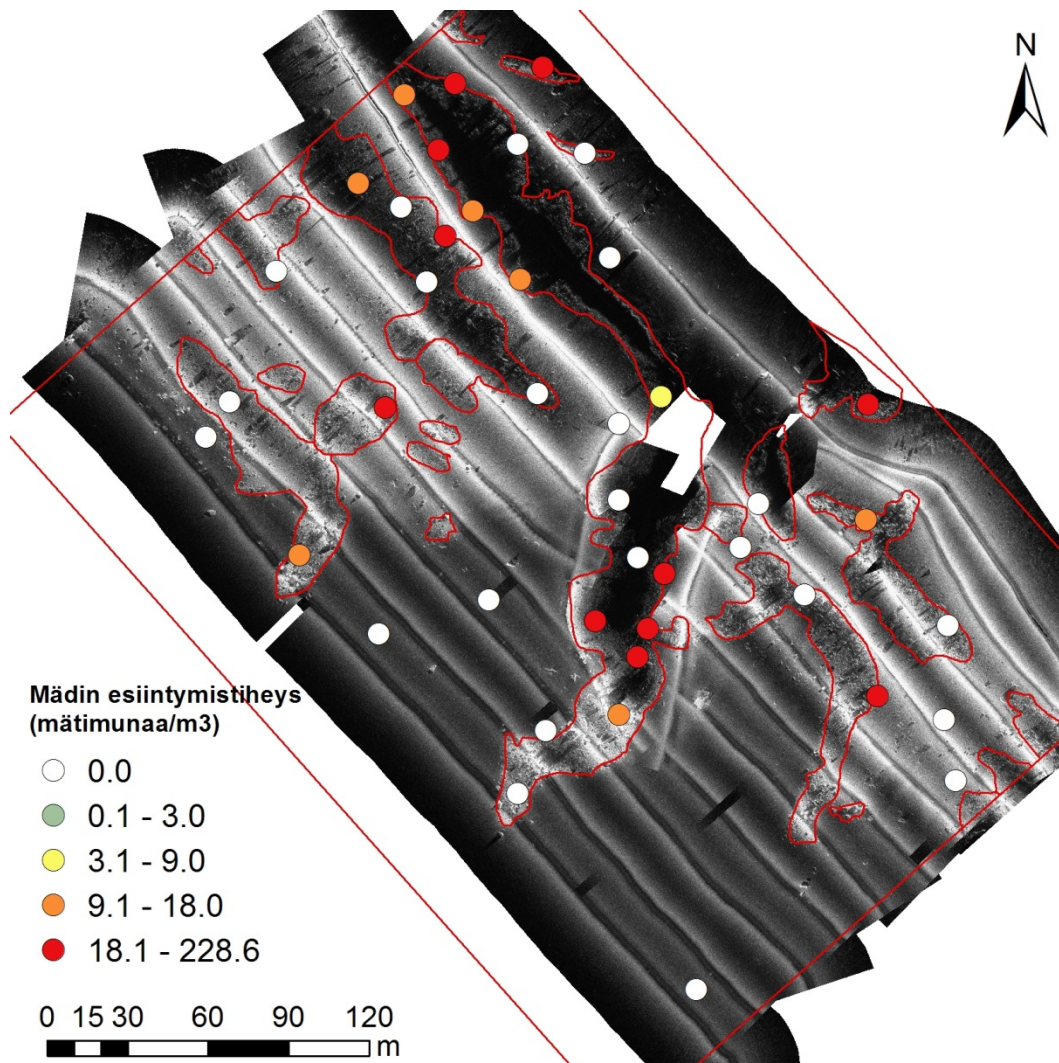
Vastaava kartoitus vastakuoriutuneiden poikasten esiintymisestä on tehty myös Merikarvian Pooskerin saaristoalueella (Veneranta 2015). Verrattuna Perämeren alueen merikutuisen siian poikastiheyksiin (Veneranta ym. 2013a), sisäsaaristoalueella lisääntyvän siian poikastiheydet Pooskerin alueella ovat usein varsin alhaisia, mutta poikasesiintymiä saattaa olla useissa kohdissa ja poikashabitaatit poikkeavat merkittävästi Perämeren hiekkaranta-alueista, missä siian poikastiheydet voivat paikoitellen olla erittäin korkeita. Pooskerin sisäsaaristoalueilla vastakuoriutuneita tai ruokailun aloittaneita siianpoikasia esiintyy myös kivikko- ja kasvillisuusrannoilla, esimerkiksi ruovikon edustalla. Oletettavasti siian pienpoikasten esiintymisaluetta säätelee ympäröivää vesialuetta korkeampi lämpötila ja ravinnon saatavuus ja siksi ne hakeutuvat rannan tuntumaan, jossa molempia on saatavilla. Sisäsaaristoalueilla myös rannan ulkopuolinen vesialue lämpenee varsin nopeasti ja ravinnonkäytön aloittaneille poikasille soveltuva elinalue kasvaa (Veneranta ym. 2013a). Kutupyynnin saaliiden ja poikasten esiintymisen perusteella myös rehevöitymisestä kärsivillä sisäsaaristoalueilla on edellytyksiä tuottaa jossain määrin siianpoikasia, vaikka kutualueet ovat pieniä.

Merenkurkun saaristoalueella merikutuisen siian kutualueita selvitettiin tarkemmin viistokaikuluotauksen ja mädin sijoittumisen perusteella (Veneranta ym. julkaisematon). Merikutuisen siian mätiä oli löydettävissä tyypillisesti saarten kärjistä ja vedenalaisilta riutoilta, joissa syvyys oli noin 1–3,5 m. Mätipaikoilla pohjan kivimateriaali oli useimmiten sekoitus soraa ja erikokoisia kiviä (kuva 29). Tulosten perusteella voidaan olettaa, että siian kutu ei tapahdu tarkasti tietyn tyyppisen pohjamateriaalin kohdalla, vaan kututapahtuma sijoittuu laajemmin sopivaksi katsotulle alueelle. Mädistä talven yli selviytyy vain pieni osa, joka päättyy kudun yhteydessä suotuisaan kohtaan. Kokemäenjoessa mätipumppausten yhteydessä syksyisistä mätitutkimuspaikoista löytyi mätiä keväällä vain 5 % paikoista. Vastaavasti luonnossa tehdyissä mädinhautontakokeissa selviytyminen läntisellä ja eteläisellä rannikkoalueella on vaihdellut 22–31 % välillä ja yleisestikin kuoriutumiseen asti selviäväksi on arveltu noin 20–30 % kudetusta mädistä (Reshetnikov & Bogdanov 2011; Veneranta ym. 2013b).

Merenkurkun sisäsaaristoalueilla siian mädille sopivaa aluetta rajaa syvyysuunnassa talvinen jää ja vedenkorkeuden vaihtelu. Pinnan tuntumassa jääeroosiolle alttiissa syvyydessä mädillä on heikot selviytymisedellytykset. Vastaavasti syvemmillä, noin 3,5 m syvyydestä alkaen vallitseva pohjatyyppejä on pehmeä sedimenttipohja, joka tukahduttaa kehittyvän mätimunaa (Müller 1992; Ventling-Schwank & Livingstone 1994). Selkämerellä, Saaristomerellä ja Suomenlahdella merikutuisen siian kutualueet ulko- ja välisaaristovyöhykkeessä ovat vähentyneet todennäköisesti heikkojen jääolosuhteiden vuoksi. Jos suojaava jääkansi puuttuu, talvimyrskyjen yhteydessä kudettu mäti siirtyy ja voi päättyä epäsuotuisalle alueelle (Ventling-Schwank & Livingstone 1994). Näillä merialueilla harvat todennetut merikutuisen siian lisääntymisalueet sijaitsevat nykyään suojaisella saaristoalueella, johon muodostuu säännönmukaisesti kiintojäättä.

Merikutuiselle siialle voidaan mahdollisesti ennallistaa kutualueita sisäsaaristoalueille keinotekoisin kivimateriaalista kasattavien riuttojen avulla tai istuttamalla mätiä ja vastakuoriutuneita poikasia virtaamaltaan ja jääolosuhteiltaan sopivaksi katsotulle alueelle. Muualta maailmasta tällaisista ennallistamistoimenpiteistä on kokemuksia, tosin lähinnä jokialueilta (Manny ym. 2015). Rannikkoalueen nykytilanteessa tällaisia alueita ovat esimerkiksi salmet ja vedenalaiset riutat, joissa virtaukset pitävät

pohjan puhtaana Ennakoitavissa on kuitenkin, että rajallisten lisääntymisalueiden vuoksi poikastuotto jää heikoksi ja mahdollisilla kunnostustoimenpiteillä on lähinnä luontaista kantaa tukeva tai ylläpitävä vaikutus.



Kuva 29. Merikutuisen siian kutualue Maalahdessa. Karttakuvassa on viistokaikuluotausmosaiikki, jossa pehmeä pohja erottuu tummana alueena ja riutat sekä kivenlohkareet vaaleampina alueina. Täysin musta alue on vedenpäällistä kivikkoa. Värillisillä palloilla kuvatut mätihavainnot sijoittuvat pääosin veden päälle yltävien kiviriuttojen reunoille tai myös vedenalaisten riuttojen päälle.

3.5. Yhteenveto kunnostusmahdollisuuksista lajeittain

Ahvenen, kuhan ja hauen osalta kokemuspohjaa on kerääntynyt jo jonkin verran Suomen rannikolta, jotka osoittavat pienimuotoisten kunnostusten toimivan (taulukko 7). Siialle ja silakalle soveltuvien lisääntymisaluiden kunnostuksen toteutus nähdään erittäin haastavana, eikä tällaisista toimenpiteistä ole kokemusta Suomesta.

Taulukko 7. Ahvenelle, kuhalle, hauelle, siialle ja silakalle tärkeät kutu- ja poikashabitaatit, mahdollisuus lisääntymisalueen kunnostukseen, toimenpiteen tyyppi sekä toteutuksen vaativuus Suomen rannikolla.

	Kutuhabitaatti- ja aika	Poikashabitaatti	Kunnostusmahdollisuus & toimenpiteen tyyppi	Toteutuksen vaativuus
Ahven	Fladat, matalat merenlahdet, jokisuistot - vesikasvillisuus, kuten näkinpartaiset, rakkohauru tai järvi-ruoko. Kutuaika huhti-kesäkuu.	Ensin vapaan veden alue fladoissa tai sisälähdissä, myöhemmin kesällä matalat kasvillisuusrannat.	Mahdollisuudet pienimuotoisiin kunnostuksiin hyvät. Toteutettu jo joissakin kohteissa Suomen rannikolla. Fladan suuaukon rajaaminen tai avaaminen, kluuvien lasku-uoman raivaaminen, kasvillisuuden poisto ja sopivan virtauksen varmistaminen. Kalaportaat kluuveihin. Perinteisesti käytetty kututuroja.	Fladan suuaukon kunnostaminen vaatii hyvää suunnittelua, toimenpide mahdollinen tehdä käsityökaluin tai pienillä koneilla. Kalaportainen rakentaminen työläämpi ja kalliimpi toimenpide. Turojen lasku on helppo toimenpide.
Kuha	Matalat merenlahdet, sisälahdet, jokisuusalueet - kivi-, sora- tai savipohja. Touko-kesäkuu.	Kutupaikkojen läheinen vapaan veden alue.	Kutualustan, kuten turojen, lisääminen lämpötilaltaan ja sameudeltaan sopiville alueille.	Helppo toteuttaa ja edullinen. Menetelmän hyödyistä poikastuottoon ei tutkimustietoa.
Hauki	Matalat merenlahdet, sisälahdet, jokisuut, kosteikot, fladat, kluuvit - järvi-ruoko, vesisammal. Touko-kesäkuu.	Matalat kasvillisuusrannat.	Mahdollisuudet fladojen ja kluuvien kunnostuksiin hyvät. Fladojen suuaukon avaaminen ja sopivan virtauksen varmistaminen. Haukikosteikkoja mahdollista toteuttaa joki- tai purosuualueille. Liian tiheiden ruovikoiden niitto.	Fladojen suuaukon ja virtauksen muokkaaminen vaatii suunnitelmallisuutta. Kosteikon perustaminen vaativaa.
Siika	Vedenalaiset kivi-riutat, sora- ja hiekkapohjat. Syysmarraskuu.	Pääosin karut hiekka-, kivikko- ja sorarannat.	Ei kokemusta Suomesta. Rehevöitymisen vähentäminen, vedenlaadun parantamiseen tähtäävät toimet, ilmastonmuutoksen hillintä. Keinotekoiset kutupohjat?	Haastava.
Silakka	Sisä-ulkosaaristo - kasvillisuuden peittävä kova pohja. Kevät-kesä. Myös syyskutuinen kanta.	Avoin vesialue.	Ei kokemusta Suomesta. Rehevöitymisen vähentäminen, vedenlaadun parantamiseen tähtäävät toimet, ilmastonmuutoksen hillintä.	Erittäin haastava.

3.6. Kunnostustoimenpiteiden mahdolliset riskit

Rannikon lisääntymisalueiden kunnostuksiin sisältyy mahdollisia riskejä, jotka voidaan kuitenkin ottaa huomioon ja välttää, kun työ on alusta alkaen suunniteltu huolella. Etenkin fladojen, kluuvien ja keino-tekoisten kosteikkojen kohdalla on tärkeää, että kohde ja siihen vaikuttavat tekijät, kuten valuma-alueen ominaisuudet ja virtaamat, tunnetaan. Turojen lisääminen kutualueiden tuntumaan on yksinkertainen keino lisätä esimerkiksi ahvenen ja kuhan mädille sopivaa kehittymisalustaa ja parantaa sitä kautta mädin selviytymistä, mutta niiden vaikutuksesta kalakannan tilaan ei vielä ole tutkimustietoa saatavilla.

Huolellisesti tehty taustaselvitys antaa hyvän lähtökohdan kunnostukseen sopivien toimenpiteiden valintaan. Esimerkiksi fladojen suuaukon avaamista koskien on tärkeää huomioida veden korkeus ja virtaama kalojen sisään ja ulos vaelluksen suhteen. Potentiaalinen riski fladojen kulkuväylän avaamiseen liittyy siihen, että suuaukkoa avataan liian paljon, jolloin fladan lämpö- ja suojaisuusominaisuudet kärsivät. Näin on käynyt usein, jos fladoja on avattu lähinnä veneliikenteen mahdollistamisen näkökulmasta.

Kunnostushankkeen tulokselliseen läpivientiin kuuluu olennaisesti miettiä myös tarvittava rahoitus (kappale 5) ennen varsinaisiin toimenpiteisiin ryhtymistä, jotta jo aloitettua kunnostusta ei jouduta keskeyttämään. Samoin on syytä miettiä kunnostuksen jälkeinen seuranta ja sen rahoitus jo hanketta suunniteltaessa. Kunnostustoimien jälkeinen seuranta on tärkeää, jotta voidaan havaita kunnostustoimenpiteiden toimivuus ja oppia mahdollisista virheistä.

Huolellisella kunnostustoimenpiteiden suunnittelulla ja seurannalla voidaan vaikuttaa myös mahdollisiin toissijaisiin ekosysteemivaikutuksiin, kuten ennakoimattomiin vaikutuksiin muihin lajeihin. Kluuveissa tai fladoissa nousu-uoman muokkaaminen voi olla hyödyksi myös särkikalojen lisääntymiselle, jolloin kalataloudellisesta näkökulmasta vaikutus ei välttämättä ole toivottava. Kunnostusten yhteydessä on myös hyvä arvioida tarve mahdollisille aikaan, paikkaan tai lajiin sidotuille pyyntirajoituksille.

4. Kunnostuksiin liittyvä lainsäädäntö ja työvaiheet

YK:n biologista monimuotoisuutta koskevan yleissopimuksen kestävä käytön periaatteet ohjaavat luonnonvarojen käyttöä ja hoitoa ekologisesta, sosiaalisesta ja taloudellisesta näkökulmasta. Nämä periaatteet ovat sisällytettyinä myös Suomen kalastuslain 1 §:n, jossa määrätään kalavarojen käytöstä ja hoidosta. Kalavarojen käyttö ja hoito on järjestettävä siten, että turvataan kalavarojen kestävä ja monipuolinen tuotto, kalakantojen luontainen elinkierto sekä kalavarojen ja muun vesiluonnon monimuotoisuus ja suojelu. Vuoden 2019 alussa on perustettu uudet kalatalousalueet, joiden tehtävänä on käytännössä toteuttaa näitä tavoitteita esimerkiksi kalatalousalueiden käyttö- ja hoitosuunnitelmissa.

Rannikkovesien ja meren hyvän tilan saavuttamista ohjaavat EU:n vesipuidedirektiivi ja meristrategiadirektiivi. Molempiin on sisällytetty toimenpiteitä, joilla tavoitellaan muun muassa vesi- ja meriympäristön suojaamista ihmisten haitallisilta toiminnoilta sekä elinympäristöjen kestävää käyttöä.

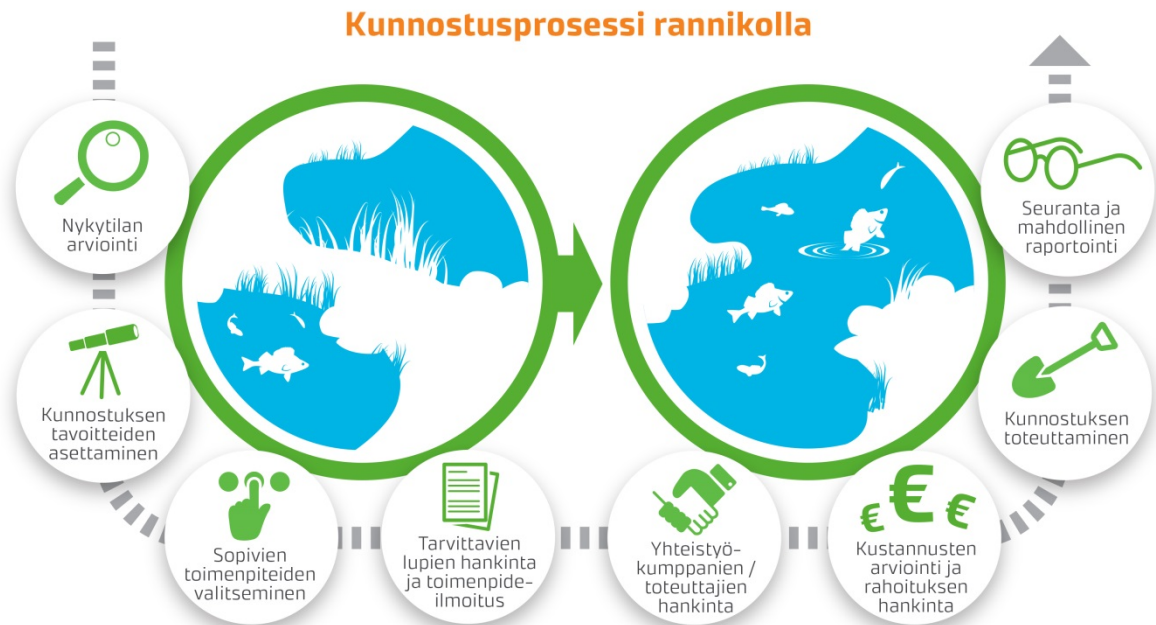
Itse kunnostustoimenpiteisiin liittyy myös lakeja ja velvollisuuksia. Etenkin vesilaki säätelee kunnostustoimintaa, mutta kunnostuksesta on säädetty myös ympäristönsuojelulaissa, luonnonsuojelulaissa ja kalastuslaissa. Myös maankäyttö- ja rakennuslaki tulee huomioida tarpeen mukaan. Kunnostukseen liittyvät lupatarpeet ja ilmoitusvelvollisuudet määräytyvät kunnostushankkeen suuruusluokan ja sen ympäristövaikutusten mukaan. Esimerkiksi rannikon pienvedet on suojeltu vesilaisissa (11 §) siten, että luonnontilaisen enintään kymmenen hehtaarin suuruisen fladan ja kluuvijärven luonnontilan vaarantaminen on kielletty. Yksittäistapauksissa hakemuksesta voidaan kuitenkin myöntää poikkeus, mikäli suojelutavoitteet eivät huomattavasti vaarannu.

Kalavesien hoito kuuluu ensi sijassa vesialueen omistajalle, joita voivat olla niin yksityiset kuin julki-setkin tahot. Kaikkiin kunnostushankkeisiin on ennen toimenpiteisiin ryhtymistä saatava lupa kunnostuskohteen ranta- ja vesialueen omistajilta. Pelkästään omistajan suostumuksella voi toteuttaa vähäisen, käsityökaluin tehtävän toimenpiteen, kuten vesikasvillisuuden niittämisen tai hyvin pienen kulkuesteen poistamisen esimerkiksi fladan suuaukolta.

Isommat koneiden avulla tehtävät kunnostustoimet edellyttävät hankesuunnitelman ja viranomaisilmoituksen tekemistä. Kirjallinen ilmoitus on tehtävä elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukseen (ELY-keskus) vähintään 30 vuorokautta ennen työhön ryhtymistä. Ilmoituksen voi tehdä ELY-keskuksen verkkopalvelussa. Ruoppausilmoitukseen tulee liittää kuvaus ja suunnitelma toteutettavista toimenpiteistä. Ympäristövaikutuksiltaan laajempiin tai mahdollisia vahinkoja aiheuttaviin hankkeisiin tulee aina hakea vesilain mukainen vesilupa aluehallintovirastosta (AVI).

Kunnostustavan valinta tehdään paikka- ja tapauskohtaisesti. Taustaselvitys alueen nykytilasta ja haitasta, lajistosta ja kalojen poikastuotannosta on tarpeen, jotta löydetään sopiva kunnostustapa ja kunnostuksen hyötyjä voidaan jälkikäteen arvioida (kuva 30). Kunnostuksella haettava tavoitetilä on myös määritettävä. Syytä on myös huomioida alueelliset tavoitteet ja jo sovitut toimenpiteet sekä kalatalousalueen käyttö- ja hoitosuunnitelman sisältö. Ennen kunnostustoimiin ryhtymistä on välttämätöntä myös selvittää ja hoitaa tarvittavat lupa-asiat sekä yhteydenotot mm. vesialueen omistajiin sekä huolehtia riittävästä tiedotuksesta. Riittävän rahoituksen (kappale 5) varmistaminen ennen kunnostustoimenpiteisiin ryhtymistä varmistaa hankkeen menestyksellisen loppuun saattamisen.

Kunnostuksen toteuttamisen jälkeen olisi syytä seurata toimenpiteiden toimivuutta ja vaikutuksia. Suuri puute rannikon aiempien kunnostustoimien kohdalla on ollut riittävän seurannan ja toimenpiteiden toimivuudesta kertovan raportoinnin puuttuminen. Tätä tietopohjaa on tärkeä lisätä jatkossa, jotta rannikon kalojen lisääntymisalueiden kunnostamisesta, parhaista toimenpiteistä ja myös mahdollisista virheistä saadaan lisätietoa.



Kuva 30. Kunnostusprosessiin liittyvät työvaiheet nykytilan arvioinnista seurantaan. Kuva: Luke.

5. Kunnostusten kustannukset ja rahoitus

Rannikon lisääntymisalueiden kunnostukseen liittyvien kustannuksien suuruutta määrittää etenkin kyseeseen tuleva kunnostusmenetelmä, kunnostettavan alueen laajuus ja haastetaso sekä tarvittavan työn ja mahdollisten materiaalien määrä. Pienimuotoiset kunnostustyöt, kuten fladan suuaukon kunnostus tai niitto onnistuu talkootyöllä, käsivoimin tai pienellä konetyömäärällä. Kun kunnostukset ovat laajamittaisempia ja vaativat laajempia koneellisesti tehtäviä työvaiheita, kustannukset nousevat.

Kustannuksia syntyy koko kunnostustoimenpiteen elinkaaren aikana, suunnitteluvaiheesta lähtien aina seurannan loppumiseen asti. Huolellinen budjetointi ja riittävän rahoituksen varmistaminen mahdollistavat kunnostustoimien onnistumisen. Huomioitavaa budjetoinnissa on muun muassa tarvittaviin lupiin vaadittavat varat, sekä mahdolliset materiaali- ja työaikakustannukset.

Rannikolla jo tehdyistä kunnostustoimista ei ole kootusti saatavilla tietoja toteutuneista kokonaiskustannuksista. Sisä- ja virtavesiä koskien tietoja on saatavilla muun muassa aiemmin toteutettujen hankkeiden julkaisuissa (Mäki-Petäys ym. 2018, Vesistökuunnostusverkosto <https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesistokunnostusverkosto>). Tyypillistä kustannustasoa ei ole helppo määritellä, sillä kunnostusten kustannukset ovat vaihdelleet parista tuhannesta eurosta miljooniin euroihin. Etenkin teknisen kalatien rakentaminen vesivoimalan yhteyteen on erittäin kallis toimenpide, mutta toisaalta yksittäisen fladan kunnostuksesta selviää joillakin tuhansilla euroilla tai edullisimmillaan pelkällä talkootyöllä.

Rahoitus laajempaan kunnostushankkeeseen muodostuu usein usean rahoituslähteen yhdistelmästä, joita löytyy EU-rahoituksesta, valtion kunnostusvaroista aina yksityiseen rahoitukseen sekä mahdollisiin yritysrahoituksiin. Valtion kunnostusvarojen hakijana voi olla rekisteröitynyt yhdistys tai muu oikeustoimikelpoinen yhteisö. Valtion kunnostusvaroja voi hakea Ympäristöministeriöstä tai ELY-keskuksesta, jos kunnostuksella katsotaan olevan huomattava yleinen merkitys. Myös kalatalousryhmät rahoittavat pienimuotoisia kunnostustoimenpiteitä. Vastinerahavaatimus on valtion kunnostusvaroja koskien pääsääntöisesti 50 % kunnostushankkeen kokonaiskustannuksista. ELY-keskuksista voi tiedustella myös maatalouden ympäristökorvauksesta, jota voi hakea esimerkiksi kosteikon perustamiseen. Kosteikoilla on maatalouden näkökulmasta ensisijaisesti ravinteita sitova merkitys valuma-alueella, mutta se voi samalla toimia myös kaloille sopivana lisääntymisalueena.

Oman kunnan rahoitusta kunnostushankkeelle voi tiedustella kunnan ympäristöviranomaiselta. Kunnalla voi olla kiinnostusta hankkeen tukemiseen, jos kunnostuksella nähdään olevan hyötyä kunnan omien kalavesien kohentumiselle. Rahoituksen mahdollisuutta voi selvittää myös kyseessä olevalta kalatalousalueelta ja siihen liittyviltä osakaskunnilta, jotka rahoittavat mahdollisuuksien mukaan kalastuslupamaksuista saaduilla varoilla alueella toteutettavia kunnostuksia. Osakaskunta voi mahdollisuuksien mukaan olla myös osallisena kunnostustoimiin. Laaja yhteistyöpohja ja myös mahdollinen talkootyövoima ovat kannatettavia tapoja sitouttaa eri tahoja oman vesialueen hyvän tilan tavoitteeseen ja kalavarojen hoitoon.

6. Kiitokset

Kiitos arvokkaista näkemyksistä, paikkatietoaineistojen jakamisesta ja/tai työstöstä; Erkki Jokikokko (Luke), Lasse Kurvinen (Metsähallitus), Hans-Göran Lax (Etelä-Pohjanmaan ELY), Marco Nurmi (Syke), Aurora Paloheimo (Luke), Matti Sahla (Metsähallitus), Elina Virtanen (Syke), Vincent Westberg (Etelä-Pohjanmaan ELY) ja Timo Yrjänä (Pohjois-Pohjanmaan ELY).

Viitteet

- Aneer, G. 1989. Herring (*Clupea harengus* L.) spawning and spawning ground characteristics in the Baltic Sea. *Fisheries Research* 8: 169–195. doi:10.1016/0165-7836(89)90030-1.
- Bondarenko, V., Drozd, B. & Policar, T. 2015. Effect of water temperature on egg incubation time and quality of newly hatched larvae of northern pike (*Esox lucius* L., 1758). *Journal of Applied Ichthyology* 31:45-50.
- Casselman, J.M. & Lewis, C.A. 1996. Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 161-174.
- Engstedt, O., Nilsson, J. & Larsson, P. 2018. Habitat Restoration – A Sustainable Key to Management. Julk.: Skov, C. & Nilsson, A. (toim.). *Biology and Ecology of Pike*. CRC Press. s. 248-268.
- Engström-Öst, J. & Mattila, J. 2008. Foraging, growth and habitat choice in turbid water: and experimental study with fish larvae in the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 359: 275-281.
- Eriksson, B. K., Sandström, A., Isæus, M., Schreiber, H., & Karås, P. 2004. Effects of boating activities on aquatic vegetation in the Stockholm archipelago, Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 61(2): 339-349.
- Fleming-Lehtinen, V. & Laamanen, M. 2012. Long-term changes in Secchi depth and the role of phytoplankton in explaining light attenuation in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 102-103: 1-10. doi:10.1016/j.ecss.2012.02.015
- Fleming-Lehtinen, V., Räike, A., Kortelainen, P., Kauppila, P. & Thomas, D.N. 2015. Organic Carbon Concentration in the Northern Coastal Baltic Sea between 1975 and 2011. *Estuaries and Coasts* 38: 466-481. doi:10.1007/s12237-014-9829-y
- Fontell, E. 2001. Kuhan ja ahvenen kutualuetutkimus Helsingin ja Espoon välisellä merialueella 1999. *Limnologian ja ympäristösuojelun laitos, Helsingin yliopisto*. 24s.
- Gröger, J.P., Winkler, H.M. & Rountree, R.A., 2007. Population dynamics of pikeperch (*Sander lucioperca*) and its linkage to fishery driven and climatic influences in a southern Baltic lagoon of the Darss-Zingst Bodden Chain. *Fisheries Research* 84 (2): 189-201.
- Hansen, J.P. & Snickars, M. 2014. Applying macrophyte community indicators to assess anthropogenic pressures on shallow soft bottoms. *Hydrobiologia* 738: 171-189.
- Hansen, J.P., Sundblad, G., Bergström, U., Austin, Å.N., Donadi, S., Eriksson, B.K. & Eklöf, J.S. 2018. Recreational boating degrades vegetation important for fish recruitment. *Ambio* doi.org/10.1007/s13280-018-1088-x
- Heikinheimo, O., Pekcan-Hekim, Z. & Raitaniemi, J. 2014. Spawning stock-recruitment relationship in pikeperch *Sander lucioperca* (L.) in the Baltic Sea, with temperature as an environmental effect. *Fisheries Research* 155: 1-9.
- Hoikkala, L., Kortelainen, P., Soenne, H. & Kuosa, H. 2015. Dissolved organic matter in the Baltic Sea. *Journal of Marine Systems* 142: 47-61.
- Hokanson, K.E.F. 1977. Temperature Requirements of Some Percids and Adaptations to the Seasonal Temperature Cycle. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34: 1524–1550.
- Hovinen, T., Karjalainen, A., Leppänen, M., Mannio, J., Nieminen, P., Siimes, K., Vuorenmaa, A. & Vuori, K-M. 2012. Happamien sulfaattimaiden vesistövaikutusten seuranta vuosina 2009-2011. Suomen ympäristökeskus. 35s.
- Hudd, R. 2000. Springtime Episodic Acidification as a Regulatory Factor of Estuary Spawning Fish Recruitment. *Academic dissertation. Department of Limnology and Environmental Protection. University of Helsinki*. 42s.
- Hudd, R., Hildén, M., Urho, L., Axell, M-B. & Jäfs, L-A. 1984. Kyrönjoen suisto- ja vaikutusalueen kalatalousselvitys 1980-1982. Vesihallitus Tiedotus 242A. 279s.
- Hudd, R., Veneranta, L., & Harjunpää, H. 2012. Storvuxen skärgårdslekande sik i Vasa. Vilt- och fiskeriforskningsinstitutes arbetsrapporter 20/2012.

- Hämäläinen, L. 2015. Pienvesien suojele- ja kunnostusstrategia. Ympäristöministeriön raportteja 27/2015. 72s.
- Härmä, M. 2005. Ahvenen ja särjen lisääntymisalueet läntisessä Tammisaaren saaristossa vuonna 2004. *Akvaattiset tieteet, Helsingin yliopisto*. 48s.
- Härmä, M., Auvinen, H. & Hudd, R. 2008a. Kunnostettujen mataloituneiden merenlahtien kalanpoikasyhteisöt. Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 16/2008. 28 s.
- Härmä, M., Lappalainen, A. & Urho, L. 2008b. Reproduction areas of roach (*Rutilus rutilus*) in the northern Baltic Sea: potential effects of climate change. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65: 2678-2688.
- de Jong, K., Amorim, M. C. P., Fonseca, P. J., Fox, C. J. & Heubel, K. U. 2018. Noise can affect acoustic communication and subsequent spawning success in fish. *Environmental Pollution* 237: 814-823.
- Jørgensen, A. T., Hansen, B. W., Vismann, B., Jacobsen, L., Skov, C., Berg, S. & Bekkevold, D. 2010. High salinity tolerance in eggs and fry of a brackish *Esox lucius* population. *Fisheries Management and Ecology* 17(6): 554-560.
- Kallasvuo, M., Lappalainen, A. & Urho, L. 2011. Coastal reed belts as fish reproduction habitats. *Boreal Environmental Research* 16:1-14.
- Kallasvuo, M., Lappalainen, A. & Veneranta, L. 2016. Kalojen lisääntymisaluekartoitukset rannikolla: VELMU-inventointiohjelman loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 61/2016. 18 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-316-1>
- Kallasvuo, M., Vanhatalo, J. & Veneranta, L. 2017: Modeling the spatial distribution of larval fish abundance provides essential information for management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 74: 636-649. doi: <http://dx.doi.org/10.1139/cjfas-2016-0008>.
- Karås, P. & Lehtonen, H. 1993. Patterns of Movement and Migration of Pike (*Esox lucius* L.) in the Baltic Sea. *Nordic Journal of Freshwater Research* 68: 72-79.
- Kautsky, N., Kautsky, H., Kautsky, U. & Waern, M. 1986. Decreased depth penetration of *Fucus vesiculosus* (L.) since the 1940's indicates eutrophication of the Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 28: 1-8.
- Klinkhardt, M. B. & Winkler, H. M. 1989. Einfluß der Salinität auf die Befruchtungs- und Entwicklungsfähigkeit der Eier von vier Süßwasserfischarten Plötz (*Rutilus rutilus*), Barsch (*Perca fluviatilis*), Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernua*) und Zander (*Stizostedion lucioperca*). *Wiss. Z. Univ. Rostock, N-Reihe* 38: 23–30.
- Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) 2018a. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. 388 s. ISBN:978-952-11-4816-3.
- Kontula, T. & Raunio, A. (toim.) 2018b. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 2: luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. 925 s. ISBN:978-952-11-4819-4.
- Korpinen, S., Laamanen, M., Suomela, J., Paavilainen, P., Lahtinen, T. & Ekebom, J. (toim.) 2018. Suomen meriympäristön tila 2018. Suomen ympäristökeskus. 137s. ISBN: 978-952-11-4968-9.
- Kotilainen, A., Kiviluoto, S., Kurvinen, L., Sahla, M., Ehrnsten, E., Laine, A., Lax, H-G., Kontula, T., Blankett, P., Ekebom, J., Karvinen, V., Laaksonen, R., Lappalainen, M., Leinikki, J., Leskinen, E., Riihimäki, A., Ruuskanen, A. & Vahteri, P. 2018a. Itämeri. Julk.: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. s. 47-62.
- 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. 2018b. Itämeri. Julk.: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 2: luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. s. 15-98.

- Kraufvelin, P., Pekcan-Hekim, Z., Bergström, U., Florin, A.-B., Lehikoinen, A., Mattila, J., Arula, T., Briekmane, L., Brown, E.J., Celmer, Z., Dainys, J., Jokinen, H., Kääriä, P., Kallasvuo, M., Lappalainen, A., Lozys, L., Möller, P., Orio, A., Rohtla, M., Saks, L., Snickars, M., Støttrup, J., Sundblad, G., Taal, I., Ustups, D., Verliin, A., Vetemaa, M., Winkler, H., Wozniczka, A., Olsson, J. 2018. Essential coastal habitats for fish in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 204: 14-30. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.02.014>
- Laakso, U. 1938. Havuturojen merkityksestä kalastuksessa ja kalavesien hoidossa. *Suomen Kalastuslehti* 45/3: 50-51.
- Lappalainen, A. & Urho, L. 2006. Young-of-the-year fish species composition in small coastal bays in the northern Baltic Sea, surveyed with beach seine and small underwater detonations. *Boreal Environment Research* 11:431-440.
- Lappalainen, J., Dörner, H. & Wysujack, K. 2003. Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) – a review. *Ecology of Freshwater Fish* 12: 95-106.
- Lappalainen, A., Härmä, M., Kuningas, S. & Urho, L. 2008. Reproduction of pike (*Esox lucius*) in reed belt shores of the SW coast of Finland, Baltic Sea: a new survey approach. *Boreal Environment Research* 13(4): 370-380.
- Lappalainen, A., Rask, M., Koponen, H. & Vesala, S. 2001. Relative abundance, diet and growth of perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) at Tvärminne, northern Baltic Sea, in 1975 and 1997: responses to eutrophication? *Boreal Environment Research* 6: 107-118.
- Lappalainen, A., Shurukhin, A., Alekseev, G. & Rinne, J. 2000. Coastal-Fish Communities along the Northern Coast of the Gulf of Finland, Baltic Sea: Responses to Salinity and Eutrophication. *International Review of Hydrobiology* 85: 687-696.
- Larsson, P., Tibblin, P., Koch-Schmidt, P., Engstedt, O., Nilsson, J., Nordahl, O. & Forsman, A. 2015. Ecology, evolution, and management strategies of northern pike populations in the Baltic Sea. *Ambio*. 44: 451-461. DOI 10.1007/s13280-015-0664-6
- Lehtomaa, L., Ahonen, I., Hakamäki, H., Häggblom, M., Jantunen, J., Jutila, H., Järvinen, C., Kemppainen, 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. Julk.: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Sivut?
- Lehtonen, H., Leskinen, E. & Selén, R. 2009. Potential reasons for the changes in the abundance of pike, *Esox lucius*, in the western Gulf of Finland, 1939-2007. *Fisheries Management and Ecology* 16: 484-491.
- Leonardsson, K., Hudd, R., Veneranta, L., Huhmarniemi, A., & Jokikokko, E. 2015. Optimal time and sample allocation for uncohort fish larvae, sea-spawning whitefish (*Coregonus lavaretus* s.l.) as a case study. *ICES Journal of Marine Science* 73(2): 374-383.
- Liikennevirasto 2018. Alusliikenteen aaltovaikutukset pohjaeliöstöön. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 13/2018, Helsinki. 42s.
- Ljunggren, L., Sandström, A., Bergström, U., Mattila, J., Lappalainen, A., Johansson, G., Sundblad, G., Casini, M., Kaljuste, O. & Klemens Eriksson, B. 2010. Recruitment failure of coastal predatory fish in the Baltic Sea coincident with an offshore ecosystem regime shift. *ICES Journal of Marine Science* 67:1587-1595.
- Ljunggren, L., Olsson, J., Nilsson, J., Stenroth, P., Larsson, P., Engstedt, O., Borger, T. & Sandström, O. 2011. Våtmarker som rekryteringsområden för gädda i Östersjön - erfarenhet och rekommendationer från ett forskningsprojekt. Fiskeriverket informerar, 2011:1. 63s.
- Luke 2018. Ruoka- ja luonnonvaratilastojen e-vuosikirja 2018. Tilastoja maataloudesta, metsäsektorilta sekä kala- ja riistataloudesta. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus. 59/2018. 105s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-663-6>
- Magnhagen, C., Johansson, K., & Sigra, P. 2017. Effects of motorboat noise on foraging behaviour in Eurasian perch and roach: a field experiment. *Marine Ecology Progress Series* 564: 115-125.

- Manninen, N., Soenne, H., Lemola, R., Hoikkala, L. & Turtola, E. 2018. Effects of agricultural land use on dissolved organic carbon and nitrogen in surface runoff and subsurface drainage. *Science of the Total Environment* 618: 1519-1528.
- Manny, B. A., Roseman, E. F., Kennedy, G., Boase, J. C., Craig, J. M., Bennion, D. H. & Ellison, R. 2015. A scientific basis for restoring fish spawning habitat in the St. Clair and Detroit Rivers of the Laurentian Great Lakes. *Restoration ecology* 23(2): 149-156.
- Müller, R. 1992. Trophic state and its implications for natural reproduction of salmonid fish. In *The Dynamics and Use of Lacustrine Ecosystems* Springer, Dordrecht. pp. 261-268.
- Mäki-Petäys, A., Huusko, A., Korhonen, P., Marttunen, M., Hellsten, S., Saura, A., Veneranta, L., Ruuhijärvi, J., Rask, M., Orell, P., Huusko, R., Jaukkuri, M., Salminen, M., Marttila, M. & Lappalainen, A. 2018. Kalojen elinympäristön kunnostaminen. Salminen, M. & Böhling, P. (toim.) Kalavarojen käyttö ja hoito. Luonnonvarakeskus. A127-A169.
- Nilsson, J. 2006. Predation of northern pike (*Esox lucius* L.) eggs: a possible cause of regionally poor recruitment in the Baltic Sea. *Hydrobiologia* 553: 161-169.
- Nilsson, J., Engstedt, O. & Larsson, P. 2014. Wetlands for northern pike (*Esox lucius* L.) recruitment in the Baltic Sea. *Hydrobiologia* 721: 145-154.
- Olin, M., Rask, M., Ruuhijärvi, J., Kurkilahti, M., Ala-opas, P. & Ylönen, O. 2002. Fish community structure in mesotrophic and eutrophic lakes of southern Finland: the relative abundances of perchids and cyprinids along a trophic gradient. *Journal of Fish Biology* 60: 593-612.
- Pekcan-Hekim, Z., Urho, L., Auvinen, H., Heinkinheimo, O., Lappalainen, J., Raitaniemi, J. & Söderkultalahti, P. 2011. Climate Warming and Pikeperch Year-Class Catches in the Baltic Sea. *Ambio* 40: 447-456.
- Persson, L. 1983. Effects of intra- and interspecific competition on dynamics and size structure of a perch *Perca fluviatilis* and a roach *Rutilus rutilus* population. *OIKOS* 41: 126-132.
- Reshetnikov, Y. S., & Bogdanov, V. D. 2011. Features of reproduction of whitefishes. *Journal of Ichthyology* 51(6): 432.
- Räike, A., Kortelainen, P., Mattsson, T. & Thomas, D.N. 2012. 36 year trends in dissolved organic carbon export from Finnish rivers to the Baltic Sea. *Science of the Total Environment* 435-436: 188-201.
- Räike, A., Kortelainen, P., Mattsson, T. & Thomas, D.N. 2016. Long-terms trends (1975-2014) in the concentrations and export of carbon from Finnish rivers to the Baltic Sea: organic and inorganic components compared. *Aquatic Sciences* 78: 505-523.
- Saarikoski, H., Riihimäki, J., Miettinen, A., Österholm, P., Vehanen, T., Leppänen, M., Wallin, J., Karjalainen, A., Jääskeläinen, T. & Vuori, K-M. 2013. Happamista sulfaattimaista aiheutuvien haittojen lieventämisvaihtoehtojen monitavoitearviointi. CATERMASS-hanke loppuraportti. 22s.
- Salminen, M. & Böhling, P. (toim.) 2018. Kalavarojen käyttö ja hoito. Luonnonvarakeskus. 608s.
- Sandström, A. 2003. Restaurering och bevarande av lek- och uppväxtområden för kustfiskbestånd. Fiskeriverket informerar 3. 26s.
- Sandström, A. & Karås, P. 2002. Effects of Eutrophication on Young-of-the-year Freshwater Fish Communities in Coastal Areas of the Baltic. *Environmental Biology of Fishes* 63(1): 89-101.
- Sandström, O., Abrahamsson, I., Andersson, J. & Vetemaa, M. 1997. Temperature effects on spawning and egg development in Eurasian perch. *Journal of Fish Biology* 51: 1015-1024.
- Sandström, A., Eriksson, B.K., Karås, P., Isaeus, M. ja Schreiber, H. 2005. Boating and navigation activities influence the recruitment of fish in a Baltic Sea archipelago area. *Ambio* 34:125-130.
- Snickars, M., Sandström, A., Lappalainen, A., Mattila, J., Rosqvist, K. & Urho, L. 2009. Fish assemblages in coastal lagoons in land-uplift succession: The relative importance of local and regional environmental gradients. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81: 247-256.
- Snickars, M., Sundblad, G., Sandström, A., Ljunggren, L., Bergström, U., Johansson, G. & Mattila, J. 2010. Habitat selectivity of substrate-spawning fish: modelling requirements for the Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Marine Ecology Progress Series* 398: 235-243.

- Snickars, M., Weigel, B. & Bonsdorff, E. 2015. Impact of eutrophication and climate change on fish and zoobenthos in coastal waters of the Baltic Sea. *Marine Biology* 162: 141-151.
- Strååt, K.D., Mörh, C-M. & Undeman, E. 2018. Future export of particulate and dissolved organic carbon from land to coastal zones in the Baltic Sea. *Journal of Marine Systems* 177:8-20.
- Sundblad, G. & Bergström, U. 2014. Shoreline development and degradation of coastal fish reproduction habitats. *Ambio* 43: 1020-1028.
- Sutela, T., Vuori, K-M., Louhi, P., Hovila, K., Jokela, S., Karjalainen, S.M., Keinänen, M., Rask, M., Teppo, A., Urho, L., Vehanen, T., Vuorinen, P.J. & Österholm, P. 2012. Happamien sulfaattimaiden aiheuttamat vesistövaikutukset ja kalakuolemat Suomessa. *Suomen ympäristökeskuksen raportti* 14. 63s.
- Urho, L., Hildén, M. & Hudd, R. 1990. Fish reproduction and the impact of acidification in the Kyrönjoki River estuary in the Baltic Sea. *Environmental Biology of Fishes* 27: 273-283.
- Veneranta, L., Urho, L., Lappalainen, A. & Kallasvuo, M. 2011. Turbidity characterizes the reproduction areas of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) in the northern Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 95: 199-206.
- Veneranta, L., Hudd, R. & Vanhatalo, J. 2013a. Reproduction areas of sea-spawning coregonids reflect the environment in shallow coastal waters. *Marine Ecology Progress Series* 477: 231-250
- Veneranta, L., Urho, L., Koho, J., & Hudd, R. 2013b. Spawning and hatching temperatures of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) in the Northern Baltic Sea. *Advances in Limnology* 64: 39-55.
- Veneranta, L. 2015. Selkämeren merikutuinen siika – luontaisen poikastuotannon kartoitus. Luonnonvarakeskus, Helsinki 2015. 23s.
- Veneranta, L. Vanhatalo, J. & Urho, L. 2016. Detailed temperature mapping – Warming characterizes archipelago zones. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 182: 123-135.
- Ventling-Schwank, A. R., & Livingstone, D. M. 1994. Transport and burial as a cause of whitefish (*Coregonus* sp.) egg mortality in a eutrophic lake. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51(9): 1908-1919.
- Wikström, S.A., Carstensen, J., Blomqvist, M. & Krause-Jensen, D. 2016. Cover of coastal vegetation as an indicator of eutrophication along environmental gradients. *Marine Biology* 163:257. doi:10.1007/s00227-016-3032-6
- Wuorentaus, Y. 1938. Rantametsien hakkaukset ja kalasto. *Suomen Kalastuslehti* 45/3: 43-47.

LIITE 1. Paikkatietoaineistojen lähteet

Paikkatietoaineisto	Lähde	Latauspalvelu
Laguunit (kuroutuneet merenlahdet, fladat, kluuvit)	Metsähallitus	
Estuaries (jokisuistot)	Metsähallitus	
Muut matalat merenlahdet	Luonnonvarakeskus	CKAN
Velmu kumulatiivinen lämpösumma	Luonnonvarakeskus	Radar
Velmu syvyysmalli	Suomen ympäristökeskus	Avoin tieto
Velmu ahven esiintymistodennäköisyysmalli	Luonnonvarakeskus	CKAN
Happamat sulfaattimaat	GTK Hakku	Hakku
Pintavesien ekologinen tila	Suomen ympäristökeskus	Vesikartta
Venesatamat, laivasatamat	Suomen ympäristökeskus	CORINE tietokanta
Väylät	Väylävirasto	Avoin data
Rantarakenteet - laiturit, aallonmurtajat	Väylävirasto	Avoin data
Ruoppaus, yli 500 m ³	Suomen ympäristökeskus	VESTY tietokanta
Laivaväylien ruoppaukset	Väylävirasto	Avoin data
Satamat	Suomen ympäristökeskus	CORINE tietokanta
Hiekan ja soran nosto	Metsähallitus	
Meren täyttö	Suomen ympäristökeskus	VESTY tietokanta



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000