



Luonnonvara- ja  
biotalouden  
tutkimus 61/2016

## **Kalojen lisääntymisaluekartoitukset rannikolla**

VELMU-inventointiohjelman loppuraportti

Meri Kallasvuo, Antti Lappalainen ja Lari Veneranta

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 61/2016

# **Kalojen lisääntymisalue- kartoitukset rannikolla**

VELMU-inventointiohjelman loppuraportti

Meri Kallasvuo, Antti Lappalainen ja Lari Veneranta



ISBN: 978-952-326-315-4 (Painettu)

ISBN: 978-952-326-316-1 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-316-1>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Meri Kallasvuo, Antti Lappalainen ja Lari Veneranta

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2016

Julkaisuvuosi: 2016

Kannen kuva: Lari Veneranta (kuvassa ahvenenpoikasia)

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

# Tiivistelmä

Meri Kallasvuo<sup>1)</sup>, Antti Lappalainen<sup>1)</sup> ja Lari Veneranta<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Viikinkaari 4, 00790 Helsinki

<sup>2)</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Korsholmanpuistikko 16, 65100 Vaasa

Valtakunnallista vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelmaa (VELMU) toteutettiin eri hallinnonalojen yhteistyönä vuosina 2004–2015. Kalojen osalta ohjelmassa kehitettiin toimivia ja kustannustehokkaita maastokartoitus- ja mallinnusmenetelmiä rannikon kalojen lisääntymisalueiden ja poikastuotannon selvittämiseen, toteutettiin kartoituksia tärkeimmiksi katsottujen lajien ja alueiden osalta sekä tuotettiin karttamuotoista tietoa tärkeistä kalojen lisääntymisalueista. Tässä raportissa esitetään tiivistetysti VELMU-ohjelman kalaosion sekä muiden aiheeseen liittyvien hankkeiden keskeiset tulokset.

Lajihavainnot sekä mallinnetut lajien poikastuotantoa tai lisääntymistodennäköisyyttä kuvaavat kartat on julkaistu kuvarajapinnoin avoimeen käyttöön. Ne ovat myös nähtävillä VELMU-karttapalvelussa (<http://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu/>). Tuloksia on esitelty laajasti tiedejulkaisuisa, raporteissa, lehtijutuissa sekä esitelmissä.

Tuloksia käytetään monipuolisesti ympäristö- ja kalataloushallinnossa mm. ruoppausluvituksessa ja kalastuksen rauhoitusalueista päätettäessä. Lisäksi tulokset ovat hyödyllisiä meri- ja rannikkoalueiden käytön suunnittelussa, mm. EU:n merialuesuunnitteludirektiivin ja uuden kalastuslain velvoitteiden toteuttamisessa.

Asiasanat: Kalojen lisääntymisalueet, kartoitus, mallinnus, Itämeri, rannikko

# Sisällys

<b>1. Johdanto .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Aineisto ja menetelmät .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Tulokset .....</b>	<b>10</b>
<b>4. Tulosten tarkastelu.....</b>	<b>14</b>
4.1. Kartoitukset ja tulokset.....	14
4.2. Tulosten käytännön sovelluskelpoisuus .....	14

## **Viitteet**

# 1. Johdanto

Kalat muodostavat rannikolla tärkeän hyödynnettävän luonnonvaran. Kalantuotannon kannalta lisääntyminen on kriittisin vaihe. Silloin jopa muutamien viikkojen aikana määräytyy syntyvän vuosiluokan koko, joka myöhemmin näkyy saaliissa. Lisääntyminen on myös kalojen elinkierrossa ympäristössä tapahtuville muutoksille herkin vaihe. Ympäristöolosuhteiden täytyy olla kohdallaan, jotta lisääntyminen onnistuu ja kalakannan tuotto turvataan.

Kaikkien merialueellamme esiintyvien talouskalalajien lisääntymisalueet sijaitsevat oman rannikkomme saaristossa tai lähellä rantaviivaa, usein alle 5-10 m syvässä vedessä, lukuun ottamatta etelämpänä Itämerellä lisääntyviä kilohailia ja turskaa sekä jokiin kutemaan nousevia vaelluskaloja. Tämä matala rannikkoalue on myös kuormitetuin osa merialuettamme. Monet ihmisperäiset paineet rantarakentamisesta ruoppauksiin ja rehevöitymiseen ovat tällaisilla alueilla voimakkaimmat, ja vaikuttavat kalojen lisääntymisolosuhteisiin.

Järjestelmällisiä laaja-alaisia kartoituksia rannikon kalojen lisääntymisalueista ei tehty ennen vuotta 2004 käynnistynyttä valtakunnallista Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelmaa (VELMU), jossa kartoitettiin vedenalaisten luontotyyppien, lajien ja niiden muodostamien yhteisöjen esiintymistä, kalojen lisääntymisalueiden muodostaessa yhden tärkeän osa-alueen. Kalojen lisääntymisalueita koskevan kartoitustiedon puute ennen VELMU-ohjelmaa selittyy osittain menetelmiin liittyvillä vaikeuksilla ja toisaalta laajojen rannikkoalueiden kartoittamisen edellyttämällä suurella työmäärällä. Eri lajien ja samankin lajin eri kehitysvaiheiden usein suppeiden ja pirstoutuneiden esiintymisalueiden kartoittaminen maastossa edellyttää monien eri kartoitusmenetelmien käyttöä, ja varhaisvaiheiden (mäti ja pienpoikaset) kohdalla myös näytteenoton ajoituksen on osuttava usein 1-2 viikon tarkkuudella oikeaan ajankohtaan.

VELMU-ohjelman tavoitteena oli löytää lajistoltaan ja luontotyypeiltään arvokkaimmat alueet ja erityistä suojelua tarvitsevien lajien esiintymispaikat. Tietoa hyödynnetään Suomen merialueilla esiintyvien luontotyyppien ja eliölajien taantumisen pysäyttämiseksi, sekä pyrittäessä vakiinnuttamaan meriluonnon monimuotoisuuden suotuisa kehitys. Inventointitieto myös mahdollistaa meri- ja rannikkoalueiden käytön ja hoidon suunnittelun sinisen biotalouden ja kestäväen kehityksen periaatteiden mukaisesti. VELMU-ohjelmaa koordinoi Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja muita tärkeitä toimijoita ohjelmassa ovat olleet Riista- ja kalalalouden tutkimuslaitos ja sittemmin Luonnonvarakeskus (Luke), Metsähallitus, Geologian tutkimuskeskus (GTK), rannikon alueelliset ELY-keskukset, Åbo Akademi ja Merisotakoulun tutkimuskeskus. Luonnonvarakeskuksen vastuualueena VELMU-ohjelmassa on ollut rannikon kalojen lisääntymisalueiden kartoittaminen.

Tässä raportissa esitellään VELMU-ohjelmassa vuosien 2004–2015 aikana tehtyjen kalojen lisääntymisaluekartoitusten tärkeimpiä tuloksia. Raportissa esitettävät tulokset perustuvat osittain myös aineistoihin, joita kerättiin VELMU-inventointiohjelmaan liitännäisissä EU Central Baltic Interreg IVA NANNUT- (2009–2012) ja EU ENPI TOPCONS-projekteissa (2012–2014). Lisäksi Selkämeren ja Merenkurkun alueelle on tuotettu merikutuisen siian ja muikun poikastuotantoalueita kuvaavia malleja ja karttoja Interreg Botnia-Atlantica – rahoitteisessa Intersik –projektissa (2009–2012) ja vastaavasti Perämerelle Norrsik –projektissa (2009–2012) (Vanhatalo ym. 2012; Veneranta ym. 2013a, 2013b). Kalojen lisääntymisaluekartoitusten osalta VELMU-ohjelmassa ja sen yhteydessä toimineissa projekteissa tavoitteena on ollut kehittää toimivia ja kustannustehokkaita menetelmiä rannikon talouskalalajien lisääntymisalueiden inventointeihin ja toteuttaa inventointeja tärkeimmiksi katsottujen lajien ja alueiden osalta.

## 2. Aineisto ja menetelmät

Suomen rannikkovesien noin 60 vakituisesta lajista 26 on luokiteltu talouskaloiksi. Näistä lohi ja taimen lisääntyvät vain joissa, ja silakka, kilohaili, turska, kampela ja piikkikampela ainoastaan meressä, ja suurin osa muista lajeista lisääntyy sisävesien lisäksi myös rannikko-, saaristo- sekä suistoalueilla. VELMU-ohjelmassa inventoinnit keskitettiin merkittävimpiin ja yleisimpiin talouskaloihin. Keskeisiä lajeja ovat hauki, ahven, kuha, merikutuinen siika, särki, silakka, kampela ja piikkikampela. VELMU-ohjelman lisääntymisaluekartoitukset aloitettiin Suomen lounais- ja etelärannikolla. Tiedon tarpeen katsottiin yleisesti olevan suurin näillä rannikkoalueilla, sillä paineet vedenalaista luontoa kohtaan sekä heikentyneen vedenlaadun että muun ihmistoiminnan osalta ovat siellä olleet suurimmat. Myöhemmin kartoitukset laajennettiin koko rannikkoalueelle.

Maastokartoituksissa on useimpien lajien osalta keskitytty vastakuoriutuneiden ja enintään muutaman viikon ikäisten pienpoikasten esiintymisen kartoittamiseen sillä: (1) näiden kehitysvaiheiden esiintymisen kartoittaminen on lähes poikkeuksetta huomattavasti helpompaa kuin mädin etsiminen, (2) pienpoikaset esiintyvät melko suppealla alueella varsinaisten kutualueiden läheisyydessä ja (3) lisäksi olosuhteiden ja kuolleisuuden nimenomaan pienpoikasvaiheessa tiedetään olevan monilla kalalajeilla ratkaisevaa syntyvän vuosiluokan voimakkuuden määräytymisen kannalta. Osan lajeista, kuten kampelan ja piikkikampelan, osalta on keskitytty kesänvanhojen poikasten kartoittamiseen. Kyseiset lajit ovat kesänvanhoina ohittaneet jo toisen kriittisen pullonkaulan, muutaman kuukauden pelagisen poikasvaiheen, ja asettuneet matalille hiekkarannoille, joilta niiden esiintymistä on menetelmäteknisistä syistä helpompi kartoittaa.

VELMU-ohjelmassa testattiin ja kehitettiin monia kartoitusmenetelmiä. Päättökäytännöksi valikoituivat parittainen Olympia gulf-haavipyödyin (kuva 1), erilaiset rantanuotat (kuva 2) sekä valkolevy- ja kauhamenetelmä (kuva 3). Tarkempaa tietoa eri tutkimusmenetelmistä ja siitä miten, mistä ja milloin kutakin lajia tulisi pyytää, voi lukea NANNUT-projektissa julkaistusta menetelmäohjeistosta (Borg ym. 2012).



**Kuva 1.** Parittaisilla Olympia gulf-haavipyödytimillä kartoitetaan mm. silakan, ahvenen ja kuhan poikasten esiintymistä ja runsautta. Näiden lajien poikaset levittäytyvät pian kuoriutumisen jälkeen vapaaseen veteen. Kuva: Esa Lehtonen, Luke.





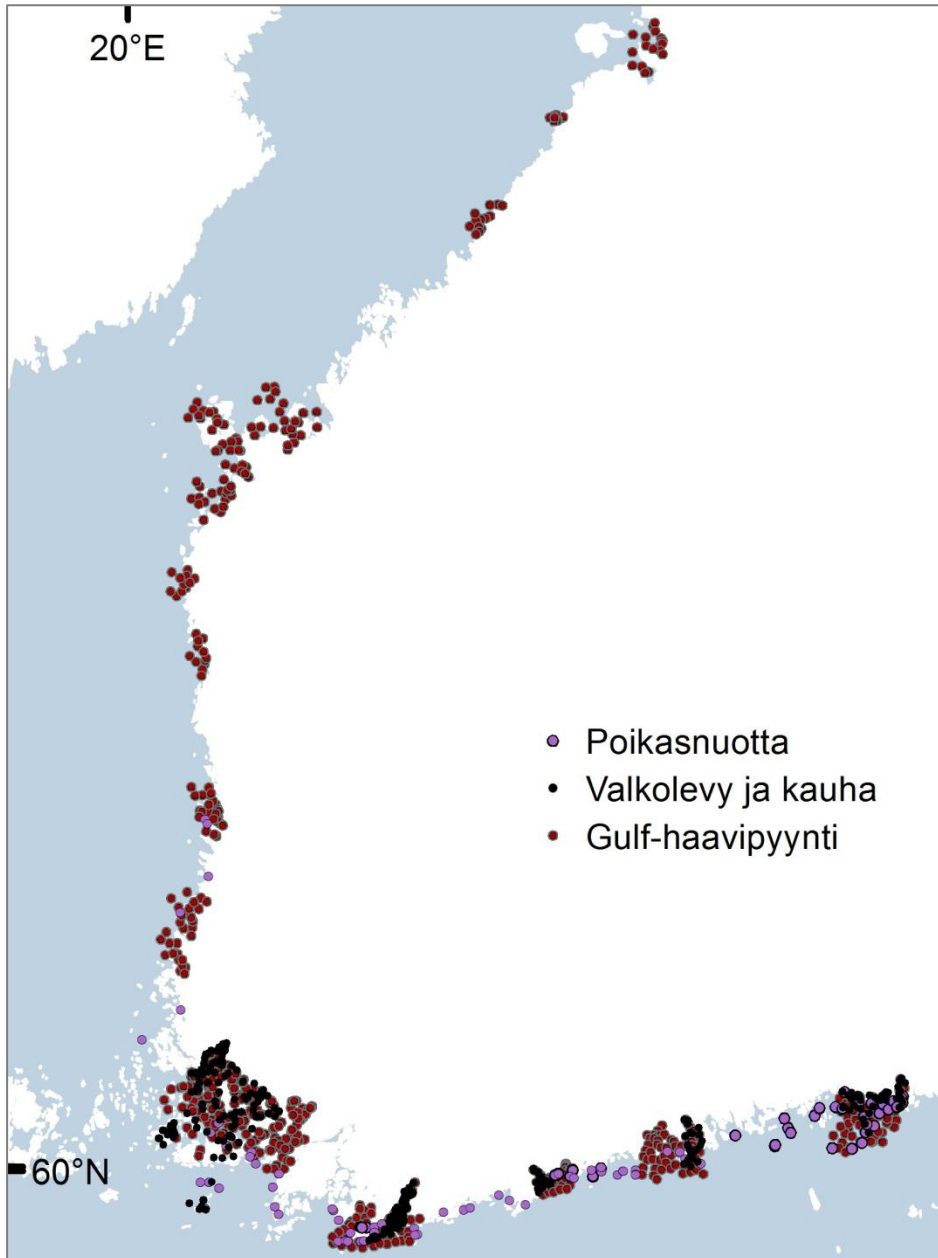
**Kuva 2.** Merikutuisen siian pienpoikasten esiintymistä ja runsautta kartoitetaan heti jäiden lähdön jälkeen matalilta hiekkapohjilta pienisilmäisellä, kevyellä poikasnuotalla. Paremmin pohjalla kulkevaksi painotetulla poikasnuotalla voidaan kartoittaa myös pohjakalojen, kuten kampelan, poikasten esiintymistä. Kuva: Meri Kallavuo, Luke.



**Kuva 3.** Hauen sekä särkikalojen vastakuoriutuneiden poikasten esiintymistä on kartoitettu systemaattisesti valkolevyn ja kauhan avulla. Menetelmä on kehitetty tiheille kasvillisuusrannoille, missä muut menetelmät eivät toimi. Kuva: Antti Lappalainen, Luke.



Vuosina 2004–2015 suoritetuista inventoinneista tehtiin koko Suomen rannikkoalueella (kuva 4). Gulf-poikashaavipyynnin tehtiin yhteensä 673 linjalla, poikasnuottoja 167 alalla ja valkolevykartoituksia 336 alalla. Tyypillisesti yhdellä tutkimusalalla käytiin kartoittamassa useita kertoja kauden aikana, jotta havaintotuloksesta voitiin varmistua. Kalanpoikaskartoitusten lisäksi ympäristömuutuksista kerättiin tietoa yhteensä 5300 pisteessä.



**Kuva 4.** Vuosina 2004–2015 tehtyjen kalanpoikasinventointien kartoitusalat sijoittuvat pitkin Suomen rannikkoalueutta. Kartta: Meri Kallasvuo, Luke.

Kalojen tärkeimpien lisääntymisaluiden inventointi laajoilla rannikkoalueilla ei voi käytännön syistä perustua pelkästään maastokartoituksiin, vaan avuksi tarvitaan mallinnusmenetelmiä, joiden avulla rajatuilla alueilla tehtyjen maastokartoitusten tuloksia yleistetään laajemmille alueille. Toisaalta kalojen lisääntymisaluiden (kutualueet tai poikasalueet) kartoittamista ja sijainnin mallintamista helpottaa se, että kalojen varsinaiset kutualueet yleensä sijaitsevat matalilla alueilla, monilla lajeilla usein alle parin metrin syvyydessä ja useimmiten myös pienpoikas- ja poikasvaihe vietetään matalilla

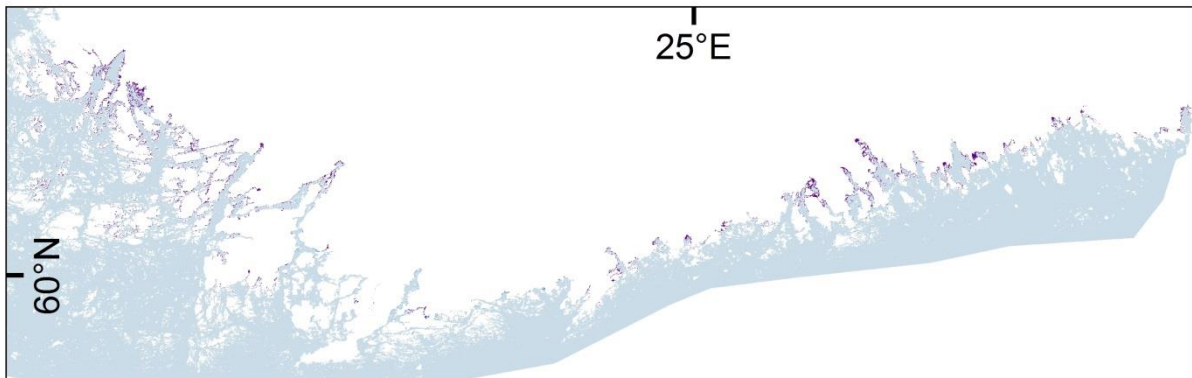
alueilla tai niiden läheisyydessä. Lisäksi monilla lajeilla lisääntymisalueet näyttävät rajoittuvan tiettyyn elinympäristötyyppiin kuten mataliin hiekkapohjiin, merenlahtiin tai tietynlaisiin kasvillisuusran-toihin, joiden sijainnista on saatavilla mm. kaukokartoitusmenetelmillä kerättyä tietoa.

Tutkimuksessa kerättyjen aineistojen avulla kehitettiin lajikohtaisia tilastollisia malleja, joilla en-nustettiin pienpoikasten levinneisyyttä ja runsautta maastosta kerättyjen, paikkatietomuotoisten ennustemuuttujien avulla. Näiden tilastollisten lajien levinneisyysmallien avulla poikasten esiintymis-tä pystyttiin kohtalaisen luotettavasti ennustamaan myös niillä rannikkoalueilla, joilla poikasia ei maastossa kartoitettu. Mallien luotettavuutta ja ennustuskykyä testattiin myös ulkopuolisilla aineis-toilla, joita ei alun perin käytetty mallin rakentamiseen. Yhdistämällä mallien antamat lajikohtaiset tiedot ympäristövaatimuksista tutkimuksen aikana kerättyihin tai jo aikaisemmin mitattuihin ympä-ristömuuttujia koskeviin paikkatietoihin, pystyttiin mallinnus- ja paikkatieto-ohjelmistojen avulla tuottamaan yhtenäistä karttatietoa lajien todennäköisimmistä lisääntymisalueista laajoilla rannikko-alueilla. Tarkempia kuvauksia malleista löytyy mm. erillisistä julkaisuista Härmä ym. (2008), Sundblad ym. (2009), Kallasvuo (2010), Veneranta ym. (2011) ja Kallasvuo ym. (2016).

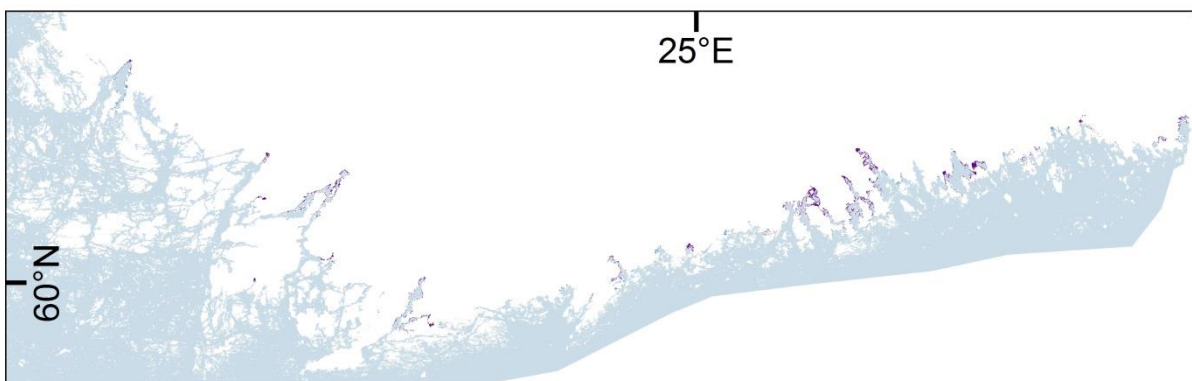
### 3. Tulokset

Ruovikkorannat muodostavat erittäin tärkeän lisääntymisalueen useille rannikon kalalajeille. Hauen ja särjen, kuten myös lahnan ja pasurin pienpoikasia on löytynyt VELMU-inventoinneissa ainoastaan ruovikkorannoilta. Tuotettujen mallipohjaisten karttojen perusteella särjen lisääntyminen onnistuu lounais- ja etelärannikolla käytännössä ainoastaan sellaisilla ruovikkorannoilla, joissa veden suolapitoisuus kutuaikana on alle 4 ‰, eli kaikki kartoitetun alueen lisääntymisalueet sijoittuvat lahtialueille, joihin tulee keväällä jokien ja purojen mukana makeaa vettä (kuva 5). Hauen lisääntymisalueiden painopiste lounais- ja etelärannikolla oli sisälahtien ruovikkorannoilla, mutta lisääntymisalueita löytyy myös sisälahtien ulkopuolisiltakin alueilta, harvakseltaan aina ulkosaariston ruovikkorannoille asti (kuva 5). Hauen lisääntymisalueiden sijainnin ennustamisessa käytettiin ruovikkojen sijaintitiedon ohella veden näkösyvyyttä. Ruovikkojen huomattavaa merkitystä kalojen lisääntymisalueina selittää tämän elinympäristön yleisyyden lisäksi se, että ruovikkorannoilla keväisten veden lämpötilojen havaittiin olevan runsaat 2 °C korkeampia kuin ympäröivillä muilla rannoilla ja kalanpoikasten ravintoeläinten, eläinplanktonin, tiheydet olivat moninkertaisia muihin avoimpiin rantoihin verrattuna (Kallasvuo ym. 2010).

#### Hauki



#### Särki



Epäsuotuisa Suotuisa Erittäin suotuisa

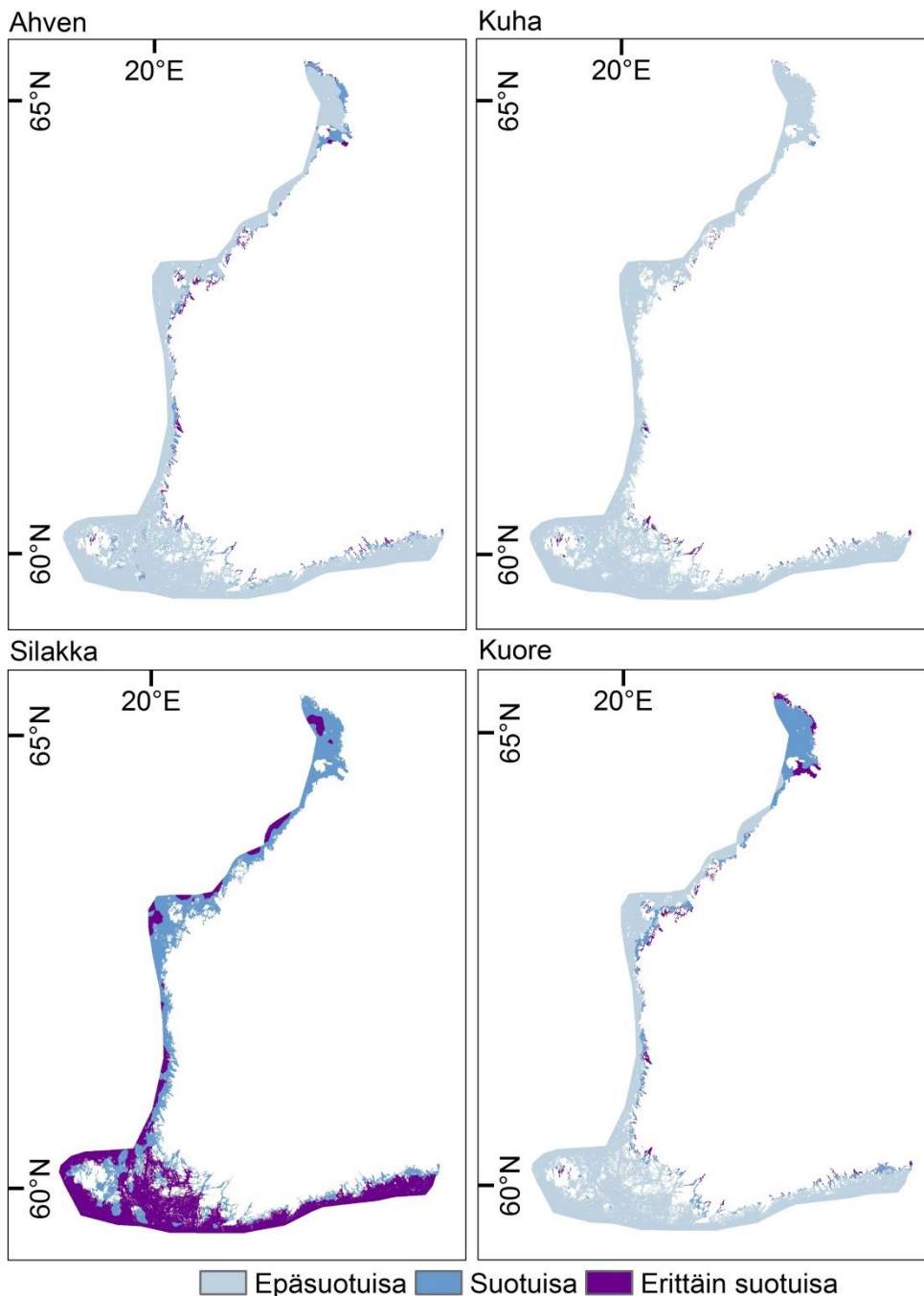
**Kuva 5.** Hauen ja särjen mallinnetut poikastuotantoalueet Suomen rannikolla. Kartta: Meri Kallasvuo, Luke.

Ahvenen lisääntymisalueet painottuvat sisälahdille koko rannikkoalueella (kuva 6). Selkein keskittymä löytyy Merenkurkun alueelta. Tärkeitä ahvenen lisääntymisalueiden sijaintia selittäviä muuttujia olivat alueen mataluus ja suojaisuus, jokisuiden läheisyys ja keväinen veden kumulatiivinen lämpötila (Kallasvuo ym. 2016). Kuhan lisääntymisalueet sijoittuivat vieläkin selvemmin sisälahdille (kuva 6). Mallien perusteella tärkeitä lisääntymisalueita on etelärannikolla useimmilla lahtialueilla. Pohjanlahdella tärkein kuhan lisääntymisalue on Kokemäenjoen edusta. Pohjoisempaan lisääntymisalueita löytyy hajanaisesti mm. Merenkurkun alueelta, ja rannikkoalueen pohjoisimmat kuhanpoikaset saa-

tiin Oulun edustalta. Kuhan lisääntymisalueiden sijainnin ennustamisessa käytettiin jokseenkin samoja muuttujia kuin ahvenen kohdalla (Kallasvuo ym. 2016).

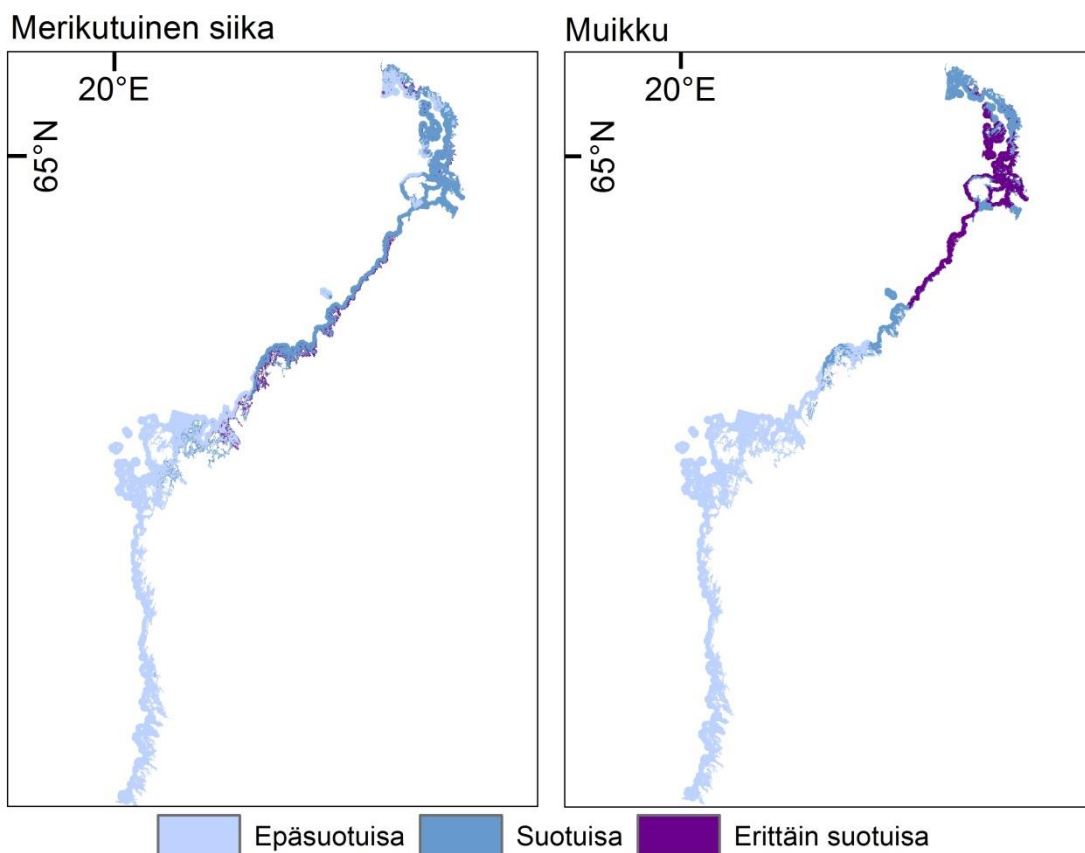
Silakan lisääntymisalueet ovat painottuneet saaristovyöhykkeen alueille, joissa saaristo on rikkonaisinta ja todennäköisesti myös veden virtaus suurempaa kuin esimerkiksi suojaisissa lahdissa (kuva 6). Koko rannikon mittakaavassa silakan lisääntymisalueet painottuvat etelä- ja lounaisrannikolle, mutta rajatumpia lisääntymiselle suotuisia alueita löytyy aina Perämereltä asti. Veden syvyys, avonaisuus, rantaviivan pituus lähialueella sekä sopiva lämpötila olivat tärkeimpiä silakan lisääntymisalueiden sijaintia selittäviä muuttujia (Kallasvuo ym. 2016).

Kuoreen lisääntymisalueet sijaitsevat sisälahdilla ja jokisuissa suurimpien yhtenäisten alueiden löytyessä Perämereltä (kuva 6). Kuoreen lisääntymisalueiden sijainnin ennustamisessa tärkeimmät muuttujat olivat samoja kuin ahvenella (Kallasvuo ym. 2016).



**Kuva 6.** Ahvenen, kuhan, silakan ja kuoreen mallinnetut poikastuotantoalueet Suomen rannikolla. Kartta: Meri Kallasvuo, Luke.

Vuosina 2009–2012 käynnissä olleiden Intersik ja Norrsik -projektien tulosten perusteella tuottoisimmat merikutuisen siian ja muikun poikastuotantoalueet sijaitsevat nykyään Perämeren laajoilla, matalilla hiekkarannoilla, joita suojaavat veden rajaan jäävät hiekkasärkät (kuva 7). Veden mataluus, rannan loiva profiili sekä lyhyt etäisyys mataliin hiekkarantoihin selittivät siianpoikasten esiintymistä parhaiten (Veneranta ym. 2013a, 2013b). Nämä tulokset tukevat myös VELMU-ohjelman itäisen Suomenlahden siianpoikashavaintoja, joskin poikasten tiheydet jäivät Itäisellä Suomenlahdella huomattavasti matalammiksi kuin Perämerellä. Alkuperäisesti merikutuinen siika on ollut runsaslukuinen lähes koko Suomen rannikkoalueella, mutta lisääntymisen heikko nykytila Merenkurkun eteläpuolisilla rannikkoalueilla kytkettiin matalien rannikkoalueiden rehevöitymiseen ja heikentyneisiin jäätälviin (Veneranta ym. 2013a, 2013b). Merikutuisen muikun esiintymistä Suomen rannikkoalueella rajaa eniten veden suolapitoisuus. Makean veden lajina muikku pärjää parhaiten Perämeren vähäsuolaisessa vedessä (Veneranta ym. 2013a, 2013b).

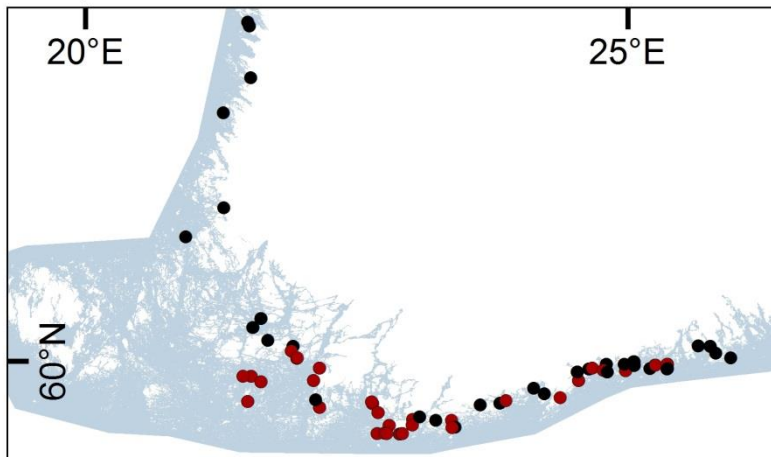


**Kuva 7.** Merikutuisen siian ja muikun mallinnetut poikastuotantoalueet Suomen rannikolla. Kartta: Meri Kallavuo, Luke.

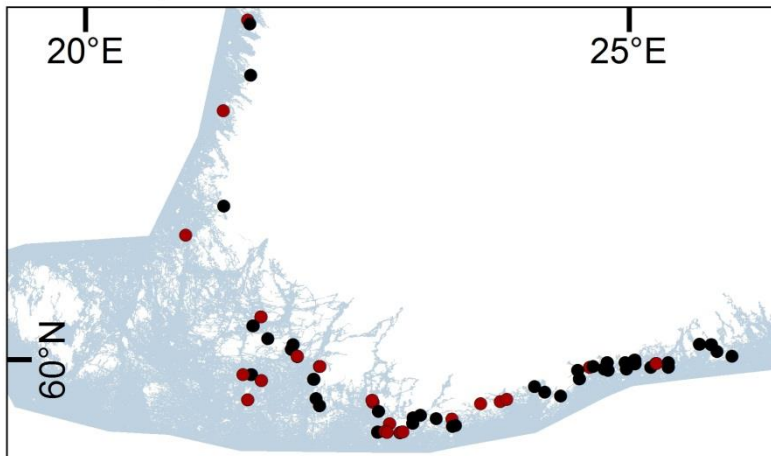
Kesänvanhoja tai ensimmäisen talven talvehtineita, alle 70 mm pitkiä kampelanpoikasia löytyi vuosina 2010–2014 melkein puolesta (46 %) tutkituista Suomen lounaisrannikon hiekkarannoista (kuva 8). Kun kampelanpoikasia löytyi, tiheys oli keskimäärin 0.016 poikasta neliometrillä. Vastaavasti kesänvanhoja tai ensimmäisen talven talvehtineita, alle 70 mm pitkiä piikkikampelanpoikasia löytyi hieman yli puolesta tutkituista hiekkarannoista (54 %). Kun piikkikampelanpoikasia löytyi, tiheys oli keskimäärin 0.010 poikasta neliometrillä. Molempien lajien poikasia löytyi runsaimmiten Hankoniemeltä ja sen länsipuolisilta alueilta, muut poikashavainnot tehtiin pääasiassa pääkaupunkiseudulla ja Saaristomerellä. Sekä kampela että piikkikampela ovat lajeja, joille näyttää olevan tyypillistä melko suuret vuosiluokkavaihtelut. Kampeloiden osalta aineistot ei riittäneet luotettavien levinneisyysmallien tekoon.



### Kampela



### Piikkikampela



- Ei poikashavaintoja
- Poikasia havaittu

**Kuva 8.** Kampelan ja piikkikampelanpoikasten esiintymishavainnot vuosina 2010–2014. Kartta: Meri Kallasvuo, Luke.

## 4. Tulosten tarkastelu

### 4.1. Kartoitukset ja tulokset

Vuosien 2004-2015 aikana tehtiin mittavat maastotyöt rannikon lisääntymisalueiden kartoittamiseksi. Maastokartoitusmenetelmät ovat toimineet pääsääntöisesti hyvin. VELMU-ohjelmassa tavoitteeksi asetettiin saada vuoteen 2015 mennessä karttamuotoista tietoa mahdollisimman monen kalalajin lisääntymisalueista mahdollisimman kattavasti koko rannikkoalueelta. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että saman lajin lisääntymisalueita kartoitettiin yhdeltä alueelta pääsääntöisesti vain yhden vuoden aikana. Kevään ja kesän lämpötilaosuhteet vaihtelevat kuitenkin vuosittain, joten kalojen kudun ja poikasvaiheen ajoittumisessa ja mahdollisesti myös lisääntymisalueiden laajuudessa lienee vuosien välistä vaihtelua. Tästä syystä tulevaisuudessa olisi syytä pyrkiä kartoittamaan tietyn lajin osalta samat rannikkoalueet useampana vuonna peräkkäin, jotta vuosien välinen vaihtelu pystyttäisiin huomioimaan mallinnuksessa ja kartojen tuottamisessa.

Lisääntymisalueiden sijainnin mallinnuksessa tarvitaan runsaasti kalanpoikasten elinympäristöstä ja vedenlaadusta kertovaa alueellisesti kattavaa ja oikeaan aikaan kerättyä paikkatietoa mm. kasvillisuudesta, veden suolapitoisuudesta, lämpötilasta ja sameudesta sekä pohjanmuodoista. Näitä tietoja oli VELMU-ohjelman alkuaikoina niukasti saatavilla matalilta saaristoalueilta, joten tarvittavat mittaukset käytännössä usein jouduttiin tekemään itse maastossa. Mallinnuksissa on käytetty myös yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen ja Turun yliopiston kanssa tehtyjä satelliittikuviin perustuvia pintaveden sameuskarttaa ja ruovikoiden sijaintikarttaa, joita on hyödynnetty lisääntymisalueiden mallinnuksessa. Lisäksi monipuolisesti erilaisia ennustemuuttujapintoja on tuotettu paikkatietomenetelmin mallinnuksien taustamuuttujiksi. Lämpötila on keskeinen useiden kevätkutuisten lajien lisääntymistä säätelevä tekijä, ja Suomen Akatemian rahoittamassa MARISPLAN -hankkeessa tuotettiin rannikon lämpötilasummaa ja -vyöhykkeitä kuvaavia karttatasoja (Veneranta ym. 2016) poikasalue-mallinnusten perustaksi. Osa VELMU ja Intersik/Norrisk-hankkeiden poikasaluemallinnuksista tehtiin yhteistyössä Helsingin yliopiston kanssa, ja uusilla gaussisiin prosesseihin ja bayeslaskentaan perustuvilla matemaattisilla malleilla saavutettiin karttatuotannon kannalta keskeisiä tuloksia (esim. Vanhatalo ym. 2012; Kallasvuo ym. 2016).

### 4.2. Tulosten käytännön sovelluskelpoisuus

Lisääntyminen on kalojen elinkierrossa herkin vaihe ympäristöolosuhteissa tapahtuville muutoksille ja kalojen lisääntymisalueet ovat tavallisesti pinta-alaltaan hyvin suppeita verrattuna aikuisten kalojen liikkuma-alueisiin. Siksi hyvinkin pienellä mutta tärkeällä lisääntymisalueella tapahtuvat muutokset saattavat näkyä kalastossa ja saalismäärissä laajalla alueella. Tärkeimpien rannikolla sijaitsevien kalojen lisääntymisalueiden tunteminen mahdollistaa kalojen lisääntymiseen haitallisesti vaikuttavien muutosten suunnittelun ja lupakäsittelyn siten, että kaloihin ja kalastoon kohdistuvat haitat olisivat mahdollisimman vähäiset. Karttatietojen avulla kalojen tärkeimmät lisääntymisalueet saadaan sisällytettyä myös laajemmin rannikkoalueiden käytön suunnitteluun.

Ympäristölainsäädäntö ja mm. Ympäristöministeriön ohjeistus edellyttävät kalojen lisääntymisalueita koskevan tiedon huomioon ottamista sekä lupaprosesseissa että suunnittelussa ja toteutuksessa sellaisen toiminnan yhteydessä (esimerkiksi ruoppaukset, läjitykset, jätevedet, vesistöarakentaminen), joka saattaa vaikuttaa kalojen lisääntymisalueisiin. Käytännön ongelmana on ollut se, että rannikkoalueiden kalojen lisääntymisalueista ei ole aikaisemmin ollut systemaattista tietoa. Tutkimuksessa tuotettu tieto korjaa tätä puutetta, ja muutamille lajeille tuotettuja lisääntymisaluekarttoja pystytään jo käyttämään rannikkoalueiden käyttöä koskevassa suunnittelussa. Tulosten hyödyntämisen kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että tuotetut kartat on saatu kaikkien kiinnostuneiden ulottuville VELMU-karttapalveluun (osoitteessa: <http://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu>).

Uuden kalastuslain perusteella Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus voi asettaa paikallisia kalastuskieltoja ja -rajoituksia, jos ”vesialueella esiintyy kalalaji tai -kanta, jonka elinvoimaisuus tai tuotto on heikentynyt tai vaarassa heikentyä taikka vesialue on keskeinen kalalajin tai -kannan lisääntymisen kannalta”. Koska luotettavia ja laajempia alueita kattavia tietoja kalojen lisääntymisalueista ei ole aikaisemmin ollut saatavilla, aiemmat kalojen lisääntymisen turvaamiseen tähtääviin kalastusrajoituksiin liittyvät käytännöt ovat olleet kirjavia ja osin jopa virheellisiin tietoihin perustuvia. Tutkimuksen tuottamien lisääntymisaluekarttojen avulla paikallisten kalastusrajoitusten perusteluja pystytään jatkossa arvioimaan luotettavien tietojen pohjalta. Paikallisella tasolla lisääntymisaluetietoa voitaisiin hyödyntää myös istutusten kohdentamisessa. Mahdolliset poikasistutukset kannattaisi kohdentaa alueille, joissa varhaisvaiheen poikaskehitys ei onnistu esimerkiksi veden laadun heikkenemisestä johtuen, mutta istutuskokoisilla poikasilla on edellytykset kasvuun.

Uudet ja toimivaksi todetut maastomenetelmät kalojen varhaisvaiheiden kartoittamiseksi tarjoavat myös uusia työkaluja alalla toimivien konsulttiyritysten käyttöön. Uudet työkalut tehostavat ympäristömuutoksista kaloihin kohdistuvien vaikutusten arviointia ja ennakointia. Uusia menetelmiä on viime vuosien aikana otettu käyttöön kalataloudellisissa velvoitetarkkailuissa sekä ympäristövaikutusten arvioinneissa. VELMU-ohjelmassa tuotettuja kalojen lisääntymisaluekarttoja käytetään myös Suomen kansainvälisten sitoumusten täyttämiseen mm. HELCOM Baltic Sea Action Plan – toimintasuunnitelman toimeenpanossa sekä luonnon monimuotoisuuden ylläpitoon tähtäävien kansainvälisten sitoumusten täyttämässä. Tietoja voidaan tulevaisuudessa käyttää myös merialueen tilan arvioinnissa sekä merialuesuunnittelussa.

## Viitteet

- Borg, J., Mitikka, V. & Kallasvuo, M. 2012. Menetelmäohjeisto rannikon taloudellisesti hyödyntämätömien kalalajien lisääntymis- ja esiintymisalueiden kartoittamiseen. *Riista- ja kalatalous, Tutkimuksia ja Selvityksiä* 4/2012. 36 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-776-891-7>
- Härmä, M., Lappalainen, A. & Urho, L. 2008: Reproduction areas of roach (*Rutilus rutilus*) in the northern Baltic Sea: potential effects of climate change. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65(12): 2678–2688.
- Kallasvuo, M. 2010. Coastal environmental gradients – Key to reproduction habitat mapping of freshwater fish in the Baltic Sea. Väitöskirja, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Helsingin yliopisto.
- Kallasvuo, M., Salonen, M. & Lappalainen, A. 2010: Does the zooplankton availability limit the larval habitats of pike in the Baltic Sea? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86: 148–156.
- Kallasvuo, M., Vanhatalo, J. & Veneranta, L. 2016. Modeling the spatial distribution of larval fish abundance provides essential information for management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (in press).
- Lappalainen, A., Härmä, M., Kuningas, S. & Urho, L. 2008: Reproduction of pike (*Esox lucius*) in reed belt shores of SW coast of Finland, Baltic Sea: Results of a new survey approach. *Boreal Environment Research* 13(4): 370–380.
- Sundblad, G., Härmä, M., Lappalainen, A., Urho, L. & Bergström, U. 2009. Transferability of predictive fish distribution models in two coastal systems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 83: 90–96.
- Vanhatalo, J., Veneranta, L. & Hudd, R. 2012. Species Distribution Modelling with Gaussian Processes: a Case Study with the Youngest Stages of Sea Spawning Whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) Larvae. *Ecological Modelling* 228, 49–58.
- 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. doi: 10.3354/meps10169
- Veneranta, L., Hudd, R. & Vanhatalo, J. 2013b. Merikutuisen siian ja muikun poikastuotantoalueet. RKTL:n työraportteja 8/2013. 40 s. <http://www.rkti.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/poikasalueet.pdf>
- Veneranta, L., Vanhatalo, J., Urho, L. 2016. Detailed temperature mapping - Warming characterizes archipelago zones., *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 182: 123–135.

# LIITE 1

Julkaisut vuoteen 2016 asti

- Kallasvuo, M., Vanhatalo, J. & Veneranta, L. 2016. Modeling the spatial distribution of larval fish abundance provides essential information for management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (in press).
- Vanhatalo, J., Kallasvuo, M., Veneranta, L. & Lindström, K. 2016. The distribution and abundance of larval gobies in the Baltic Sea: an important but neglected part of the ichthyoplankton community. *ICES Journal of Marine Science* (in review).
- Veneranta, L., Vanhatalo, J., Urho, L. 2016. Detailed temperature mapping - Warming characterizes archipelago zones., *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 182: 123–135.
- Kallasvuo, M., & Raid, T. 2016: Reproduction of fish in the coastal areas. Teoksessa: Raateoja, M. & Setälä, O. (ed.) *The Gulf of Finland assessment. Reports of the Finnish Environment Institute* 27: 253–254. Suomen Ympäristökeskus, Helsinki.
- Kallasvuo, M. 2016: Kalojen lisääntymisalueet rajalliset. *Suomen Kalastuslehti* 5/2016: 28–30.
- Kallasvuo, M. 2016: Små områden producerar största delen av kusten viktiga fiskbestånd. *Fiskeritidskrift för Finland* 2/2016: 20–21.
- Kallasvuo, M. 2015: Mitä kuuluu VELMUIlle? *Suomen Kalastuslehti* 4/2015: 22–23.
- Kallasvuo, M. 2015: Hur står det till med VELMU? *Fiskeritidskrift för Finland* 1/2015: 10–11.
- Kallasvuo, M., Vanhatalo, J., Veneranta, L. 2015. Using high-resolution species distribution modelling to produce reproduction habitat maps of coastal fish to support marine spatial planning. *ICES ASC 2015, O. Kööpenhamina, Tanska, 21.-25.9.2015.*
- Vanhatalo, J., Kallasvuo, M., Veneranta, L. 2015. Gaussian Processes in Species Distribution Modelling: Case Studies from the Baltic Sea. *Royal Statistical Society Conference, Exeter, Iso-Britannia, 7.-10.9.2015.*
- Venesjärvi, R., Vanhatalo, J., Kallasvuo, M., Kaskela, A., Laine, A. 2015. Species-distribution modelling as basis for the ecosystem-based management: a case study for the eastern Baltic Sea. *13th Baltic Sea Science Conference, Riika, Latvia, 15.-19.6.2015.*
- Viitasalo, M., Blankett, P., Ekebom, J., Kallasvuo, M., Hämäläinen, J., Koskelainen, M., Kurvinen, L., Rinne, H., Virtanen, E. & VELMU participants 2015: The Finnish Inventory Programme for Marine Underwater Environment (VELMU) produces data for knowledge-based maritime spatial planning. *13th Baltic Sea Science Conference, Riika, Latvia, 15.-19.6.2015.*
- Veneranta, L. & Urho, L. 2014. Merikutuisilla siiioilla on ongelmia. *Suomen Kalastuslehti* 3/2014.
- Borg, J., Mitikka, V. ja Kallasvuo, M. 2012: Menetelmäohjeisto rannikon taloudellisesti hyödyntämättömien kalalajien lisääntymis- ja esiintymisalueiden kartoittamiseen. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja Selvityksiä* 4/2012. 32 s.
- Kallasvuo, M. 2012: Även detta år fann man yngel av flundra och piggvar i VFFI karteringar. *Fiskarposten* 9–10/2012: 6.
- Kallasvuo, M. 2011: Kalojen lisääntymisalueet kartalle. *Suomen kalastuslehti* 3/2011.
- Kallasvuo, M., Lappalainen, A., Urho L. 2011: Coastal reed belts as important fish reproduction habitats. *Boreal Environment Research* 16: 1–14.
- Veneranta, L., Urho, L., Lappalainen, A, Kallasvuo, M. 2011: Turbidity characterizes the reproductions areas of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) in the northern Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 95: 199–206.
- Veneranta, L. & Urho, L. 2011. Kuhanpoikaset uivat sameissa vesissä. *Suomen Kalastuslehti* 8/2011, s. 28–30.
- Veneranta, L. & Urho, L. 2011. Gösyngel finns i grumliga vatten. *Fiskeritidskrift i Finland* 4/2011, s. 26–27.
- Veneranta, L. & Urho, L. 2011. Gösyngel i grumliga vatten. *Fiskarposten* 9/2011 (236), s. 8.
- Kallasvuo, M. 2010: Gäddans och mörtens lekområden kartlagda vid Finlands sydvästra och sydliga kuster. *Fiskarposten* 9–10/2010: 4.
- Kallasvuo, M. 2010: Fortplantningsområden kartlagda. *Fiskeritidskrift for Finland* 4/2010.
- Kallasvuo, M. 2010: Överraskande många yngel av piggvar hittades i VFFI yngelkartering. *Fiskarposten* 9–10/2010: 4.



- Kallasvuo, M. 2010: Coastal environmental gradients – Key to reproduction habitat mapping of fresh-water fish in the Baltic Sea. Väitöskirja, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Helsingin yliopisto.
- Kallasvuo, M., Salonen, M. & Lappalainen, A. 2010: Does the zooplankton availability limit the larval habitats of pike in the Baltic Sea? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86: 148–156.
- Härmä, M. & Lappalainen, A. 2009: Sampling of herring larvae in shallow archipelago – are surface samples sufficient? ICES ASC 2009, I05. Berliini, Saksa, 21–25.9.2009.
- Härmä, M., Lappalainen, A., Auvinen, H., Urho, L. & Veneranta, L. Mapping coastal reproduction areas of fish – New tool for coastal management. 7th Baltic Sea Science Congress, Tallinna, Viro, 17.–21.8.2009.
- Kostamo, K., Downie, A-L, Ekeboom, J., Hämäläinen, J., Härmä, M., Kalliola, R., Karjala, L., Kaskela, A., Lappalainen, A., Mattila, J., Piepponen, H. & Salovius, S. 2009: Habitat and habitat-forming species modelling in the Finnish VELMU programme. 7th Baltic Sea Science Congress, Tallinna, Viro, 17.–21.8.2009.
- Salonen M., Härmä, M. & Engström-Öst, J. 2009: Condition and survival of pike larvae in the Baltic Sea. 7th Baltic Sea Science Congress, Tallinna, Viro, 17.–21.8.2009.
- Sundblad, G., Härmä, M., Lappalainen, A., Urho, L. & Bergström, U. 2009: Transferability of predictive fish distribution models in two coastal systems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 83: 90–96.
- Härmä, M. 2008. Itämeren suolapitoisuuden lasku hyödyttää särkeä. *Apaja* 1: 6.
- Härmä, M., Lappalainen, A. & Urho, L. 2008: Reproduction areas of roach (*Rutilus rutilus*) in the northern Baltic Sea: potential effects of climate change. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65(12): 2678–2688.
- Härmä, M., Lappalainen, A. & Urho, L. 2008: Will climate change affect the reproduction areas of roach in the northern Baltic Sea? 32nd Annual Larval Fish Conference 2008. Kiel, Germany 4.–7.8.2008.
- Lappalainen, A., Härmä, M., Kuningas, S. & Urho, L. 2008: Reproduction of pike (*Esox lucius*) in reed belt shores of SW coast of Finland, Baltic Sea: Results of a new survey approach. *Boreal Environment Research* 13(4): 370–380.
- Härmä, M. 2007: Ruovikot kalojen lisääntymisalueina rannikkovesissä. Teoksessa: Ikonen, I. & Hangelberg, E. (ed.) *Ruovikot ja merenrantaniityt*. Suomen Ympäristö 144: 46–49. Lounais-Suomen ympäristökeskus, Turku.
- Härmä, M., Lappalainen, A. & Urho, L. 2007: Mapping fish reproduction areas along environmental gradients on SW coast of Finland. ICES ASC 2007, G11. Helsinki, Suomi, 17.–21.9.2007.
- Lappalainen, A., Urho, L. & Härmä, M. 2006: Rannikon kalojen lisääntymisalueiden kehittämällä kiire: Hauen, särjen ja mateen lisääntymisalueita kartoitetaan ilmakuvien ja valkolevyn/kauhan avulla. *Apaja* 2: 7–11.
- Lappalainen, A. and 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, A., Härmä, M. & Urho, L. 2005: Hauen, mateen ja särjen pienpoikasten esiintyminen Tammisaaren kaupungin eriasteisesti rehevillä lähivesillä keväällä 2005. Raportti. Riista- ja kalantutkimuksen tutkimuslaitos, Helsinki. 16 s.



luke.fi

Luonnonvarakeskus  
Viikinkaari 4  
00790 Helsinki  
puh. 029 532 6000