Vastaanottaja
Fortum Power and Heat Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
Tammikuu, 2021

LOVIISAN VOIMALAITOS
KALASTOTUTKIMUKSET VOIMALAITOKSEN LÄHIMERIALUEELLA VUONNA 2020



RAMBØLL Bright ideas. Sustainable change.

LOVIISAN VOIMALAITOS
KALASTOTUTKIMUKSET VOIMALAITOKSEN LÄHIMERIALUEELLA VUONNA 2020

Päivämäärä	**25.1.2021**
Laatija	**Teemu Roikonen, Hanna Kangas**
Tarkastaja	**Otso Lintinen**
Kuvaus	**Raportti kalanpoikastutkimuksista ja verkkokoekalastuksista Loviisan voimalaitoksen lähimerialueella**

Ramboll
PL 25
Itsehallintokuja 3
02601 ESPOO

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
https://fi.ramboll.com

Ramboll CM Oy
Y-tunnus 0692498-4, ALV rek.
Kotipaikka Espoo

SISÄLTÖ

1.	**Johdanto**	**2**
1.1	Taustaa	2
1.2	Jäähdytysvesien vaikutus kaloihin	3
2.	**Menetelmät**	**4**
2.1	Gulf Olympia -poikaspyynti	4
2.2	Koeverkkokalastus	6
3.	**Tulokset**	**8**
3.1	Gulf Olympia -poikaspyynti	8
3.2	Koeverkkokalastus	10
4.	**Tulosten tarkastelu**	**17**
4.1	Gulf Olympia poikaspyynti	17
4.2	Koeverkkokalastus	17
5.	**Johtopäätökset**	**19**
6.	**Lähteet**	**20**

LIITTEET

Liite 1
Poikaspyynnin vetolinjojen sijainnit kartalla ja koordinaatteina

Liite 2
Koeverkkopaikkojen sijainnit kartalla ja koordinaatteina

Liite 3
Gulf Olympia poikaspyynnin linja-, laji- ja pituusluokkakohtaiset saaliit pyyntikerroittain taulukkomuodossa

Liite 4
Linjakohtaiset silakan pienpoikasten (<10 mm) kokonaissaaliit karttatarkasteluna

Liite 5
Linjakohtaiset ahvenen pienpoikasten (<10 mm) kokonaissaaliit karttatarkasteluna

Liite 6
Linjakohtaiset tokkojen pienpoikasten (<10 mm) kokonaissaaliit karttatarkasteluna

Liite 7
Karttakuvia VELMU-ohjelman poikaspyyntien tuloksista (Lähde: VELMU-karttapalvelu, 4.12.2020)

1. JOHDANTO

1.1 TAUSTAA

Loviisan ydinvoimala sijaitsee Hästholmenin saarella Suomenlahden sisä- ja ulkosaariston rajalla. Hästholmenin saaren itäpuolella sijaitseva Hästholmsfjärden on puolisuljettu matalahko lahtialue, joka on yhteydessä ulompaan merialueeseen ainoastaan kapeiden ja matalien salmien kautta. Alueen pinta-ala on noin 9 km^2, tilavuus on 68,5 milj. m^3 ja suurin syvyys on noin 18 metriä keskisyvyyden ollessa 7,6 metriä. Useat vedenalaiset kynnykset rajoittavat vedenvaihtoa Hästholmsfjärdenin ja ulomman merialueen välillä. Hästholmsfjärdenin koillispuolella sijaitsee matalampi Klobbfjärden. Näiden kahden altaan välistä vedenvaihtoa rajoittaa matalikko, jota rikkoo ainoastaan kapea noin 10 metriä syvä vesialue. Hästholmsfjärdenin ja Klobbfjärdenin lahtialueet ovat yhteydessä koillisessa sijaitseviin Tesjokeen ja Kymijoen Ahvenkoskenhaaran suistoihin, Kullafjärdeniin ja Abborrfjärdeniin kapean Jomalsundin kanavan kautta.

Hästholmenin saaren länsipuolella sijaitseva Hudöfjärden on tilavuudeltaan suurempi kuin em. Hästholmsfjärden ja sen syvin kohta on 24 metriä. Merialue on Hästholmsfjärdeniä avoimempi, joskin etelässä on kynnyksiä, jotka rajoittavat alusvesikerroksen vedenvaihtoa. 1980-luvulla ruopattu Loviisan Valkon sataman 9,5 metrin väylä on todennäköisesti hieman parantanut merialueen vedenvaihtoa. Ulompana merialueella vesi vaihtuu tehokkaammin kuin sisäsaaristossa. Loviisan edustan merialueelle ovat tyypillisiä maalta merelle päin siirryttäessä perättäiset salmien ja matalien vedenalaisten kynnysten erottamat altaat, joiden pohjalla vedenvaihto on vähäistä verrattuna ulkomereen.

Loviisan ydinvoimalan edustan merialueen kalastoa ja kalastusta on tarkkailtu vuodesta 1971 lähtien viiden kilometrin säteellä voimalaitoksista ja vuodesta 1983 lähtien myös kauempaa Kejvsalön ja Tjuvön tasolle saakka. Loviisan voimalaa ympäröivällä merialueella ei ole tehty nykyisiin kenttätutkimusstandardeihin perustuvaa selvitystä alueella esiintyvästä kalalajistosta tai kalaston kutualueista. Suomenlahden kalaston lisääntymisalueita on selvitetty VELMU - Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelman yhteydessä. Lähimmät kenttätutkimuksin kartoitetut rannikkoalueet sijaitsevat Porvoon ja Kotkan edustojen merialueilla. MH-Kivi Oy on lisäksi toteuttanut siian ja silakan kutualuetutkimuksia Loviisan edustan ulkomerialueella (Roikonen & Lintinen 2018, Virkkala & Lintinen 2019). Näissä tutkimuksissa havaittiin sekä kutuvalmiita että kuteneita siikoja, mutta ei pystytty varmuudella todentamaan, oliko kyseessä merialueella kuteva karisiika vai jokiin kudulle nouseva vaellussiika. Silakan kutualueita ei havaittu esiintyvän ulkosaariston matalikoilla.

Tällä selvityksellä tuotetaan kalaston nykytilatietoa tekeillä olevan voimalaitoksen YVA-prosessin tarpeisiin. Kattavan kalaston nykytilatiedon hankkimiseksi on havaittu tarve täydentää laitoksen edustan merialueelta käytössä olevaa tietoa. Kalaston nykytilatietoa lisäävän selvityksen tutkimusohjelma tehtiin yhteistyössä Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kalatalouspalveluiden kanssa.

Nykytilatiedon päivitys tehtiin käyttämällä kalastotutkimuksiin vakiintuneita menetelmiä kalaston lisääntymisalueiden kartoittamiseksi sekä kalaston yleisen rakenteen selvittämiseksi. Tutkimusmenetelminä käytettyjen Gulf Olympia -poikaspyynnin ja Coastal-koeverkkokalastuksen tarkoituksena oli selvittää voimalaitoksen lähimerialueen kalaston rakenne ja alueella esiintyvät lajit ja niiden runsaussuhteet sekä kartoittaa kalaston lisääntymisalueita varsinkin kuhan ja ahvenen osalta. Tutkimuksesta saatuja tietoja hyödynnetään jäähdytysvedestä kalastoon mahdollisesti aiheutuvien vaikutusten arvioinnissa.

1.2 JÄÄHDYTYSVESIEN VAIKUTUS KALOIHIN

Veden lämpötilan nousu nopeuttaa kalojen aineenvaihduntaa ja kasvattaa kalojen ravinnontarvetta. Yleisesti ottaen lämpötilan nousun oletetaan lisäävän kalan kasvua, mikäli muita kasvua rajoittavia tekijöitä ei esiinny. Lämpötilan nousu kiihdyttää myös vesistön perustuotantoa ja vaikuttaa sitä kautta laajemmin ekosysteemiin esimerkiksi rehevöitymisen ja alusveden happipitoisuuksien muutosten kautta.

Lämpimien jäähdytysvesien on useissa tutkimuksissa todettu kasvattavan kalabiomassaa paikallisesti parantamalla lämpimistä vesistä hyötyvien lajien lisääntymismenestystä ja nopeuttamalla kasvua (Balkuvienė & Pernaravičiūté 1994, Hakala ym. 2003, Marttila ym. 2005, Keskinen ym. 2011). Veden lämpötilan noususta hyötyvät kasvukauden pitenemisen myötä kevät- ja kesäkutuiset kalalajit, kuten ahven, kuha ja särkikalat. Myös silakan on todettu hyötyvän veden lämpenemisestä ja lievästä ravinnepitoisuuden kasvusta. Etenkin kalojen nuoruusvaiheiden on todettu hyötyvän veden lämpötilan noususta, mikä saattaa usealla lajilla lisätä runsaiden vuosiluokkien määrää ja edelleen petokalojen käytettävissä olevien ravintokalojen määrää. Lämpötilan noususta kärsivät eniten viileän veden lajit, kuten siika, taimen, lohi, made ja harjus (Marttila ym. 2005).

Erityisesti kuhan on havaittu useissa tutkimuksissa hyötyvän lämpötilan noususta (mm. Pekcan-Hekim ym. 2011, Lappalainen ym. 2005, Fontell ym. 2004). Kuhan on havaittu tuottavan lämpimämmässä vedessä runsaampia vuosiluokkia, joiden yksilöt ovat nopeakasvuisempia. Nopeakasvuisuus ja suurempi koko parantavat kalanpoikasten mahdollisuuksia selvitä ensimmäisestä talvesta.

2. MENETELMÄT

2.1 GULF OLYMPIA -POIKASPYYNTI

Gulf Olympia -pyydystä käytetään pelagisten poikaslajien sekä eläinplanktonin kartoittamiseen. Pohjoisen Itämeren alueella sitä on käytetty mm. ahvenen, silakan, kuhan, mateen ja kuoreen poikaskartoituksissa. Tässä tutkimuksessa päähuomio oli kuhan ja ahvenen poikasten esiintymisessä tutkittavalla merialueella.

Gulf Olympia -pyydys on parillinen haavipyydys, joka kiinnitetään pystytangoilla veneen keulan sivuille. Pystytankoon on kohtisuorassa kulmassa kiinnitetty kärkeä kohti kapeneva metallikartio, jonka suuaukon halkaisija on noin 19 cm. Kartion loppupäähän kiinnitetään haavipussi tiukasti vaijerikiinnityksellä. Tiheän haavin (300 µm) perään on kiinnitetty sihti-ikkunalla varustettu keräyspurkki. Parillinen haavipyydys siivilöi noin 28 m^3 vettä 500 metrin matkalla. Toinen haavi siivilöi vettä noin 1 m ja toinen noin 0,5 m syvyydestä. Haavit tyhjennetään kääntämällä niissä kiinni olevat pystytangot vaaka-asentoon, jolloin nokkakartion suuaukko nousee ylös ja haavi painuu suljettuna alas. Haavin sisältö huuhdellaan huolella perässä olevaan keräyspurkkiin, josta poikaset ja plankton siirretään säilöntäpurkkiin ja säilötään formaliiniliuoksella. Menetelmä on sama, jota Luonnonvarakeskus käyttää rannikon poikastutkimuksissaan. Työssä noudatettiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ohjeistusta (Borg, ym. 2012). Poikastutkimuksen toteutusta on havainnollistettu kuvissa 1-3.



Kuva 1. Gulf Olympia -pyydys nostettuna ylös vedestä.



Kuva 2. Kalanpoikasten näytteenottoa Loviisan voimalaitoksen edustalla.



Kuva 3. Jokaisen tutkimuslinjan näytteenoton jälkeen keräyspurkin sisältö otettiin talteen myöhemmin tehtäviä laboratoriomäärityksiä varten.

Gulf-Olympia -pyynti toteutettiin kahdella alueella Hästholmenin ympäristössä, toisen alueen sijoittuessa lähelle jäähdytysvedenottoaluetta ja toisen jäähdytysvesien purkupuolelle. Vertailualueina käytettiin Keipsalon itäisellä selällä sijaitsevaa Hudön saaren länsipuolen rannanläheistä aluetta ja Loviisanlahden perukkaa, joka Velmu-mallinnuksen mukaan on joko suotuisaa tai erittäin suotuisaa

kuhan ja ahvenen lisääntymisaluetta. Poikastutkimusten toteuttamiseen pyydettiin vesialueiden omistajien suostumukset.

Poikaspyynti toteutettiin viitenä eri ajankohtana vuoden 2020 touko-kesäkuussa, jotta saavutettiin riittävä varmuus alueella esiintyvien poikasten jäämisestä pyydykseen poikasten kuoriutumisajankohtien epävarmuus huomioon ottaen. Pyynnit toteutettiin 4.-6.5.2020, 11.-13.5.2020, 18.-20.5.2020, 3.-5.6.2020 ja 15.-17.6.2020. Jokaisella pyyntikerralla toteutettiin poikaspyynti kaikilla tutkimusalueilla ja vetolinjoilla. Jäähdytysvesien purkualueella sijaitsi yhteensä 25 vetolinjaa, jäähdytysvesien ottoalueella 10 vetolinjaa, Hudön länsipuolen vertailualueella 7 vetolinjaa ja Loviisanlahden perukan vertailualueella 8 vetolinjaa, jolloin yhteenlasketuksi linjamääräksi saatiin 50. Yhden vetolinjan pituus oli noin 500 metriä. Ensimmäisellä pyyntikerralla kunkin vetolinjan tarkka sijainti kirjattiin ylös, jotta pyynti voitiin toistaa vastaavilla alueilla seuraavilla pyyntikerroilla. Pyyntilinjat 1-25 sijaitsivat jäähdytysvesien purkualueella, 26-35 jäähdytysvesien ottoalueella, 36-43 vertailualueella 2 (Loviisanlahti) ja 44-50 vertailualueella 1 (Hudön länsipuoli). Poikaspyynnin vetolinjojen sijainnit on esitetty kartalla liitteessä 1.

Saaliiksi saadut kalanpoikaset säilöttiin kunkin vedon lopuksi 4 % formaliiniin, joka määritysvaiheessa vaihdettiin veteen. Poikasille tehtiin Rambollissa toimistolla vetokaapissa mikroskooppia apuna käyttäen lajinmääritys, lukumäärien laskenta pituusluokittain sekä pituuden mittaus. Tokot määritettiin heimotasolla. Poikasmäärä laskettiin näytekohtaisesti siten, että kustakin lajista mitattiin vähintään 100 yksilöä. Lopuista poikasista laskettiin yksilömäärä ja ne jaettiin pituusluokkiin samassa suhteessa kuin ensin lasketut vähintään 100 yksilöä. Yhdessä näytteessä poikasmäärä oli niin suuri, ettei koko näytteestä voitu laskea yksilömäärää. Näytteestä laskettiin yli 700 tokon poikasta ja lopullinen määrä arvioitiin karkeasti sillä perusteella, kuinka paljon näytettä oli vielä jäljellä.

2.2 KOEVERKKOKALASTUS

Koeverkkokalastus toteutettiin kolmella eri alueella: voimalaitoksen jäähdytysveden otto- ja purkupuolen läheisyydessä sekä vertailualueella Keipsalon itäisellä selällä. Koeverkkokalastuksen toteuttamiseen pyydettiin vesialueiden omistajien suostumukset. Jäähdytysvesien ottoalueella ja vertailualueella pyyntiponnistus oli 30 verkkoyötä kummallakin. Jäähdytysvesien purkualueella pyyntiponnistus oli 45 verkkoyötä alueen suuremman koon takia. Yhteenlasketuksi verkkoöiden lukumääräksi tuli siten 105.

Koeverkkokalastuksessa käytettiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ohjejulkaisussa ”Ohjeet standardinmukaisiin koekalastuksiin” (Olin ym. 2014) kuvattua menetelmää. Kalastuksessa käytettiin rannikkovesien koeverkkokalastuksiin tarkoitettuja Coastal-yleiskatsausverkkoja. Coastal-verkko on kooltaan 1,8 m x 45 m, ja yhdessä verkossa on viiden metrin pituisina kaistaleina yhdeksän eri solmuvälin paneelia (10; 12; 15; 19; 24; 30; 38; 48 ja 60 mm) suunniteltaessa satunnaistetussa ja valmistettaessa vakioidussa järjestyksessä.

Koeverkkokalastus toteutettiin kesäkerrostuneisuuden aikaan 3.8.-2.9.2020. Jotta ympäristöolosuhteiden vaikutus kalastukseen ja saaliisiin saatiin minimoitua, pyrittiin kalastus toteuttamaan peräkkäisinä päivinä eri alueilla. Koeverkot asetettiin pyyntiin alle 10 metrin syvyiseen veteen pohjaverkkoina. Verkot laskettiin pyyntiin illan suussa ja nostettiin aamulla, jolloin kunkin verkon pyyntiajaksi tuli noin 12 tuntia. Kaikkien verkkopaikkojen sijaintitiedot kirjattiin kentällä ylös koordinaatteina. Kunkin pyyntikerran ympäristöolosuhteet (tuulen suunta ja voimakkuus, näkösyvyys sekä veden lämpötila) kirjattiin ylös. Verkkopaikkojen sijainnit on esitetty kartalla liitteessä 2.

Saaliiksi saadut kalat lajiteltiin verkko- ja solmuvälikohtaisesti, minkä jälkeen kunkin lajin yhteismäärät ja -massat laskettiin ja punnittiin solmuväleittäin. Kalojen pituudet mitattiin solmuväleittäin

yhden senttimetrin tarkkuudella. Niiltä osin, kun jotakin kalalajia oli yli 10 kappaletta yhden solmuvälin verkkokaistaleessa, punnittiin ja mitattiin 10 kalaa satunaisena otoksena. Koeverkkokalastuksen toteutusta on havainnollistettu kuvissa 4 ja 5.



Kuva 4. Verkkojen nostoa Hudöfjärdenillä (jäähdytysvesien ottopuoli).



Kuva 5. Koeverkkosaalista Hästholmenin itäpuolelta (jäähdytysvesien purkupuoli).

3. TULOKSET

3.1 GULF OLYMPIA -POIKASPYYNTI

Gulf Olympia -poikaspyynneissä saalismäärä ja saalislajien määrä kasvoivat pääosin ensimmäisestä pyyntikerrasta viimeiseen (Taulukko 1). Yleisimpiä saalislajeja olivat silakka ja tokko, mutta ahveniakin saatiin saaliiksi melko paljon viimeisellä pyyntikerralla. Saaliiksi saatiin ainoastaan yksi ruskuaispussivaiheen kuhanpoikanen. Ahvenenpoikasiakin saatiin saaliiksi pääasiassa viimeisellä pyyntikerralla.

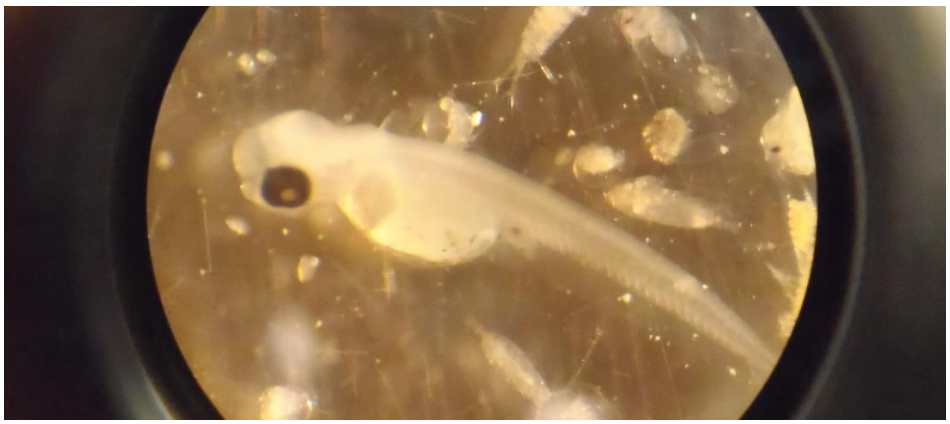
Taulukko 1. Gulf Olympia poikaspyynnin pyyntikerta- ja lajikohtaiset kokonaissaaliit. Tulos >2000 kpl on arvio, sillä yhdessä näytteessä oli niin paljon tokkojen poikasia, ettei tarkkaa yksilömäärää pystytty laskemaan.

	Kokonaissaalis (kpl)								
	Ahven	Kiiski	Kolmipiikki	Kuha	Kuore	Silakka	Simppu	Särki	Tokko
1. pyyntikerta						52			4
2. pyyntikerta						108			3
3. pyyntikerta	2					232			11
4. pyyntikerta	3	1				504			324
5. pyyntikerta	114	8	5	1	11	437	1	1	>2000

Suurimmat kokonaissaaliit saatiin jäähdytysvesien purkualueen pyyntilinjoilta 3-8, jotka sijaitsevat lahden pohjoisilla ranta-alueilla. Toiseksi suurimmat kokonaissaaliit saatiin vertailualueelta 2 Loviisanlahden itärannan pyyntilinjoilta 39 ja 40. Poikaspyynnin linja-, laji- ja pituusluokkakohtaiset saaliit pyyntikerroittain on esitetty liitteessä 3 taulukkomuodossa.

Silakanpoikasia saatiin saaliiksi kaikilta linjoilta. Suurimmat silakanpoikasten kokonaissaaliit (132 ja 158 kpl) saatiin jäähdytysvesien purkualueen pyyntilinjoilta 17 ja 21, jotka sijaitsevat purkualueen eteläosassa Gäddbergsön lounaispuolella. Toiseksi suurimmat kokonaissaaliit (68 ja 97 kpl) saatiin vertailualueelta 2 Loviisanlahden itärannan linjoilta 39 ja 40. Silakan pienpoikasten (<10 mm) linjakohtainen kokonaissaaliin karttatarkastelu on esitetty liitteessä 4.

Kaikki saaliiksi saadut ahvenet (Kuva 6) olivat pienpoikasia (<10 mm). Suurimmat ahvenenpoikassaaliit (10-38 kpl) saatiin vertailualueelta 2 Loviisanlahden pyyntilinjoilta 40-42, jotka sijaitsevat lahden pohjukassa. Muilla alueilla kokonaissaaliit olivat pieniä. Kaiken kaikkiaan ahvenenpoikasia saatiin saaliiksi 17:ltä pyyntilinjalta 50:stä. Tutkimusalueen sisäalueilta saatiin enemmän ahvenia kuin ulommilta. Uloimmilta pyyntilinjoilta 45-50 sekä 20-21 ei saatu lainkaan ahvenenpoikasia. Ahvenen pienpoikasten (<10 mm) linjakohtainen kokonaissaaliin karttatarkastelu on esitetty liitteessä 5.



Kuva 6. Gulf Olympia poikaspyynnissä saaliiksi saadun ahvenen ruskuaispussipoikanen (5 mm).

Tokkojen poikasia (Kuva 7) saatiin ylivoimaisesti eniten saaliiksi jäähdytysvesien purkualueelta pohjoisosasta pyyntilinjalta 4. Viimeisellä pyyntikerralla linjalta saatiin saaliiksi niin paljon tokkojen poikasia, että niiden kokonaislukumäärää ei laskettu, vaan <5 mm:n ja 5-9 mm:n pituisia poikasia arveltiin molempia olleen näytteessä yli 1000 kpl eli yhteensä yli 2000 kpl. Myös jäähdytysvesien purkualueen pohjoisosan pyyntilinjoilta 3 ja 5-8 saatiin runsaasti tokkojen poikasia (203-398 kpl). Tokkojen poikasia saatiin saaliiksi kaikilta pyyntilinjoilta, mutta muilla pyyntilinjoilla saaliit olivat pienempiä (2-129 kpl).



Kuva 7. Gulf Olympia poikaspyynnissä saaliiksi saatuja tokkojen poikasia (≤10 mm).

Tutkimuksen ainoa kuhanpoikanen (Kuva 8) saatiin saaliiksi vertailualueelta 2 Loviisanlahden itärannan pyyntilinjalta 38.



Kuva 8. Gulf Olympia poikaspyynnissä saaliiksi saatu kuhan ruskuaispussipoikanen (5 mm).

3.2 KOEVERKKOKALASTUS

Ympäristöolosuhteet vaihtelivat koekalastusjakson 3.8.-2.9.2020 aikana jonkin verran tutkimusalueiden sisällä ja alueiden välillä. Veden lämpötila vaihteli eri tutkimusalueiden verkkopaikoilla välillä 18,3-22,8 °C (jäähdytysvesien purkualue), 18,4-20,0 °C (jäähdytysvesien ottoalue) ja 17,5-20,4 °C (vertailualue). Veden näkösyvyys vaihteli tutkimusalueiden verkkopaikoilla välillä 1,2-3,8 m (jäähdytysvesien purkualue), 3,2-4,5 m (jäähdytysvesien ottoalue) ja 2,8-4,7 m (vertailualue).

Koeverkkokalastuksen kokonaissaaliiseen sisältyi yhteensä 21 eri kalalajia. Lajistossa oli eroavaisuuksia eri tutkimusalueiden välillä. Kaikkien kolmen alueen lajistoon kuuluivat ahven, kuha, kiiski, särki, pasuri, lahna, salakka, seipi, silakka ja kuore. Vähintään yhdellä kolmesta tutkimusalueesta lajistoon kuuluivat lisäksi siika, suutari, turpa, hietatokko, vimpa, mustätäplätokko, kilohaili, siloneula, hauki ja kivinilkka sekä lahnan ja pasurin risteymä. Tutkimusaluekohtainen lajisto ja lajikohtaiset saaliit on esitetty taulukoissa 2-4.

Jäähdytysvesien purkupuolen tutkimusalueen lajistoon kuului yhteensä 18 eri kalalajia. Saaliin kokonaisbiomassa oli yhteensä noin 236 kg. Kokonaissaaliiden tutkimusaluekohtaisessa vertailussa on hyvä ottaa huomioon, että jäähdytysvesien purkupuolella pyyntiponnistus oli suurempi (45 verkkoyötä) kuin kahdella muulla alueella (30 verkkoyötä). Purkupuolen kokonaisyksikkösaalis (verkkokohtainen saalis) oli painolla mitattuna 5250 g ja yksilömäärällä mitattuna 141 kpl. Ahven oli runsain laji sekä paino- (2274 g) että kappalemääräisellä yksikkösaaliilla (39,7 kpl) mitattuna. Ahvenkalojen (ahven, kiiski ja kuha) osuus kappalemääräisestä kokonaissaaliista oli 46 % ja vastaavasti särkikalojen (lahna, lahna/pasuri, pasuri, salakka, seipi, suutari, särki ja turpa) 52 %. Jäähdytysvesien purkupuolen tutkimusalueen saalistiedot on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Jäähdytysvesien purkupuolen tutkimusalueen saalistiedot.

Jäähdytysvesien purkualue	Kokonaissaalis		Yksikkösaalis	Biomassa		Yksikkösaalis
	kpl	%	kpl/verkko	g	%	g/verkko
Ahven	1786	28,1	39,7	102316	43,3	2274
Hauki	2	0,0	0,0	3278	1,4	73
Hietatokko	1	0,0	0,0	8	0,0	0
Kiiski	898	14,1	20,0	11436	4,8	254
Kilohaili	2	0,0	0,0	18	0,0	0
Kuha	239	3,8	5,3	23109	9,8	514
Kuore	42	0,7	0,9	658	0,3	15
Lahna	55	0,9	1,2	3432	1,5	76
Lahna/pasuri	4	0,1	0,1	369	0,2	8
Pasuri	1597	25,1	35,5	34050	14,4	757
Salakka	384	6,1	8,5	4037	1,7	90
Seipi	4	0,1	0,1	40	0,0	1
Siika	1	0,0	0,0	60	0,0	1
Silakka	68	1,1	1,5	2018	0,9	45
Siloneula	1	0,0	0,0	1	0,0	0
Suutari	1	0,0	0,0	1355	0,6	30
Särki	1266	19,9	28,1	49755	21,1	1106
Turpa	1	0,0	0,0	320	0,1	7
Yhteensä	**6352**	**100**	**141**	**236260**	**100**	**5250**

Jäähdytysvesien ottopuolen tutkimusalueen kokonaissaaliiseen kuului yhteensä 13 eri kalalajia. Purkupuolen tutkimusalueen lajistoon verrattuna lajistosta puuttuivat siika, suutari, turpa, lahna/pasuri, hietatokko, siloneula ja hauki. Purkupuoleen verrattuna ottopuolen lajistoon kuuluivat sen sijaan lisänä mustatäplätokko ja vimpa. Ottopuolen tutkimusalueen saaliin kokonaisbiomassa oli yhteensä noin 221 kg. Ottopuolen kokonaisyksikkösaalis (verkkokohtainen saalis) oli painolla mitattuna 7379 g ja yksilömäärällä mitattuna 147 kpl. Särki oli runsain laji sekä paino- (3406 g) että kappalemääräisellä yksikkösaaliilla (46,0 kpl) mitattuna. Kokonaisuudessaan ahvenkalojen osuus oli kuitenkin särkikalojen osuutta suurempi. Ahvenkalojen (ahven, kiiski ja kuha) osuus kappalemääräisestä kokonaissaaliista oli 57 % ja vastaavasti särkikalojen (lahna, pasuri, salakka, seipi, särki ja vimpa) 40 %. Jäähdytysvesien ottopuolen tutkimusalueen saalistiedot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Jäähdytysvesien ottopuolen tutkimusalueen saalistiedot.

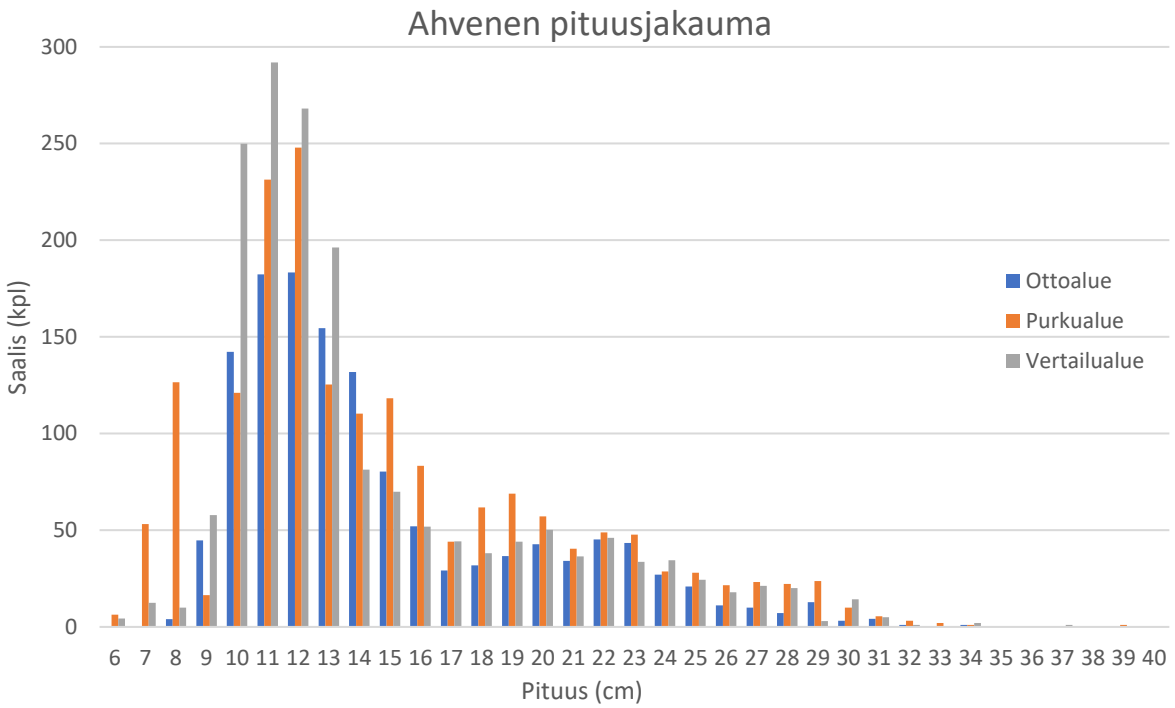
Jäähdytysvesien ottoalue	**Kokonaissaalis**		**Yksikkösaalis**	**Biomassa**		**Yksikkösaalis**
	kpl	%	kpl/verkko	g	%	g/verkko
Ahven	1343	30,4	44,8	74861	33,8	2495
Kiiski	1089	24,7	36,3	18252	8,2	608
Kilohaili	2	0,1	0,1	30	0,0	1
Kuha	74	1,7	2,5	5770	2,6	192
Kuore	55	1,3	1,8	759	0,3	25
Lahna	14	0,3	0,5	2887	1,3	96
Mustatäplätokko	6	0,1	0,2	198	0,1	7
Pasuri	325	7,4	10,8	13279	6,0	443
Salakka	8	0,2	0,3	91	0,0	3
Seipi	21	0,5	0,7	321	0,2	11
Silakka	89	2,0	3,0	2268	1,0	76
Särki	1381	31,3	46,0	102180	46,2	3406
Vimpa	5	0,1	0,2	481	0,2	16
Yhteensä	**4412**	**100**	**147**	**221377**	**100**	**7379**

Vertailualueen kokonaissaaliiseen kuului yhteensä 15 eri kalalajia. Jäähdytysvesien purku- ja otto-puolen tutkimusalueiden lajistoon verrattuna vertailualueen lajistosta puuttui kilohaili. Kahteen muuhun alueeseen verrattuna vertailualueen lajistoon kuului sen sijaan lisänä kivinilkka. Vertailualueen saaliin kokonaisbiomassa oli yhteensä noin 285 kg. Vertailualueen kokonaisyksikkösaalis (verkkokohtainen saalis) oli painolla mitattuna 9494 g ja yksilömäärällä mitattuna 193 kpl. Särki oli runsain laji sekä paino- (4870 g) että kappalemääräisellä yksikkösaaliilla (82,3 kpl) mitattuna. Särjen yksikkösaalis oli huomattavasti suurempi kuin kahdella muulla tutkimusalueella. Särkikalojen osuus kappalemääräisestä kokonaissaaliista oli (lahna, pasuri, salakka, seipi, särki ja vimpa) 56 % ja ahvenkalojen (ahven, kiiski ja kuha) vastaavasti 43 %. Vertailualueen saalistiedot on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Vertailualueen saalistiedot.

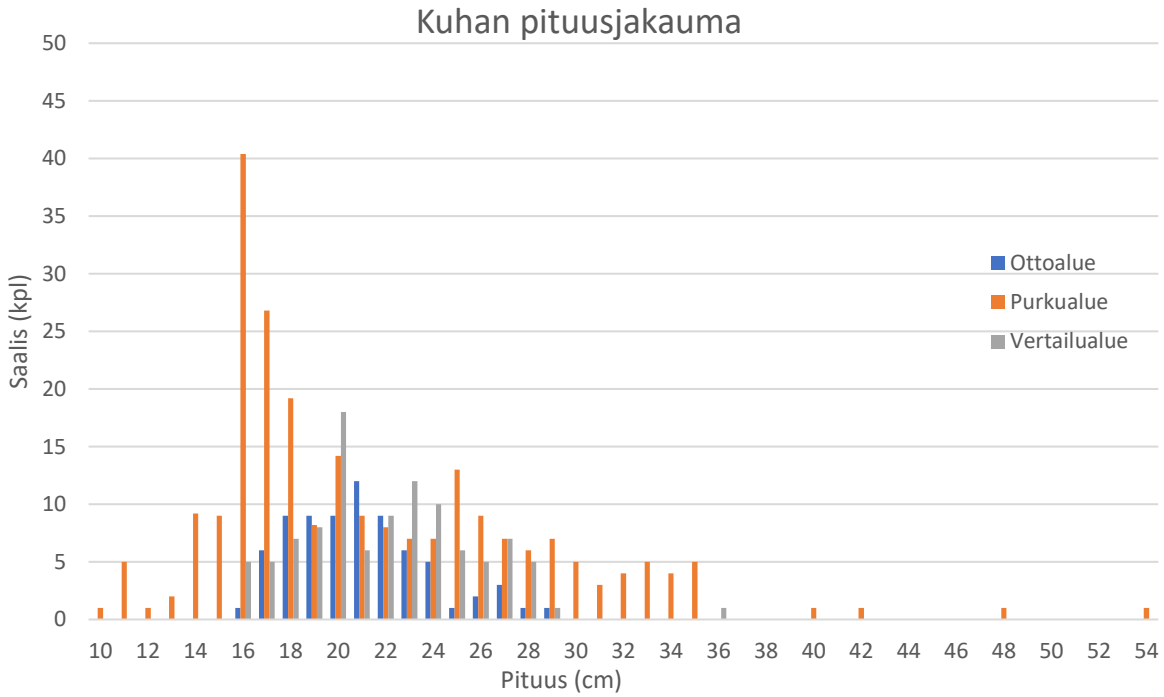
Vertailualue	Kokonaissaalis		Yksikkösaalis	Biomassa		Yksikkösaalis
	kpl	%	kpl/verkko	g	%	g/verkko
Ahven	1731	29,9	57,7	93634	32,9	3121
Hauki	1	0,0	0,0	1122	0,4	37
Kiiski	669	11,6	22,3	8116	2,9	271
Kivinilkka	1	0,0	0,0	29	0,0	1
Kuha	105	1,8	3,5	10200	3,6	340
Kuore	11	0,2	0,4	176	0,1	6
Lahna	24	0,4	0,8	4737	1,7	158
Mustatäplätokko	6	0,1	0,2	155	0,1	5
Pasuri	474	8,2	15,8	16218	5,7	541
Salakka	238	4,1	7,9	3059	1,1	102
Seipi	28	0,5	0,9	322	0,1	11
Silakka	22	0,4	0,7	368	0,1	12
Siloneula	1	0,0	0,0	2	0,0	0
Särki	2469	42,7	82,3	146107	51,3	4870
Vimpa	3	0,1	0,1	587	0,2	20
Yhteensä	**5783**	**100**	**193**	**284832**	**100**	**9494**

Saaliiksi saatujen ahvenyksilöiden pituusjakaumat tutkimusaluekohtaisesti on esitetty kuvassa 9. Eri tutkimusalueiden ahvensaalis noudatti pääpiirteittäin vastaavanlaista pituusjakaumaa koostuen suurimmaksi osaksi 11-12 cm mittaisista yksilöistä. Vertailualueella todettu muita alueita suurempi ahvenen yksikkösaalis selittyy runsaalla 10-13 cm mittaisten yksilöiden määrällä. Jäähdytysvesien purkupuolen tutkimusalueen saaliissa todettiin selkeästi enemmän pieniä, 7-8 cm mittaisia ahvenia. Lisäksi purkupuolelta saatiin muita alueita enemmän yli 15 cm mittaisia ahvenia. Yli 15 cm ahventen yksikkösaaliit olivat kuitenkin eri alueilla toisiaan vastaavalla tasolla (purkupuoli: 16,5 kpl; ottopuoli 16,5 kpl ja vertailualue 18,6 kpl).



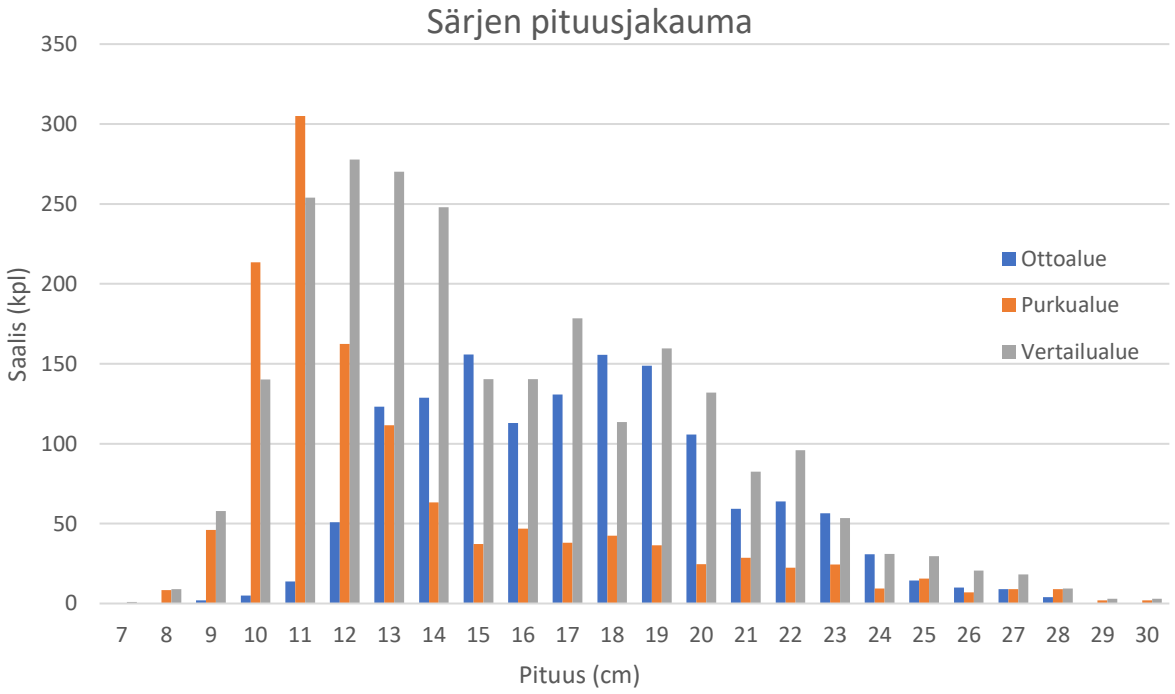
Kuva 9. Ahvensaaliin pituusjakaumat eri tutkimusalueilla.

Saaliiksi saatujen kuhayksilöiden pituusjakaumat tutkimusaluekohtaisesti on esitetty kuvassa 10. Jäähdytysvesien ottoalueen ja vertailualueen kuhasaaliiden pituusjakaumat vastasivat melko hyvin toisiaan eivätkä yksittäiset pituusluokat nousseet selkeästi esille. Jäähdytysvesien purkualueelta saatiin sen sijaan runsaimmin 16-17 cm mittaisia yksilöitä. Lisäksi saaliiksi saatiin useampia 15 cm mittaisia ja sitä pienempiä yksilöitä, mutta ne puuttuivat kahden muun alueen saaliista kokonaan. Samoin yli 30 cm mittaisia kuhia saatiin ainoastaan jäähdytysvesien purkualueelta, lukuun ottamatta yhtä vertailualueen 36 cm yksilöä.



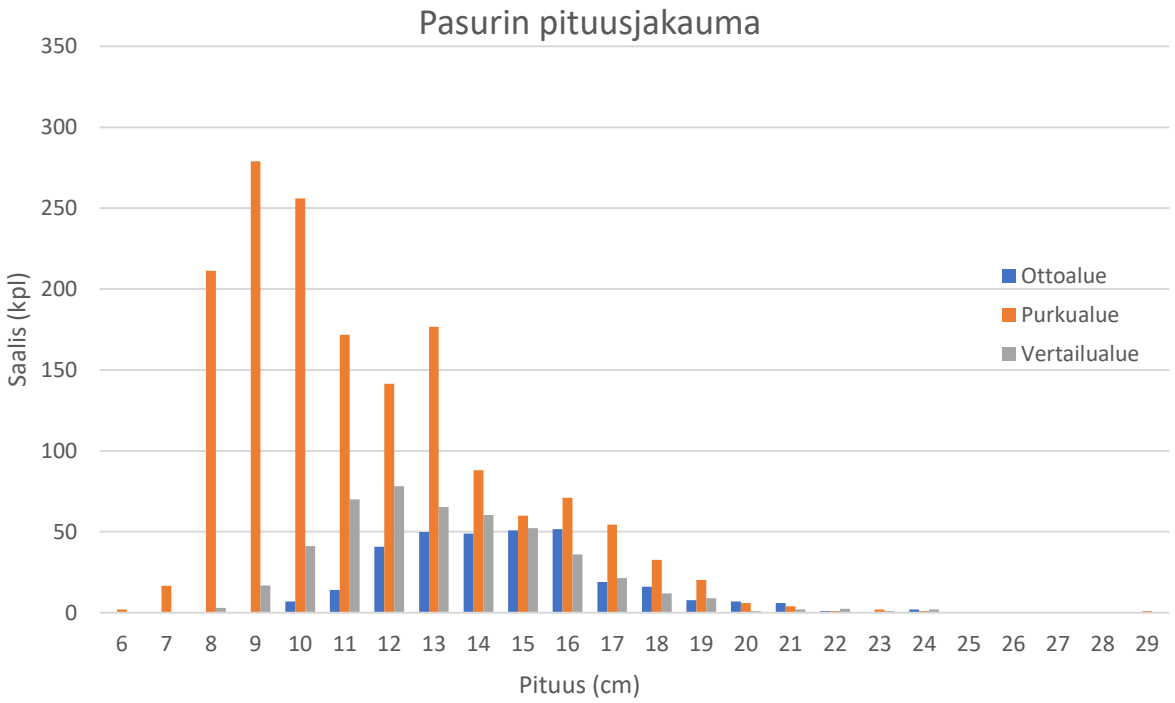
Kuva 10. Kuhasaaliin pituusjakaumat eri tutkimusalueilla.

Saaliiksi saatujen särkiyksilöiden pituusjakaumat tutkimusaluekohtaisesti on esitetty kuvassa 11. Jäähdytysvesien purkualueen särkisaalis koostui suurimmaksi osaksi pienistä, 10-12 cm mittaisista yksilöistä. Kookkaampia särkiyksilöitä saatiin purkualueelta huomattavasti kahta muuta aluetta vähemmän. Jäähdytysvesien ottoalueen särkisaaliin pituusjakauma oli melko tasainen, mutta 11 cm ja sitä pienemmät yksilöt puuttuivat saaliista lähes kokonaan. Vertailualueen särkisaalis koostui suurimmaksi osaksi 11-14 cm mittaisista yksilöistä, mutta sisälsi runsaasti myös erimittaisia yksilöitä.



Kuva 11. Särkisaaliin pituusjakaumat eri tutkimusalueilla.

Saaliiksi saatujen pasuriyksilöiden pituusjakaumat tutkimusaluekohtaisesti on esitetty kuvassa 12. Jäähdytysvesien purkualueella todetusta suuresta pasurisaaliista valtaosa koostui pienistä, 8-10 cm mittaisista yksilöistä, mutta myös 11-13 cm mittaisia yksilöitä saatiin runsaasti. Jäähdytysvesien ottoalueen ja vertailualueen pituusjakaumat muistuttivat toisiaan sillä erotuksella, että vertailualueen yksilömäärä oli hieman suurempi.



Kuva 12. Pasurisaaliin pituusjakaumat eri tutkimusalueilla.

4. TULOSTEN TARKASTELU

4.1 GULF OLYMPIA POIKASPYYNTI

Poikaspyynnin tulosten perusteella jäähdytysvesien purkualue on tärkeää silakan ja tokkojen poikastuotantoaluetta. Parhaat silakan poikastuotantoalueet jäähdytysvesien purkualueella sijoittuvat alueen eteläosaan Gäddbergsön lounaispuolelle ja parhaat tokkojen poikastuotantoalueet alueen pohjoisille ranta-alueille. Myös Loviisanlahdella vertailualueella 2 sijaitsee tärkeitä silakan poikastuotantoalueita. Sekä silakoita että tokkoja saatiin saaliiksi kaikilta pyyntilinjoilta, minkä perusteella koko tutkimusaluetta vertailualueineen voidaan pitää näiden lajien poikastuotantoalueena. Jäähdytysvesien purkupaikkaa lähinnä olevat alueet eivät olleet minkään lajin tärkeintä poikastuotantoaluetta.

Tulosten perusteella ahvenien poikastuotantoalueita sijaitsee kaikilla tutkituilla alueilla. Tutkimusalueen parhaat ahvenen poikastuotantoalueet painottuvat tutkitun merialueen sisimpiin osiin Loviisanlahden perukalle. Muilla pyyntilinjoilla ahvenenpoikassaaliit olivat pieniä tai niitä ei saatu saaliiksi lainkaan, minkä perusteella Hästholmenin ympäristön merialue ei ole merkittävää ahvenen poikastuotantoaluetta.

Poikaspyynnissä saatiin saaliiksi ainoastaan yksi kuhanpoikanen. Myös kuhanpoikanen saatiin saaliiksi Loviisanlahdelta, josta saatiin suurimmat ahvenenpoikassaaliit. Tutkimuksen perusteella Hästholmenin ympäristö ei nykyisellään ole varteenotettavaa kuhan poikastuotantoaluetta. On kuitenkin mahdollista, että kuhan poikasia olisi loppukesällä saatu enemmän saaliiksi, koska ainoa saaliiksi saatu poikanen oli vielä ruskuaispussivaiheessa. Tutkimus ajoitettiin toukokuun alusta kesäkuun puoleen väliin, jotta poikkeuksellisen lämmin ja jäätön talvi 2019-2020 huomioiden saaliiksi olisi saatu mahdollisimman monen kevätkutuisen kalalajin poikasia.

Gulf Olympia poikaspyyntejä on aiemmin tehty mm. osana SYKE:n koordinoimaa vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelmaa (VELMU) Espoon, Porvoon ja Haminan edustalla. Pyyntiajankohdat olivat seuraavat: Espoo 8.5.-25.6.2008, Porvoo 17.5.-24.6.2009, Hamina 23.5.-7.7.2010. Kuten Loviisan edustalta, myös Espoon ja Porvoon edustalla silakanpoikasia sekä tokkojen poikasia saatiin saaliiksi kaikilta tai lähes kaikilta pyyntilinjoilta. Myös ahvenen osalta VELMU-inventoinnin tulokset olivat pääosin linjassa Loviisan edustalla tehtyjen poikaspyyntien tulosten kanssa. Espoon ja Porvoon edustalta ahvenenpoikasia saatiin saaliiksi sisimmiltä alueilta, mutta Haminan edustalta ahvenen poikasia saatiin myös joiltain ulommilta linjoilta. Kuhia saatiin Velmun tutkimuksissa ainoastaan sisimmiltä alueilta, eikä niitä saatu yhtä monelta linjalta kuin ahvenia. Myös tältä osin muualta Suomenlahdelta saadut tulokset tukevat tässä tutkimuksessa saatua kuvaa kuhan poikastuotantoalueiden sijoittumisesta sisimpään saaristovyöhykkeeseen. Karttakuvia VELMU-ohjelman poikaspyyntien tuloksista on esitetty liitteessä 7 (Lähde: VELMU-karttapalvelu, 4.12.2020).

4.2 KOEVERKKOKALASTUS

Koeverkkokalastustulosten perusteella kalastossa havaittiin eroavaisuuksia kolmen eri tutkimusalueen välillä. Sekä kappalemäärällä että painolla mitattuna suurimmat kokonaisyksikkösaaliit saatiin vertailualueelta ja pienimmät jäähdytysvesien purkupuolen tutkimusalueelta. Yksikkösaaliiden eroavaisuudet selittyvät suurelta osin särkien määrällä, joka oli selkeästi runsain vertailualueella ja pienin jäähdytysvesien purkualueella.

Jäähdytysvesien purkualueella todettiin selkeästi kahta muuta aluetta enemmän pasuria. On mahdollista, että pasuri vie ravintokilpailun myötä elintilaa särjeltä ja jossain määrin myös ahvenelta. Pasuri käyttää ravinnokseen pääasiassa pohjaeläimiä ja vesihyönteisten toukkia, jotka ovat myös

särjen ja ahvenen ravintoa. Purkualueelta saatiin kuitenkin melko runsaasti pieniä ahven- ja särkiyksilöitä, jotka käyttävät tyypillisesti ravinnokseen eläinplanktonia, jolloin ne eivät joudu samassa määrin kilpailemaan ravinnosta pasurin kanssa. Kalanpoikasten on myös todettu hyötyvän veden lämpenemisestä, mikä osaltaan selittää purkualueen runsaampaa pienikokoisten yksilöiden määrää.

Jäähdytysvesien purkualueelta saatiin selkeästi eniten kuhaa, joka menestyy tyypillisesti lämpimissä ja myös sameissa vesissä. Kuha alkaa tyypillisesti käyttää kalaravintoa jo ensimmäisen kasvukauden lopussa saavuttaessaan noin 10 cm pituuden. Jäähdytysvesien purkupuolella vaikuttaisi siten olevan myös sille runsaasti sopivaa pienikokoista kalaravintoa tarjolla, mikä edesauttaa lajin menestymistä.

Gulf Olympia -pyynnissä saatiin yksi kuhanpoikanen Loviisanlahden itärannan edustan havaintolinjalta. Saatu yksilö oli vielä ruskuaispussivaiheen poikanen, jolloin se oli kuoriutunut jossain lähistöllä vain vähän ennen pyyntiajankohtaa. Havainto osoittaa suoraan, että kuhan poikastuotantoalueita sijaitsee Loviisanlahdella. Loppukesällä toteutetussa koeverkkokalastuksessa ei tutkimusalueiden joukkoon kuulunut Loviisanlahtea, jolloin olisi todennäköisesti saatu myös samana kesänä syntyneitä kuhanpoikasia. Hästholmsfjärdenin pyyntilinjoilta ei kuhanpoikasia Gulf Olympia -pyynnissä saatu, vaikka alueelta syksymmällä koeverkkopyynnissä saatiinkin runsaasti erikokoisia kuhia. Verkkosaaliin joukossa oli myös useita todennäköisesti muutamaa kuukautta aiemmin syntyneitä kuhayksilöitä. Näin pieniä (10-13 cm) kuhanpoikasia ei saatu muilta koeverkkokalastuksen tutkimusalueilta, joissa pienimmät saadut kuhat olivat vähintään 16 cm pituisia. Vannisen (2006) mukaan kuha saavuttaa Haminan seudulla keskimäärin 11 cm pituuden ensimmäisellä kasvukaudellaan, mutta eri yksilöiden kasvunopeudessa on suurta vaihtelua. Koeverkkokalastuksen tulokset antavatkin viitteitä myös Hästholmsfjärdenin soveltuvuudesta kuhan poikastuotantoon. Ympäröivää merialuetta lämpimämpänä alueena Hästholmsfjärdenillä kuhanpoikasten kasvu voi olla nopeampaa kuin Haminan edustalla. Ensimmäisen kasvukauden kuhien keskipituus saattaa syyskuun alussa olla siten jo suurempi kuin Haminassa havaittu 11 cm.

Koeverkkokalastuksen saalista voidaan verrata myös muualla Suomenlahdella toteutettujen koeverkkokalastusten saaliisiin, jotka ovat saatavissa Luonnonvarakeskuksen ylläpitämästä koekalastusrekisteristä. Kattavin aikasarja (2005 – 2019) koeverkkokalastuksesta on Helsingin edustan merialueelta, jossa Seurasaarenselkä (Helsinki läntinen) vastaa ominaisuuksiltaan melko hyvin Hästholmsfjärdenin sisäselkäaluetta. Myös Porvoon edustan Orrenkylänselällä on tehty koeverkkokalastuksia vuosina 2015 ja 2019. Helsingin Seurasaarensellä koeverkkokalastuksen kuhan yksikkösaalis vaihteli välillä 39 g….719 g ja ahvenella 555 g….1867 g (Taulukko 5). Kuhan osalta Hästholmsfjärden on samalla tasolla Seurasaarenselän ja Orrenkylänselän kanssa, muiden tutkimusalueiden ollessa matalammalla tasolla. Ahvenen osalta tämän tutkimuksen havaintoalueiden yksikkösaaliit ovat korkeammalla tasolla. Sama havainto koskee myös särkeä, jonka ottoalueen ja vertailualueen yksikkösaalis on Helsingin ja Porvoon alueita korkeammalla tasolla. Pasurin kohdalla eroa muiden alueiden yksikkösaaliisiin nähden ei yhtä selvästi ole havaittavissa. Tässä vertailussa on huomioitava Loviisan tutkimuksen kertaluonteisuus, jolloin vuosien välisellä vaihtelulla on suuri vaikutus tulokseen. Helsingin ja Porvoon edustoilta ei ole käytettävissä vuoden 2020 tuloksia.

Taulukko 5. Kuhan, ahvenen, särjen ja pasurin yksikkösaaliit (ka=keskiarvo) Loviisan tutkimusalueilla sekä Helsingin Seurasaarenselällä (vuosina 2005 – 2019) ja Porvoon Orrenkylänsellä (vuodet 2015 ja 2019).

Havaintoalue	kuha		ahven		särki		pasuri	
	ka	hajonta	ka	hajonta	ka	hajonta	ka	hajonta
	g/verkko	g (min-max)	g/verkko	g (min-max)	g/verkko	g (min-max)	g/verkko	g (min-max)
Jäähdytysvesien purkualue 2020	514		2274		1106		757	
Jäähdytysvesien ottoalue 2020	192		2495		3406		443	
Vertailualue 2020	340		3121		4870		541	
Helsingin Seurasaarenselkä 2005 - 2019	344	39 - 719	1103	555 - 1867	1525	755 - 2402	462	0 - 1447
Porvoon Orrenkylänselkä 2015, 2019	577	184 - 1148	1639	1427 - 1886	1787	1219 - 2209	592	289 - 1122

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen perusteella Loviisan voimalaa ympäröivä merialue on monien kalalajien poikastuotantoaluetta. Varsinkin voimalan jäähdytysvesien purkualue Hästholmsfjärden ja Loviisanlahti ovat tärkeää lisääntymisaluetta ainakin silakalle ja tokoille. Loviisanlahti on myös ahvenelle tärkeää lisääntymisaluetta. Kuhan osalta merkittäviä lisääntymisalueita ovat Loviisanlahti ja todennäköisesti myös Hästholmsfjärden.

Koeverkkokalastuksen havaintojen perusteella tutkimusalueen kalaston rakenne ei poikkea merkittävästi muualla Suomenlahdella tehdyistä havainnoista. Ahven ja särki ovat yleisesti rannikkoalueen runsaimmat kalalajit, jotka yhdessä pasurin ja kiisken kanssa kattavat usein yli 80 % kokonaissaaliista. Muualla tehtyihin havaintoihin verrattuna ahvenen osuus nyt tutkituilla alueilla oli kuitenkin huomattavan suuri, mikä varsinkin Keijvsalö östra fjärdenin (vertailualue) osalta selittyy pienten yksilöiden suurella määrällä. Hästholmsfjärden poikkesi muista tämän selvityksen alueista suuren kuhasaaliinsa perusteella. Tämä voi selittyä ainakin osittain voimalan jäähdytysvesien meriveden lämpötilaa nostavalla vaikutuksella. Kuha suosii elinympäristössään lämmintä vettä.

Kuhan kasvunopeuden eroihin verrattuna muiden Suomenlahden rannikkoalueiden kuhakantoihin ei tällä tutkimuksella pystytä vastaamaan. Selvitys vaatisi kattavan ikämääritysaineiston vertailua ja näytekalojen kasvun määritystä takautuvan kasvunmäärityksen menetelmällä.

6. LÄHTEET

Balkuvienė, G. & Pernaravičiūtė, B. (1994) Growth Rates of Roach (Rutilus rutilus (L)) in a Cooling Water Reservoir under Different Thermal Conditions, Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Volyymi79, Numero 1, s. 139–142, 1994

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. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.

Fontell, E., Lehtonen, H. & Lappalainen, J. 2004. Influence of temperature and depth on spawning site selection of pikeperch (Sander lucioperca (L.)) in the Helsinki sea area. Percis III. The third International Percid Fish Symposium. July 20-24, 2003. Madison, Wisconsin USA. S. 103–104.

Hakala, T., Viitasalo, M., Rita, H., Aro, E., Flinkman, J. & Vuorinen, I. (2003) Temporal and spatial variation in the growth rates of Baltic herring (Clupea harengus membras L.) larvae during summer. Marine Biology 142: 25–33.

Keskinen, T., Pulkkanen, M., Huttula, T. & Karjalainen, J. (2011) Vulnerability assessment of ecosystem services for climate change impacts and adaptation (VACCIA). Action 10: Assessment of impacts and adaptation of fisheries production and wash off effects in Lake Päijänne.

Lappalainen, J., Malinen, T., Rahikainen, M., Vinni, M., Nyberg, K., Ruuhijärvi, J., & Salminen, M. (2005). Temperature dependent growth and yield of pikeperch, Sander lucioperca, in Finnish lakes. Fisheries Management and Ecology, 12, 27–35.

Marttila, V., Granholm, H., Laanikari, J., Yrjölä, T., Aalto, A., Heikinheimo, P., Honkatuki, J., Järvinen, H., Liski, J., Merivirta, R. ja Paunio, M. (2005) Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. Maa- ja metsätalousministeriö. MMM:n julkaisuja 1/2005.

Olin, M., Lappalainen, A., Sutela, T., Vehanen, T., Ruuhijärvi, J., Saura, A. ja Sairanen, S. 2014. Ohjeet standardinmukaisiin koekalastuksiin. RKTL:n työraportteja 21/2014. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.

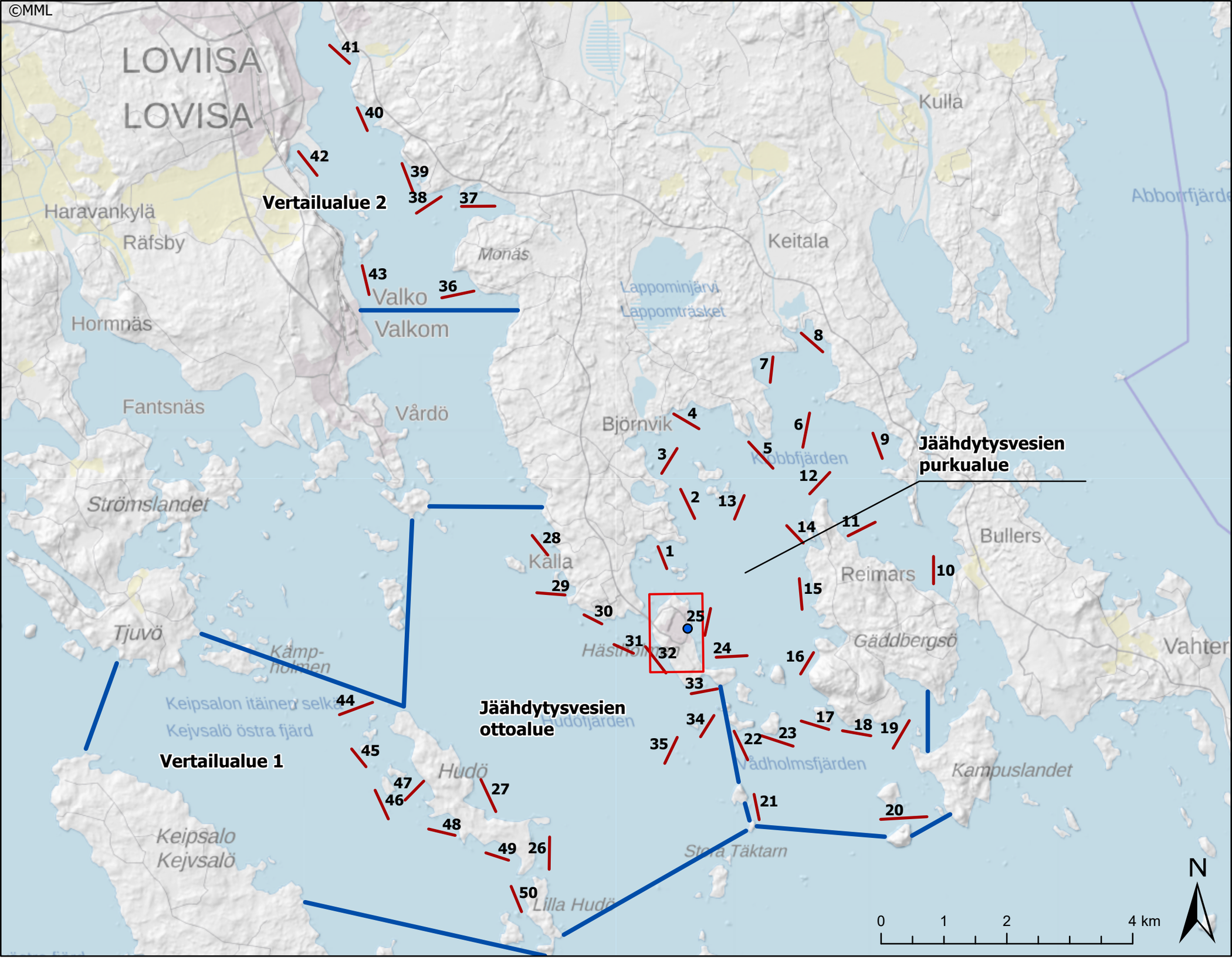
Pekcan-Hekim, Z., Lauri, U., Auvinen, H., Heikinheimo, O., Lappalainen, J., Raitaniemi, J. & Söderkultalahti, P. 2011. Climate Warming and Pikeperch Year-Class Catches in the Baltic Sea. A Journal of the Human Environment 40(5):447-456.

Roikonen, T. ja Lintinen, O. 2018. Siian kutualuetutkimus Loviisan merialueella. MH-Kivi Oy. Ramboll Finland Oy, 9.1.2018.

Vanninen V. 2006. Itäisen Suomenlahden kuha – tutkimustuloksia vuosilta 1999–2005. Kaakkois–Suomen ympäristökeskuksen raportteja 2|2006. Kouvola.

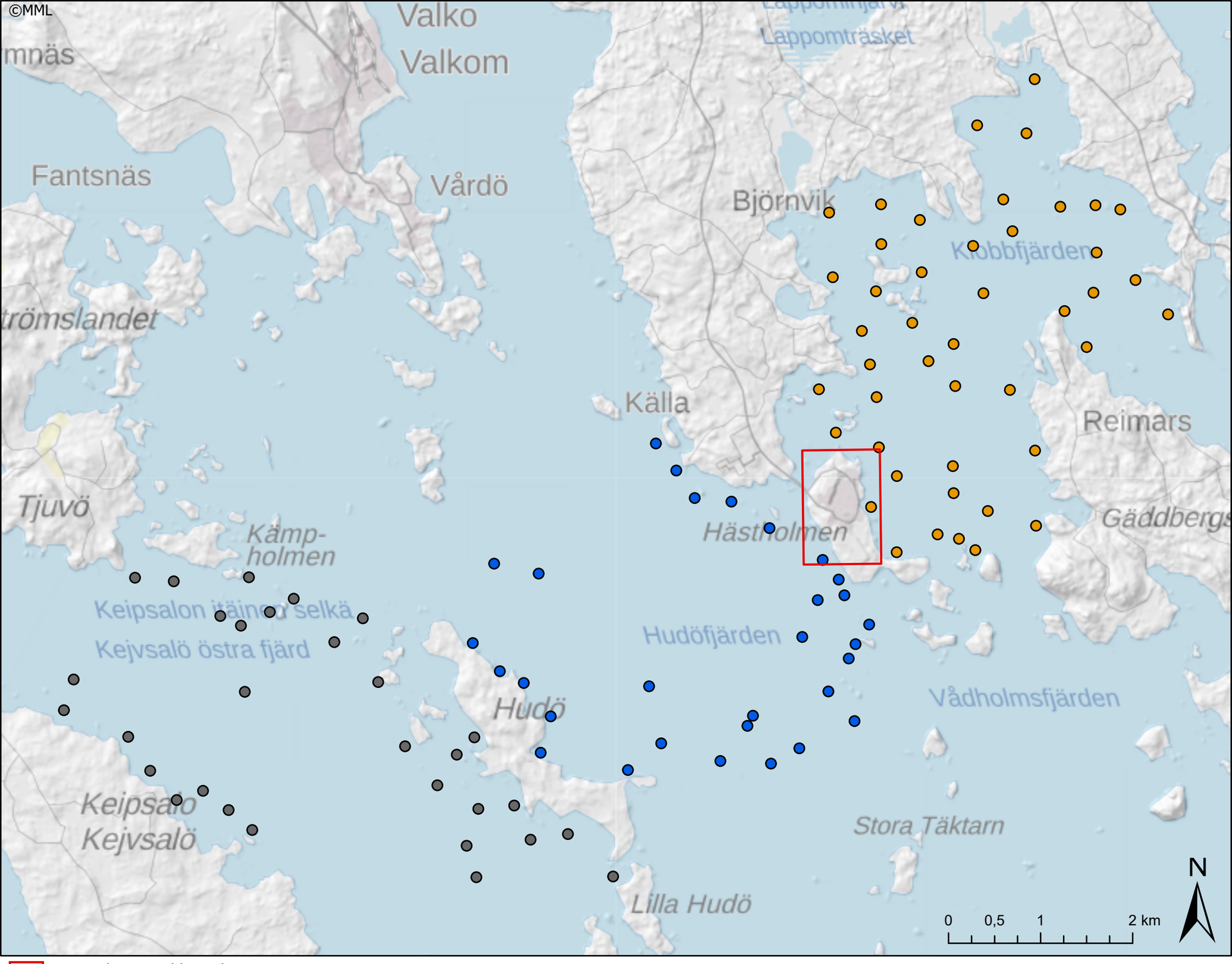
Virkkala, N. ja Lintinen, O. 2019. Silakan kutualuetutkimus Loviisan merialueella. MH-Kivi Oy. Ramboll Finland Oy, kesäkuu 2019.

LIITE 1
POIKASPYYNNIN VETOLINJOJEN SIJAINNIT KARTALLA JA KOORDINAATTEINA


©MML
LOVIISA
LOVISA
Kulla
Haravankylä
Räfsby
Monäs
Keitala
Abborrfjärden
Lappominjärvi
Lappomträsket
Hormnäs
Valko
Valkom
Fantsnäs
Vårdö
Björnvik
Kobbfjärden
Strömslandet
Källa
Bullers
Reimars
Tjuvö
Kämp-
holmen
Gäddbergsö
Vahter
Keipsalon itäinen selkä
Kejvsalö östra fjärd
Hudöfjärden
Hudö
Vädholmsfjärden
Kampuslandet
Keipsalo
Kejvsalö
Stora Täktarn
Lilla Hudö
Vertailualue 2
Vertailualue 1
Jäähdytysvesien ottoalue
Jäähdytysvesien purkualue
41
40
42
39
38
37
43
36
8
7
4
6
5
9
3
12
2
13
14
11
28
1
10
29
15
30
25
31
32
24
16
33
44
34
17
18
19
22
23
35
45
47
46
27
21
20
48
49
26
50
0
1
2
4 km
N
Laitosalue
Pyyntialueen raja
Pyyntilinja
Jäähdytysvesien purkupiste

Pyyntilinja	Tutkimusalue	ETRS-TM35FIN_X	ETRS-TM35FIN_Y
1	Jäähdytysvesien purkualue	463638	6694144
2	Jäähdytysvesien purkualue	463997	6695054
3	Jäähdytysvesien purkualue	463940	6695705
4	Jäähdytysvesien purkualue	463887	6696253
5	Jäähdytysvesien purkualue	465078	6695808
6	Jäähdytysvesien purkualue	466046	6696267
7	Jäähdytysvesien purkualue	465466	6697160
8	Jäähdytysvesien purkualue	465914	6697537
9	Jäähdytysvesien purkualue	467053	6695947
10	Jäähdytysvesien purkualue	468017	6693987
11	Jäähdytysvesien purkualue	466658	6694314
12	Jäähdytysvesien purkualue	466370	6695325
13	Jäähdytysvesien purkualue	465007	6694958
14	Jäähdytysvesien purkualue	465683	6694478
15	Jäähdytysvesien purkualue	465882	6693635
16	Jäähdytysvesien purkualue	466110	6692461
17	Jäähdytysvesien purkualue	465914	6691373
18	Jäähdytysvesien purkualue	466570	6691218
19	Jäähdytysvesien purkualue	467631	6691379
20	Jäähdytysvesien purkualue	467177	6689811
21	Jäähdytysvesien purkualue	465163	6690206
22	Jäähdytysvesien purkualue	464847	6691212
23	Jäähdytysvesien purkualue	465280	6691140
24	Jäähdytysvesien purkualue	464562	6692386
25	Jäähdytysvesien purkualue	464474	6693162
26	Jäähdytysvesien ottoalue	461905	6689017
27	Jäähdytysvesien ottoalue	460820	6690444
28	Jäähdytysvesien ottoalue	461635	6694321
29	Jäähdytysvesien ottoalue	461709	6693411
30	Jäähdytysvesien ottoalue	462460	6693062
31	Jäähdytysvesien ottoalue	462937	6692589
32	Jäähdytysvesien ottoalue	463762	6692137
33	Jäähdytysvesien ottoalue	464580	6691885
34	Jäähdytysvesien ottoalue	464313	6691123
35	Jäähdytysvesien ottoalue	463943	6691113
36	Vertailualue 2	460200	6698099
37	Vertailualue 2	460511	6699550
38	Vertailualue 2	459794	6699444
39	Vertailualue 2	459744	6699772
40	Vertailualue 2	459016	6700756
41	Vertailualue 2	458732	6701823
42	Vertailualue 2	457921	6700423
43	Vertailualue 2	458933	6698610
44	Vertailualue 1	459099	6691668
45	Vertailualue 1	458766	6690929
46	Vertailualue 1	459138	6690273
47	Vertailualue 1	459911	6690417
48	Vertailualue 1	459989	6689656
49	Vertailualue 1	460900	6689278
50	Vertailualue 1	461300	6688744

LIITE 2
KOEVERKKOPAIKKOJEN SIJAINNIT KARTALLA JA KOORDINAATTEINA

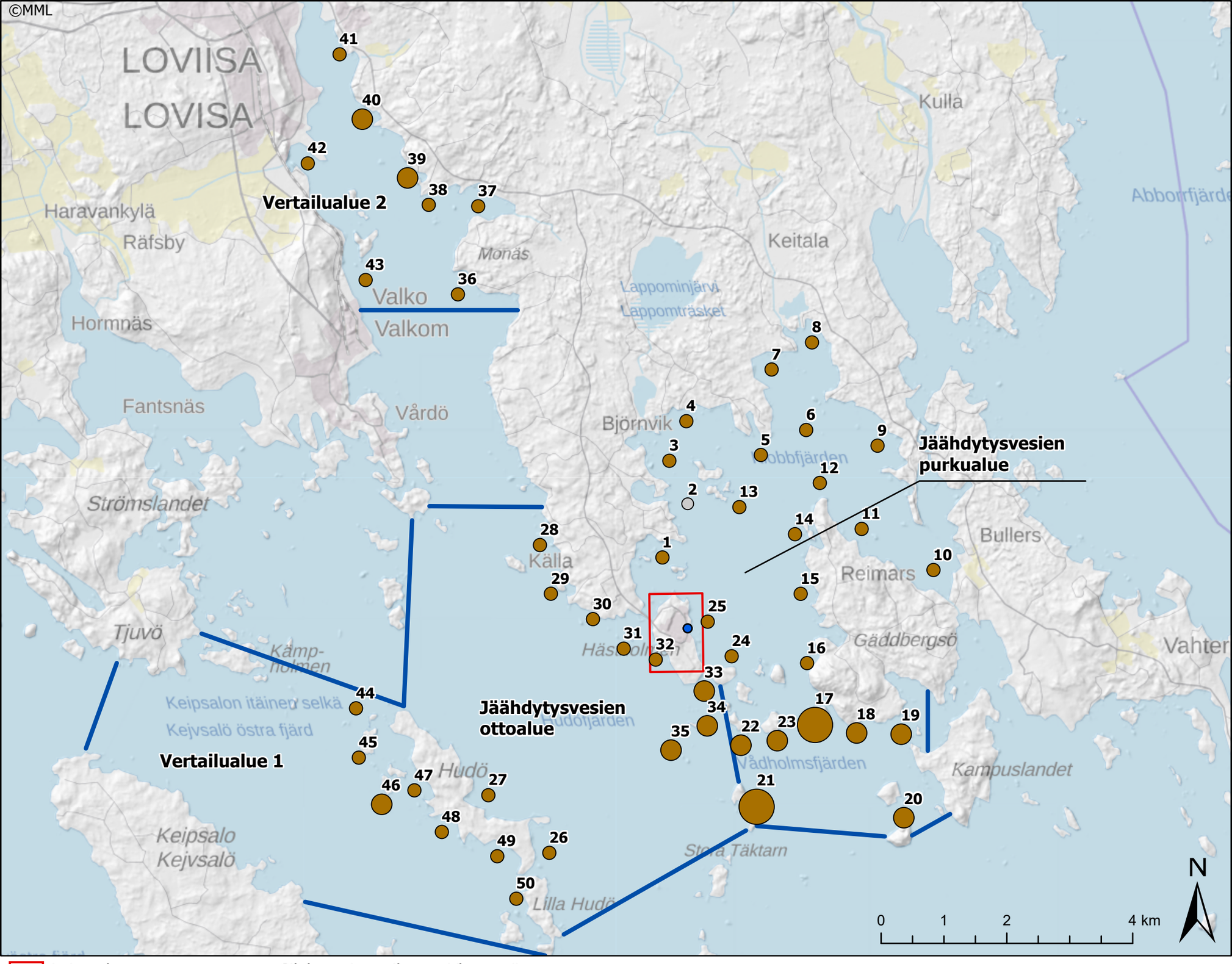

©MML
Valko
Valkom
Lappomträsket
Fantsnäs
Vårdö
Björnvik
Klobbfjärden
Källa
Reimars
Tjuvö
Kämp-
holmen
Hästholmen
Gäddbergs
Keipsalon itäinen selkä
Kejvsalö östra fjärd
Hudöfjärden
Hudö
Vådholmsfjärden
Keipsalo
Kejvsalö
Stora Täktarn
Lilla Hudö
N
0
0,5
1
2 km
Laitosalue
Verkkopaikat
Jäähdytysvesien ottoalue
Jäähdytysvesien purkualue
Vertailualue

Verkkopaikka	Tutkimusalue	ETRS-TM35FIN_X	ETRS-TM35FIN_Y
O01	Jäähdytysvesien ottoalue	463721	6692198
O02	Jäähdytysvesien ottoalue	463895	6691985
O03	Jäähdytysvesien ottoalue	463957	6691814
O04	Jäähdytysvesien ottoalue	463667	6691762
O05	Jäähdytysvesien ottoalue	462331	6692871
O06	Jäähdytysvesien ottoalue	462729	6692832
O07	Jäähdytysvesien ottoalue	463143	6692544
O08	Jäähdytysvesien ottoalue	462963	6690506
O09	Jäähdytysvesien ottoalue	462903	6690396
O10	Jäähdytysvesien ottoalue	462609	6690014
O11	Jäähdytysvesien ottoalue	463159	6689986
O12	Jäähdytysvesien ottoalue	463467	6690152
O13	Jäähdytysvesien ottoalue	464067	6690448
O14	Jäähdytysvesien ottoalue	463783	6690770
O15	Jäähdytysvesien ottoalue	464004	6691128
O16	Jäähdytysvesien ottoalue	464078	6691284
O17	Jäähdytysvesien ottoalue	464226	6691497
O18	Jäähdytysvesien ottoalue	463499	6691362
O19	Jäähdytysvesien ottoalue	462131	6693170
O20	Jäähdytysvesien ottoalue	461909	6693464
O21	Jäähdytysvesien ottoalue	460151	6692158
O22	Jäähdytysvesien ottoalue	460635	6692050
O23	Jäähdytysvesien ottoalue	459920	6691296
O24	Jäähdytysvesien ottoalue	460213	6690990
O25	Jäähdytysvesien ottoalue	460473	6690862
O26	Jäähdytysvesien ottoalue	460766	6690499
O27	Jäähdytysvesien ottoalue	460657	6690104
O28	Jäähdytysvesien ottoalue	461605	6689916
O29	Jäähdytysvesien ottoalue	461967	6690206
O30	Jäähdytysvesien ottoalue	461835	6690826
P01	Jäähdytysvesien purkualue	463864	6693582
P02	Jäähdytysvesien purkualue	464332	6693422
P03	Jäähdytysvesien purkualue	464527	6693110
P04	Jäähdytysvesien purkualue	464247	6692774
P05	Jäähdytysvesien purkualue	464525	6692282
P06	Jäähdytysvesien purkualue	463680	6694053
P07	Jäähdytysvesien purkualue	465135	6693218
P08	Jäähdytysvesien purkualue	465143	6692924
P09	Jäähdytysvesien purkualue	464969	6692476
P10	Jäähdytysvesien purkualue	465201	6692428
P11	Jäähdytysvesien purkualue	465379	6692305
P12	Jäähdytysvesien purkualue	464307	6693968
P13	Jäähdytysvesien purkualue	464235	6694322
P14	Jäähdytysvesien purkualue	464147	6694686
P15	Jäähdytysvesien purkualue	464695	6694774
P16	Jäähdytysvesien purkualue	465143	6694544
P17	Jäähdytysvesien purkualue	464871	6694358
P18	Jäähdytysvesien purkualue	465515	6692730
P19	Jäähdytysvesien purkualue	466039	6692570
P20	Jäähdytysvesien purkualue	466028	6693387
P21	Jäähdytysvesien purkualue	465755	6694046
P22	Jäähdytysvesien purkualue	465467	6695096
P23	Jäähdytysvesien purkualue	465161	6694088
P24	Jäähdytysvesien purkualue	466349	6694902
P25	Jäähdytysvesien purkualue	466589	6694511
P26	Jäähdytysvesien purkualue	466663	6695102
P27	Jäähdytysvesien purkualue	467473	6694866
P28	Jäähdytysvesien purkualue	467120	6695239
P29	Jäähdytysvesien purkualue	464300	6695117
P30	Jäähdytysvesien purkualue	463831	6695270
P31	Jäähdytysvesien purkualue	463791	6695972
P32	Jäähdytysvesien purkualue	464355	6696062
P33	Jäähdytysvesien purkualue	464777	6695892
P34	Jäähdytysvesien purkualue	464358	6695630
P35	Jäähdytysvesien purkualue	464797	6695324
P36	Jäähdytysvesien purkualue	465355	6695610
P37	Jäähdytysvesien purkualue	465683	6696115
P38	Jäähdytysvesien purkualue	466024	6697421
P39	Jäähdytysvesien purkualue	465935	6696833
P40	Jäähdytysvesien purkualue	465399	6696920
P41	Jäähdytysvesien purkualue	465783	6695770
P42	Jäähdytysvesien purkualue	466303	6696036
P43	Jäähdytysvesien purkualue	466685	6696052
P44	Jäähdytysvesien purkualue	466955	6696006
P45	Jäähdytysvesien purkualue	466697	6695538
V01	Vertailualue	455477	6690566
V02	Vertailualue	455583	6690900
V03	Vertailualue	456176	6690277
V04	Vertailualue	456415	6689908
V05	Vertailualue	456703	6689590
V06	Vertailualue	461444	6688760
V07	Vertailualue	460953	6689220
V08	Vertailualue	460547	6689160
V09	Vertailualue	459959	6688752
V10	Vertailualue	459853	6689094
V11	Vertailualue	460369	6689530
V12	Vertailualue	459979	6689494
V13	Vertailualue	456989	6689690
V14	Vertailualue	457267	6689481
V15	Vertailualue	457523	6689264
V16	Vertailualue	459937	6690271
V17	Vertailualue	459746	6690083
V18	Vertailualue	459535	6689750
V19	Vertailualue	457443	6690766
V20	Vertailualue	457401	6691485
V21	Vertailualue	457177	6691590
V22	Vertailualue	456671	6691966
V23	Vertailualue	456250	6692005
V24	Vertailualue	458415	6691306
V25	Vertailualue	457487	6692010
V26	Vertailualue	457714	6691633
V27	Vertailualue	457974	6691777
V28	Vertailualue	458725	6691565
V29	Vertailualue	458892	6690872
V30	Vertailualue	459184	6690174

LIITE 3
GULF OLYMPIA POIKASPYYNNIN LINJA-, LAJI- JA PITUUSLUOKKAKOHTAISET SAALIIT PYYNTIKERROITTAIN TAULUKKOMUODOSSA

		Pyyntikerta 1				Pyyntikerta 2				Pyyntikerta 3							Pyyntikerta 4									Pyyntikerta 5											
		Silakka	Silakka	Silakka	Tokko	Silakka	Silakka	Silakka	Tokko	Silakka	Silakka	Silakka	Silakka	Ahven	Tokko	Tokko	Silakka	Silakka	Silakka	Silakka	Ahven	Kiiski	Tokko	Tokko	Tokko	Silakka	Silakka	Silakka	Ahven	Tokko	Tokko	Tokko	Kolmipiikki	Kiiski	Kiiski	Kuha	Kuore	Särki/lahna	Simppu	
Pituusluokka (mm)		4-9	10-15	22-37	<5	4-9	10-15	16-21	<5	4-9	10-15	16-21	22-37	5-9	<5	5-9	4-9	10-15	16-21	22-37	5-9	5-9	<5	5-9	10-14	4-9	10-15	16-21	5-9	<5	5-9	10-14	<5	<5	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	Yhteensä
	Pyyntilinja																																						
Jäähdytysvesien purkualue	1	2				1				1					6	1	1						7	2						33	10									64
Jäähdytysvesien purkualue	2				1							1											10	1						36	27									76
Jäähdytysvesien purkualue	3	1															1		1				8	3					1	78	113	1								207
Jäähdytysvesien purkualue	4	2				6	1				7	1	1		3			3					22	6						>1000	>1000									>2000
Jäähdytysvesien purkualue	5	1				6	4				1			1	3	2	1			1			7		1					197	186	2								413
Jäähdytysvesien purkualue	6	1	1													2		3	2			1	3	1					1	191	71									277
Jäähdytysvesien purkualue	7	5				5	2	2		5	1	1				1	2	3	2	3			30	10	1					175	93	1								342
Jäähdytysvesien purkualue	8					6	10	1		6	7	5					6	10	7	2			16	5		1			3	266	37									388
Jäähdytysvesien purkualue	9	1				3	2			5	3	1						1			1		3	5						20	89									134
Jäähdytysvesien purkualue	10									5					2									1					4		1								13
Jäähdytysvesien purkualue	11	1								1								2			1			2					1	15	8									31
Jäähdytysvesien purkualue	12	1				3				5				1			1						3	1						43	5									63
Jäähdytysvesien purkualue	13	5	1			1				1					5		5	1					4	2					1	63	50									138
Jäähdytysvesien purkualue	14	2				3			1	1	1				22	2	3						2	1						30	8									76
Jäähdytysvesien purkualue	15	10															2						13							4									29
Jäähdytysvesien purkualue	16														3		15	2					1	2						16	3									42
Jäähdytysvesien purkualue	17	4			1	8											116						2			1	3		4	9	5								153
Jäähdytysvesien purkualue	18	1								1						1	22									1	2	1		7	1									37
Jäähdytysvesien purkualue	19	1			1	2			1								30	1					3			2	2			8	3	1								55
Jäähdytysvesien purkualue	20									4							35									3	6	1		12	1									62
Jäähdytysvesien purkualue	21					1				92							41						3			22	2			7	1									169
Jäähdytysvesien purkualue	22									11	1						10												1	6										29
Jäähdytysvesien purkualue	23																8						1			35	4			8	3									59
Jäähdytysvesien purkualue	24																6						2	1																9
Jäähdytysvesien purkualue	25									1																				10								1		12
Jäähdytysvesien ottoalue	26									2							6						7	1						2	8						6			32
Jäähdytysvesien ottoalue	27	2								2							1													6	2									13
Jäähdytysvesien ottoalue	28					3			1	2							8	1					12				8		1	1	1		1							39
Jäähdytysvesien ottoalue	29					2										2	4						9	1			2			2	3									25
Jäähdytysvesien ottoalue	30					6																	12				1	1			3									23
Jäähdytysvesien ottoalue	31					8											2						3			7	2			8	1					1				32
Jäähdytysvesien ottoalue	32					6																				3	7	1	1	4										22
Jäähdytysvesien ottoalue	33	1			1	7				2							6						9			33	15			12	2									88
Jäähdytysvesien ottoalue	34					7											5						1			24	19	1	1	2										60
Jäähdytysvesien ottoalue	35	1															15	1					2			10	6			5										40
Vertailualue 2, Loviisanlahti	36	1								1							6	1					2			10	9			3	1									34
Vertailualue 2, Loviisanlahti	37	1																1									1			2										5
Vertailualue 2, Loviisanlahti	38	1		1		1				2								1	1		1		5			2	2		7	25	2				1				52
Vertailualue 2, Loviisanlahti	39									3							4		1							50	10		4	84	45									201
Vertailualue 2, Loviisanlahti	40	1								3							8	6	2							32	36	9	38	47	12									194
Vertailualue 2, Loviisanlahti	41			1						2			1		2		7	3					6	1					10	2	3			1						39
Vertailualue 2, Loviisanlahti	42					1				4							6	2					1	1		4	5	7	35	2	8	5	3	2	4		2		1	93
Vertailualue 2, Loviisanlahti	43					1				2							3	2					40	1		1				3	9			1						63
Vertailualue 1, Hudön länsipuoli	44									3					1								2			6	4	2	1	14	8						1			42
Vertailualue 1, Hudön länsipuoli	45									2							9	2					2				3	2			3		1							24
Vertailualue 1, Hudön länsipuoli	46									13							17						4			3	4			4	5									50
Vertailualue 1, Hudön länsipuoli	47	2								5							2	1					1							9	1									21
Vertailualue 1, Hudön länsipuoli	48									6					1		5	1					7			8					1						1			30
Vertailualue 1, Hudön länsipuoli	49									1							13						9			1				1	3									28
Vertailualue 1, Hudön länsipuoli	50									6					1		2													6	3									18
	Yhteensä	48	2	2	4	86	19	3	3	200	21	9	2	2	49	11	434	48	16	6	3	1	274	48	2	259	153	25	114	1478	838	11	5	3	5	1	11	1	1	

LIITE 4
LINJAKOHTAISET SILAKAN PIENPOIKASTEN (<10 MM) KOKONAISSAALIIT KARTTATARKASTELUNA



Laitosalue

Jäähdytysvesien purkupiste

Pyyntialueen raja

Silakan pienpoikaset, Yhteensä

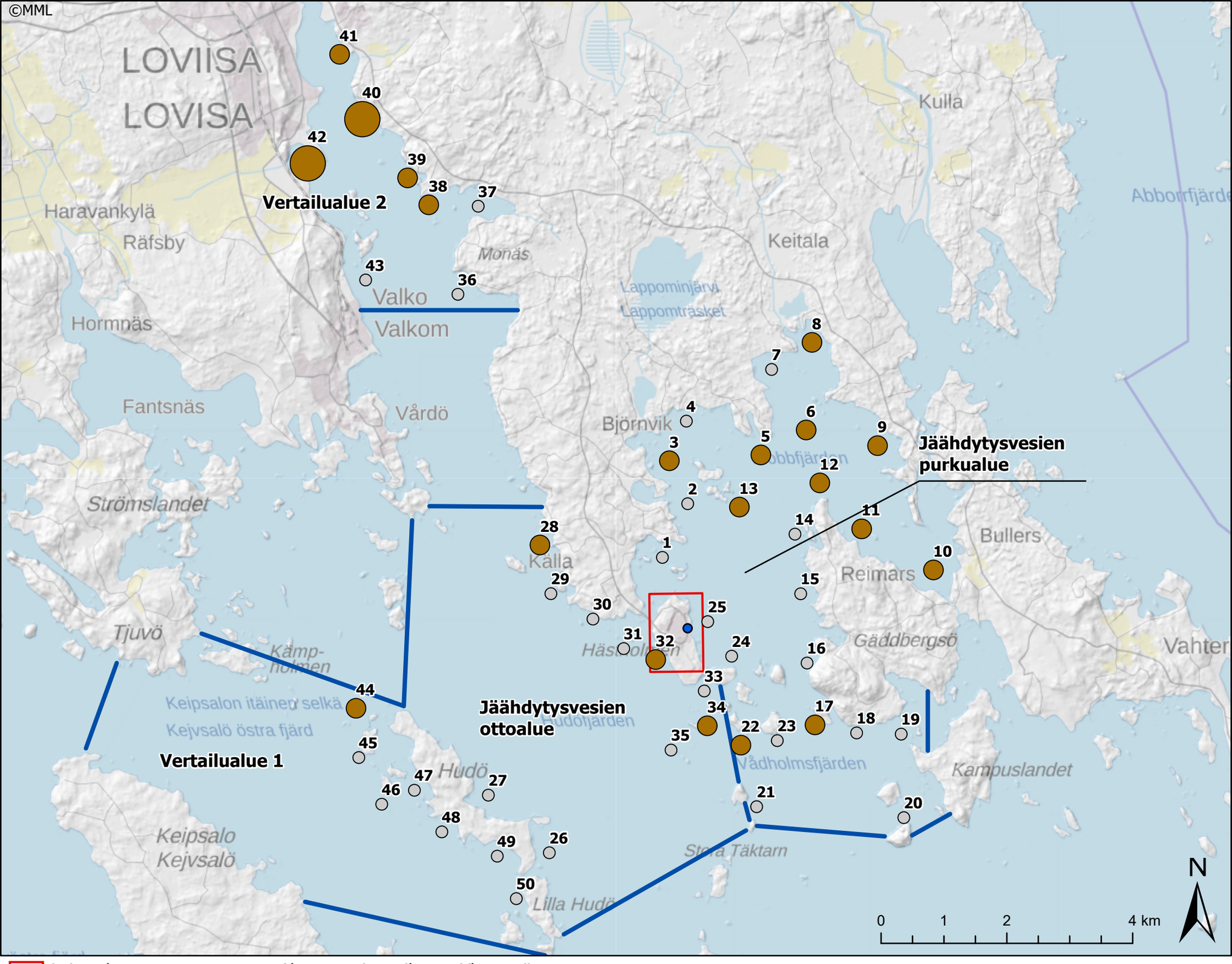
0

1-19

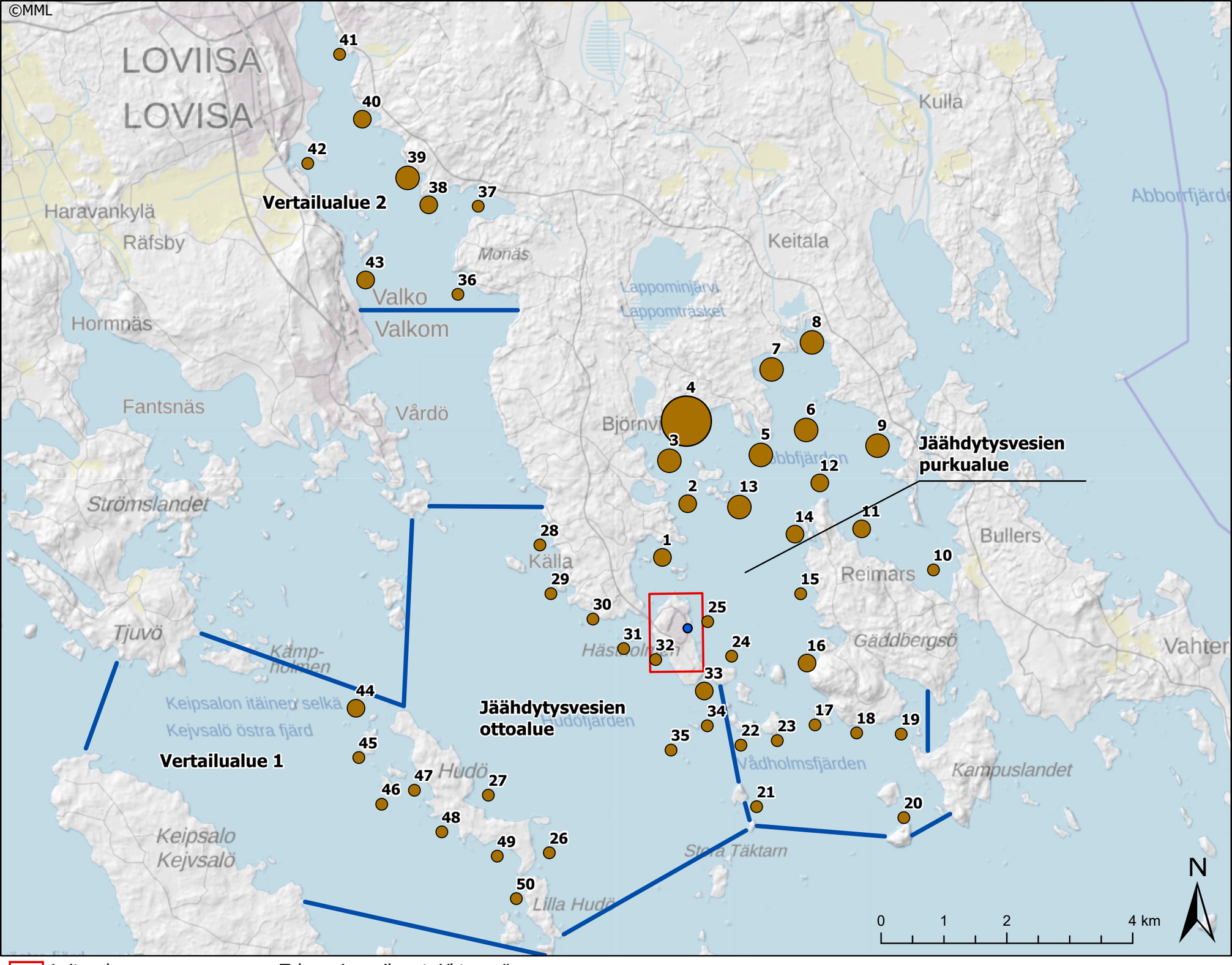
21-57

129-156

LIITE 5
LINJAKOHTAISET AHVENEN PIENPOIKASTEN (<10 MM) KOKONAISSAALIIT KARTTATARKASTELUNA

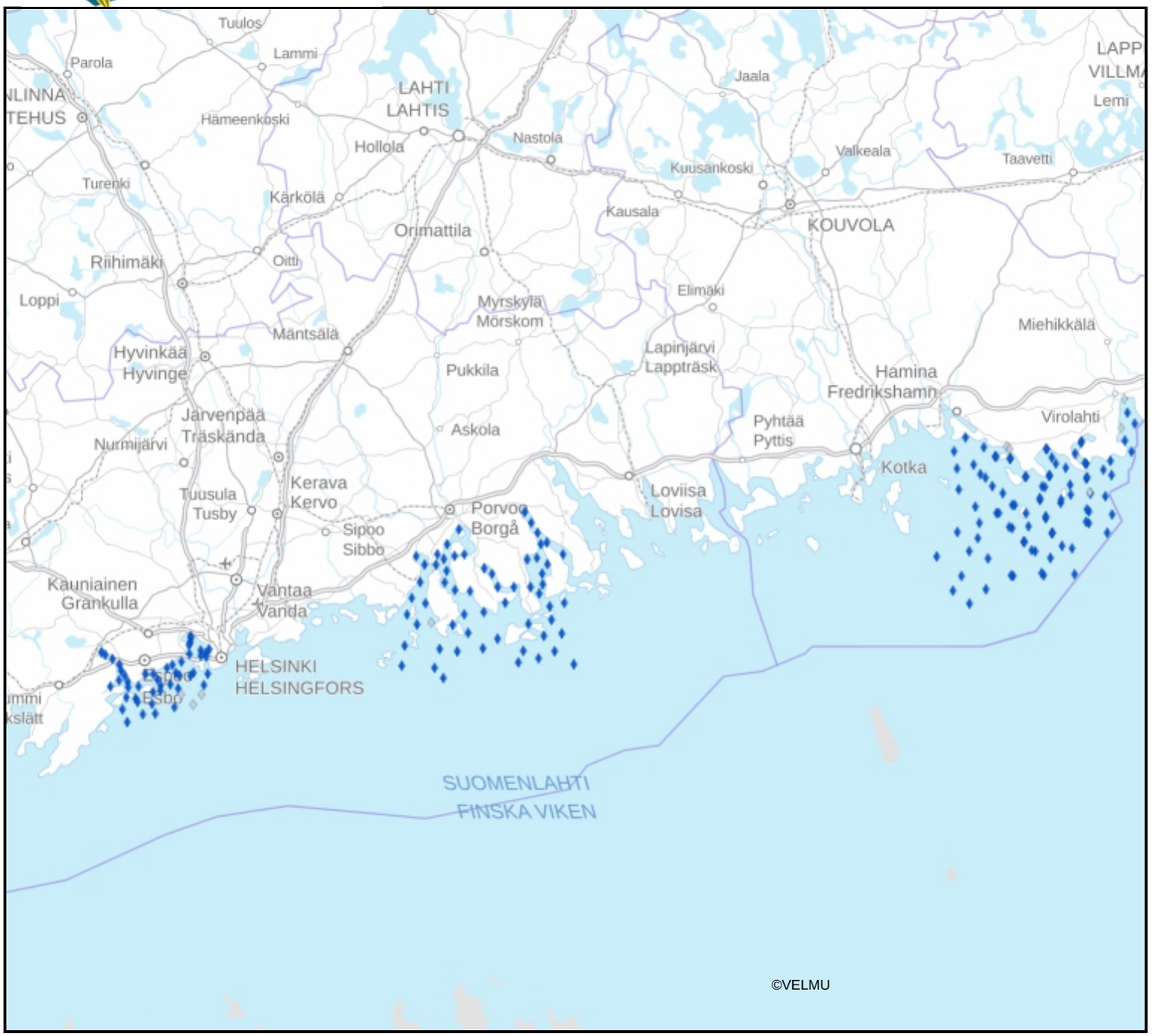

©MML
LOVIISA
LOVISA
Kulla
Haravankylä
Räfsby
Monäs
Keitala
Lappominjärvi
Lappomträsket
Hormnäs
Valko
Valkom
Fantsnäs
Vårdö
Björnvik
Strömslandet
Källa
Bullers
Reimars
Tjuvö
Kämp-
holmen
Keipsalon itäinen selkä
Kejvsalö östra fjärd
Gäddbergsö
Vahter
Hudö
Kampuslandet
Keipsalo
Kejvsalö
Stora Täktarn
Lilla Hudö
Vertailualue 2
Vertailualue 1
Jäähdytysvesien purkualue
Jäähdytysvesien ottoalue
41
40
42
39
38
37
43
36
8
7
4
6
9
3
5
12
2
13
14
11
28
1
10
29
15
30
25
31
32
24
16
33
34
17
44
22
23
18
19
35
45
47
46
27
21
20
48
49
26
50
0
1
2
4 km
N
Laitosalue
Jäähdytysvesien purkupiste
Pyyntialueen raja
Ahvenen pienpoikaset, Yhteensä
0
1-10
35-38

LIITE 6
LINJAKOHTAISET TOKKOJEN PIENPOIKASTEN (<10 MM) KOKONAIS-SAALIIT KARTTATARKASTELUNA


©MML
LOVIISA
LOVISA
Kulla
Haravankylä
Räfsby
Monäs
Keitala
Lappominjärvi
Lappomträsket
Hormnäs
Valko
Valkom
Vårdö
Fantsnäs
Björnvik
Strömslandet
Källa
Bullers
Reimars
Tjuvö
Kämp-
holmen
Keipsalon itäinen selkä
Kejvsalö östra fjärd
Häsholmen
Gäddbergsö
Vahter
Hudö
Vådholmsfjärden
Kampuslandet
Keipsalo
Kejvsalö
Stora Täktarn
Lilla Hudö
Vertailualue 2
Vertailualue 1
Jäähdytysvesien ottoalue
Jäähdytysvesien purkualue
41
40
42
39
38
37
43
36
8
7
4
6
9
3
5
12
2
13
14
11
28
1
10
29
15
30
25
31
32
24
16
33
44
34
17
18
19
45
35
22
23
47
27
46
21
20
48
49
26
50
0
1
2
4 km
N
Laitosalue
Jäähdytysvesien purkupiste
Pyyntialueen raja
Tokon pienpoikaset, Yhteensä
2-18
24-75
117-395
>2000

LIITE 7
KARTTAKUVIA VELMU-OHJELMAN POIKASPYYNTIEN TULOKSISTA (LÄHDE: VELMU-KARTTAPALVELU, 4.12.2020)

VELMU_karttapalvelu



1: 967 557

48,4 0 24,19 48,4 km

ETRS-TM35FIN

Selitteet:

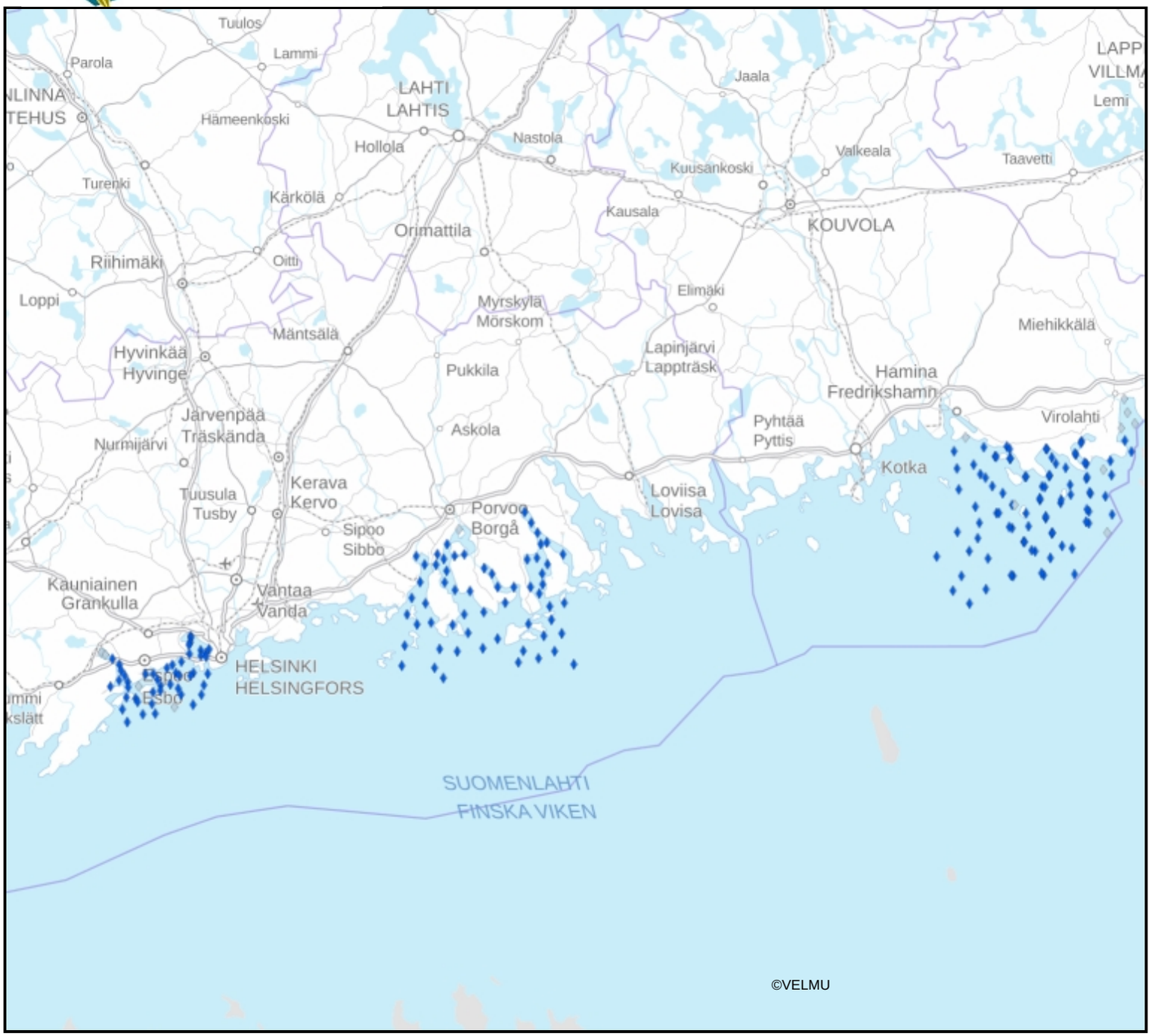
Silakanpoikaset

- Ei havaittu
- Havaittu



4-joulu-2020

VELMU_karttapalvelu



1: 967 557

48,4 0 24,19 48,4 km

ETRS-TM35FIN

Selitteet:

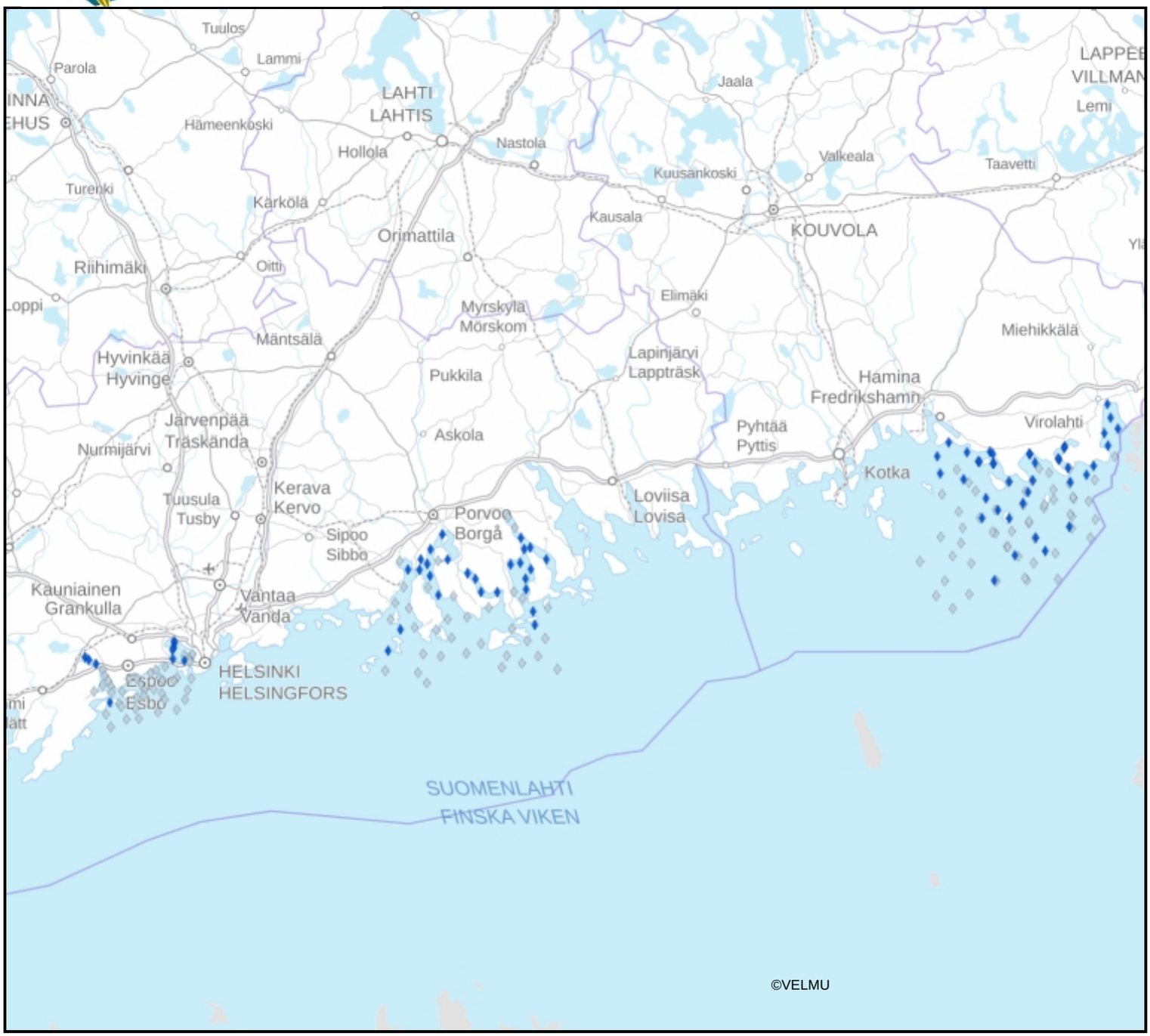
Tokkojenpoikaset

- Ei havaittu
- Havaittu



4-joulu-2020

VELMU_karttapalvelu



1: 967 557

48,4 0 24,19 48,4 km

ETRS-TM35FIN

Selitteet:

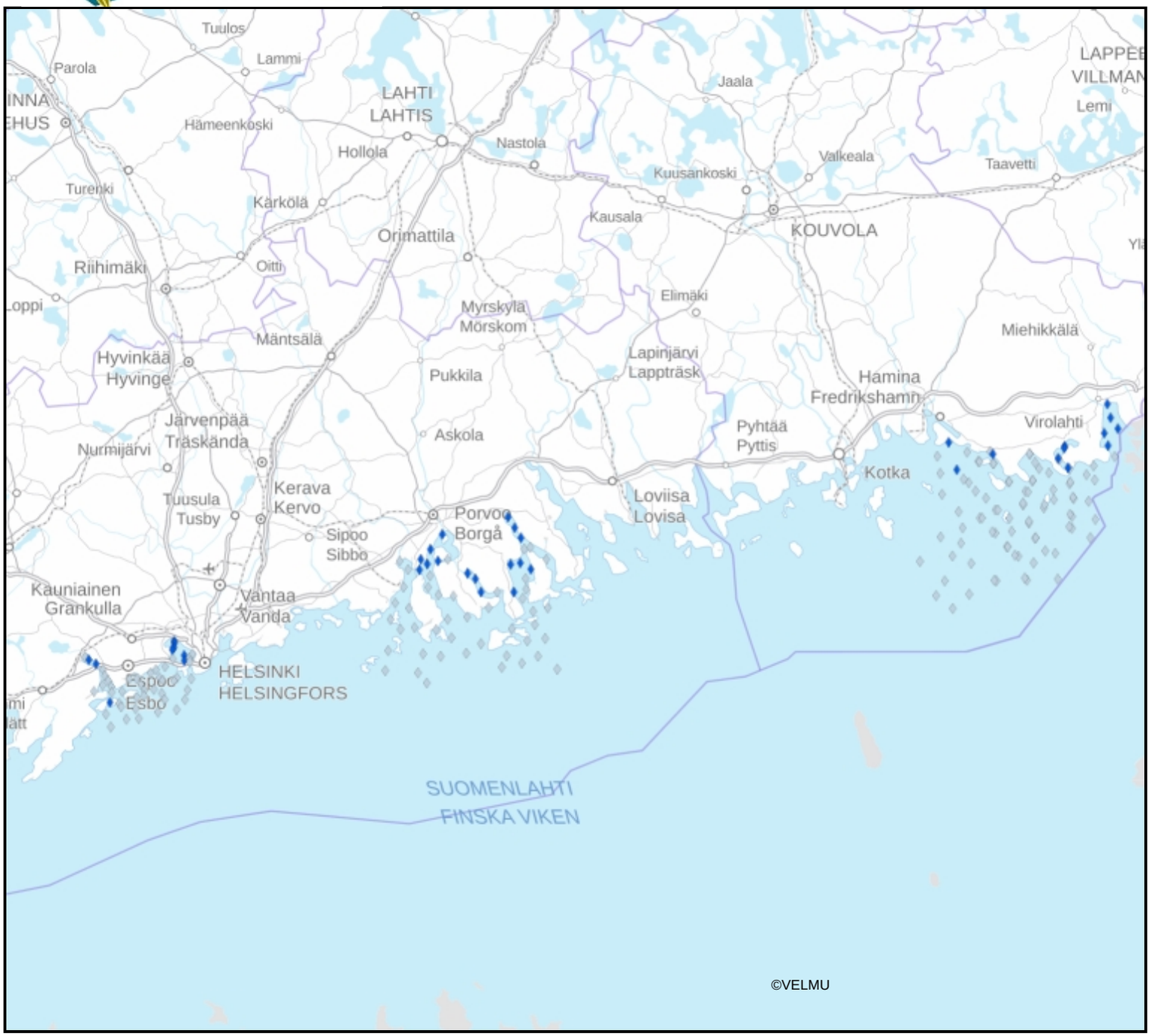
Ahvenenpoikaset

- Ei havaittu
- Havaittu



4-joulu-2020

VELMU_karttapalvelu



1: 967 557

48,4 0 24,19 48,4 km

ETRS-TM35FIN

Selitteet:

Kuhanpoikaset

- Ei havaittu
- Havaittu



4-joulu-2020