



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 73/2021

Kalankasvatuksen kehittäminen Uudenkaupungin merialueella

Markus Kankainen, Lauri Niskanen, Matti Salo, Pekka Jounela,
Jari Niukko ja Janne Ropponen

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 73/2021

Kalankasvatuksen kehittäminen Uudenkaupungin merialueella

Markus Kankainen, Lauri Niskanen, Matti Salo, Pekka Jounela,
Jari Niukko ja Janne Ropponen

Luonnonvarakeskus, Helsinki 20XX



Viittausohje:

Kankainen, M., Niskanen, L., Salo, M., Jounela, P., Niukko, J. & Ropponen, J. 2021. Kalankasvatuksen kehittäminen Uudenkaupungin merialueella. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 73/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 68 s.



ISBN 978-952-380-293-3 (Painettu)

ISBN 978-952-380-294-0 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-294-0>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Markus Kankainen, Lauri Niskanen, Matti Salo Jari Niukko, Pekka Jounela ja Janne Ropponen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2021

Julkaisuvuosi: 2021

Kannen kuva: Markus Kankainen

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

Tiivistelmä

Markus Kankainen¹⁾, Lauri Niskanen²⁾, Matti Salo¹⁾, Pekka Jounela¹⁾, Jari Niukko¹⁾ ja ³⁾ Janne Ropponen

¹⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Itäinen Pitkäkatu 4 A, 20520 Turku

²⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

³⁾ Suomen ympäristökeskus (Syke), Survontie 9A, 40500 Jyväskylä

Uudenkaupungin hallitus käynnisti päätöksellään 4.6.2018 hankkeen, jossa selvitettiin kaupungin omistuksessa olevien vesialueiden soveltuvuutta kestäväan vesiviljelyyn, ja edistetään alueella toimivaa kalataloutta kokonaisvaltaisesti merialueen suunnittelun ja luvituksen avulla. Tässä raportissa esitetään, miten kaupungin omistamat ja Uudenkaupungin edustalla sijaitsevat merialueet kokonaisuutena soveltuvat kalankasvatukseen. Tuotantoalueiden soveltuvuutta arvioidaan raportissa monien merialuesuunnittelun kriteerien sekä ympäristö- ja olosuhdetekijöiden perusteella muun muassa kalankasvatuksen sijainninhajukseen kehitetyllä FINFA-menetelmällä. Lisäksi valituille kohdealueille ja tuotantoskenaarioille on tehty ympäristö- ja sosioekonomisia vaikutusarvioita päätöksenteon tueksi.

Uudenkaupungin omistamilta alueilta tunnistettiin raportissa esitettyjen kriteerien perusteella neljä kohdetta, joille kalankasvatusta voi edelleen suunnitella ja joille voi mahdollisesti hakea ympäristölupaa. Nämä alueet sijoittuvat verrattain lähelle rannikkoa, joten ne soveltuisivat erityisesti poikastuotantoon. Poikastuotanto edesauttaisi myös mahdollisten ulompana sijaitsevien suurempien laitosten toiminnallisuutta ja tuottaisi siten itseään suurempia välillisiä vaikutuksia.

Hankkeessa tunnistettiin Uudenkaupungin omistamien vesialueiden lisäksi 17 tarkastelukohdetta yksityisiltä ja Metsähallituksen hallinnoimilta merialueilta. Näistä 21 kohteesta 20 käytettiin lopulta laadittaessa erilaisia alueellisia tuotantoskenaarioita. Skenaarioiden muodostamisessa käytettiin sekä ympäristövaikutusarvioinnin menetelmiä että yleisökyselystä saatua palautetta.

Laajimmassa skenaariossa alueella tuotettaisiin tuotantomäärämallinnusten perusteella noin 8 miljoonaa kiloa kalaa vuodessa. Tässä skenaarioissa alueellinen ravinnekuormituksen lisäys verrattuna vuosien 2006–2012 laskennalliseen perustasoon olisi rannikkovesillä keskimäärin yli 5 %. Tuotannon arvo skenaariossa olisi yli 40 miljoonaa euroa, ja toimialatilastoihin perustuen työllistävä vaikutus alueella yli 300 henkilötyövuotta. Välilliset vaikutukset muiden toimialojen arvoon olisivat yli 130 miljoonaa euroa ja 1 300 henkilötyövuotta. Suppeimmassa skenaariossa arvioitiin kuuden perustettavan laitoksen vaikutusta, jolloin ravinnekuormitustason lisäys vertailujakson perustasoon verrattuna jäisi paikallisestikin alle 6 % ja olisi alueellisesti alle 2 %. Samalla tuotannon määrä, arvo, työllisyys ja välilliset vaikutukset laskisivat alle kolmannekseen laajimmasta skenaariosta.

Uusikaupunki voi muiden kuntien ja valtion tavoin edistää kalankasvatuseräilyä ja kotimaisen kalan tuotantoa hakemalla itse tai yhteistyössä yritysten kanssa lupia kalankasvatukselle tai osoittamalla alueita kalankasvatukselle esimerkiksi vuokraamalla tai kaavoittamalla. Tällöin on tärkeää sovittaa alueellisesti yhteen muut toiminnot ja ympäristötavoitteet, jotka vaikuttavat ympäristölupien myöntämiseen. Hankkeessa tuotettiin paljon alueellista tietoa sekä ympäristölupahakemuksia, että mahdollista kaavoitusta varten.

Hankkeen selvitysten perusteella Uudenkaupungin kaupunginhallitus päätti lähteä hakemaan merialueilleen ympäristölupia kalankasvatukselle kaupungin kehitysyhtiön kautta. Hanketta on rahoittanut Euroopan meri- ja kalatalousrahasto.

Asiasanat: kalankasvatus, vuorovaikutus, tuotanto, Uusikaupunki, sijainninohjaus

Sisällys

1. Kalankasvatuksen arviointi Uudenkaupungin merialueella	7
1.1. Hankkeen tausta, tavoitteet, osallistajat ja rahoitus.....	7
1.2. Selvityksessä käytetyt menetelmät ja raportin rajaus	8
1.3. Kalankasvatuksen tuotantovaiheet merellä	9
1.4. Kalankasvatukseen ja kalatalouteen liittyvät toiminnot Uudenkaupungin alueella.....	9
1.5. Vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelma, kaavoitus ja merialuesuunnittelu alueella.....	10
1.6. Alueiden omistus Uudenkaupungin merialueella	12
1.7. Tarkastelukohdealueiden valinta ja tuotantoskenaarioiden laadinta	14
2. FINFA – kalankasvatuksen sijainnarviointianalyysi	16
2.1. Kalankasvatustiloksille soveltumattomat alueet.....	16
2.2. FINFA indeksi jatkokasvatustiloksista	18
2.2.1. Syvyys.....	19
2.2.2. Avoimuus.....	20
2.2.3. Virtaus	21
2.2.4. Etäisyys vedenalaisiin riuttoihin, Natura 2000.....	22
2.2.5. Etäisyys lintusaariin, Natura 2000.....	23
2.2.6. Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuus, Zonation-indeksi	24
2.2.7. Vesimuodostuman ekologinen tila (2013).....	25
2.2.8. Etäisyys kalankasvatustiloksiin	26
2.2.9. Toiminnallinen etäisyys rantaan	27
2.2.10. Loma-asutuksen tiheys.....	28
2.2.11. FINFA pisteytys eri ominaisuuksille	29
2.3. Poikaskasvatustilokset.....	30
2.4. Satamat, perkaamot ja talvisäilytysalueet.....	31
3. Tuotantomäärien arviointi perustuen nykyisiin ympäristölupiin	32
3.1. Tuotantomäärät mallinnettiin tarkastelukohdeille olosuhdetietoihin perustuen	32
3.2. Tuotantomääräarvio tarkastelukohdeille	33
4. Ekologinen tilaluokitus Uudenkaupungin vesimuodostumissa	35
4.1. Ekologisen tilaluokituksen tausta ja sen vaikutus kalankasvatukseen.....	35
4.2. Ekologinen tila ja sen muutos Uudenkaupungin vesimuodostumissa	35
5. Ravinnekuormitus.....	38
5.1. Ravinnekuormitusvaikutukset tarkastelukohdeille FICOS-mallilla	38
5.2. Tuotantoskenaario 1:n kuormitusmallinnus	39

5.3. Tuotantoskenaario 2:n kuormitusmallinnus	40
5.4. Tuotantoskenaario 3:n kuormitusmallinnus	41
6. Karttapohjainen yleisökysely.....	42
6.1. Kyselyn tausta.....	42
6.2. Kyselyn tulokset.....	44
7. Alueelliset tuotantoskenaariot ja sosioekonomiset vaikutukset	49
7.1. Tuotantoskenaario 1:n sosioekonomiset vaikutukset.....	50
7.2. Tuotantoskenaario 2:n sosioekonomiset vaikutukset.....	51
7.3. Tuotantoskenaario 3 sosioekonomiset vaikutukset	52
8. Uudenkaupungin omistamien merialueiden erityistarkastelu	53
8.1. Tarkastellut kohteet Uudenkaupungin omistamilla merialueilla.....	53
9. Tulosten tarkastelu	56
Viitteet.....	58
Liitteet	61

1. Kalankasvatuksen arviointi Uudenkaupungin merialueella

1.1. Hankkeen tausta, tavoitteet, osallistajat ja rahoitus

Uudenkaupungin kaupunginhallitus käynnisti päätöksellään 4.6.2018 [hankkeen](#), (Uusikaupunki 2021) jossa selvitettiin kaupungin omistuksessa olevien vesialueiden soveltuvuutta kestävään kalankasvatukseen. Hankkeen tarkoituksena oli edistää alueella toimivaa kalataloutta kokonaisvaltaisesti merialueen suunnittelun ja luvituksen avulla. Hanke on saanut rahoitusta Euroopan meri- ja kalatalousrahastosta.

Valtioneuvoston laatiman Vesiviljelystrategian 2022 (MMM 2014)) tavoitteena on lisätä kalankasvatusta Manner-Suomessa noin 8 miljoonasta kilosta 20 miljoonaan kiloon. Eräs kalankasvatustoimialan kehittymisen ja kasvun keskeisistä haasteista liittyy sekä soveltuvien ja saatavilla olevien alueiden tunnistamiseen, sekä ympäristölupaprosesseihin, joiden pitkä kesto, epävarma lopputulos ja korkea hinta ovat vähentäneet lupahakemusten määrää. Kalankasvattajat eivät ole aktiivisesti hakeneet ympäristölupia, vaikka ovat tuoneet julki, että olisivat valmiita lisäämään tuotantoa, jos lupia ja alueita olisi saatavilla.

Hallinnossa on tunnistettu tarve kehittää kalankasvatuksen ympäristölupaprosessia ja sen ennakoitavuutta. Valtioneuvoston käynnistämän hankkeen ”Meriviljelyn luvituspilotit” (Setälä ym 2018) tavoitteena oli tunnistaa lupaprosessiin liittyviä ongelmia ja antaa suosituksia niiden ratkaisemiseen. Eräs suosituksista oli, että julkinen toimija kuten kunta tai valtio hakisi hallinnoimilleen vesialueille ympäristöluvat valmiiksi kalankasvattajien käyttöön ja näin edistäisi elinkeinotoimintaa ja ruuantuotantoon liittyvien strategisten tavoitteiden saavuttamista alueellaan. Kunnat tai valtio voivat näin myydessään tai vuokratessaan alueita ja/tai ympäristölupia saada välillisten hyötyjen lisäksi myös suoraa taloudellista hyötyä omistamiltaan vesialueilta. Myös alueiden kaavoittaminen, merialuesuunnittelu ja sijainninhjaus kalankasvatusnäkökulmasta todettiin ennakoitavuutta edistäväksi tekijöiksi. Kuntien kannalta keskeiset valtioneuvoston hankkeen suositukset voidaan tiivistää seuraavasti:

Vesiviljelyä viedään aktiivisesti kaavoitukseen ja merialuesuunnitteluun:

- Kunta voi määrittää oman kalatalousstrategiansa, johon kalankasvatus sisältyisi
 - Kaavoitus toimisi osana strategian toteutusta, ja ympäristön kannalta parhaita tuotantopaikkoja määritellään kullekin alueelle.
 - Kalankasvatus sisällytetään kunta- ja/tai maakuntakaavoitukseen
 - Kaavoitus vaatii perusteellista vaikutusten selvittämistä ja arviointia
 - Sijainninhjaussuunnitelmia käytetään suoraan kaavoituksen taustaselvityksinä
 - Kaavoitusmenettelyn etuna on laaja osallistavuus, läpinäkyvyys ja hyväksyttyvyys
 - Kuntien yleis- ja asemakaavoilla voidaan ohjata tarkemmin sijaintia ja yksityiskohtaista toimintaa.
 - Kuntakaavoitus mahdollistaa yksityiskohtaisemman ohjausmekanismin kalankasvatuksen eri toiminnoille

Pilotoidaan uusia tapoja toteuttaa hankkeelle ympäristölupa:

- Pilotoidaan yhteisluvitusta
 - Kunta tai muu vesialueen omistaja (esimerkiksi Metsähallitus) luvittaisi laajemman alueen ammattimaisesti ja kalankasvatustyöt voisivat ostaa tai vuokrata tätä luvitettua kasvatusoikeutta.
- Pilotoidaan luvituksen suunnitteluun liittyvää prosessia
 - Suunnitteluvaiheessa osallistava luvitusprosessi: Kaikki suunnittelevat henkilöt saamaan pöytään keskustelemaan luvituskokonaisuudesta ja parhaasta strategiasta.

Uudenkaupungin merialueita ja kalankasvatusta koskeva hanke esiteltiin kaupunginhallitukselle kaupunkisuunnitteluosaston aloitteesta. Kaupunginhallituksen päätöksellä selvityshanke päätettiin aloittaa Euroopan meri- ja kalatalousrahaston tuella. Uudenkaupungin edustajien ja Luonnonvarakeskuksen lisäksi hankkeeseen osallistui Gaia Consulting Oy ja Growth4Blue Consulting Ky sekä rinnakkaisosan rahoituksella Suomen ympäristökeskus. Hankkeen selvitysten perusteella kaupunginhallitus päätti lähettää hakemaan merialueilleen ympäristölupia kalankasvatukselle kaupungin kehitysyritys Ukipolis Oy:n kautta.

1.2. Selvityksessä käytetyt menetelmät ja raportin rajaus

Hankkeen tavoitteena oli kehittää toimintamalli, jota julkiset toimijat voivat hyödyntää vastaavallisissa elinkeinon kehittämishankkeissa. Alueellisten ympäristö- ja sosiaalisten vaikutusten ennakkoinnin sekä taloudellisten selvitysten lisäksi hankkeen keskiössä oli juridisen toimintamallin arviointi ja kehittäminen. Juridisella toimintamallilla julkinen toimija voisi hakea alueelleen ympäristölupaa. Tätä toimintamallia ja sen vaihtoehtoja ei kuvata tarkemmin tässä raportissa, vaan ne löytyvät Uudellekaupungille luovutetusta muista aineistoista (Uusikaupunki 2021).

Sen sijaan seuraavassa kuvataan ne menetelmät ja havainnot, jotka liittyvät Luonnonvarakeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen toteuttamiin alueellisiin sosiaalisiin, taloudellisiin ja ympäristövaikutuksiin liittyviin tutkimuksiin. Tavoitteena oli tuottaa tietoa parhaista kalankasvatusalueista hyödynnettäväksi mahdollisissa ympäristölupa- ja kaavoitusprosesseissa. Lisätavoitteena oli arvioida kalankasvatusta alueellisena kokonaisuutena ja toiminnan vaikutuksia erikokoisissa tuotantoskenaarioissa sekä lisätä suunnitteluprosessin vuorovaikutteisuutta.

Tässä raportissa pyritään kuvaamaan iteratiivinen selvitysprosessi ja siihen liittyvät tutkimukset siinä järjestyksessä, jossa selvitykset toteutettiin Uudenkaupungin kehittämishankkeen yhteydessä. Johdannossa kuvataan ensin lyhyesti 1. kalankasvatuksen tuotantovaiheita ja niiden ominaispiirteitä terminologian ja aihealueen selvitysten tavoitteiden ja kriteereiden ymmärtämiseksi, 2. kalatalouteen liittyvät keskeiset toiminnot alueella, jotta voidaan arvioida olemassa olevan infrastruktuurin hyödyntämistä ja tuotantoketjujen toiminnallisuutta, 3. Alueelle jo tehty kaavoitus- ja merialuesuunnitelmat kalankasvatukseen liittyen, ja 4. vesialueiden omistus, koska tuotannon sijoittaminen vaatii aina vesialueen omistajan tai omistajien käyttöoikeuden. Näin hankkeessa tuotettua tietoa voivat käyttää myös yksityisten vesialueiden omistajat ja valtion vesialueiden hallinnoijana toimiva Metsähallitus kiinnostuessaan mahdollisuuksista hyödyntää Uudessakaupungissa sijaitsevia merialueita kalankasvatustarkoitukseen. Johdannon lopussa esitetään lyhyesti, miten kohdetarkastelualueet on valittu ja miten niihin perustuvat tuotantoskenaariot on määritetty.

1.3. Kalankasvatuksen tuotantovaiheet merellä

Kalankasvatuksen tuotantoketjuun kuuluu useita vaiheita, jotka toteutetaan erilaisissa tuotanto-olosuhteissa ja eri alueilla. Suomessa mäti tuotetaan ja siitä kuoriutuvat poikaset kasvatetaan yleensä makeassa vedessä sisämaassa, mistä ne siirretään merialueella sijaitseviin poikas- ja jatkokasvatustiloihin.

Poikastuotantolaitoksilla kaloja kasvatetaan ensimmäinen kasvukausi, jolloin ne eivät vielä saavuta teuraskokoa. Poikaset ovat mereen siirrettäessä tavallisesti 10–30 grammaisia, jolloin niiden kasvatusaltaiden verkkohavas on tiheä. Kalat ovat tässä vaiheessa herkkiä olosuhteiden muutoksille, ja siksi poikaslaitokset on syytä sijoittaa rannikon saarten suojiin. Koska tuotantomäärä poikaslaitoksilla on tavallisesti pienempi kuin jatkokasvatustiloihin, myös niiden aiheuttama ympäristövaikutus on pienempi. Nyrkkisääntönä on, että kalat siirretään jatkokasvatukseen, kun niiden paino on noin viidennes lopullisesta teuraspainosta. Tämä tarkoittaa, että poikaslaitosten tuotantomääräkin on noin viidennes verrattuna kasvatettavan ruokakalan lopulliseen määrään.

Jatkokasvatuksella tarkoitetaan tuotantovaihetta, jossa kaloja kasvatetaan lopulliseen teuraskokoonsa. Kirjolohella tähän riittää tavallisesti yksi kasvatuskausi poikaskasvatuskautta jälkeen, kun taas siian perkuukokoon kasvattamiseen saattaa mennä kaksikin kasvatuskautta. Kalat, laitosten tuotantomäärät ja ravinnekuormitus ovat suurimmillaan juuri jatkokasvatustiloihin. Siksi kalankasvatuksen ympäristövaikutusten minimoimiseksi on erityisen olennaista kiinnittää huomio jatkokasvatustiloihin hyvään sijaintiin, ja niiden tuotantomäärä on asetettava kuhunkin paikkaan soveltuvaksi.

Poikasten ja suurempien kalojen talvisäilytyspaikoilta vaaditaan myös erityisominaisuuksia, eikä niitä voi yleisesti varastoida talvella kasvatuspaikoilla. Talvisäilytyspaikkojen on oltava suojaisilla alueilla, joilla liikkuvat jäät eivät pääse vaurioittamaan kasvatusrakenteita. Perkuukokoisten kalojen talvisäilytyspaikkojen on hyvä sijaita lähellä satamaa, jotta kalat saadaan perkuuseen talvella ja kelirikon aikana. Suomessa kaloja ei juuri ruokita talvikaudella, koska vedet ovat kalojen kasvulle liian kylmiä. Tästä syystä talvisäilytyksen aikana ravinnekuormituskin on pienimmillään ja lähes olematonta. Talvisäilytyspaikoissa voidaan myös varastoida tyhjiä kasvatusrakenteita, jolloin sijoituspaikkojen ei tarvitse olla syviä. Talvisäilytyspaikkoja tarvitaan vain talvikaudeksi, koska keväällä laitokset taas siirretään kasvatuspaikoille.

1.4. Kalankasvatukseen ja kalatalouteen liittyvät toiminnot Uudenkaupungin alueella

Kalankasvatuksen tuotanto Uudenkaupungin merialueella on noin 334 000 kiloa. Vuonna 2021 alueella oli yhteensä kuusi laitosta, joista neljä meriallaslaitoksia, yksi maa-allaslaitos ja yksi kiertovesilaitos. Merikasvatustiloihin osassa tuotetaan poikasia, ja osassa kalaa jatkokasvatetaan lopulliseen perkuukokoonsa. Lisäksi alueen tiloilla on talvisäilytyspaikat ja kalojen perkuupaikat. Kasvatustiloihin on kaikkiaan neljä. Kasvatettava kala on kirjolohta.

Uudenkaupungin edustalla on runsaasti myös rannikkokalastuksen käytössä olevia alueita. Ulompana Selkämerellä troolataan merkittävä määrä silakkaa. Alueella on kaksi julkista kalasatamaa: Uusikaupunki ja Pyhämaa. Näiden lisäksi on Humalkarin saaliin purkupaikka; joka on osittain julkinen. Maa- ja metsätalousministeriön käynnistämässä ja Luonnonvarakeskuksen vuonna 2017 toteuttamassa kalasatamaselvityksessä kaikki kolme kalasatamaa arvioitiin erittäin tärkeiksi alueelle. Uudenkaupungin kalasatama on maan merkittävimpiä ja kaupungin ja

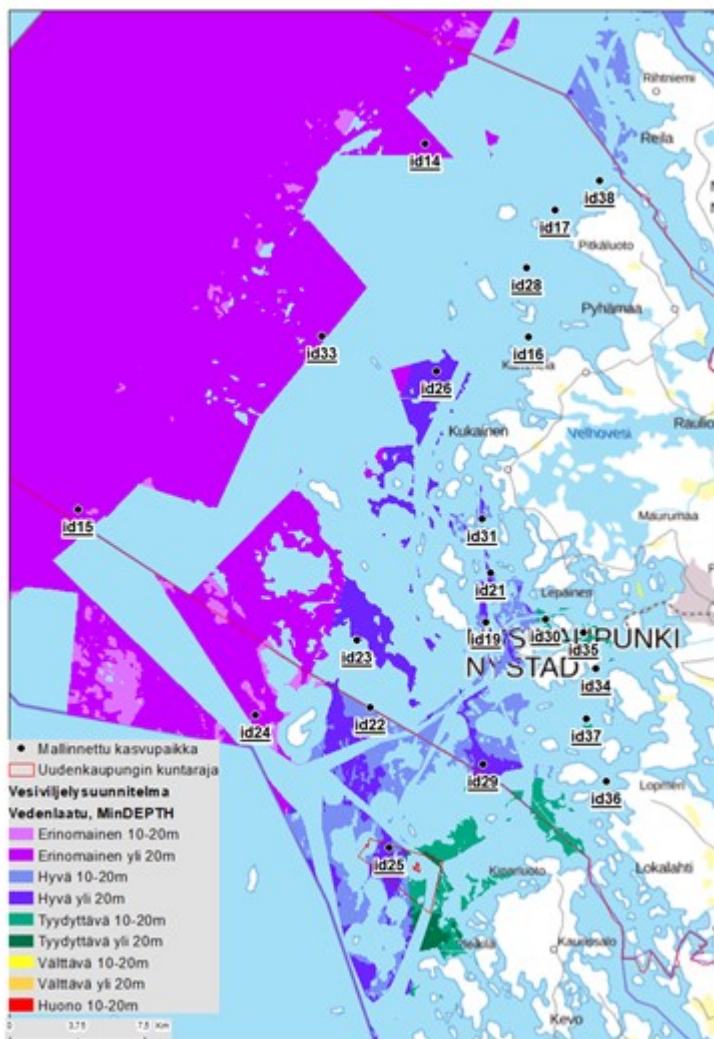
sataman suhtautuminen kehittämiseen on ollut myönteinen. Uudenkaupungin satama on ollut Selkämeren keskeinen silakan purkusatama. Rannikkokalastuksen toimintaedellytyksiä on ollut tarkoitus parantaa ja lähialueen hyviä kalavesiä hyödyntää satamaan perustuen. Satama on erittäin hyvin varusteltu, ja sinne on purkanut saaliinsa seitsemän troolaria ja kahdeksan rannikkokalastajaa. Vuonna 2016 satamaan purettiin yli 27 miljoonaa kiloa silakkaa ja yli 2 miljoonaa kiloa kilohailia, yhteisarvoltaan noin 5,5 miljoonaa euroa. Näiden lisäksi satamaan puretaan kuhaa, ahventa, kuoretta ja särkikaloja. Satamassa on toiminut kala-alan yrityksiä: Suukarin lajittelukeskus, Selkämeren jää, Troolari Olympos Oy, Polarfish, Suomen sillikonttori ja Rannikon kalatuote. Myös kalankasvatuksen tukipalveluja on ollut tarkoitus kehittää. Kalatalouden toimijakeskittymä voi synnyttää lisäarvoa, uusia tuotteita, yrityksiä ja toimintamuotoja.

Pyhämaan kalasatama on myös Uudenkaupungin omistama. Vuoden 2017 selvityksen mukaan Satama on seitsemän rannikkokalastajan käytössä ja lisäksi yhden troolarin kotisatama. Satamassa on toiminut Uudenkaupungin kalastusalueen mätihautomo, ja lisäksi sataman läheisyydessä on toiminut Suomen Katkarapu Oy:n tuotantotilat. Satamaa käyttävät myös kaksi kalankasvatusyritystä ja alueen pienyrittäjät kalanjalostukseen. Lisäksi satamassa on esimerkiksi merikuljetus- ja vierasvenesatamakäyttöä. Näin satama palvelee myös veneilijöitä, vetouistelijoita ja muita vesilläliikkuja. Satamassa on myös grillipaikka ja laavu. Satama toimii näin myös yhtenä porttina Selkämeren kansallispuistoon. Sataman palvelutarjonnan monipuolistamisella on mahdollisuus lisätä sen käyttöä. Satamalla on myös avomerellä tapahtuvaan kalankasvatukseen liittyvää käyttöpotentiaalia.

Humalkarin purkupaikan tulevaisuuden näkymiin kuuluu paikan säilyttäminen tärkeiden kalavesien äärellä ja rannikkokalastuksen käytössä. Paikka on erityisen tärkeä särkikaloiden ja kuoreen purkupaikka, ja sitä hyödyntää kuusi rannikkokalastajaa. Lisäksi paikkaa käyttää kalankasvatusyritys. Paikka palvelee laajaa aluetta Kustavin ja Uudenkaupungin saaristossa, ja se on tärkeä mökkiläisten yhteysranta. Paikalla on potentiaalia myös virkistyskalastuksen kehittämisessä ja vierasvene-/matkailusatamana.

1.5. Vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelma, kaavoitus ja merialuesuunnittelu alueella

Ympäristöministeriö ja Maa ja metsätalousministeriö tuottivat yhteistyössä Vesiviljelyn kansallisen sijainninhjaussuunnitelman (MMM 2015), jossa osoitettiin alueita suuremmille tuotantolaitoksille eli kalankasvatuksen jatkokasvatuspaikoille. Uudenkaupungin alueelle on osoitettu jonkin verran alueita jonne tuotantoa voisi ohjata (kuva1). Hankkeen jatkokasvatukseen soveltuvat tarkastelukohteet (id) kohdentuvat myös pääsääntöisesti sijainninhjaussuunnitelmassa tunnistetuille alueille.

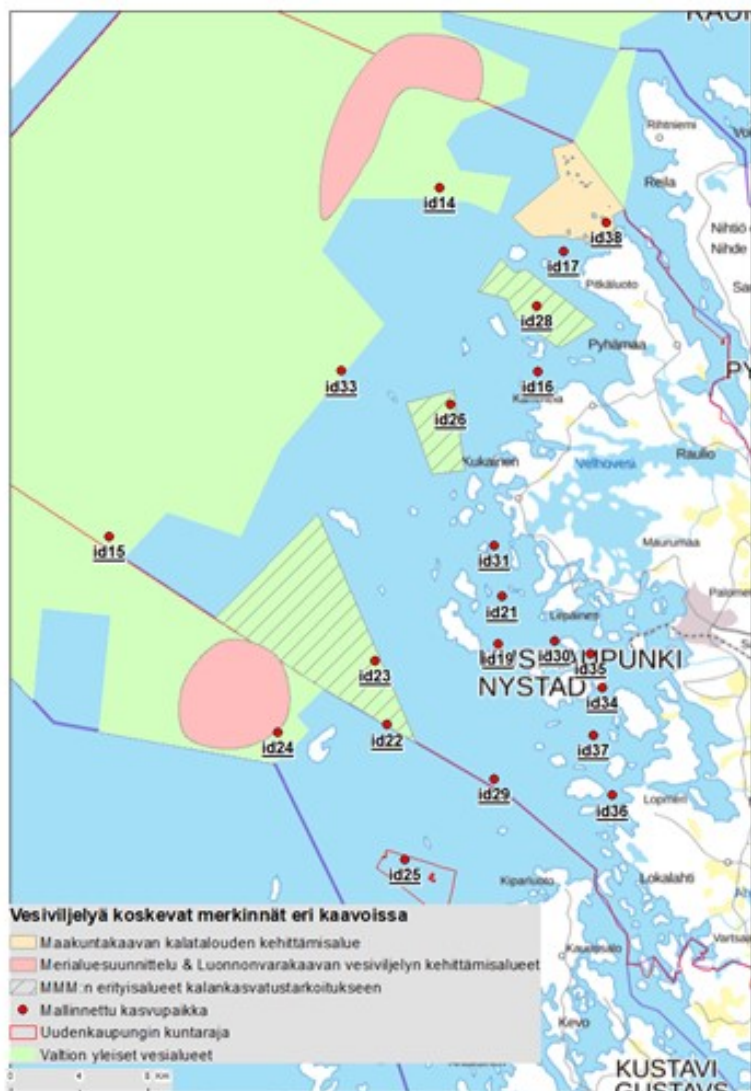


Kuva 1. Vesiviljelyn kansallisessa sijainninhjaussuunnitelmassa tunnistetut alueet

Vastavalmistuneeseen "Suomen merialuesuunnitelma 2030" (YM 2020) on merkitty "Kalankasvatuksen potentiaalialueita", joita on tunnistettu Uudenkaupungin alueelta yksi kappale Selkämeren kansallispuiston länsipuolelta. Varsinais-Suomen luonnonarvojen ja -varojen vaihemaa-kuntakaava luonnoksessa (Varsinais-Suomen liitto 2021) on osoitettu sama alue "kalankasvatuksen kehittämisvyöhykkeeksi". Lisäksi Uudenkaupungin ranta-asemakaavaan on merkitty alueita, joilla voi olla kalastusta ja kalankasvatusta palvelevia rakenteita ja laitteita (W1/NA). Nykyisistä kasvattamoista Hylkimyksen saaren lähellä sijaitsevan laitoksen alue on kaavoitettu rantakaavassa erikoismerkinnällä (W-2) kalankasvatuskäyttöön. (kuva 2).

Selkämeren kansallispuiston perustamisesityksen yhteydessä Uudenkaupungin alueella kansallispuistoon jätettiin liittämättä valtion alueita Selkämeren kansallispuiston länsipuolelta sekä kolme valtion yleistä vesialuetta Selkämeren kansallispuiston itäpuolelta. Kansallispuiston rajaus on suunniteltu siten, ettei se muodostuisi esteeksi kalankasvatustoiminnan laajentamiselle puiston länsipuolisille syville avomerialueille, mikäli kalankasvatustekniikka tällaisen avomerialueiden myöhemmin mahdollistaisi. Puiston rajaus on myös laadittu siten, että se mahdollistaa kalankasvatustoiminnan sijoittamisen soveliaille alueille myös puiston itäpuolella olevilla valtion yleisillä vesialueilla. Rajauksessa on otettu huomioon myös Pyhämaannokan keskeinen asema kalankasvatustoiminnan kehittämisessä (HE 103 2010) (sivut 5–6 liitteessä 1). Kalankasvatukseen soveltuvia alueita jätettiin liittämättä kansallispuistoon noin 12 000 ha (YmVM21

2010) Metsähallituksen hallinnoimia alueita (kuva 2 vinoviivoituksella havainnollistetut alueet). Alueet on liitetty Natura verkostoon, mutta tämä ei ole este kalankasvatustarpeiden perustamiselle.



Kuva 2. Kalankasvatukseen liittyvä kaavoitus ja merialueen suunnittelu alueella

1.6. Alueiden omistus Uudenkaupungin merialueella

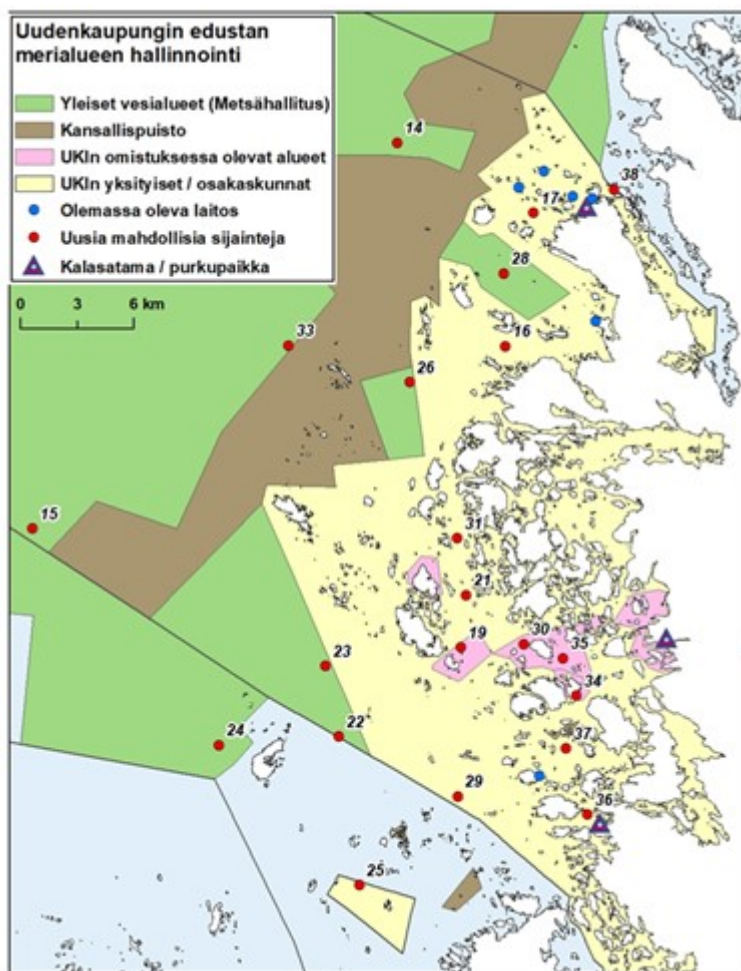
Uudenkaupungin edustan merialueilla on valtion yleisiä vesialueita, Uudenkaupungin kaupungin omistamia vesialueita ja yksityisten/osakaskuntien omistamia alueita (kuva 3).

Uudenkaupungin omistamat alueet sijaitsevat lähellä kaupunkia. Iso Haiduksen ja Koiviston saaria ympäröivät alueet soveltuisivat ominaisuuksiltaan poikakasvatukseen ja talvisäilytyspaikoiksi ja ovat sikäli tärkeitä eheän tuotantoketjun muodostamiseksi. Laattiskeriä ympäröivät merialueet ovat ulompana, joten niillä myös jatkokasvatus voisi olla mahdollista. Sataman läheisillä alueilla voisi varastoida altaita ja mahdollisesti pieniä määriä kaloja. Alueiden nykyistä käyttöä ja erityispiirteitä arvioitiin erikseen Uudenkaupungin edustajien kanssa.

Metsähallitus hallinnoi Uudenkaupungin edustalla suuria alueita. Valtion yleiset vesialueet ovat Metsähallituksen hallinnassa, samoin kuin Selkämeren kansallispuisto, jonka alueet jätettiin

pois kalankasvatustarkastelusta puiston perustamissäädösten perusteella (EH 2010) (Liite 1). Selkämeren kansallispuiston perustamisen yhteydessä sen rajauksen ulkopuolelle jätettiin alueita puiston itä- ja länsipuolelta, jottei kansallispuisto estäisi kalankasvatustoiminnan laajentamista. Yleisiä merialueita on laajalti Selkämeren Kansallispuiston länsipuolella, mutta alueet ovat kaukana satamista ja olosuhteet kasvatukselle ovat suojattomalla avomerellä vaikeat. Puiston itäpuoliset alueet on Natura-aluemerkintöjen takia asemoitu Metsähallituksen Luontopalveluiden taseeseen. Näiden alueiden mahdollinen hyödyntäminen kalankasvatuksessa olisi perusteltua tavoitteiden lähtökohdasta, jos ne olisivat Kiinteistökehityksen taseessa. Tällöin alueita voitaisiin hyödyntää kalankasvatustuotantoon alueen tuotannollisten tavoitteiden ja käytösuunnitelman perusteella.

Vesialueen omistajat voivat olla kiinnostuneita saamaan tuottoa omistamilleen alueille, ja myös yksityisillä merialueen omistajilla on halutessaan mahdollisuus vuokrata merialueitaan kalankasvatukseen. Tästä syystä hankkeessa tarkasteltiin myös yksityisten alueiden soveltuvuutta kalankasvatukselle sosiaalisista, taloudellisista ja ympäristöllisistä lähtökohdista. Hankkeen osana Uuden-kaupungin merialueen omistajille järjestettiin tiedotustilaisuus, jossa heillä oli mahdollisuus vaikuttaa tarkasteluun otettavien paikkojen valintaan ja myös ottaa yleisemmin kantaa kehityshankkeeseen ja paikallisiin asioihin, jotka tulisi huomioida suunnittelussa. Koska laitoksen sijoittaminen vaatii aina merialueen omistajan luvan, olisivat kielteiset argumentit ohjanneet tarkastelupaikkojen valintaa. Kielteisiä argumentteja vesialueiden omistajilta ei kuitenkaan saatu.



Kuva 3. Uudenkaupungin edustan vesialueiden hallinnointi ja tarkastelukohteet

1.7. Tarkastelukohdealueiden valinta ja tuotantoskenaarioiden laadinta

Selvityksen tavoitteena oli arvioida kalankasvatusta Uudenkaupungin omistamien vesialueiden lisäksi myös alueellisena kokonaisuutena ja tuotantokierron näkökulmasta. Siksi alueiden soveltuvuutta selvitettiin myös muiden omistajien vesialueilla, arvioitiin erikseen poikastuotantoon ja jatkokasvatukseen soveltuvia alueita ja lopuksi määritettiin erilaisia alueellisia tuotantomäärävaihtoehtoja ja niiden vaikutuksia. Uudenkaupungin edustalta tunnistettiin hankkeessa vesialueen omistajuuden (kuva 3) ja seuraavissa kappaleissa esitelyjen valintamenetelmien perusteella tarkastelukohteita, joiden perusteella muodostettiin erilaisia tuotantoskenaarioita Uudenkaupungin merialueille. Kun suunnittelukohteet oli paikallistettu, niille määritettiin lähtökohtaiset tuotantomäärät. Eri skenaarioille laadittiin tältä pohjalta sekä taloudellisia että ympäristövaikutusarviointeja.

Tarkastelukohteita valittiin yksityisiltä (mukaan lukien osakaskunnat), valtion eli Metsähallituksen hallinnoimilta ja Uudenkaupungin omistamilta merialueilta. Alueita pyrittiin valitsemaan sekä poikas- että jatkokasvatuskriteerien perusteella. Lisäksi tarkastelukohteita pyrittiin valitsemaan kattavasti eri alueilta etelästä pohjoiseen ja rannikolta avomerelle eri kriteerein tehdyn tarkastelun avulla.

Metsähallituksen hallinnoimien merialueiden hyödyntämisestä kalankasvatukseen oli samanaikaisesti käynnissä Luonnonvarakeskuksen koordinoima Kalavaltio-[hanke](#), (Luke 2021) joka mahdollisti valtion vesialueiden samanaikaisen arvioinnin Uudenkaupungin edustalla. Metsähallituksen edustaja oli myös Uudenkaupungin hankkeen ohjausryhmässä.

Lähtökohtaisesti on keskeistä, että yrittäjät ovat kiinnostuneita selvityksen kohteina olevista alueista. Näin myös tuotanto voi toteutua suunnitelluilla alueilla. Hankkeessa yrityksille järjestettiin tästä syystä mahdollisuus osoittaa alueita, joilla ne olisivat kiinnostuneita kaloja kasvatamaan. Lisäksi yrittäjät arvioivat kokemuksensa perusteella alueiden erityispiirteitä ja soveltuvuutta kasvatukseen. Hankkeen ohjausryhmässä oli Kalankasvattajaliiton edustaja, jonka kautta tiedote ja materiaalit markkinoitiin kalankasvattajille. Kalankasvattajille lähetettiin hankealueen kartta, johon he saivat osoittaa alueita ja kommentoida niiden soveltuvuutta. Tämän jälkeen hankkeen työryhmä käsitteli ja hyödynsi aineistoa kohteiden valinnassa siten, että yrittäjien osoittamista alueista valittiin tarkastelukohteeksi ne, joilla FINFA-menetelmän (kts kappale 2) osoittama pisteindeksi oli hyvä. Osa yrittäjistä osoitti alueita tarkemmin, kun toiset puolestaan ilmaisivat olevansa kiinnostuneita kaikista sellaisista alueista, joilla kannattavan tuotannon edellytykset täyttyvät. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tuotannon määrä on riittävän suuri suhteessa tarvittaviin investointeihin ja laitoksen ylläpidon kustannuksiin.

Tarkasteluun valittiin lisäksi myös tutkimuksellisesti kiinnostavia kohteita Selkämeren kansallispuiston länsipuolelta avomereltä. Avomerialueiden osalta haluttiin selvittää sosiaalisia ja ympäristövaikutuksia sekä arvioida alueelle soveltuvia tuotantomääriä ennakoiden sitä, että kalankasvatuksen avomeriteknologian kehittyessä yritykset voivat tulevaisuudessa olla valmiita kasvattamaan kaloja myös ulompana avoimilla merialueille. Osa tarkastelukohteiden lähistöllä olevista alueista on merkitty myös Suomen merialuesuunnitelmaan sekä Varsinais-Suomen maakunnan luonnonarvojen ja -varojen vaihemaakuntakaavaluonnokseen vesiviljelyn kehittämisalueiksi.

Selvitettävien kohteiden valinnassa keskeistä oli paikallinen tarkastelu jatkoselvityksiä varten, eikä mahdollisesti suunniteltavien laitosten täsmällisen sijainnin määrittäminen. Mikäli tarkastelukohteet alustavissa suunnitelmissa oli kohdennettu aivan toistensa välittömään läheisyyteen (käytännössä alle kilometrin päähän toisistaan), kohteita tarkasteltiin skenaarioissa yhtenä

tarkastelukohteena. Tällä pyrittiin välttämään esimerkiksi ympäristövaikutusten arvioinneissa mahdollisesti muodostuvaa päällekkäisvaikutusta. Näin laitoksia voi jatkossa suunnitella vesialueen omistajuudesta riippumatta myös tarkastelukohteiden lähialueille hyödyntäen tämän selvityksen arvioita. Osa kohteista sijaitsee yksityisten ja Uudenkaupungin tai Metsähallituksen vesialueiden läheisyydessä, jolloin laitosta voi suunnitella mille tahansa näistä vesialueista. Lupaharkinnassa paikka ja tuotantomäärä määritellään joka tapauksessa erikseen.

Kuvassa 3 on osoitettu ensimmäiseen tuotantoskenaarioon valitut kohteet (lukuunottamatta piste 38, joka poistettiin ensimmäisestä skenaariosta hankkeen paikallisten asiantuntijoiden tiedon perusteella soveltumattomana). Kutakin kohdetta on tarkasteltu edelleen seuraavissa kappaleissa eri menetelmien, kuten ympäristövaikutusarviointien ja sosiaalisen palautteen perusteella. Tältä pohjalta on sitten laadittu alueelliset tuotantoskenaariot 2 ja 3.

2. FINFA – kalankasvatuksen sijainnarviointianalyysi

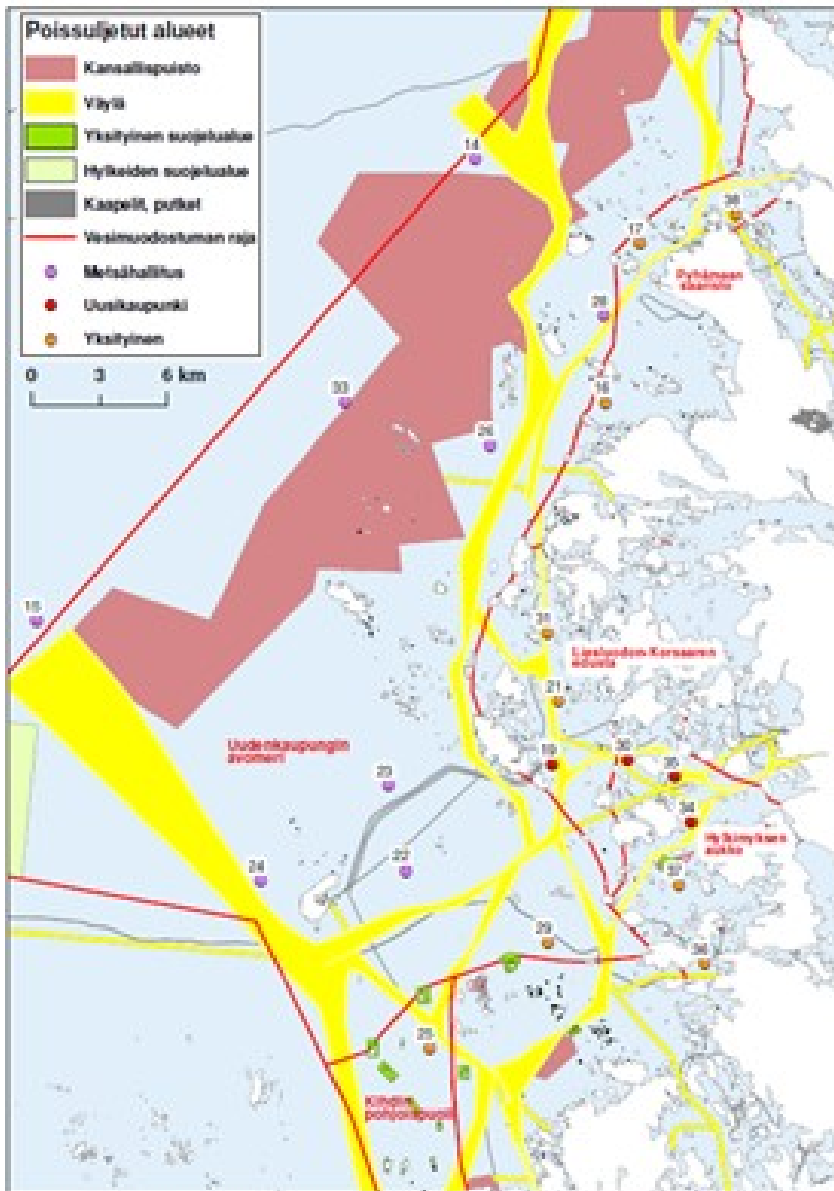
Luonnonvarakeskuksen tutkijat ovat kehittäneet FINFARMGIS-menetelmän (FINFA), jonka avulla voidaan tunnistaa kalankasvatuksen eri tuotantovaiheille parhaiten soveltuvia alueita (Kankainen ym 2020). Seuraavassa kuvataan FINFA-menetelmällä toteutettu jatkokasvatukselle ja poikaskasvatukselle soveltuvien alueiden tunnistaminen.

FINFA:ssa Suomen rannikkovedet on jaettu 100x100 metrin suuruisiin ruutuihin, joille on jokaisen kalankasvatuksen sijaintiin vaikuttavan tekijän osalta laskettu arvo väliltä 1–5. Tämä arvo kuvaa alueen soveltuvuutta kalankasvatukselle kyseisen tekijän osalta niin, että arvon yksi (1) saavat alueet soveltuvat kalankasvatukseen huonoiten ja arvon viisi (5) saavat parhaiten. Kunkin ruudun lopullinen indeksi-arvo muodostuu tekijöiden yhteenlasketusta pistemäärästä, jonka maksimiarvo muodostuu siis kertomalla tekijöiden määrä viidellä. Tekijöitä voidaan siis arvioida erikseen ja yhdessä.

Tarkasteltavat tekijät ja niiden pisteytyksen raja-arvot voivat vaihdella tuotantovaiheen mukaan. Kalankasvatuksen jatkokasvatusalueita on arvioitu seuraavaksi 10 tekijän perusteella ja poikaskasvatusalueita 6 tekijän perusteella. Lisäksi merialueella on soveltumattomia alueita, joille ei lain mukaan tai muun päällekkäisen käytön takia saa laitoksia sijoittaa. Nämä alueet ovat rajattu FINFA-analyysin ulkopuolelle. Tässä kappaleessa kuvataan analyysissä huomioidut tekijät, ja niiden tulkinta osana FINFA-analyysiä. Kuvauksen jälkeen esitetään taulukossa 1 tarkastelupaikkojen (14–38) saamat pisteet kriteerikohtaisesti. Liitteessä 2 on esitetty pisteytyksessä (1–5) käytetyt raja-arvot.

2.1. Kalankasvatuslaitoksille soveltumattomat alueet

Kalankasvatuslaitoksia ei voi sijoittaa luonnonsuojelualueille, vahvistetuille veneliikenneväylille eikä puolustusvoimien vesialueille. Lisäksi laitosten sijoittamisessa huomioidaan hylty ja vedenalaiset kaapelit, joiden välittömään läheisyyteen laitoksia ei ohjata. Nämä alueet on rajattu FINFA-analyysin ulkopuolelle. Kuvassa 4 on esitetty Uudenkaupungin edustan merialueet ja analyysin ulkopuolella rajatut alueet sekä tarkemmassa tarkastelussa olevat paikat (14–38) vesialueen omistuksen mukaan luokiteltuina.

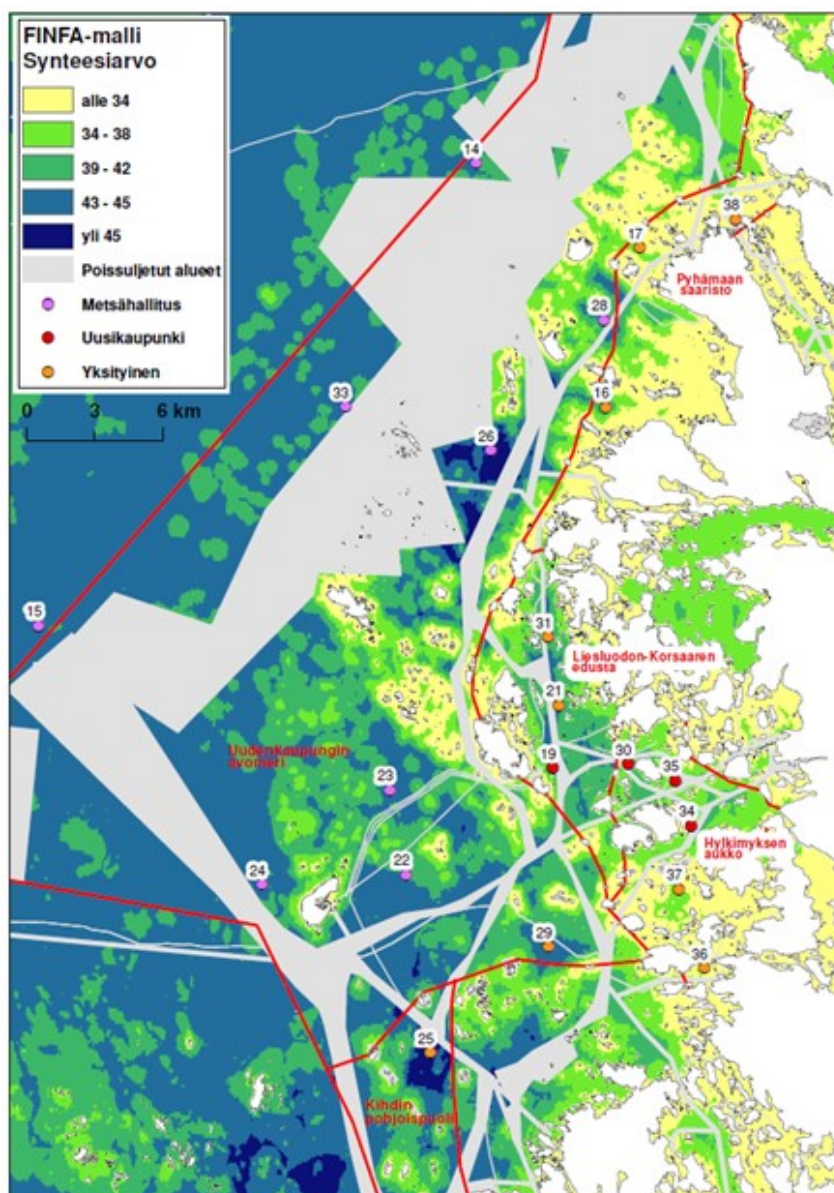


Kuva 4. Kalankasvatusta ei ohjata suojelualueille, väylille tai kaapeleiden tai hylkyjen päälle.

2.2. FINFA indeksi jatkokasvatusalueista

Jatkokasvatustiluksille parhaiten soveltuvien alueiden tunnistamisessa on huomioitu samanaikaisesti kymmenen sijaintiin vaikuttavaa tekijää. Näistä kymmenestä tekijästä kahdeksan liittyy laitosten ympäristövaikutusten minimointiin, yksi saavutettavuuteen ja yksi sosiaalisten vaikutusten minimointiin. Koska suurin osa mallissa mukana olevista tekijöistä on ympäristöön liittyviä, on tässä kuvattu FINFA-mallin sovellus ympäristövaikutuspainotteinen. Joidenkin tekijöiden (syvyys, avoimuus) pisteytyksen raja-arvojen valinnassa on kuitenkin yhdistetty ympäristövaikutuksiin liittyviä, että tuotannollisia kalankasvatuksen ominaispiirteitä.

FINFA-menetelmällä tunnistetut parhaiten jatkokasvatukseen soveltuvat alueet on merkitty tummansinisellä (kuva 5). Nämä alueet sijaitsevat ulkosaaristossa. Myös välisaaristossa on hyviä alueita, jotka tarjoavat kasvatukselle suojaisat olosuhteet. Avomerellä on puolestaan laajoja alueita, joilla on kasvatukselle FINFA-analyysin mukaan hyvät olosuhteet, mutta joilla pistearvo jää alhaisemmaksi, koska toimintaympäristö on avoimuuden ja pitkien etäisyyksien vuoksi vaikea.

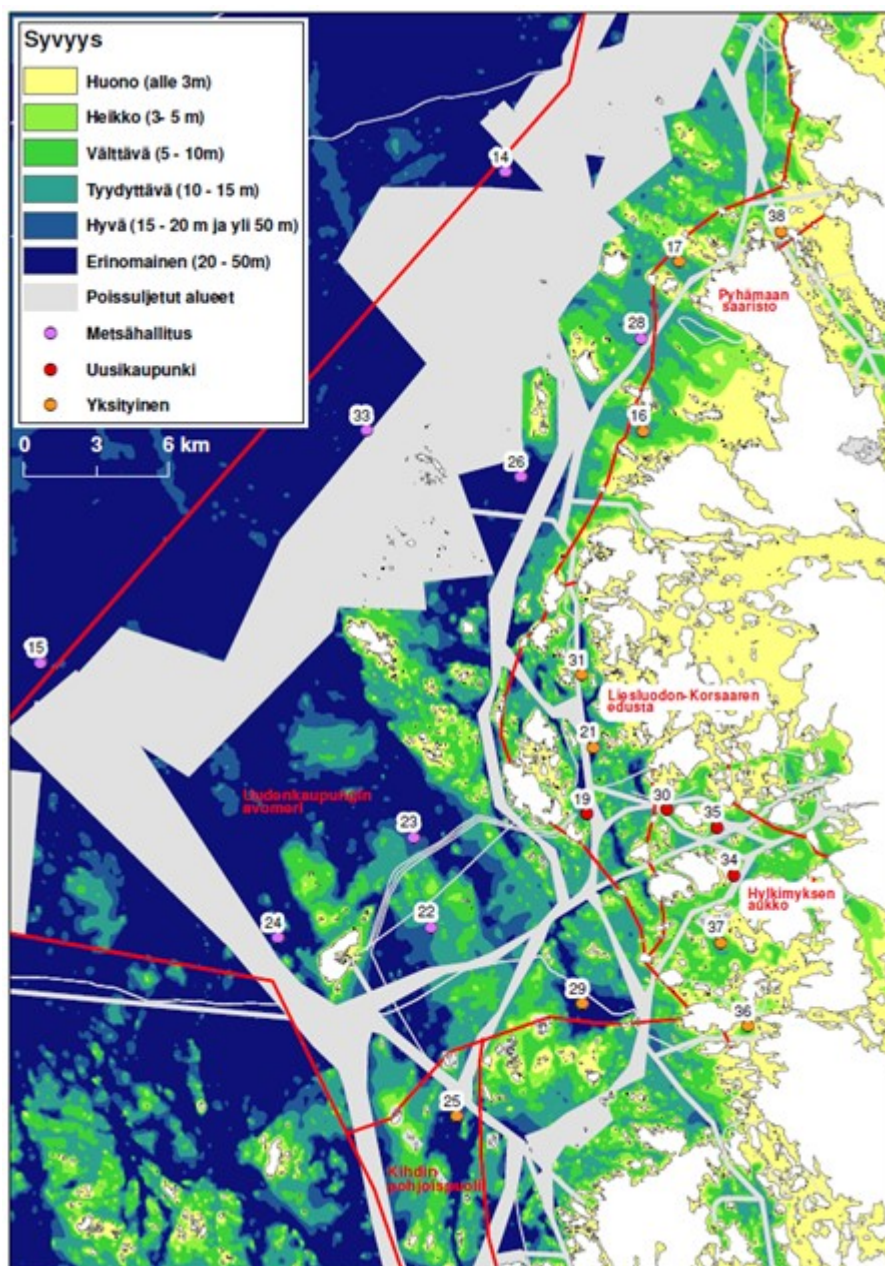


Kuva 5. FINFA-synteesi. Sinisellä parhaat jatkokasvatusalueet.

2.2.1. Syvyys

Kalankasvatustilastojen on toimittava riittävän syvässä vedessä, jotta kaloilla on riittävästi tilaa ja laitoksen alle ja ympärille jäävä vesimassa on riittävä ravinnekuormituksen laimentamiseksi. FINFA-mallissa syvyyden lisääntyminen parantaa tiettyyn raja-arvoon saakka paikan soveltuvuutta kalankasvatukselle. Parhaan pistemäärän saavat paikat, joissa syvyys on välillä 20–50 metriä. Tätä syvemmät paikat alkavat olla hankalia kasvatusrakenteiden ankkuroinnin näkökulmasta.

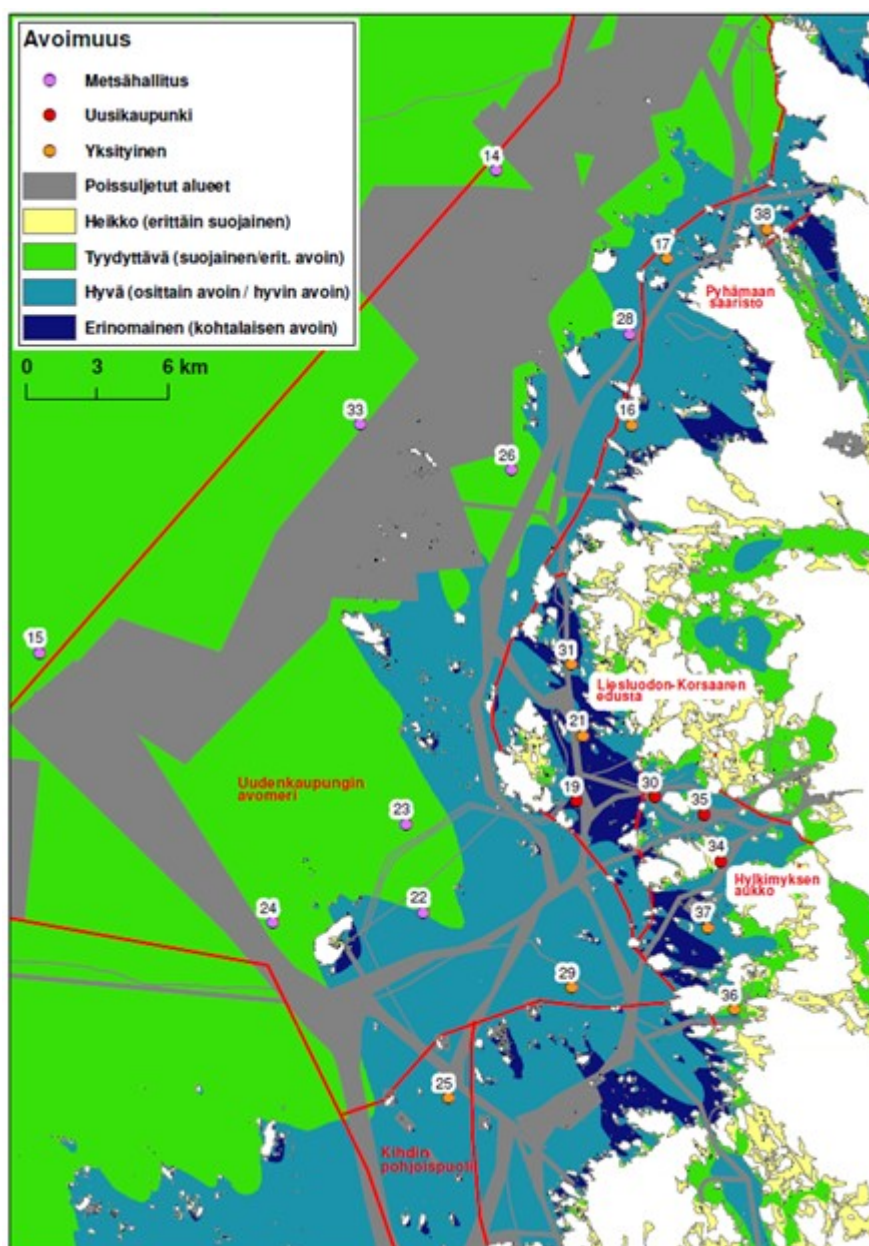
Suuria laitoksia ei ohjata rannikon lähellä sijaitseville matalille alueille (kuva 6). Syynä tähän on tarve välttää ravinnekuormituksen kertymistä, vaikka kuormitusvaikutusta ei voikaan määrittellä yksin kohteen syvyydestiedon perusteella. Syvyyden määrittämiseen on käytetty SYKE:n VELMU-syvyysmallia (SYKE 3 2021)



Kuva 6. FINFA-syvyys kalankasvatuksen näkökulmasta.

2.2.2. Avoimuus

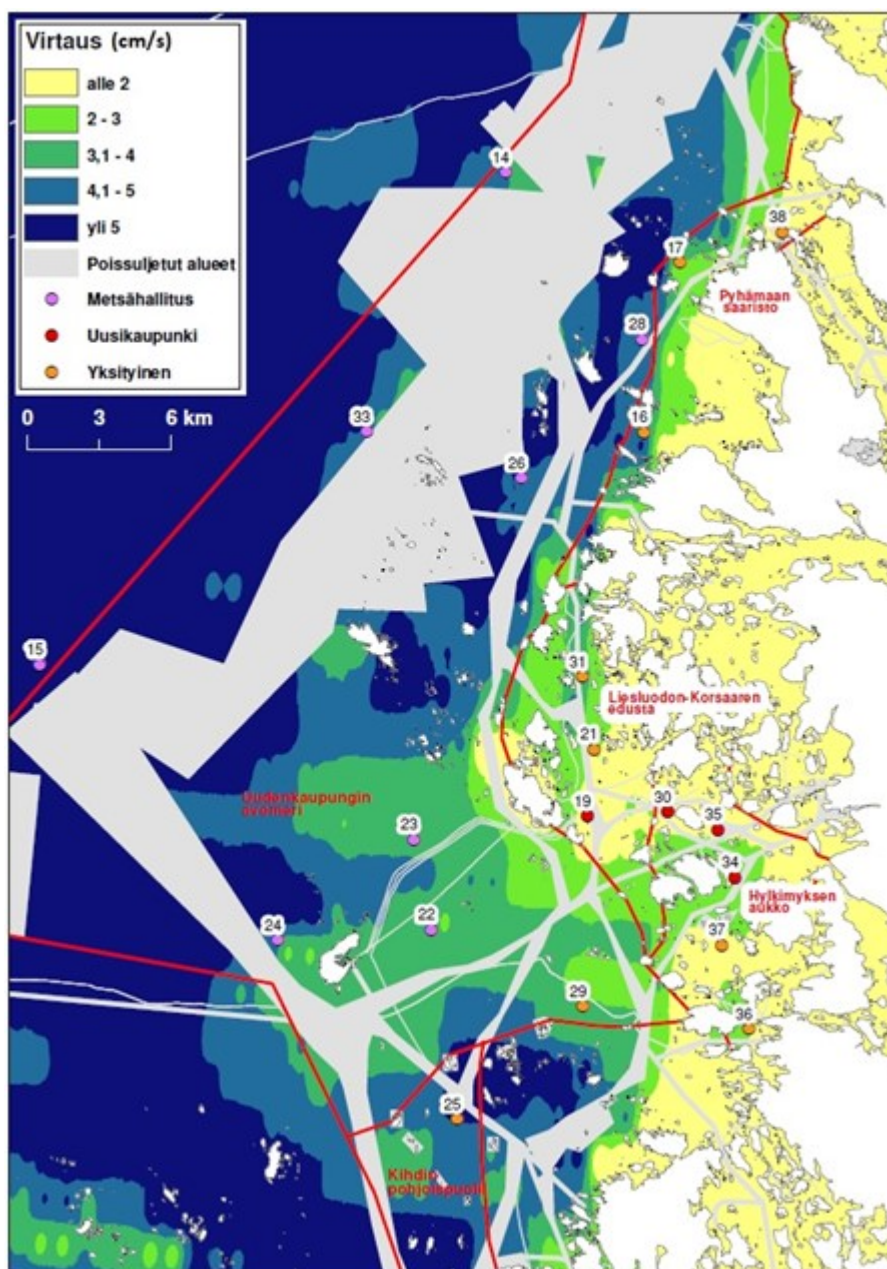
Myös merialueen avoimuus vaikuttaa kalankasvatustalouden suhteelliseen ympäristövaikutukseen. Mallissa avoimuutta on arvioitu Isaeusin ja Ryggin (2005) avoimuusindeksin avulla. FINFA-mallin pisteytyksessä avoimuuden lisääntyminen parantaa paikan soveltuvuutta kalankasvatukseen, mutta vain tiettyyn raja-arvoon asti (kuva 7). Vaikka avoimuuden lisääntyminen lisää ravinnekuorman laimentumista vesimassaan ja vähentää suhteellista ympäristökuormaa, on avoimuudella myös yhteys aallokkoisuuteen. Liian avoimilla paikoilla voimakas aallokko vaikeuttaa kalankasvatustalouden käyttöä ja huoltamista ja voi aiheuttaa niiden rikkoutumisen. Näin ollen FINFA-mallissa parhaan pistemäärän saavat alueet, joiden avoimuusindeksi on 30 000–100 000, tätä suuremmilla arvoilla soveltuvuus jälleen laskee.



Kuva 7. FINFA-avoimuuden huomioiminen kalankasvatuksen olosuhteiden ja ympäristövaikutusten näkökulmasta.

2.2.3. Virtaus

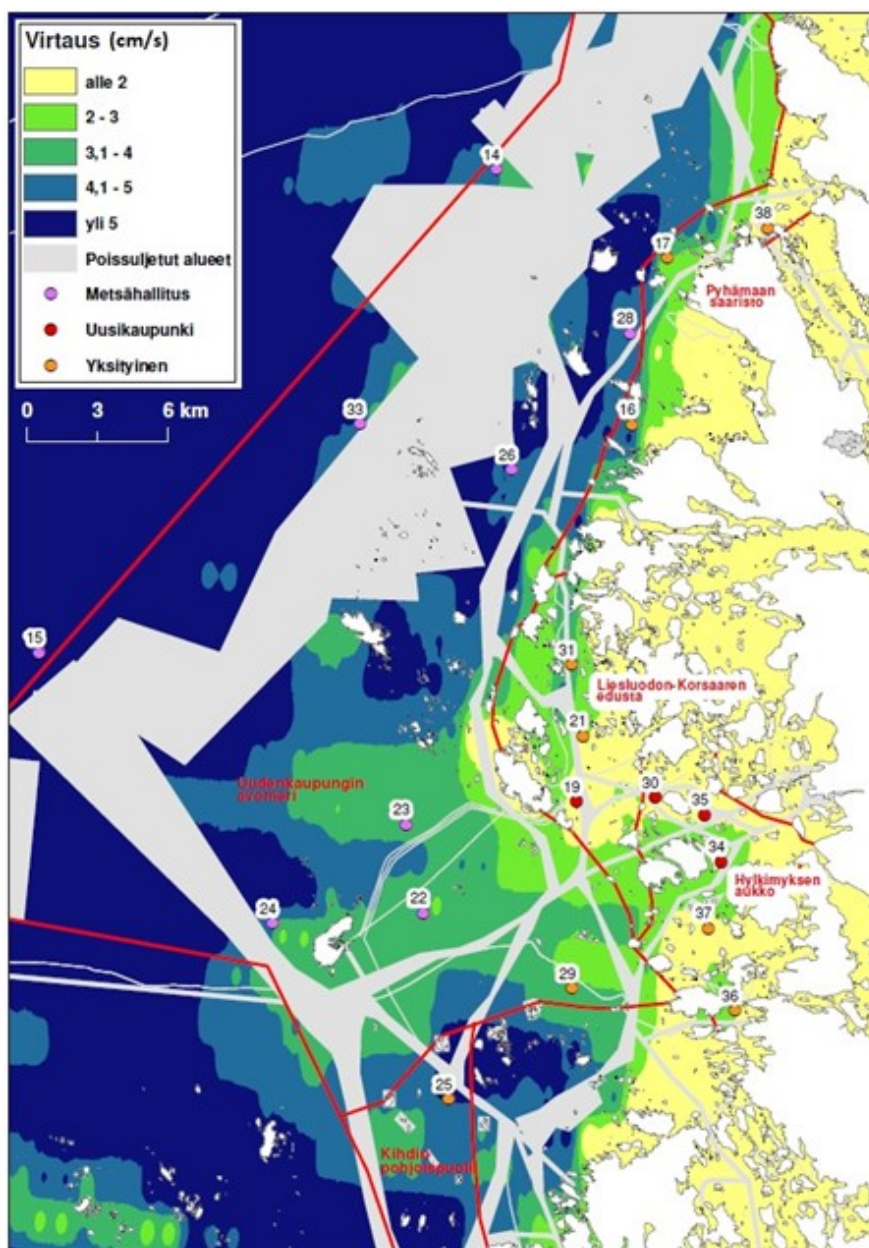
Veden virtaukset laimentavat kasvatuslaitosten aiheuttamaa ravinteiden pistekuormitusta. FINFA-mallissa parhaiten kalankasvatukselle soveltuvat sellaiset paikat, joissa vesimassan virtausnopeus (cm/s) on suurin (kuva 8). Maksimipisteet (5) saavissa kohteissa keskivirtausnopeuden on arvioitu olevan yli 5 cm/s. Kalankasvatuslaitosten ravinnekuormituksen vaikutusta on arvioitu myös syvyyden, virtauksen ja avoimuuden yhteisvaikutuksena. Virtausaineistona on käytetty Copernicus CMEMS -aineistoa (keskiarvo kesä-syyskuu 2015–2017).



Kuva 8. Virtausolosuhteet (interpoloitu Copernicus-virtausaineistosta).

2.2.4. Etäisyys vedenalaisiin riuttoihin, Natura 2000

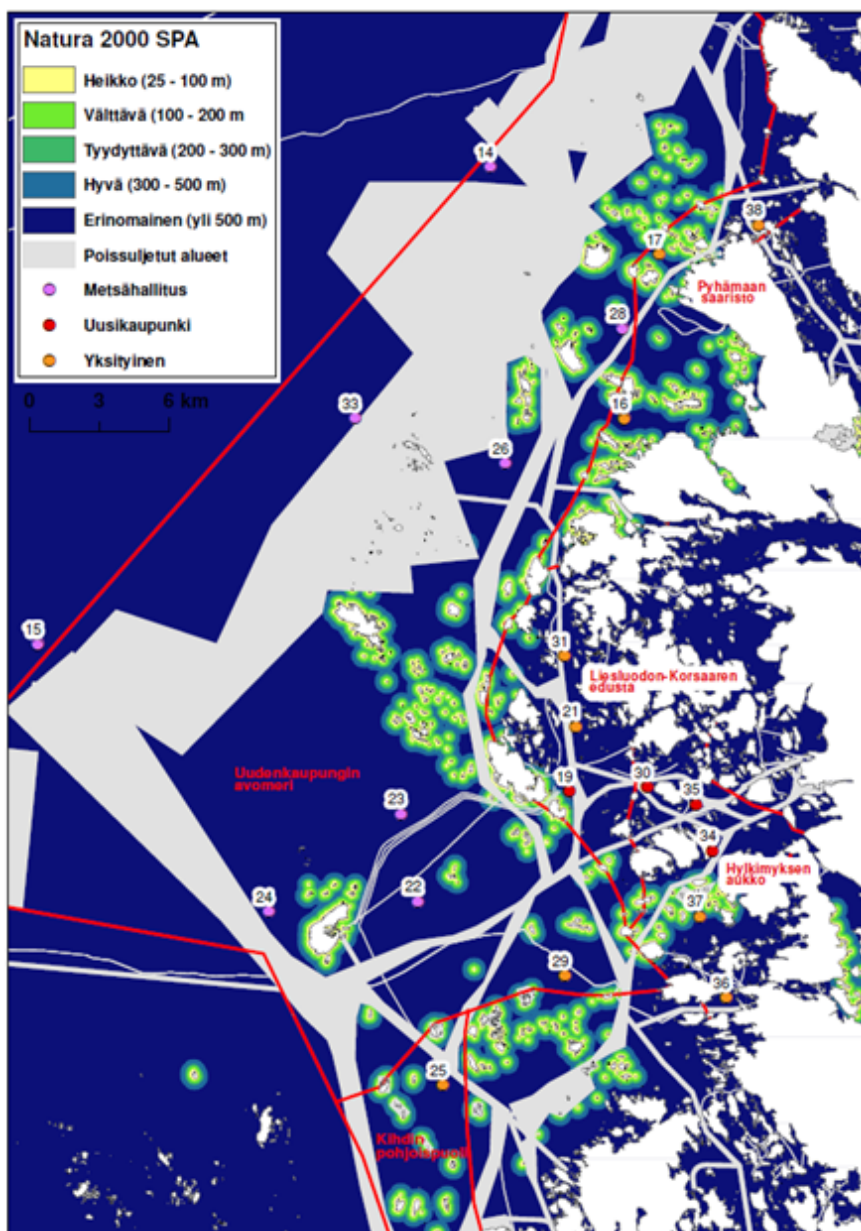
FINFA-mallissa kalankasvatusta ohjataan etäämmälle vedenalaisen luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeitä kohteista, kuten Natura 2000:n suojelemista vedenalaisista riutoista (kuva 9). Tämän tekijän pistemäärä nousee siis suuremmaksi sitä mukaa, kun kohde etäänny riutoista. Maksimipisteet (5) saavat kohteet ovat yli 500 metrin etäisyydellä riutoista, koska on arvioitu, että suurelta laajuukselta ei ole havaittavaa kumulatiivista vaikutusta pohjaeläimistöön tai päällysväistöön tämän kauempana laitoksesta (Kotamäki ym. 2021). On lisäksi huomattava, että laitoksen vaikutus vähenee, kun tuotantomäärä vähenee. Nykyisiä laitoksia sijaitsee esimerkiksi Pyhämaan ulkosaaristossa riutta-alueiden välittömässä läheisyydessä, eikä laitosten vaikutuksia ole havaittu ympäristövaikutusseurannassa.



Kuva 9. Natura-SAC eli riutta-alueet, joiden ympärille on laadittu puskurivyöhykkeet.

2.2.5. Etäisyys lintusaariin, Natura 2000

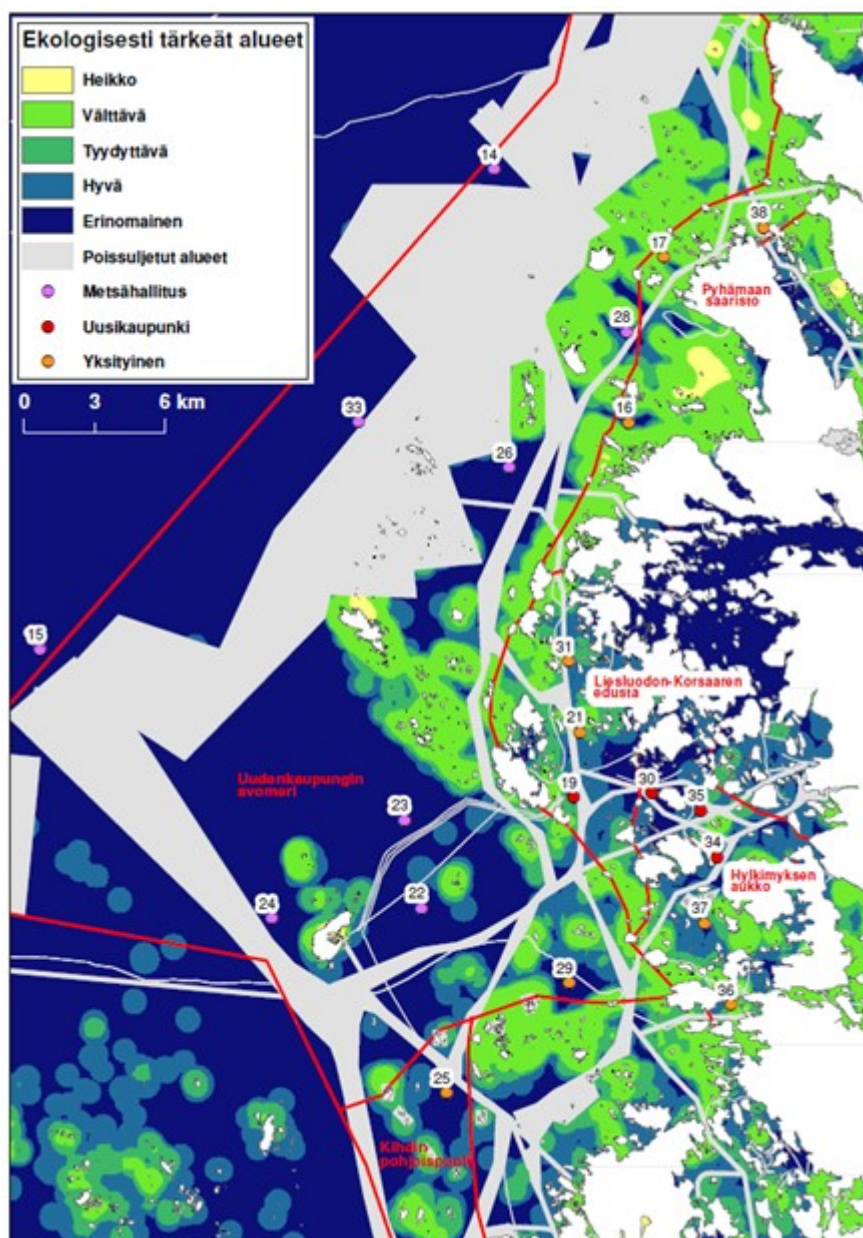
Myös Natura 2000:n suojelemat lintusaaret on huomioitu mallissa. Pistemäärä nousee suuremaksi sitä mukaa, kun kohde etääntyy lintusaarista (kuva 10). Maksimipisteet (5) saavat kohteet ovat yli 500 metrin etäisyydellä lintusaarista. Ensisijainen peruste on, että linnut eivät häiriinny kalankasvatukseen liittyvästä veneliikenteestä erityisesti pesimisaikana. Toissijaisena perusteen ovat välilliset vaikutukset, jos kalankasvatuksen oletetaan vaikuttavan esimerkiksi lintujen elinympäristöön tai ravintoketjuihin alueella.



Kuva 10. Natura-SPA lintusaaret.

2.2.6. Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuus, Zonation-indeksi

Suomen vedenalaisen meriluonnon kannalta tärkeimmät alueet on mallinnettu Helsingin yliopiston ja Suomen ympäristökeskuksen tutkijoiden yhteistyönä. FINFA-analyysissä on hyödynnetty tutkijoiden tuottamaa Zonation-indeksiä, joka kuvaa vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden potentiaalia (Virtanen ym. 2018). Mallissa on käytetty Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelman (VELMU; <https://www.ymparisto.fi/velmu>) havaintoja, joiden perusteella on mallinnettu mahdollisia monimuotoisuuden huippualueita. Niitä ei kuitenkaan ole useinkaan käytännössä todennettu. FINFA-mallissa kalankasvatusta ohjataan sellaisille alueille, joiden vedenalaisen luonnon monimuotoisuus on Zonation-indeksin mukaan alhaisinta (kuva 11). Parhaan pistemäärän (5) saavat sellaiset paikat, joiden Zonation-indeksi on 0.

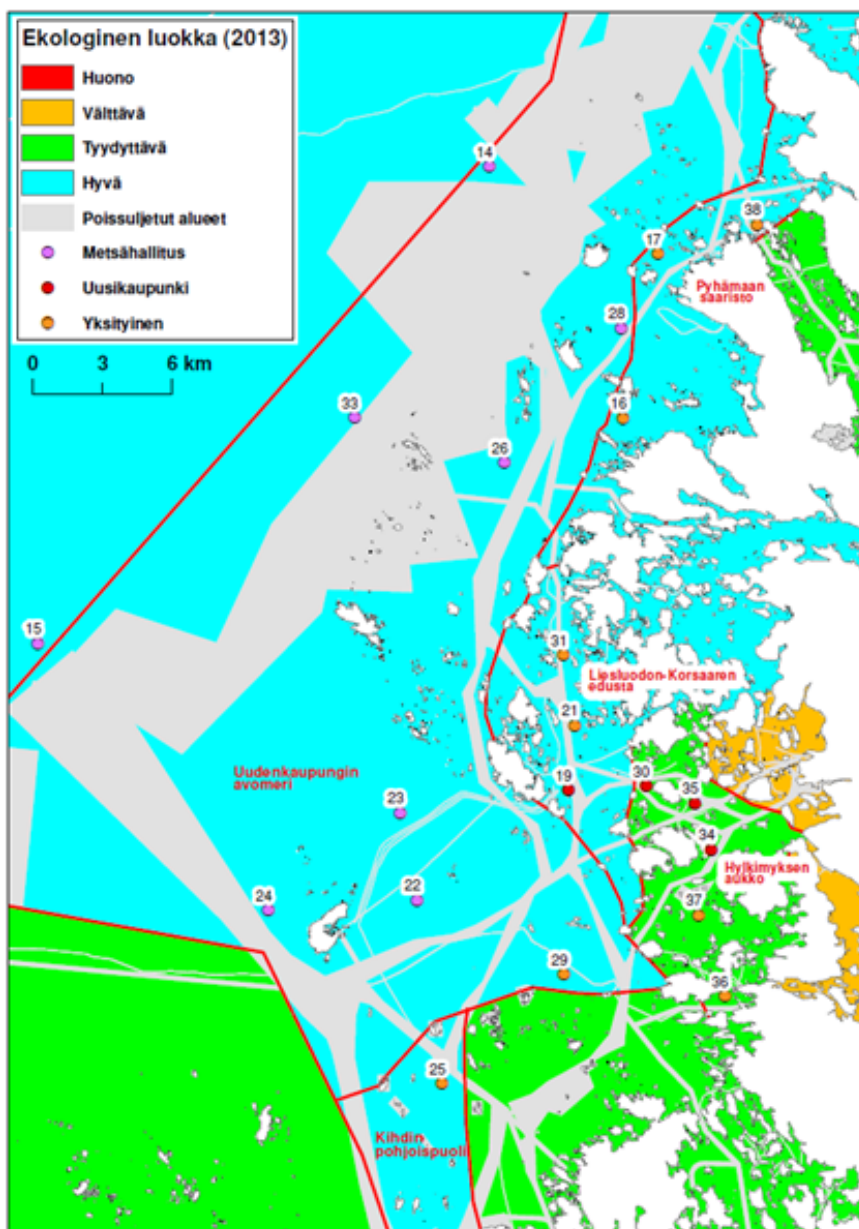


Kuva 11. Zonation, ekologisesti tärkeät alueet.

2.2.7. Vesimuodostuman ekologinen tila (2013)

Suomen vesistöjen pintavesien ekologista tilaa seurataan ja kaikkien pintavesien ekologinen tila on luokiteltu vesimuodostumakohtaisesti erinomaisesta huonoon. FINFA-mallissa kalankasvatusta ohjataan kohti mahdollisimman hyvässä tilassa olevia vesimuodostumia (kuva 12). Parhaat pisteet (5) saavat erinomaisessa ekologisessa tilassa olevien vesimuodostumien alueella sijaitsevat paikat.

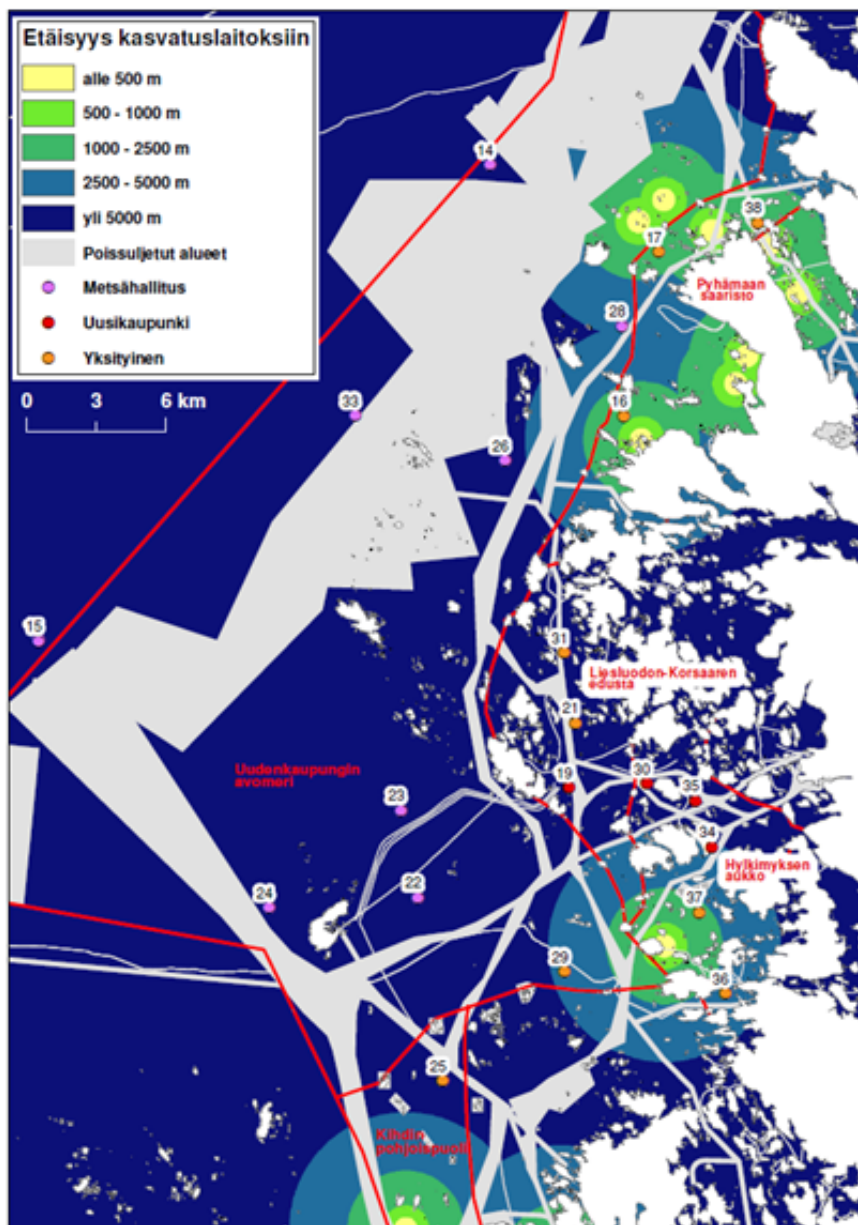
Koska ympäristölupaprosessissa tulee arvioida vaarantaako kalankasvatus tai muu luvanvarainen toiminta hyvän tilan saavuttamisen, on alueen ekologista tilaa, ekologisen tilan muuttujia ja kalankasvatuksen vaikutusta arvioitu tarkemmin kappaleessa 4.



Kuva 12. Ekologinen luokitus 2013. (Vuoden 2019 luokituksessa Uudenkaupungin avomeren, Liesluodon-Korsaaren edustan ja Kihdin pohjoispuolen tilat ovat tyydyttäviä, ja kuvan alueista ainoastaan Pyhämaan saariston tila on hyvä).

2.2.8. Etäisyys kalankasvatuslaitoksiin

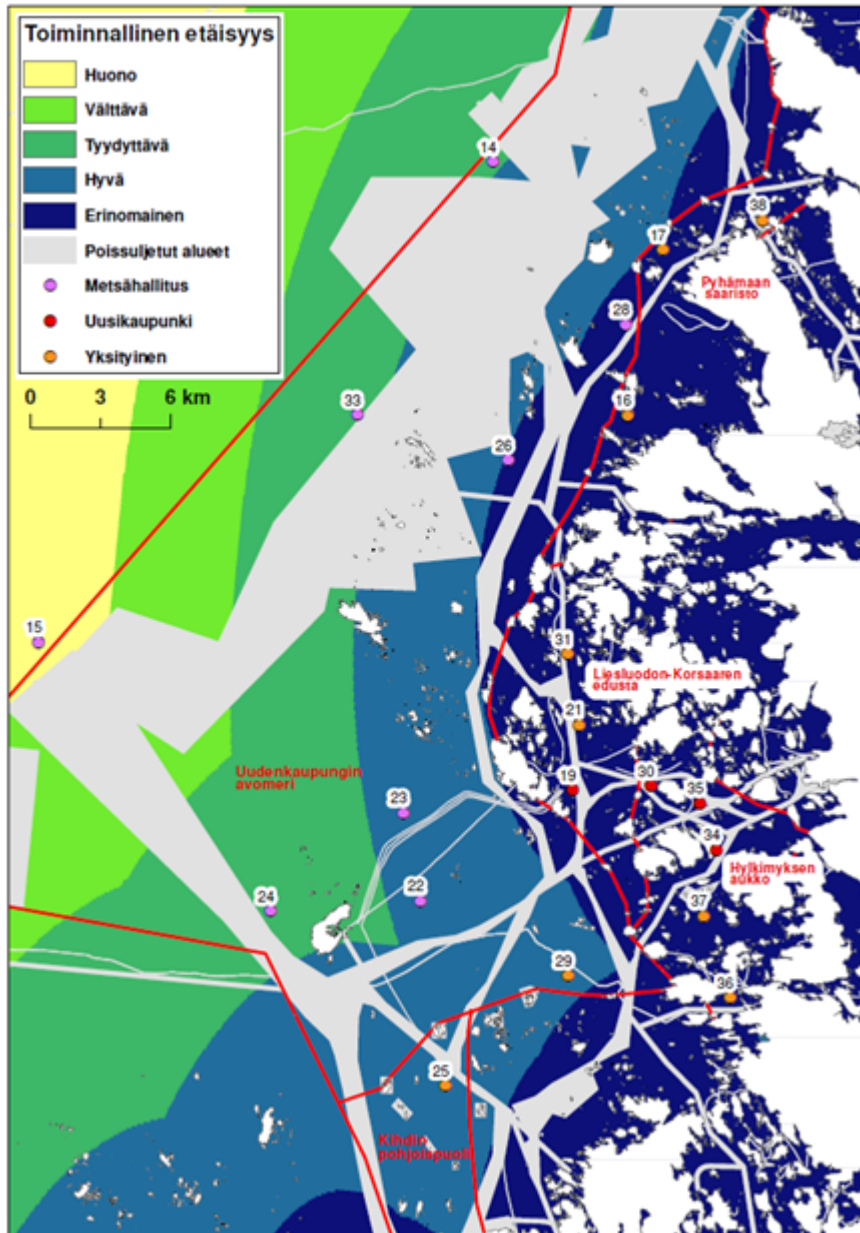
Kalankasvatuslaitosten sijainnilla suhteessa toisiinsa voi olla vaikutusta niiden yhdessä paikallisesti aiheuttamaan ravinnekuormitukseen sekä mahdollisiin tautiriskeihin ja niiden aiheuttamiin karanteenisuosituksiin kalatautien leviämisen estämiseksi laitoksesta toiseen. FINFARM-GIS-mallissa laitoksia ohjataan kauemmas toisistaan siten, että parhaat pisteet (5) saavat sellaiset paikat, jotka ovat yli 5 000 metrin etäisyydellä lähimmästä olemassa olevasta kalankasvatuslaitoksesta (kuva 13). Yritystaloudellisesti logistiikan kannalta olisi toisaalta parempi, että saman yrityksen laitokset olisivat mahdollisimman lähellä toisiaan, mutta tätä ei ole huomioitu mallinnuksessa.



Kuva 13. Etäisyys olemassa oleviin kalankasvatuslaitoksiin.

2.2.9. Toiminnallinen etäisyys rantaan

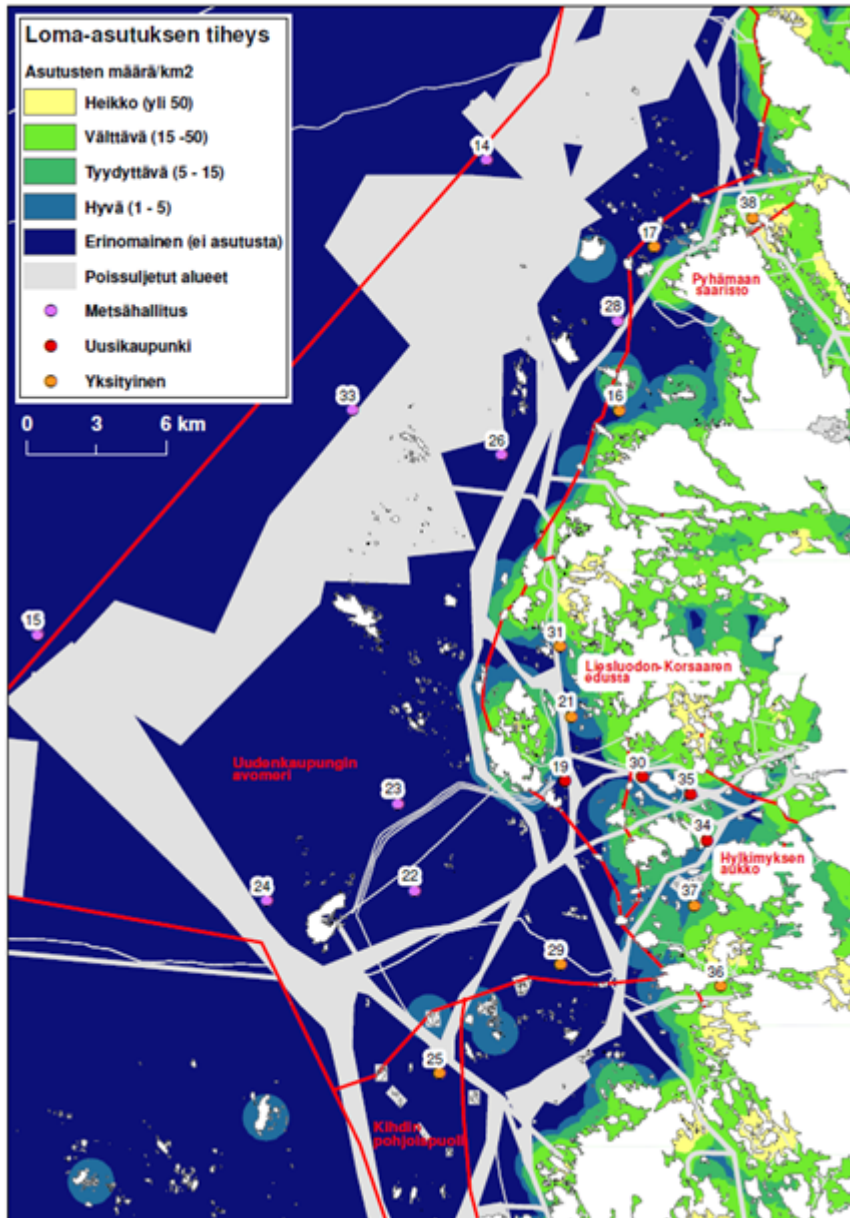
Kalankasvatustalouden saavutettavuus vaikuttaa sen taloudelliseen kannattavuuteen. Helpommin saavutettavissa paikoissa sijaitsevat laitokset ovat edullisempia operoida ja ylläpitää. FINFA-mallissa saavutettavuutta kuvataan paikan etäisyydellä rannasta (kuva 14). Parhaat pisteet (5) saavat sellaiset paikat, jotka ovat alle 5 000 metrin etäisyydellä lähimmästä tieyhteydestä.



Kuva 14. Toiminnallinen etäisyys.

2.2.10. Loma-asutuksen tiheys

FINFA-mallissa kalankasvatusta ohjataan kauemmas tiheimmiltä vapaa-ajan asutuksen alueilta. Mallissa parhaat pisteet (5) saavat sellaiset paikat, joiden läheisyydessä ei ole vapaa-ajan asuntoja (kuva 15). Tällaisissa paikoissa vapaa-ajan asuntoja ei ole yhtään kappaletta kilometrin säteellä mittauspisteestä.



Kuva 15. Loma-asutuksen määrä kilometrin säteellä suunnitellusta laitospaikasta

2.2.11. FINFA pisteytys eri ominaisuuksille

Tarkastelupisteiden osalta FINFA-indeksin loppupisteet olivat välillä 31–47/50 (taulukko 1). Metsähallituksen alueella olevat paikat saivat kaikki vähintään 42 pistettä eli ne olivat pääosin jatkokasvatukseen hyvin sopivia. Uudenkaupungin kaupungin omistamilla alueilla on hyvän jatkokasvatuspaikan lisäksi myös lähinnä poikaskasvatukseen sopivia paikkoja. Taulukon 1 alaosassa on arvioitu kunkin kriteerin kohdalta minkälaisen sijaintipistemäärän tarkastelukohde saa. Yksittäisten tekijöiden pistemäärien tarkastelulla on mahdollista kohdentaa lisäselvityksiä.

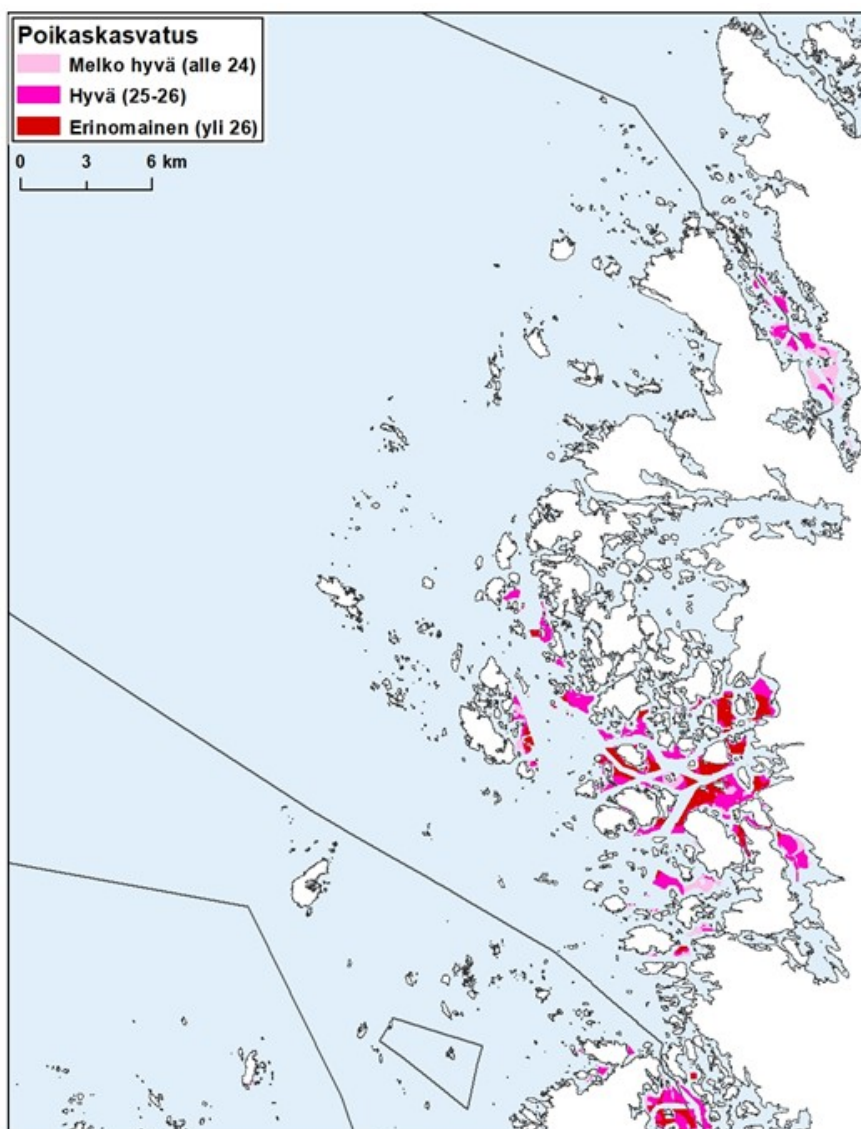
Taulukko 1. Paikkakohtaiset pisteet jatkokasvatukselle eri kriteereille ja FINFA-analyysin kokonaispisteet.

Paikka	Alueen omistus	Syvyys (m)	P	Avoimuus, indeksi	P	Virtaus, cm/s	P	Natura SAC, etäisyys (m)	P	Natura SPA, etäisyys (m)	P
19	Uusikaupunki	17	4	37 131	5	1,8	1	573	5	575	5
30	Uusikaupunki	10	3	26 076	4	1,7	1	3415	5	3425	5
34	Uusikaupunki	3	1	7 763	3	2,3	2	1264	5	1264	5
35	Uusikaupunki	9	2	15 098	4	1,8	1	3206	5	3237	5
14	Metsähallitus	35	5	875 331	3	4,2	4	498	4	4066	5
15	Metsähallitus	28	5	894 007	3	5,7	5	4503	5	12828	5
22	Metsähallitus	15	3	501 949	3	3,4	3	1408	5	1720	5
23	Metsähallitus	20	5	613 319	3	3,7	3	521	5	2828	5
24	Metsähallitus	22	5	752 501	3	4,3	4	3547	5	1781	5
26	Metsähallitus	26	5	624 806	3	5,0	4	554	5	1758	5
28	Metsähallitus	12	3	411 674	4	4,5	4	355	4	993	5
33	Metsähallitus	26	5	857 706	3	4,8	4	554	5	2038	5
16	Yksityinen	11	3	195 825	4	4,6	4	664	5	742	5
17	Yksityinen	11	3	333 708	4	2,5	2	349	4	531	5
21	Yksityinen	20	5	48 222	5	2,0	1	2832	5	2618	5
25	Yksityinen	22	5	302 504	4	5,1	5	6261	5	1179	5
29	Yksityinen	24	5	329 885	4	3,2	3	1509	5	1468	5
31	Yksityinen	13	3	33 903	5	3,4	3	1577	5	1622	5
36	Yksityinen	4	1	9 158	3	2,1	2	3925	5	3551	5
37	Yksityinen	9	2	28 521	4	1,9	1	613	5	552	5
38	Yksityinen	4	1	153 932	4	1,2	1	1809	5	1863	5

Paikka	Alueen omistus	Zonation, indeksi	P	Etäisyys kasvatus-laitoksiin (m)	P	Toiminnallinen etäisyys (m) ("rantaan")	P	Loma-asutuksen tiheys (määrä 1 km säteellä)	P	Ekologinen luokitus (2013)	P	FINFA, Pisteet
19	Uusikaupunki	0,001	4	7 977	5	alle 5000 m	5	0	5	Hyvä	4	43
30	Uusikaupunki	0,000	5	7 035	5	alle 5000 m	5	2	4	Tyydyttävä	3	40
34	Uusikaupunki	0,005	4	4 677	4	alle 5000 m	5	12	3	Tyydyttävä	3	35
35	Uusikaupunki	0,002	4	6 375	5	alle 5000 m	5	1	4	Tyydyttävä	3	38
14	Metsähallitus	0,000	5	6 869	5	10000-15000 m	3	0	5	Hyvä	4	43
15	Metsähallitus	0,000	5	27 387	5	yli 20000 m	1	0	5	(Hyvä)	4	43
22	Metsähallitus	0,000	5	10 854	5	5000-10000 m	4	0	5	Hyvä	4	42
23	Metsähallitus	0,000	5	12 794	5	5000-10000 m	4	0	5	Hyvä	4	44
24	Metsähallitus	0,000	5	15 301	5	10000-15000 m	3	0	5	Hyvä	4	44
26	Metsähallitus	0,000	5	6 006	5	alle 5000 m	5	0	5	Hyvä	4	46
28	Metsähallitus	0,000	5	4 601	4	alle 5000 m	5	0	5	Hyvä	4	43
33	Metsähallitus	0,000	5	12 420	5	10000-15000 m	3	0	5	Hyvä	4	44
16	Yksityinen	0,000	5	1 314	3	yli 20000 m	5	3	4	Hyvä	4	42
17	Yksityinen	0,014	3	1 571	3	alle 5000 m	5	0	5	Hyvä	4	38
21	Yksityinen	0,003	4	10 344	5	alle 5000 m	5	3	4	Hyvä	4	43
25	Yksityinen	0,000	5	6 532	5	5000-10000 m	4	0	5	Hyvä	4	47
29	Yksityinen	0,000	5	4 483	4	5000-10000 m	4	0	5	Hyvä	4	44
31	Yksityinen	0,005	4	9 776	5	alle 5000 m	5	0	5	Hyvä	4	44
36	Yksityinen	0,016	3	3 270	4	alle 5000 m	5	41	2	Tyydyttävä	3	33
37	Yksityinen	0,000	5	2 036	3	alle 5000 m	5	4	4	Tyydyttävä	3	37
38	Yksityinen	0,064	2	1 064	3	alle 5000 m	5	53	1	Hyvä	4	31

2.3. Poikaskasvatusalueet

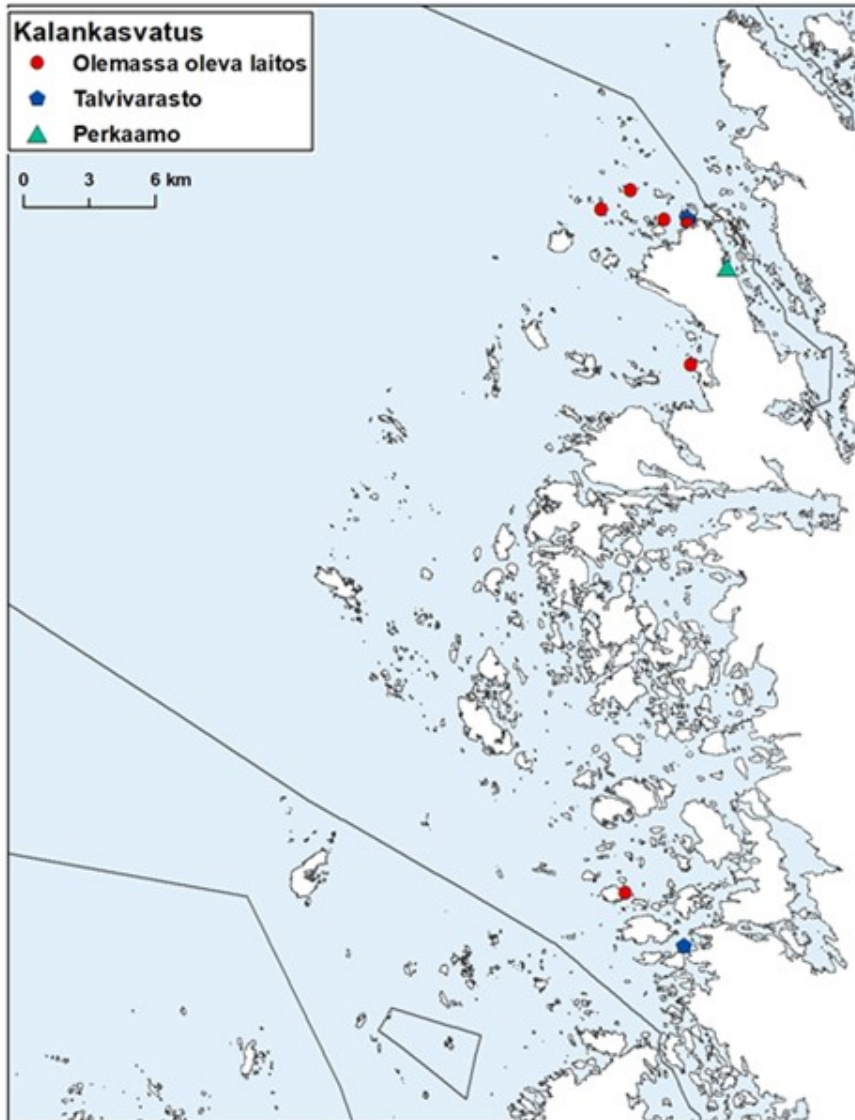
Kuvassa 16 on esitetty poikaskasvatukseen parhaiten soveltuvat alueet. Poikaskasvatukseen soveltuvat alueet sijaitsevat sisäalueilla suojaisilla paikoilla, koska pienten poikasten kasvatusta ei ole nykytiedon perusteella mahdollista avoimilla paikoilla. Poikaskasvatuksen kriteeristöä ja raja-arvoja onkin arvioitu toiminnallisten kriteerien kautta vertaamalla niitä nykyisiin kasvatuspaikkoihin, joissa poikaskasvatusta on osoittautunut mahdolliseksi. Koska poikaskasvatusta on pienimuotoisempaa sekä tilantarpeeltaan että ympäristövaikutuksiltaan myös esimerkiksi syvyys ja etäisyyskriteereitä on arvioitu ja luokiteltu jatkokasvatuskriteereistä poiketen parhaiden alueiden tunnistamiseksi. Poikastuotantopaikkoja arvioitiin FINFA-mallilla kuuden kriteerin perusteella, koska kaikki jatkokasvatustapaikkojen arvioinnissa käytetyt kriteerit eivät ole enää relevantteja. Laitokset ovat lähtökohtaisesti suojaisilla alueilla lähellä rantaa. Kriteerien luokittelu on liitteessä 5. Tärkein rajaava kriteeri poikastuotantopaikoille on nykyisiin kasvatuspaikkoihin liittyvä oletus, että poikaskasvatusta ei ole nykytiedolla ja tekniikalla mahdollista, mikäli avoimuusluokka on 5 tai suurempi. Avoimuusindeksialueet ovat luokitelleet Isaeus & Rygg (2005).



Kuva 16. Poikaskasvatukseen soveltuvat alueet.

2.4. Satamat, perkaamot ja talvisäilytysalueet

Alueen kalasatamat, talvivarastot ja perkaamot ovat kuvassa 17. Laitokset hinataan talveksi avoimelta mereltä rannikon läheisyyteen suojaisiin talvivarastopaikkoihin. Kaloja voidaan ottaa perattavaksi talven aikanakin, mikäli kelirikko ei sitä estä tai talvisäilytyspaikka sijaitsee rannassa, josta kalat ovat noudettavissa. Olemassa olevia kalasatamia voidaan mahdollisesti hyödyntää uudessa kalanviljelytoiminnassa.



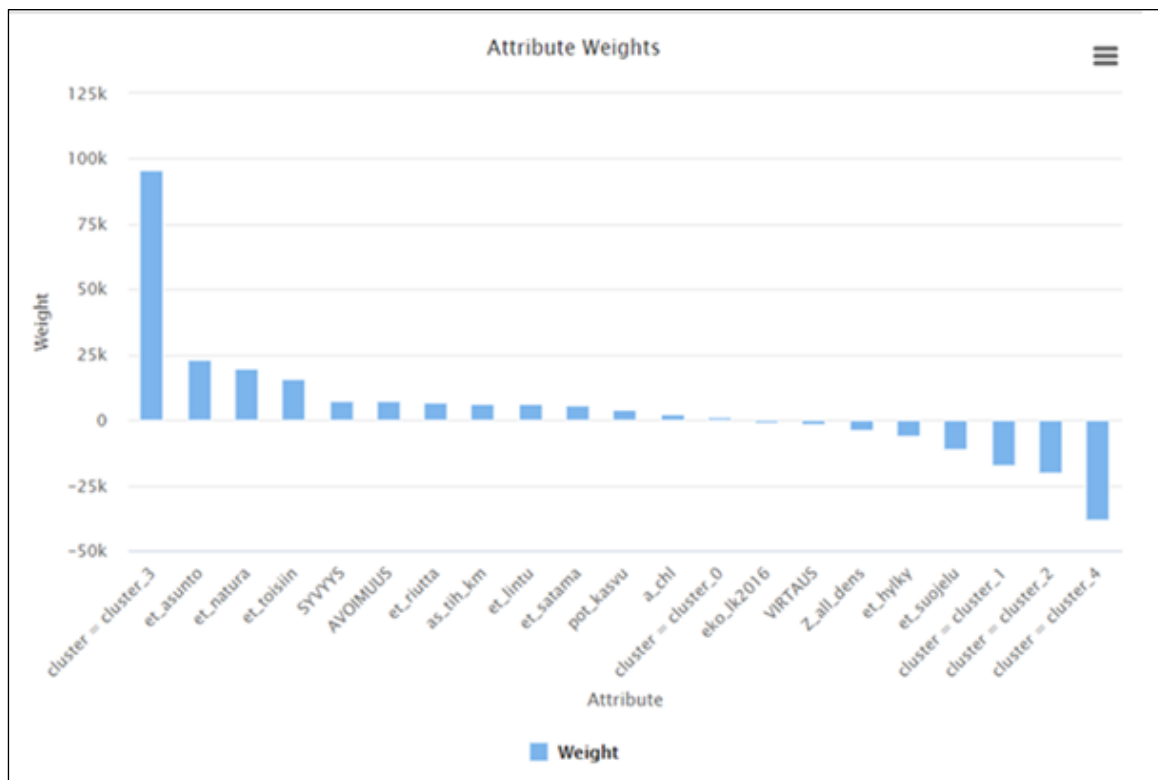
Kuva 17. Alueen kalankasvatus ja kalasatamia

3. Tuotantomäärien arviointi perustuen nykyisiin ympäristölupiin

3.1. Tuotantomäärät mallinnettiin tarkastelukohteille olosuhdetietoihin perustuen

Uudenkaupungin edustan merialueelle mallinnettiin tarkastelukohteille tuotannon lisäkasvumäärät, joilla voidaan arvioida alueellista tuotantopotentiaalia ja tehdä alustavia ympäristövaikutusarvioita. Tuotantomääriä arvioitiin tilastollisen menetelmän (Liite 3) avulla vertaamalla Suomen merialueella olemassa olevien 114 laitosten tuotantomääriä niiden olosuhdetietoon. Tilastollinen mallinnus perustuu ympäristöluvuissa oleviin sallittuihin ravinteiden kuormitusmääriin, jotka asian ymmärrettävyyden takia muunnettiin tähän yhteyteen suuntaa antaviksi tuotantomääräksi, sekä kaikkien Suomen nykyisten merialueen laitosten olosuhdetietoihin 16 eri olosuhdekriteerin perusteella. Näiden edellä mainittujen tekijöiden perusteella tilastollisen mallin avulla on mahdollista määrittää tai ennustaa lisäkasvu uudelle mahdolliselle paikalle kyseisen paikan olosuhdeominaisuuksien perusteella. Mallinnusmenetelmästä on tarkempi kuvaus liitteessä 3.

Kuvassa 18 on esitetty mallinnuksessa käytetyt olosuhdetekijät ja selittämättömät tekijät (Attribute) ja miten voimakkaasti (Weight) ne vaikuttavat tuotantomäärään kohteessa. Tilastollisen analyysin perusteella laitokset jakaantuivat ominaisuuksiltaan samanlaisiin ryhmiin (cluster) joiden perusteella oli luotettavampaa arvioida tuotantomääriä lähtökohdiltaan tietynlaisissa olosuhteissa. Yksinkertaistettuna: lähellä rantaa tuotantomäärää selittävät tekijät olivat erilaisia kuin ulkosaaristossa, jolloin myös tarkastelun kohteena olevan sijaintipaikan tuotantomäärää mallinnettiin vastaavanlaisiin olosuhteisissa sijaitseville laitoksille myönnettyjen ympäristölupien ja olosuhdetietojen perusteella. Esimerkiksi kuvassa 18 cluster 3:seen kuuluvat tuotantolaitokset kuuluivat suurimpaan tuotantomäärä ryhmään. Myös etäisyyden suureneminen lähimpään asuntoon suurensi tuotantomääriä. Vastaavasti negatiiviset tekijät pienensivät tuotantomääriä. Lisää menetelmästä ja clustereiden käytöstä Uudenkaupungin hankkeen kohteiden tuotantomäärien arvioinnissa on liitteessä 3.



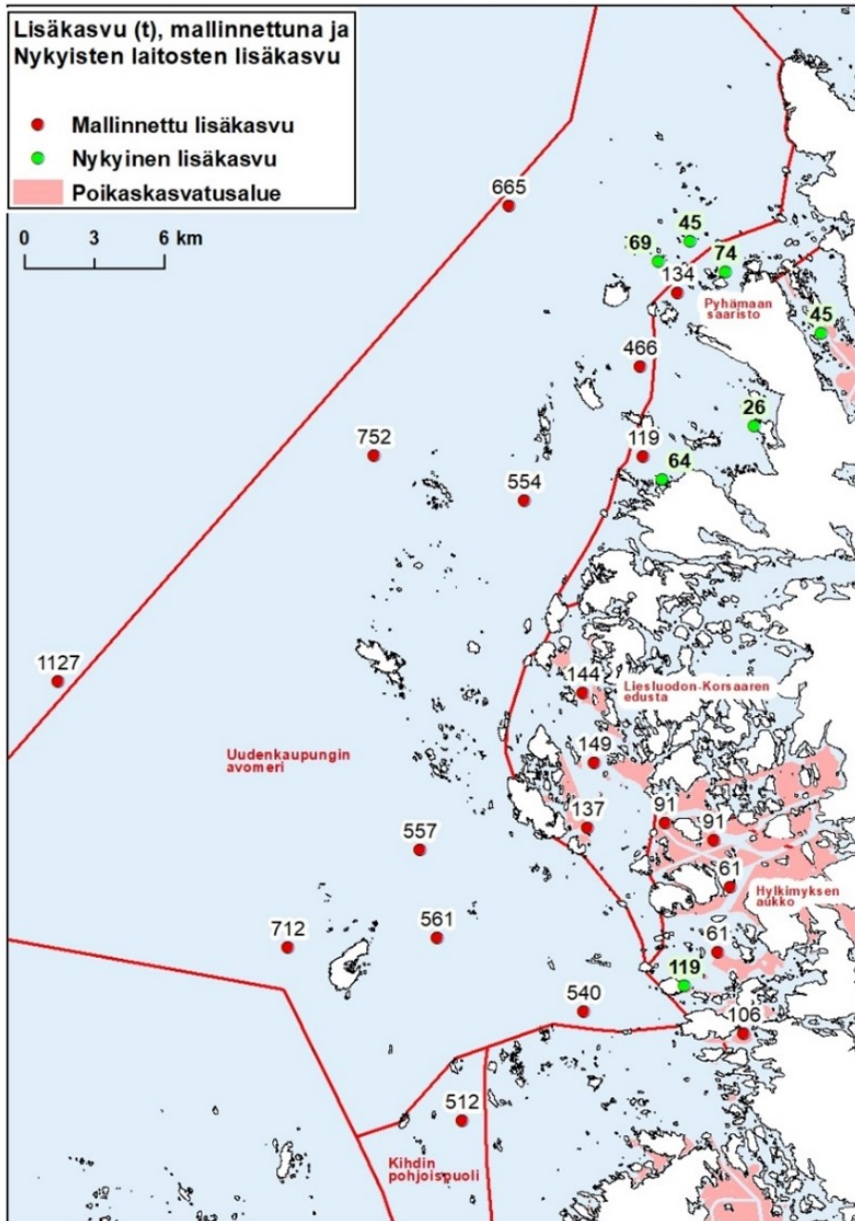
Kuva 18. Olosuhdetekijät ja niiden suhteellinen vaikutus ja vaikutuksen suunta tuotantomääräarvioon

(Selitteet: Cluster 0,1,2, 3 ja 4= vastaavanlaiset laitosryhmät;et_asunto=etäisyys loma-asuntoihin; et_natura=lähimpään Natura alueeseen;et_toisiin=etäisyys toisiin kalankasvatustiloihin; Syvyys= syvyys laitoksen kohdalla; Avoimuus=paikan avoimuus avoimuusindeksiin perustuen; et_riutta=etäisyys SIC Natura-alueella sijaitseviin riuttoihin;as_tih_km=loma-asuntojen määrä kilometrin säteellä;et_lintu=etäisyys lintusaariin SAC Natura alueella; et_satama=etäisyys lähimpään huolto/kalasatamaan;pot_kasvu=muihin lupiin ja mallinnuksen perustava potentiaalinen tuotantomäärä alueella;a_chl=a-klorofyliarvo kesäkaudella; eko_lk2016=veden ekologinen tila 2. luokittelukaudella; virtaus=keskimääräinen virtaus kasvatuskaudella; Z_all_dens=vedenalaisiin huippualueiden indeksiluku (Zonation indeksi);et_hylky=etäisyys hylkyihin; et_suojelu=etäisyys suojelualueihin.)

3.2. Tuotantomääräarvio tarkastelukohteille

Kuvassa 19 on esitetty tarkastelukohteet sekä nykyiset laitokset ja niiden lisäkasvumäärät. Tuotantomäärää ilmoitetaan tässä yhteydessä lisäkasvumääränä, joka ei ole sama asia kuin yrityksen myymä tuotantomäärä: Lisäkasvun lisäksi tuotantomäärään vaikuttaa ostettu poikasmäärä sekä perkuu ja kuolleisuushävikki. Nämä asiat huomioiden lisäkasvu ja myyntimäärät eivät välttämättä poikkea toisistaan mittavasti, mutta vaihtelua on yritysten välillä. Ymmärrettävyyden takia raportissa on käytetty tuotantomäärä-terminiä.

Kalankasvatukselle myönnettyissä tuotantomäärissä on jonkin verran alueellista vaihtelua, joten mallin tuottamat arviot ovat suuntaa antavia. Mallinnettuja tuotantomääriä ei näin ollen voi pitää minimi tai maksimiarvoina kyseiseen sijaintiin, mutta ne mahdollistavat vaikutusten arvioinnin. Laitoksen tuotantomäärälle myöntää luvan aluehallintoviranomainen luvanhakijan esitysten perusteella, eikä lupaa voida myöntää suurempana kuin sitä on haettu. Yleisesti haettu tuotantomäärä on suurempi kuin myönnetty määrä (Salonen 2014) eli yritykset haluaisivat lupia mahdollisimman suurille tuotantomäärille kasvattaakseen liikevaihtoaan. Todelliset lisäkasvumäärät vaihtelevat vuosittain olosuhteista tai tuotannollisista tekijöistä johtuen.



Kuva 19. Nykyiset laitokset sekä mallinnukseen perustuvat lisäkasvuarviot uusille mahdollisille paikoille. (pohjakartta © MML)

4. Ekologinen tilaluokitus Uudenkaupungin vesimuodostumissa

4.1. Ekologisen tilaluokituksen tausta ja sen vaikutus kalankasvatukseen ohjaukseen

Euroopan Unionin (EU) vesipuitedirektiivi tekee pintavesien ekologisesta tilaluokituksesta kalankasvatuksen näkökulmasta erityisen merkittävän. Direktiivissä linjataan, että luvittava toiminta ei saa vaarantaa vesien hyvän ekologisten tilan saavuttamista ja hyvän tilan säilyttämistä (Belinski ym 2019). Myös kansallisessa sijainninohjaussuunnitelmassa uutta tuotantoa ohjattiin hyvässä tilassa oleville merialueille (MMM 2015). Sen paremmin sijainninohjaussuunnitelma kuin Suomen lainsäädäntökään eivät kuitenkaan estä hakemasta tai saamasta lupaa miltei sellaiselta alueelta, joka ympäristölupakäsittelyssä todetaan vesiviljelyyn soveltuvaksi.

Suomessa on käytetty 1970-luvulta lähtien vesiensuojelussa luokitusta, joka perustuu veden fysikaaliskemiallisiin ominaisuuksiin, bakteerimääriin sekä haitallisten aineiden esiintymiseen. EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin myötä tarkasteluun tulivat biologiset laatutekijät, joiden ohella huomioidaan myös fysikaaliskemialliset laatutekijät ja hydromorfologiset tekijät. Ensimmäisessä ekologisessa tilaluokittelussa tarkastellaan biologisia tekijöitä. Lähestymistapa luokituksessa on, että vallitsevia olosuhteita verrataan olosuhteisiin, joissa ei ole havaittavissa ihmistoiminnan vaikutusta. Ekologinen laatu on täten sitä parempi, mitä pienempi on ihmisen arvioitu vaikutus.

Rannikkovedet on jaettu 14 eri osaan (=rannikkotyyppi) ominaispiirteidensä mukaan (esim. lämpötila, suolapitoisuus, näkösyvyys, syvyys, aallokon vaikutus, pohjan laatu). Kukin rannikkotyyppi on jaettu edelleen pienempiin osa-alueisiin (=vesimuodostuma). Näitä vesimuodostumia on rannikkoalueilla kaikkiaan 276 kappaletta. Vesien ekologista tilaa arvioidaan joka kuudes vuosi. Luokittelu on tehty kolme kertaa. Viimeisin näistä (3. luokittelu=luonnos 2019) on tehty vesienhoidon suunnittelukaudelle 2022–2027, ja se perustuu vuosien 2012–2017 aineistoihin (Aroviita ym. 2019).

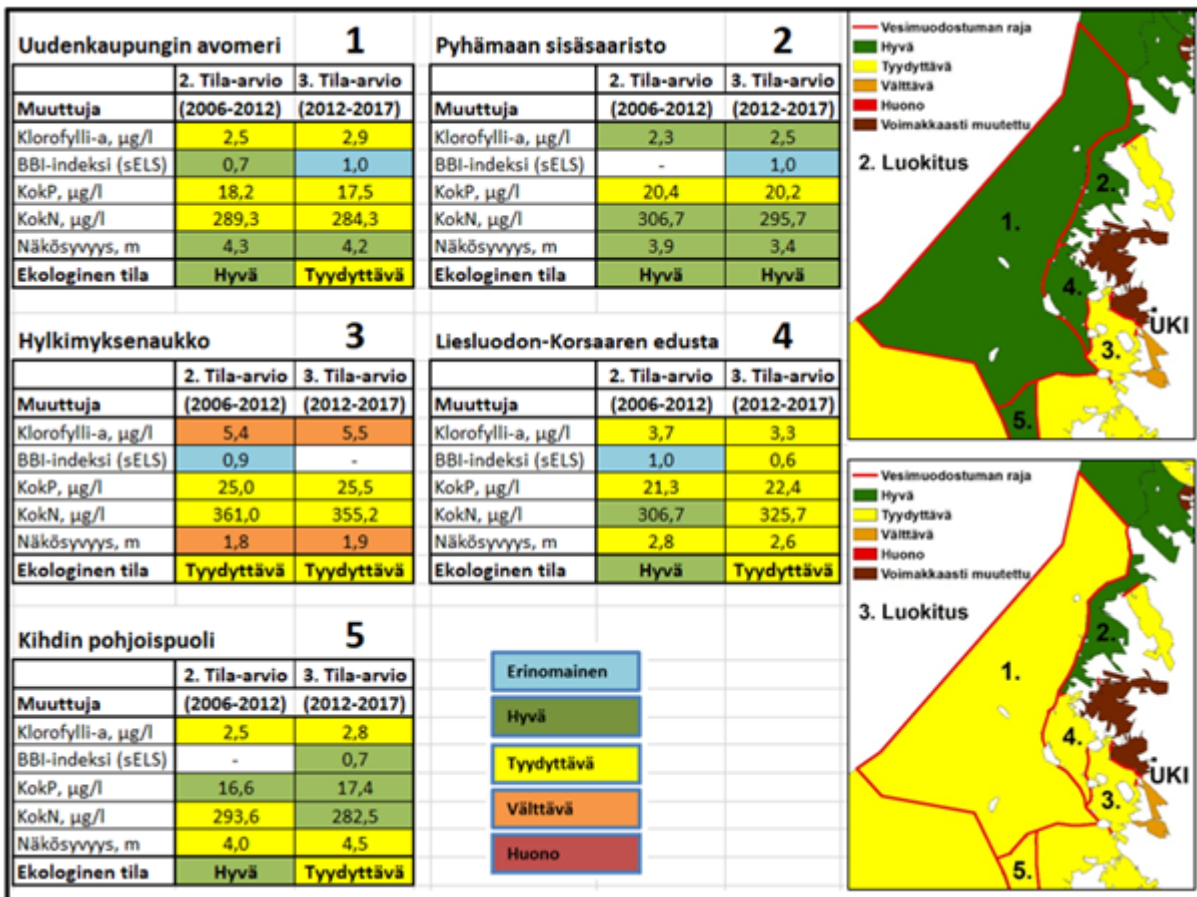
4.2. Ekologinen tila ja sen muutos Uudenkaupungin vesimuodostumissa

Voimassa olevassa toisen kauden luokituksessa Uudenkaupungin avomeri, Pyhämaan saaristo, Liesluoto-Korsaaren edusta sekä Kihdin pohjoispuoli on luokiteltu hyvään tilaan (kuva 20). Kolmannen luokittelukauden luonnoksessa näistä neljästä kolmen vesimuodostuman tila-arvio on laskenut hyvästä tyydyttävään (Aroviita ym. 2012 ja 2019; SYKE ja ELY keskuskeskukset 2021), eli enää yksi Uudenkaupungin merialueille oleva vesimuodostuma (Pyhämaan saaristo) on hyvässä ekologisessa tilassa, ja muut vesimuodostumat, joilla sijaitsee tässä raportissa tarkasteltuja paikkoja, ovat siis uudelta ekologiselta luokituksestaan tyydyttäviä.

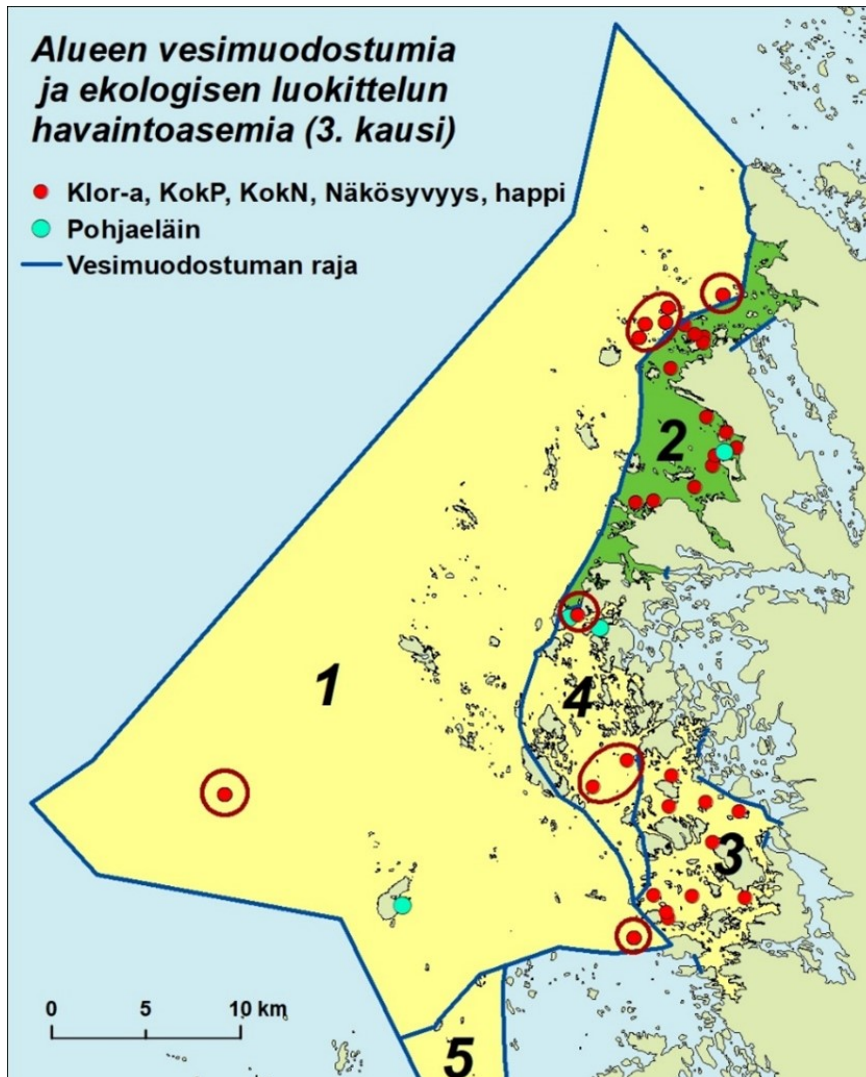
Ekologinen tila määritellään monien muuttujien ja niiden tavoiteraja-arvojen perusteella. Mitätaustietoihin perustuva luotettava määrittely on vaikeaa, koska tietoa on alueellisesti ja määrittämisestä verrattain vähän, kuten kuvasta 21 voi havaita. Siksi lopulta määrittely perustuukin usein asiantuntija-arvioon. Tilaluokkien raja-arvot poikkeavat eri vesimuodostumissa. Sisämillä muodostumilla esimerkiksi ravinneraja-arvot ovat korkeampia kuin ulkosaaristossa. Sisäsaariston tila voidaankin luokitella hyväksi, vaikka siellä ravinnetasot ovat korkeampia kuin

ulkosaaristossa. Tämä johtaa toisinaan kalankasvatuksen sijainninhjauksen näkökulmasta epäloogisiin ratkaisuihin, koska vaikka sisemmät vesimuodostumat vaikuttavat kartalla olevan paremmassa tilassa kuin ulommat alueet, ympäristövaikutukset olisivat ulommissa vesimuodostumissa todellisuudessa vähäisempiä. Myös luokittelun raja-arvot ja niiden kriteerit sekä tulkinta ovat muuttuneet, mistä syystä vesimuodostumien tilaluokittelut sellaisenaan eivät ole vertailukelpoisia.

Uudenkaupungin merialueilla on havaittavissa, että monien muuttujien suhteen tilanne on parantunut suhteessa edellisiin tilaluokan arvioihin. Tällaisia muuttujia ovat esimerkiksi kuten typhen ja fosforin kokonaisravinnemäärät. Samalla esimerkiksi sameus ja a-klorofylli ovat lisääntyneet, mikä heikentää luokitusta (kuva 20). Luokittelu sisältää kuvassa 20 esitettyjen lisäksi myös muita tarkasteltavia tekijöitä kuten pohjaeläimet, hydrologismorfologiset muutokset sekä mahdollisesti esiintyvät haitalliset aineet. Kalankasvatuksen ympäristövaikutusarvioissa on siten pyritty arvioimaan, miten kalankasvatus vaikuttaa ekologisen tilan muuttujiin paikallisesti ja alueellisesti, koska mikään tilaluokka ei yksin estä tai mahdollista kalankasvatuksen sijoittamista alueelle.



Kuva 20. Ekologisen luokittelun muutokset edelliseen kauteen verrattuna joissakin muuttujissa ja kokonaisarviossa. Vesimuodostumat kuuluvat osittain eri rannikkotyyppeihin, ja niillä on siten omat luokittelurajansa.



Kuva 21. Ekologisen luokittelun joidenkin muuttujien havaintoasemia. Punaisella ympyrällä on kahdessa vesimuodostumassa merkitty alueet, joista lasketaan kustakin ensin erikseen muuttujien keskiarvot.

5. Ravinnekuormitus

5.1. Ravinnekuormitusvaikutukset tarkastelukohteille FICOS-mallilla

Ravinnekuormitus on kalankasvatuksen keskeisin ympäristövaikutus Itämerellä. Yhtäältä kansallisena tavoitteena on tuotantomäärän lisääminen ja toisaalta ravinnekuormituksen vähentäminen. Erilaisilla ympäristövaikutusarvioinnin menetelmillä pyritään etu- ja jälkikäteen arvioimaan kalankasvatuksen ympäristövaikutuksia. Etukäteisarvioinnissa lupaviranomainen punnitsee kuormittaako toiminta tiettyä aluetta liikaa, vai voidaanko lupa myöntää. Mallinnusten perusteella voidaan myös harkita vaihtoehtoisia sijainteja, jos kuormitus kohdistuu ongelmallisille alueille tai vähentää tuotantomäärää vaikutuksen pienentämiseksi, kuten on tehty tämänkin selvityksen eri tuotantoskenaarioissa.

Kalankasvatuslaitosten ravinnekuormituksen vedenlaatuvaikutuksia Uudenkaupungin edustalla on tarkasteltu SYKE:ssä ja rannikon ELY-keskuksissa käytössä olevalla rannikon kokonaiskuormitusmallilla (FICOS) (SYKE 1 2017). Mallijärjestelmä kattaa Suomen rannikkoalueen Suomenlahdella, Saaristomerellä sekä Selkämerellä ja käynnissä oleva jatkokehityshanke laajentaa mallinnusalueen myös Merenkurkkuun ja Perämerelle vuoteen 2023 mennessä.

Mallissa veden liikkeet, lämpötila ja suolaisuus lasketaan kolmiulotteisella merimallilla, jonka tuottamiin virtauskenttiin lisätään Vemala-työkälulla (SYKE 2 2021) lasketut valuma-aluekuormitukset, sisäinen kuormitus, ilmakehäkuormitus, pistekuormitukset ja mallinnusalueen ulkopuolelta tuleva ulkoinen kuormitus reunaehtoja käyttäen. Oletuksena malli laskee vedenlaadun vesimuodostuman tarkkuudella, mutta laskentatarkkuutta voidaan parantaa vesimuodostuma-kohtaisesti. Suomenlahden ja Saaristomeren alueet voidaan mallintaa tarkimmillaan neljännesmerimailin (n. 0,5 km) tarkkuudella ja Pohjanlahden alue yhden merimailin (n. 1,9 km) tarkkuudella. Yhden merimailin tarkkuus ei riitä kuvaamaan kaikkein pienimpiä rannikon vesimuodostumia riittävän hyvin. Tässä työssä tehdyissä tarkasteluissa on käytetty Selkämeren mallinnusalueen parasta 1 merimailin mallinnustarkkuutta koko mallialueella, mikä mahdollistaa myös paikallisten vedenlaatuvahteluiden tarkastelemisen vesimuodostumien sisällä.

Vedenlaadun laskenta perustuu tunnettuihin vuosiin, joilta on riittävästi mittaustietoa. Tällä hetkellä Selkämerimallia voidaan käyttää vuosien 2006–2012 mittaustietoihin perustuvalla aineistolla. Ajanjakso sisältää sää- ja virtaustilanteeltaan erilaisia vuosia, jolloin saadaan hyvä kuva ravinnekuormitusten vaikutuksista erilaisissa olosuhteissa. Mallin pistekuormituksia muuttamalla, poistamalla tai lisäämällä voidaan helposti tarkastella niiden aiheuttamia vedenlaadun muutoksia vertaamalla tuloksia perustilaan, jossa muutoksia ei ole tehty. Malli laskee kahden leväryhmän (sinilevät ja muut levät) biomassan liukoisten typpi- ja fosforiravinnejakeiden perusteella ja edelleen klorofylli-a -pitoisuuden. Mallijärjestelmä soveltuu parhaiten ravinnekuormitusmuutosten välittömien vaikutusten arviointiin kohdealueilla, sillä se ei toistaiseksi laske ravinteiden kumulatiivista kertymistä pitkällä aikavälillä vuosien ja vuosikymmenten kuluessa.

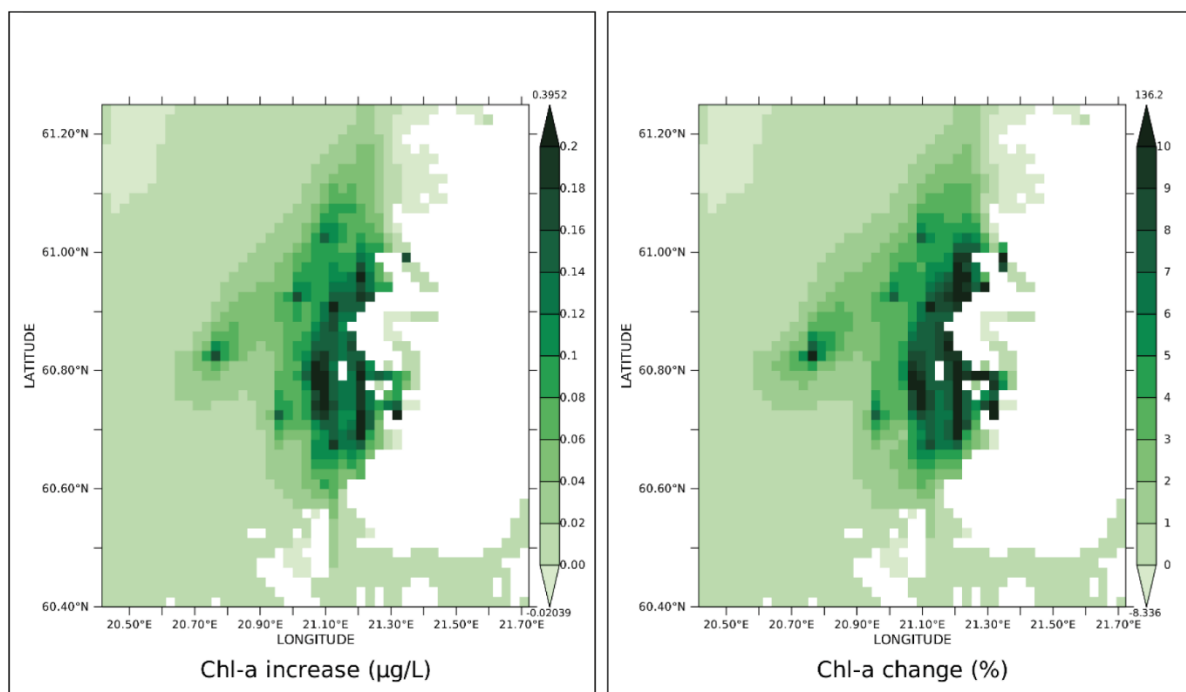
Tarkastelussa mallinnettiin ensin Selkämeren vedenlaadun perustila vuosina 2006–2012. Seuraavaksi mallinnettiin vedenlaatu valituissa kalankasvatusskenaarioissa ja laskettiin kasvatusskenaarioiden ja perustilan välinen erotus eli muutos. Tässä työssä tarkastellaan lähinnä klorofylli-a:n muutosta. Tuloksista on laskettu keskiarvo eri tarkasteluvuosilta ja kesä-elokuun tarkastelujakson ajalta, jolloin vuosittaiset säästä riippuvat vaihtelut tasoittuvat ja tuloksena on keskimääräinen muutos. Tulokset ovat suuntaa antavia tarkasteltaessa paljonko kalankasvatus-toiminta vaikuttaisi ekologisen tilan muuttujiin. Tulostarkastelu on tehty a-klorofyllin

muutoksena, mutta myös kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori ovat laskettavissa mallin avulla. Leväkukinnat ovat usein nopeita ja korkeimmat arvot voivat olla myös hyvin paikallisia ja ajallisesti lyhytkestoisia. Ajallinen vaihtelu on havaittavissa liitteen 4 kuvista.

5.2. Tuotantoskenaario 1:n kuormitusmallinnus

Tuotantoskenaarion 1:n mallinnus tehtiin kuvassa 19 esitettyjen 20 tuotantopaikan ja niiden tuotantomäärien perusteella, jolloin kokonaistuotanto Uudenkaupungin alueella olisi noin 8 miljoonaa kiloa.

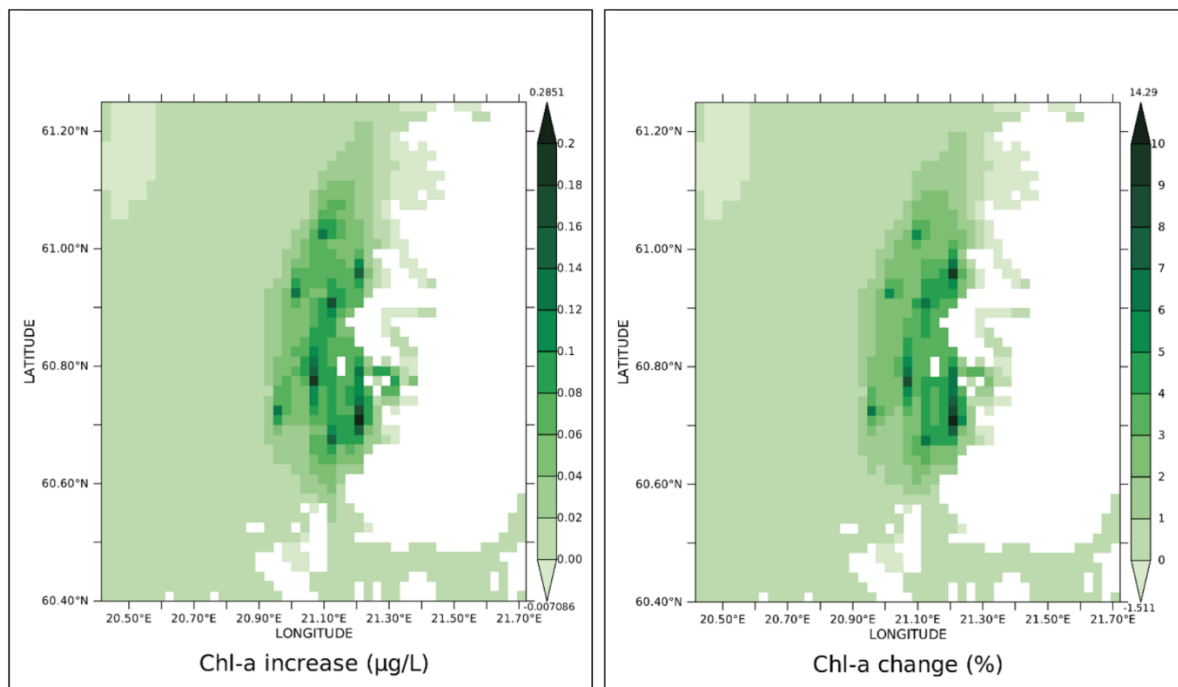
Tällöin a-klorofyllitasot nousisivat Uudenkaupungin rannikon läheisillä alueilla olemassa olevaan perustasoon verraten keskimäärin yli 5 % ja paikallisesti erityisesti ajallinen vaihtelu huomioiden paljon enemmän (kuva 22 ja liite 4). A-klorofylliarvot vaihtelevat lähtökohtaisesti paljon, mutta kesäkaudella ne ovat olleet keskimäärin noin 2–4 µg/L (kuva 20).



Kuva 22. Ravinnekuormitusmallinnus skenaarioissa 1 kesäkaudella. Vasemmalla a-klorofyllin muutos µg/L ja oikealla suhteellinen muutos. Tummempi väri kuvaa suurempaa keskimääräistä muutosta. Väriskaala on vertailtavuuden helpottamiseksi maksimissaan 0,2 µg/L ja 10 %. Alueella esiintyy kuitenkin korkeampiakin muutoksia, korkeimmillaan mallinnettu paikallinen keskimääräinen muutos on 0,4 µg/L ja 136 %.

5.3. Tuotantoskenaario 2:n kuormitusmallinnus

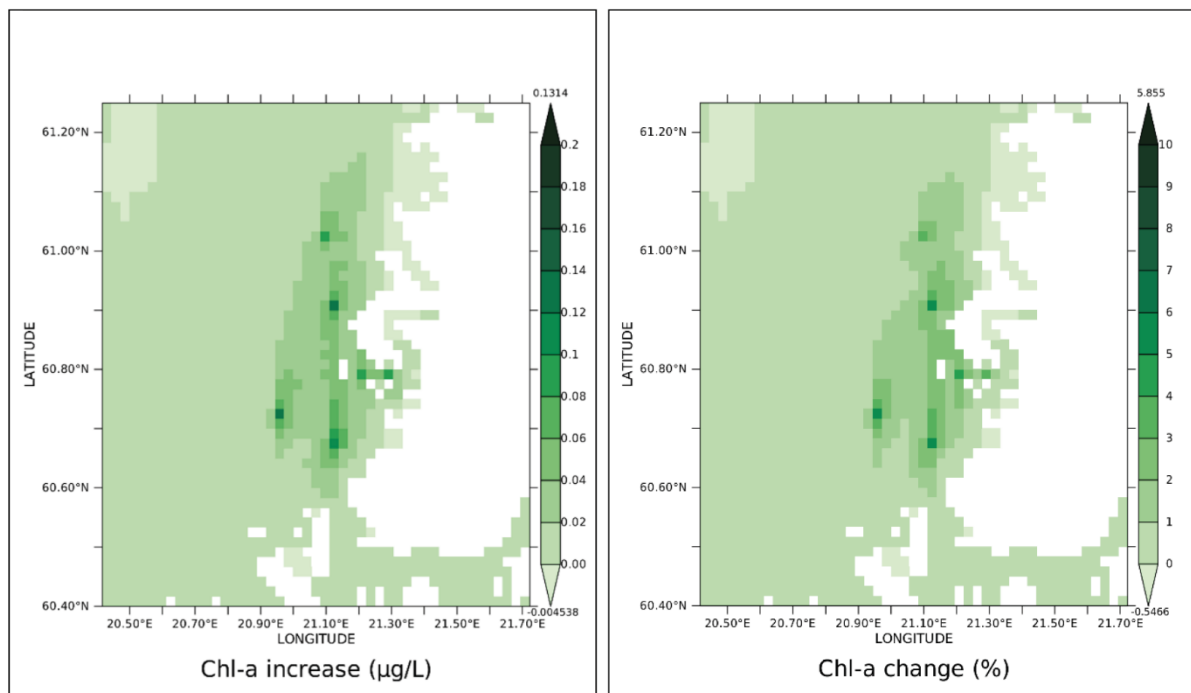
Skenaariossa 2 alueella tuotetaan vuosittaista lisäkasvua noin 4,2 miljoonaa kiloa yhteensä 12 kasvatuspaikassa. Tämä aiheuttaa alueelle noin 172 t kokonaistyyppilisäyksen ja 17 t kokonaisfosforilisäyksen. Kuormituksen aiheuttama a-klorofyllin 5 % muutos olemassa olevaan tasoon nähden ylittyy paikallisesti ainoastaan kasvatuslaitosten läheisyydessä ja rannikon muilla alueilla vaihtelee välillä 2–4 % ja avoimilla alueilla välillä 1–2 %.



Kuva 23. Ravinnekuormitusmallinnus skenaarioissa 2 kesäkaudella. Vasemmalla a-klorofyllin muutos µg/L ja oikealla suhteellinen muutos. Tummempi väri kuvaa suurempaa keskimääräistä muutosta. Väriskaala on vertailtavuuden helpottamiseksi maksimissaan 0,2 µg/L ja 10 %. Alueella esiintyy kuitenkin hieman korkeampiakin muutoksia, korkeimmillaan mallinnettu paikallinen keskimääräinen muutos on 0,28 µg/L ja 14 %.

5.4. Tuotantoskenaario 3:n kuormitusmallinnus

Kolmannessa skenaariossa uutta tuotantoa olisi noin 2,2 miljoonaa kiloa ja se olisi hajautettu kuuteen uuteen kasvatuspaikkaan. Näin a-klorofyllin odotetaan nousevan rannikon lähellä noin 2 %:a olemassa olevaan tasoon nähden. Niukko ja Kankainen (2021) ovat pyrkineet osoittamaan laitoksen vaikutusta a-klorofylliin ja sameuteen kalankasvatustalouden läheisyydessä eri menetelmin, mutta muutosta on vaikea havaita laitoksen välittömässä läheisyydessä.



Kuva 24. Ravinnekuormitusmallinnus skenaariossa 3 kesäkaudella. Vasemmalla a-klorofyllin muutos µg/L ja oikealla suhteellinen muutos. Tummempi väri kuvaa suurempaa keskimääräistä muutosta. Väriskaala on vertailtavuuden helpottamiseksi sama kuin muissa skenaarioissa eli maksimissaan 0,2 µg/L ja 10 %. Suurin mallinnettu paikallinen keskimääräinen muutos on 0,13 µg/L ja 5,8 %.

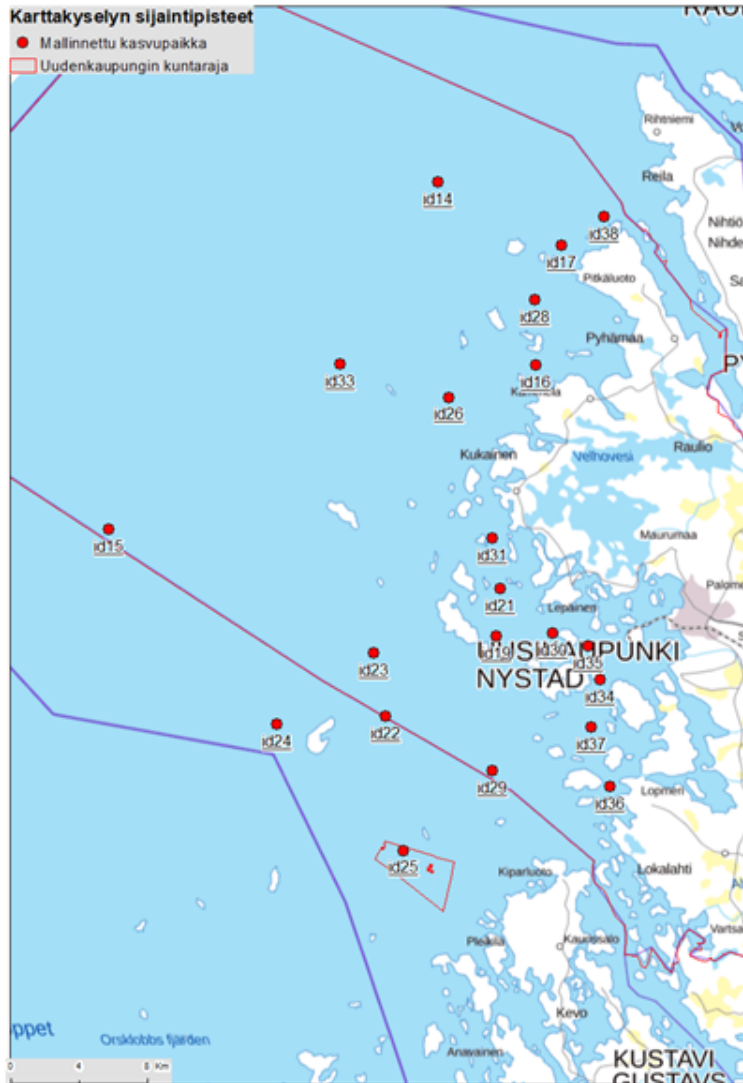
6. Karttapohjainen yleisökysely

6.1. Kyselyn tausta

Hankkeen tarkoituksena oli myös edistää merialueen käyttöön liittyvän suunnittelun vuorovai-
kutteisuutta. Tämä tavoite toteutettiin siten, että kansalaisille ja sidosryhmille tarjottiin verkko-
kyselyn avulla mahdollisuus kertoa näkemyksensä uusien kalankasvatustilastien mahdollisista
sijaintipaikoista Uudenkaupungin edustalla. Maptionnaire-karttakyselypalvelun avulla toteute-
tussa 25.3.–30.4.2020 auki olleessa kyselyssä kansalaiset ja sidosryhmät arvioivat hankkeessa
tunnistettuja mahdollisia tuotantoalueita ja esittivät myös arvioita itse kartalta valitsemissä
sijaintien soveltuvuudesta kalankasvatukselle.

Kyselystä tiedotettiin 25.3.2020 mediatiedotteella, ja samana päivänä aiheesta uutisoivat Turun
Sanomat, Yle, Vakka-Suomen Sanomat, Uudenkaupungin Sanomat. Lisäksi tiedotusta oli Uu-
denkaupungin verkkosivuilla ja sosiaalisessa mediassa. Kaikille avoimeen kyselyyn toivottiin
vastauksia erityisesti vesialueiden omistajilta, kesäasukkailta, kaupunkilaisilta, kalastajilta ja
muilta kalankasvatuksesta kiinnostuneilta. Vastaajilla oli lisäksi mahdollisuus osallistua suunnit-
teluun 11.6.2020 järjestetyssä verkkotyöpajassa, jossa käsiteltiin kyselyn tuloksia ja niissä hank-
keelle esitettyä palautetta.

Kyselyssä vastaajien arvioitaviksi esiteltiin 21 pistettä, jotka oli sijoitettu Uudenkaupungin edus-
talle FINFA-työkalan ja muiden kappaleessa 2 kuvattujen kriteereiden avulla (kuva 25). Pisteet
oli valittu ja sijoitettu siten, että ne edustivat FINFA-analyysin perusteella lupaaviksi arvioituja
alueita, mutta myös vesialueiden omistus ja kalankasvatustyöntekijien valmiiksi osoittama kiin-
nostus oli huomioitu. Lisäksi jotkin pisteistä sijoitettiin tarkoituksella varsin ulos avomerelle,
jotta vastaajilta saatiin näkemyksiä myös tällaisista sijainneista. Vastaajia pyydettiin arvioimaan
pisteiden soveltuvuutta kalankasvatukselle asteikolla 1–5 (1=ei sovellu lainkaan, 2=soveltuu
heikosti, 3=soveltuu kohtalaisesti, 4=soveltuu hyvin, 5=soveltuu erinomaisesti). Lisäksi vastaa-
jilla oli mahdollisuus merkitä kartalle omia pisteitään ja ilmoittaa joko niiden soveltuvuus (+)
tai niiden soveltumattomuus (-) kalankasvatukselle tai poikaskasvatukselle.



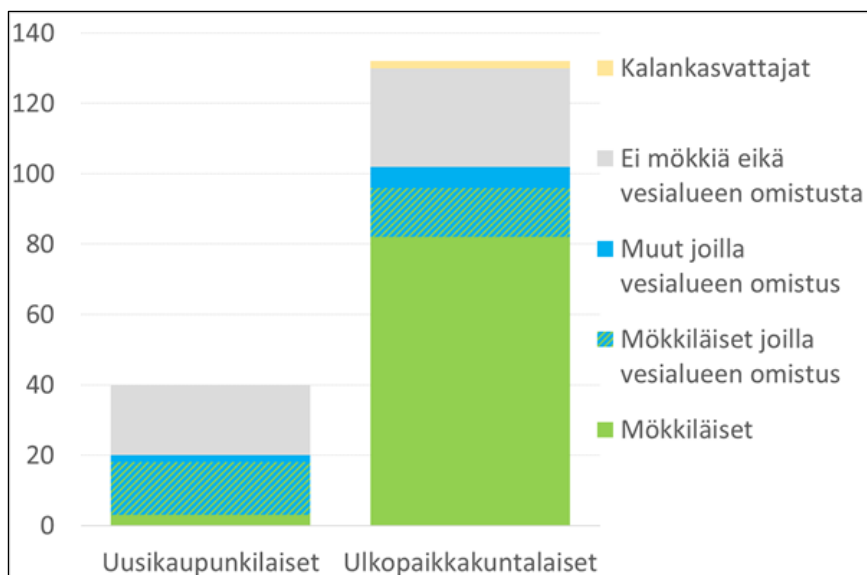
Kuva 25. Karttakyselyssä Uudenkaupungin edustalle oli sijoitettu 21 pistettä, joiden soveltuvuudesta kalankasvatukselle vastaajilta toivottiin perusteltuja näkemyksiä.

Kyselyssä ei rajoitettu yhden henkilön vastauksien määrää, koska näkemyksiä haluttiin mukaan mahdollisimman kattavasti. Eli vastaaja saattoi arvioida niin monia valmiiksi merkityistä 21 pisteestä kuin halusi ja myös merkitä kartalle rajoittamattoman määrän omia pisteitään. Kysely tuotti tärkeää tietoa päätöksentekijöille kalankasvatuksesta kiinnostuneiden kansalaisten näkemyksistä ja perusteluista näille näkemyksille.

Kyselyyn saatiin yhteensä 174 vastausta, joissa arvioitiin valmiiden pisteiden soveltuvuutta 362 kertaa ja merkittiin yhteensä 478 omaa pistettä kartalle. Koska vastaukset määrää ei ollut rajoitettu, osa vastaajista osallistui useammin kuin kerran. Vastaajilta pyydettiin sähköpostiosoite, mikäli he olivat kiinnostuneita osallistumaan hankkeen järjestämään työpajaan. Eri sähköpostiosoitteita oli aineistossa yhteensä 71. Noin joka kymmenes sähköpostiosoitteensa antanut vastaaja vastasi kyselyyn 2–3 kertaa ja muut vain kerran. Mikäli suhde oli suunnilleen samanlainen niiden 103 vastaajan kohdalla, jotka eivät antaneet sähköpostiosoitteitaan, voidaan arvioida, että kyselyyn vastasi noin 160 eri henkilöä. Seuraavassa vastaajien määräksi katsotaan kuitenkin vastauksien määrä eli 174. Osa vastaajista oli erittäin aktiivisia merkityn ja arvioiden hyvin monia eri sijainteja. Seuraavassa analyysissä huomioimme tämän mahdollisuuden mukaan.

6.2. Kyselyn tulokset

Kyselyyn vastanneista valtaosa (77 %) ilmoitti asuinkunnakseen muun kuin Uudenkaupungin. Kolmella neljäsosalla näistä ulkopaikkakuntalaisista vastaajista oli kuitenkin Uudessakaupungissa joko vapaa-ajan asunto, vesialueen omistus tai molemmat, kun tällainen tilanne oli vain puolella uusikaupunkilaisista vastaajista (kuva 26).



Kuva 26. Vastaajien jakautuminen uusikaupunkilaisiin ja ulkopaikkakuntalaisiin sekä Uudessa-kaupungissa sijaitsevan vapaa-ajan asunnon tai vesialueen omistajiin. Kyselyyn osallistui myös kaksi kalankasvatusyrittäjää.

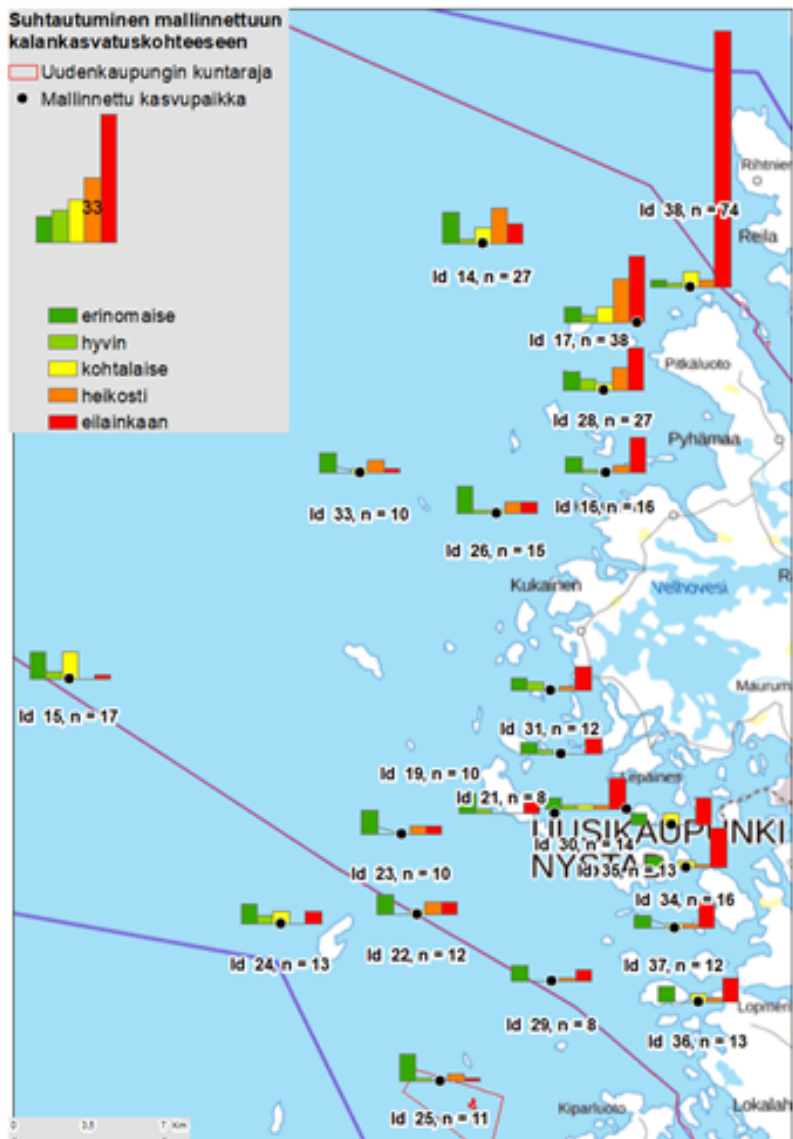
Uusikaupunkilaiset vastaajat arvioivat erilaisia sijaintipaikkoja yhteensä 150 kertaa (keskimäärin 3,8 kertaa/vastaaja), kun taas ulkopaikkakuntalaiset 683 kertaa (keskimäärin 5,1 kertaa/vastaaja). Keskimäärin ulkopaikkakuntalaiset suhtautuivat sijaintipaikkoihin kriittisemmin kuin uusikaupunkilaiset vastaajat: jos arvon +1 saavat sijainnit soveltuvat kalankasvatukseen erinomaisesti, arvon +0,5 saavat soveltuvat hyvin, arvon 0 saavat kohtalaisesti, arvon -0,5 saavat soveltuvat heikosti ja arvon -1 saavat eivät sovellu lainkaan, uusikaupunkilasten antamien arvioiden keskimääräinen arvo oli -0,20 ('kohtalaisesti-heikosti'), kun taas ulkopaikkakuntalaisten keskimääräinen arvo oli -0,52 ('heikosti'). On silti huomionarvoista, että osa vastaajista oli merkinnyt ja arvioinut pisteitä huomattavasti muita vastaajia enemmän. Jos mukaan otetaan vain vastaajat, joiden arvioimia pisteitä oli vähemmän kuin kymmenen, lukema on uusikaupunkilaisilla edelleen -0,20 ('kohtalaisesti-heikosti'), mutta ulkopaikkakuntalaisten osalta kriittisyys väheni hieman lukemaan 0,36 ('kohtalaisesti-heikosti').

Verrattaessa toisiinsa vastaajia, jotka ilmoittivat omistavansa vesialueen ja vastaajia, joilla ei vesialueen omistusta ollut, voidaan huomata, että vesialueen omistajien joukossa vesialueen soveltumista kalankasvatukseen arvioitiin selvästi kriittisemmin (ka. -0,70, 'heikosti-ei lainkaan') kuin sellaisten vastaajien joukossa, jotka ilmoittivat, etteivät omista vesialuetta (ka. -0,21, 'kohtalaisesti-heikosti'). Myös vapaa-ajan asunnon omistajien keskuudessa suhtautuminen oli hyvin kriittistä (ka. -0,71, 'heikosti-ei lainkaan'), kun taas ne vastaajat, joilla ei ilmoituksensa mukaan ole vapaa-ajan asuntoa muodostivat itse asiassa ryhmän, jonka merkitsemien ja arvioimien pisteiden soveltuvuusarvot olivat keskimäärin positiivisia (ka. +0,22, 'kohtalaisesti-hyvin') (taulukko 2).

Taulukko 2. Vastaajien arvioimien ja merkitsemien pisteiden keskimääräiset numeeriset arvot. Valmiiden pisteiden arvioissa arvon +1 saavat sijainnit soveltuvat kalankasvatukseen erinomaisesti, arvon +0,5 saavat soveltuvat hyvin, arvon 0 saavat kohtalaisesti, arvon -0,5 saavat soveltuvat heikosti ja arvon -1 saavat eivät sovellu lainkaan. Vastaajien itse merkitsemien kalankasvatukselle soveltumattomien pisteiden arvoksi laskettiin -1 ja kalankasvatukselle soveltuvien pisteiden arvoksi +1.

	Kyllä arvioiden ka.	Ei arvioiden ka.	N kyllä (arvioituja pisteitä)	N ei (arvioituja pisteitä)
Uusikaupunkilainen	-0,20	-0,36	40 (150)	137 (510)
Vesialueen omistaja	-0,70	-0,21	40 (153)	137 (507)
Vapaa-ajan asukas	-0,71	+0,22	120 (384)	57 (276)

Kartalle valmiiksi merkittyjen 21 pisteen suhteen vastaajien näkemykset jakoutuivat siten, että uloimpana merellä sijaitsevat pisteet keräsivät vähemmän kriittisiä arvioita kuin lähempänä mannerta ja saaristoa sijaitsevat pisteet (kuva 27). Sama näkyi myös vastaajien vapaasti kartalle sijoittamien pisteiden jakaumassa. Vastaajien kalankasvatukselle ja poikaskasvatukselle soveltumattomiksi arvioimat paikat sijoituivat lähemmäs rannikkoa ja saaristoa (kuva 28). Erityisen paljon soveltumattomaksi katsottuja sijaintipaikkoja merkittiin Mannervedelle ja Pyhämaan ympäristöön sekä kaupungin keskustan lounaispuolella sijaitsevaan saaristoon ja merialueella. Kalankasvatukselle soveltuviksi arvioituja paikkoja sen sijaan merkittiin harvakseltaan välisaa-ristoon ja ulkomerelle.



Kuva 27. Kyselyn vastanneiden arviointi ennakkoon määritettyjen kohteiden soveltuvuudesta kalankasvatukseen.

Vastaajia pyydettiin myös perustelemaan vastauksensa. Näitä perusteluja kertyi yhteensä 587 kappaletta. Valmiiksi merkittyjen 21 pisteen 362 arviosta perustelu annettiin 246 tapauksessa (68 %) ja 478 kartalle vapaasti merkitystä pisteestä perustelu annettiin 341:lle (71 %). Osa perusteluista oli uniikkeja, kun taas toiset esiintyivät kopioina useiden pisteiden yhteydessä. Valmiiden pisteiden 246 perustelusta erilaisia oli 156 ja vastaajien vapaasti merkitsemien pisteiden erilaisia oli 175. Muiden vastaajien vapaapisteitä oli myös mahdollista kommentoida. Keskusteluketjuja tästä ei syntynyt, mutta lukuisia arvokkaita kommentteja saatiin esiin. Myös osa kommentteista esiintyi kopioina pisteestä toiseen. Pisteiden arvioille annetut perustelut kertoivat selkeästi siitä, millaiset kysymykset olivat vastaajien mielestä keskeisiä arvioitaessa Uudenkaupungin edustan soveltuvuudetta kalankasvatukselle.

kuten ravinnekuormituksen lisääntymistä ja siitä seuraavaa vesien, pohjien ja rantojen rehevöitymistä ja umpeenkasvua. Saarten ja mantereen läheisyys nähtiin tästäkin näkökulmasta ongelmallisena. Asumis- ja vapaa-ajanvietolle mahdollisesti aiheutuvien haittojen lisäksi esiin nostettiin usein myös mahdolliset haitat veneilylle, vesiliikenteelle, väylille ja luonnonsatamille.

Kyselyssä annettujen perusteluiden perusteella voidaan listata kymmenen tärkeintä kysymystä, jotka nousivat esiin vastaajien pohdintoissa:

1. Miten kalankasvatustilat vaikuttavat veden ja vesiekosysteemin tilaan lyhyellä ja pitemmällä aikavälillä?
2. Miten laitosten paikalliset olosuhteet (erityisesti virtaus, syvyys, avoimuus, etäisyys saariin ja mantereeseen) vaikuttavat niiden aiheuttamaan ravinnekuormaan ja miten tämä otetaan huomioon suunnittelussa ja toteutuksessa?
3. Miten vapaa-ajan asutukselle kalankasvatuksesta aiheutuvia haittoja voidaan vähentää laitosten sijaintia ja toimintaa suunniteltaessa ja toteutettaessa?
4. Millaiset vaikutukset laitosten aiheuttamilla ravinnepäästöillä on vesien rehevöitymiseen, pohjiin ja rantoihin?
5. Miksi kalankasvatuksessa ei siirrytä kokonaan maalla tapahtuvaan kierto-vesikasvatukseen?
6. Miksi kalankasvatusta suunnitellaan jo valmiiksi rehevöityneille alueille, joiden ekologinen tila ei ole hyvä?
7. Miten kalankasvatus vaikuttaa erilaisiin suojelualueisiin ja niiden luontoarvoihin?
8. Otetaanko Mannerveden erityinen asema alueella (luonnon ja asutuksen erityispiirteet, ekologinen tila, olemassa olevat kalankasvatustilat) huomioon? Jos otetaan, miten?
9. Mikä on ollut alueella jo valmiiksi olemassa olevien kalankasvatustiloiden vaikutus vesien ja ympäristön nykytilaan? Miten tämä tiedetään?
10. Miten kalankasvatus vaikuttaa veneilyyn ja muuhun vesiliikenteeseen? Miten haittoja voidaan vähentää?

Osallistuminen kyselyyn oli runsasta ja palaute perusteellista. On selvästi tiedossa, että kalankasvatuksen tuotannon lisäämiseen kohdistuu poliittista tahtoa ja myös kuluttajien kysyntää. Hanke ei kuitenkaan luo "ohituskaistaa" luvituksessa vaadittavaan kuulemismenettelyyn, vaan mahdolliset lupaprosessit noudattavat normaalia kaavaa asianmukaisine vuorovaikutustapoineen. Hankkeessa järjestetty kysely ei ollut määrällinen mielipidetiedustelu tai äänestys, mutta se antoi silti tietoa siitä, miten eri alueiden soveltuvuuteen kalankasvatukselle suhtaudutaan – ja miksi. Palaute ja siihen kuuluvat perustelut toimivat arvokkaana taustatietona, joka huomioidaan jatkossa luotaessa toimintamallia kuntien ja muiden julkisten toimijoiden osallistumisesta kalankasvatuksen luvitus-prosesseihin, Uudenkaupungin toteuttamissa kalankasvatukseen liittyvissä hankkeissa ja toiminnoissa sekä muilla perusteilla tunnistettujen mahdollisten kalankasvatusaluiden joukon määrittelyssä.

7. Alueelliset tuotantoskenaariot ja sosioekonomiset vaikutukset

Alueelliset tuotantoskenaariot laadittiin tarkastelukohteiden perusteella. Ensimmäiseen skenaarioon otettiin mukaan kaikki valitut tarkastelukohteet, joiden määrää muokattiin siten, että läheisiä paikkoja tarkasteltiin yhtenä tarkastelukohteena. Tämän jälkeen kohteita vähennettiin tai tuotantomääriä pienennettiin karttapohjaisen yleisökyselyn ja ympäristövaikutusmallinnuksen tulosten perusteella seuraaviin skenaarioihin.

Yleisökyselyn perusteella poistettiin kuitenkin kaikista skenaarioista (1–3) kohde 38 siihen yleisökyselyssä kohdistuneen voimakkaan vastustuksen takia sekä skenaarioissa 2 ja 3 ne kohteet, jossa oli eniten vastustusta. Kuvissa punainen kohde tarkoittaa sitä, että kohdetta vastustettiin enemmän kuin puollettiin. Vastaavasti ympäristövaikutuksia pyrittiin pienentämään tuotantomääriä ja tarkastelukohteita vähentämällä siten, että alueellinen kuormitus olisi pienempi.

Taulukoon 3 on koottu yhteenvetona eri skenaarioiden sosioekonomiset vaikutukset. Tuotantomäärien perusteella on arvioitu tuotannon välitön ja välillinen arvo sekä työllistävä vaikutus. Tuotannon arvo saatiin jakamalla kunkin vuoden tuotantomäärä toimialan arvolla eli liikevaihdolla. Tässä käytettiin lukuja viideltä viimeiseltä vuodelta, joilta tilastoja oli saatavissa, ja tuotannon arvo on näiden vuosien keskiarvo. Luonnonvarakeskuksen julkaisemattoman tilastoaineiston perusteella kalankasvatuseritykset työllistivät vuosina 2014–2018 suoraan keskimäärin 32 täysiaikaisesti työssä olevaa henkilöä vuotta ja tuhanta tuotettua kalatonna kohti. Lisäksi yritykset työllistävät suuren joukon osa-aikaisia työntekijäitä esimerkiksi perkuu- ja muiden sesonkien aikana. Arvioimme tätä raporttia varten, että keskimäärin osa-aikainen työntekijä on töissä kaksi kuukautta vuodessa. Näin kokonaistyöllistyvydeksi muodostuisi noin 39 henkilötyövuotta tuotettua tuhanta tonnia kohti (taulukko 3). Tilastoissa ei ole eroteltu erikokoisia yrityksiä, eri tuotantovaiheita, sijaintia, lopputuotetta tai jalostusastetta. Vaihtelu yritysten välillä on suurta.

Välillisillä vaikutuksilla huomioidaan paljonko tuotanto synnyttää arvoa ja työpaikkoja ennen kalankasvatustoimintaa ja sen jälkeen tuotantoketjussa sekä tuotantoketjun toimintoja palvelevissa yrityksissä ja tai julkisorganisaatioissa. Esimerkkinä kalankasvatuksen tuottaman arvon ja sen tuottamien verovarojen avulla voidaan työllistää monta tutkijaa, virkamiestä tai opettajaa eli kyse ei ole ainoastaan työllisyydestä, joka koskee toimialaa palvelevia yrityksiä. Myös tuotannon välillinen arvo on monikertainen tuotteen jalostusasteen arvon noustessa sen arvoketjussa. Sosioekonomisten vaikutusten laskemisessa käytetyt kertoimet on kuvattu taulukon alla.

Taulukko 3. Eri skenaarioille lasketut sosioekonomiset vaikutukset. (M€= Miljoonaa euroa vuodessa)

	Skenaario 1	Skenaario 2	Skenaario 3	Nykytilanne	Kerroin
Tuotantomäärä (miljoonaa kg)	7,59	4,16	2,20	0,44	-
Suora työllistävyys (HTV)	297	163	86	17	39 ¹
Välillinen työllistävyys (HTV)	1279	701	371	74	169 ²
Suora arvo (M€)	37	20	11	2,1	4,8 ³
Välillinen arvo (M€)	128	70	37	7,4	17 ⁴

¹ Luonnonvarakeskuksen vesiviljelytilaston julkaisemattoman aineiston mukaan kalankasvatuseritykset työllistivät miljoonaa tuotettua kalakiloa kohti vuosina 2014–2018 keskimäärin 32 täysiaikaista työntekijää vuodessa. Lisäksi työllistyi osa-aikaisesti noin 43 henkilöä vuodessa. Arvioimme että osa-aikaisen henkilön keskimääräinen työpanos olisi 2 henkilötyökuukautta. Näin laskien osa-aikaisten työpanos olisi noin 7 henkilötyövuotta vuodessa miljoonaa tuotettua kalakiloa kohti. Työllistävä kokonaisvaikutus olisi näin laskettuna noin 39 henkilötyövuotta tuotettua miljoonaa kiloa kohti.

² Välillisen työllistävän vaikutuksen kerroin muodostuu suoran työllistävän vaikutuksen kertoimesta 39 kerrottuna luvulla 4,3 (Virtanen et al., 2003).

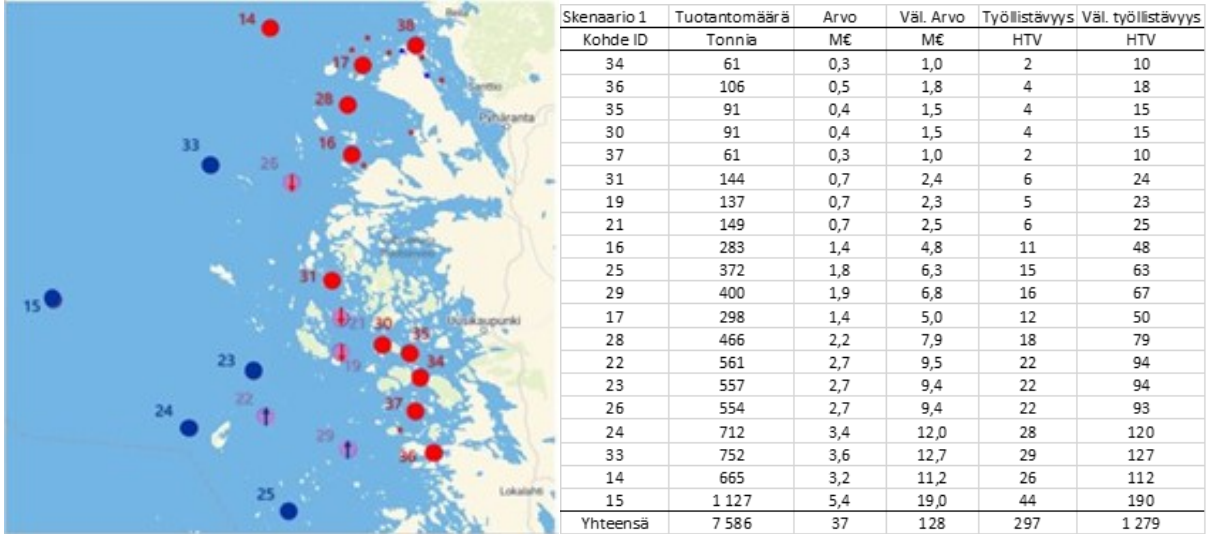
³ Kalankasvatustuotannon suora arvo miljoonaa tuotettua kalakiloa kohti on laskettu Luonnonvarakeskuksen vesiviljelytilaston (<https://stat.luke.fi/vesiviljely>) perusteella. Kerroin laskettiin vuosien 2015–2019 tuotannon määrän ja arvon perusteella.

⁴ Tuotannon välillisen arvon kerroin muodostuu suoran arvon kertoimesta 4,8 kerrottuna luvulla 3,5 (Virtanen et al., 2003).

7.1. Tuotantoskenaario 1:n sosioekonomiset vaikutukset

Suurimmassa skenaariossa nykyiset (0,4 milj. kg) ja mallinnetut paikat (7,59 milj. kg) huomioiden kalankasvatustuotantoa olisi yhteensä noin 8 miljoonaa kiloa. Potentiaalista poikastuotantoa (Katso 3.4.) on yhteensä 576 tonnia (Hylkimyksen aukon viisi uutta paikkaa ja yksi vanha paikka sekä Pyhämaan koillispuolen vanha paikka). Jatkokasvatusta (kts. kpl 3.1.) on kaikki tarkoitukseen katsotut paikat huomioiden yhteensä 7 404 tonnia (15 uutta paikkaa ja viisi vanhaa paikkaa). Poikastuotantoa on jatkokasvatusta paikkoihin nähden verrattain vähän. Yleisesti kirjoitukseen kasvatuksessa noin viidennes tuotannosta toteutuu ensimmäisen kasvukauden aikana eli poikastuotantopaikoissa, ja olisikin tärkeää varmistaa, että poikaset pystytään tuottamaan muualla tai vaihtoehtoisesti tulisi esittää useampia poikastuotantopaikkoja lähialueelta, että skenaario olisi käytännössä toteuttamiskelpoinen. Uudenkaupungin omistamat vesialueet ja tarkastelukohteet ovat siten tärkeitä juuri poikastuotannon ja toimivan tuotantoketjun turvaamiseksi.

Kuvan 28 taulukossa on osoitettu kunkin laitoksen vaikutus sosioekonomisiin mittareihin mallinnetun tuotantomäärän perusteella erikseen. Skenaariossa 1 kalankasvatuksen mallinnetulla tuotantomäärällä 7,59 miljoonaa kiloa uuden toiminnan suora työllistämisaikutus olisi tilastojen perusteella 297 ja välillinen 1 279 henkilötyövuotta. Uuden tuotannon suora arvo olisi 37 ja välillinen 128 miljoonaa euroa vuodessa. Kuvan 29 punaiset pisteet rannikon läheisyydessä kuvaavat kohteita, joissa oli enemmän vastustusta kuin puoltavia kommentteja. Siniset kohteet avoimilla alueilla eivät herättäneet juurikaan vastustusta.

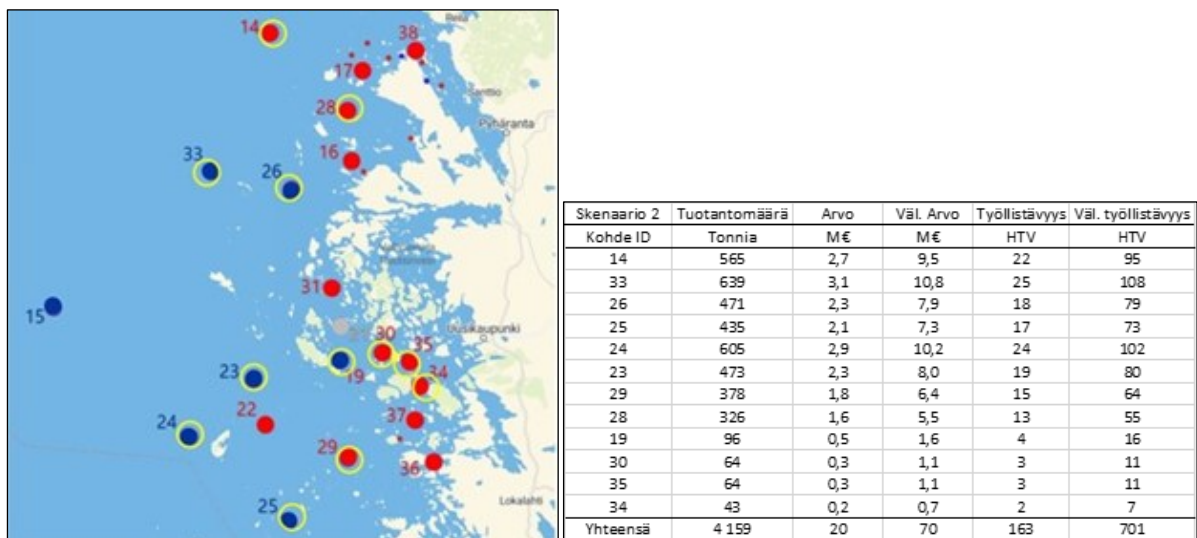


Kuva 29. Kasvatustilat ja niille arvioitu tuotantomäärä 1. skenaariossa. Kartan piste 38 on poistettu 1. skenaariosta.

7.2. Tuotantoskenaario 2:n sosioekonomiset vaikutukset

Kuvassa 30 on havainnollistettu keltaisin ympyröin 2. skenaarioon valitut 12 kohdetta. Kohteet sijaitsevat pääsääntöisesti Uudenkaupungin ja Metsähallituksen hallinnoimilla merialueilla. Laitoksia on verrattain tasaisesti etelästä pohjoiseen, minkä seurauksena kalankasvatuksen alueellinen kuormitus pysyisi tasaisena. Skenaarioon on valittu tarkastelukohteita, jotka ovat ulko- ja avomerellä, missä niihin kohdistuva vastustus olisi mahdollisimman vähäistä. Mahdollisia poikastuotantopaikkoja olisi kuitenkin sisempänä Uudenkaupungin merialueilla tuotantokierron varmistamiseksi.

Skenaariossa kalankasvatuksen mallinnettu tuotantomäärän lisäys nykyiseen (0,4 milj. kg) nähdessä olisi noin 4,16 miljoonaa kiloa vuodessa. Tilastojen perusteella kalankasvatuksen suora lisätyöllistämisvaikutus olisi 163 ja välillinen 701 henkilötyövuotta. Uuden tuotannon arvo olisi 20 ja välillinen 70 miljoonaa euroa vuodessa.

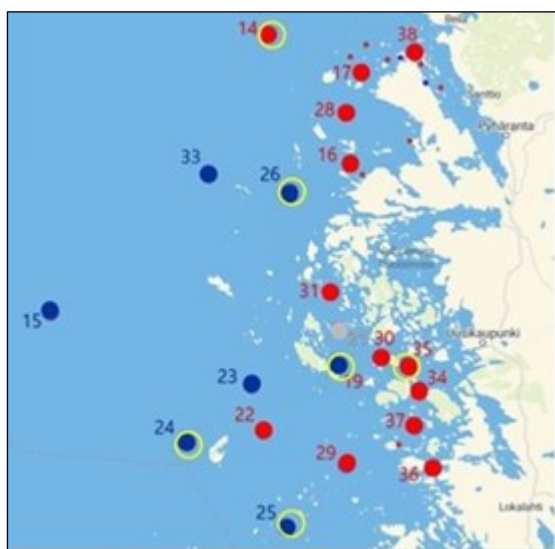


Kuva 30. Tarkastelukohteet (vas.) ja mallinnetut vaikutukset (oik.) 2. skenaariossa

7.3. Tuotantoskenaario 3 sosioekonomiset vaikutukset

Kolmanteen tuotantoskenaarioon tarkastelukohteita valittiin enää 6 kappaletta ja niiden tuotantomäärää vähennettiin (kuva 31 + taulukko) siten, että kuormituksen lisäys pysyisi paikallistekin alle 5 % ja alueellisesti olisi keskimäärin alle 2 % muuhun kuormitukseen verrattuna. Esimerkiksi kalankasvatuksen aiheuttama paikallinenkin lisäys a-klorofyllin määrään olisi keskimäärin alle 0,1 µg/l kun alueella klorofyllin taso vaihtelee kesällä välillä 2–4 µg/l (kuva 24).

Kalankasvatuksen uusi tuotanto olisi näin ollen nykyisen tuotannon lisäksi noin 2,2 miljoonaa kiloa. Tilastollisesti tämä toteutuma työllistäisi suoraan lisää noin 86 henkilötyövuotta ja välillisesti 371 henkilötyövuotta. Uuden tuotannon arvo olisi 11 miljoonaa euroa ja välillinen arvo 37 miljoonaa euroa.



Skenaario 3	Tuotantomäärä	Arvo	Väl. Arvo	Työllistävyys	Väl. työllistävyys
Kohde ID	Tonnina	M€	M€	HTV	HTV
14	532	2,6	9,0	21	90
26	443	2,1	7,5	17	75
25	409	2,0	6,9	16	69
24	570	2,7	9,6	22	96
19	137	0,7	2,3	5	23
35	91	0,4	1,5	4	15
Yhteensä	2 182	11	37	86	368

Kuva 31. Tarkastelukohteet (vas.) ja mallinnetut vaikutukset (oik.) 3. skenaariossa

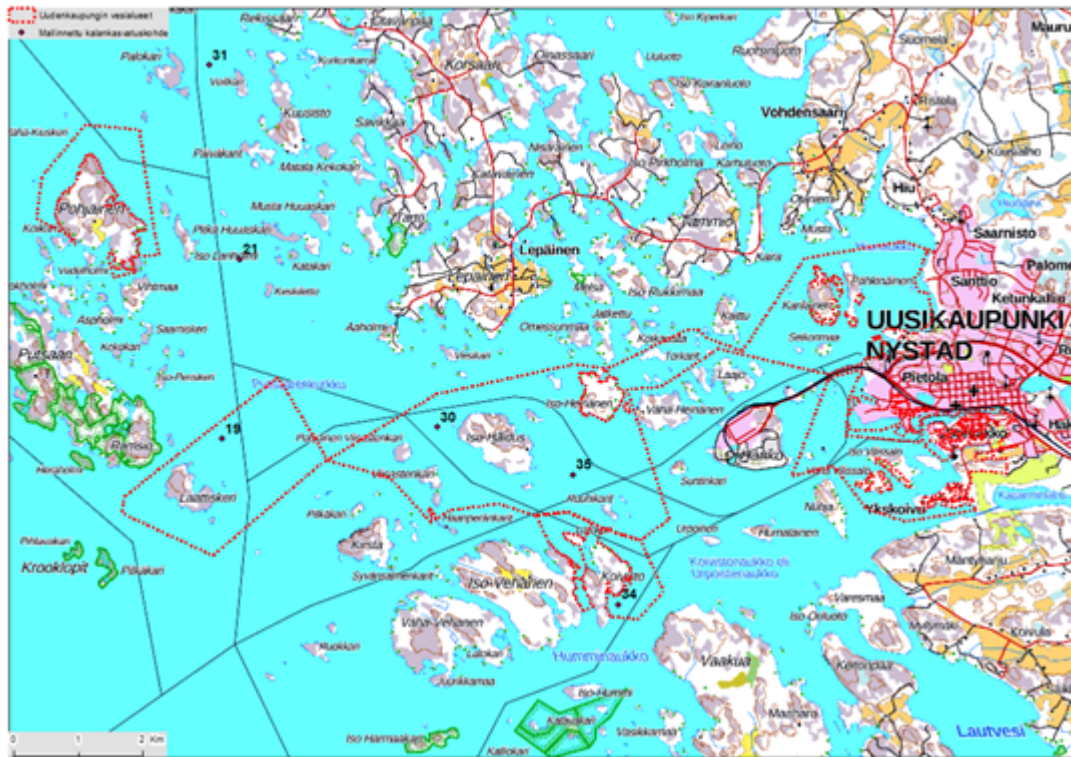
8. Uudenkaupungin omistamien merialueiden erityistarkastelu

8.1. Tarkastellut kohteet Uudenkaupungin omistamilla merialueilla

Uusikaupunki omistaa kuusi erillistä merialuekiinteistöä kaupungin edustalta. Kolmella kyseisistä merialueista (Laattiskeri, Iso Haidus ja Koivisto) sijaitsee tarkastelukohteita, jotka sisältyvät tuotantoskenaarioihin. Lisäksi yksi tarkastelukohde (21) sijaitsee lähellä Uudenkaupungin merialuetta yksityisellä merialueella. Tämän paikan sijainti olisi voinut olla myös läheisellä Uudenkaupungin merialueella. Muut kaupungin alueet eivät olleet analyysin perusteella kalankasvatukseen soveltuvia, mutta esimerkiksi kalankasvatusalaiden varastoiminen erityisesti talvella voisi näillä alueilla olla mahdollista. Yleisemminkin kasvatusalaiden talvisäilytys ja myös kalojen varastointi voisi olla mahdollista myös sellaisilla paikoilla, joilla varsinaista kasvatuslupaa ei olisi.

Paikanvalinnassa hyödynnettiin yleisten FINFA-kriteerien lisäksi paikallistuntemusta. Kuvassa 32 on osoitettu Uudenkaupungin omistamilla vesialueille tarkastellut kalankasvatuskohteet. Liitteissä 2 ja 5 on eritelty FINFA-kriteerit tarkemmin Uudenkaupungin omistamille merialueille.

Paikallistuntemuksen ja palautteen perusteella kalankasvatuslaitoksia pyrittiin esimerkiksi ohjaamaan paikallisesti kauemmas virkistyskäytön välittömästä läheisyydestä. Lisäksi Gaia Consulting Oy arvioi hankkeen erillisessä selvityksessä Uudenkaupungin alueiden suhdetta Natura-alueisiin ja Natura-arvoihin, jonka perusteella alueet on perustettu. Natura-selvitysten tarveharkinta tulee tehdä aina lupahakemuksen yhteydessä, mikäli suunniteltu kohde sijaitsee Natura-alueella tai lähellä sellaista.



Kuva 32. Uudenkaupungin merialueet ja tarkastelukohteet

Kalankasvatuksen alueellisia sosioekonomisia vaikutuksia arvioitiin tarkastelukohteiden ja tuotantomäärä mallinnusten perusteella. Kunkin kohteen taloudelliset vaikutukset on laskettu taulukkoon 4 erikseen.

Yksittäinen laitos ei sinällään työllistä montakaan työntekijää, mutta sen välilliset vaikutukset arvoketjuun voivat olla merkittävät. Esimerkiksi Uudenkaupungin alueella tapahtuva poikas-tuotanto voisi mahdollistaa suurimuotoisemman jatkokasvatuksen muilla merialueilla, koska suurten poikasmassojen tuominen kauempaa jatkokasvatukseen on logistisesti vaikeaa ja kallista. Kokonaisuutena toimiala vahvistaa alueen kalataloutta ja sitä tukevaa elinkeinotoimintaa. Tuotantomäärä on suhteutettu työllisyys- ja taloudellisen arvon muodostumiseen Luonnonva-rakeskuksen tilastojen perusteella. Taulukossa vaikutukset on esitetty kahdelle tuotantomäärä-vaihtoehdolle; jälkimmäisessä laitosten tuotantomäärä supistettiin alkuperäisestä 15–30 % laitospaikkakohtaisesti ympäristömallinnuksen perusteella. Tavoitteena oli pitää kalankasvatuk-sen paikallinen kuormituksen lisäys alle 5 %:ssa alueen lähtökohtaisesta kuormitustasosta.

Taulukko 4. Suunniteltujen laitosten sosioekonomisen vaikutukset vuodessa (M€= Tuotannon arvo Miljoonaa euroa vuodessa)

Alkuperäinen tuotantomäärämallinnus					
Kohde ID	M kg	M€	M€(välillinen)	HTV	HTV (välillinen)
19	0.14	0.7	2.3	5.4	23.2
30	0.09	0.4	1.5	3.6	15.4
34	0.06	0.3	1.0	2.4	10.3
35	0.09	0.4	1.5	3.6	15.4
Yhteensä	0.38	1.8	6.4	14.9	64.3
Karsittu 15–30 % mallinnetusta tuotannosta					
Kohde ID	M kg	M€	M€(välillinen)	HTV	HTV (välillinen)
19	0.10	0.5	1.6	3.8	16.2
30	0.06	0.3	1.1	2.5	10.8
34	0.04	0.2	0.7	1.7	7.2
35	0.06	0.3	1.1	2.5	10.8
Yhteensä	0.27	1.3	4.5	10.5	45.0

9. Tulosten tarkastelu

Uudenkaupungin omistamille merialueille sijoitettiin tarkastelussa neljä mahdollista laitospohdetta, Metsähallituksen alueille seitsemän ja loput yhdeksän tarkastelukohdetta yksityisille alueille. Vaikka Uudenkaupungin ja Metsähallituksen julkisina toimijoina omistamalla vesialueilla voi olla merkittävä rooli kalankasvatuksen mahdollistamisessa, pelkästään julkisten toimijoiden merialueille kohdistuvilla lupahakuprosesseilla ei voida päästä suurempiin tuotannollisiin tavoitteisiin. Näin ollen esimerkiksi alueiden kaavoittaminen tai muut kalankasvatusta yksityisillä vesialueilla edistävät toimet voivat olla tarpeen tämän elinkeinotoiminnan kehittämiseksi.

Uudenkaupungin omistamat alueet sijaitsivat niin lähellä rannikkoa, että niille mallinnetut tuotantomäärät ja niiden laskennalliset sosioekonomiset vaikutukset jäivät verrattain pieniksi. Suora työllistävyys olisi muutamia henkilötyövuosia ja välillinen työllistävyys muutamia kymmeniä henkilötyövuosia. Toisaalta alueiden merkitys esimerkiksi poikastuotannon mahdollistamisessa tai talvisäilytyspaikkoina voi olla suuri, mikäli ne mahdollistavat tuotannon muilla laitoksilla, jolloin välilliset työllisyysluvut nousisivat jo satoihin henkilötyövuosiin. Avomerellä sijaitsevat kasvatulaitokset tarvitsevat nykytekniikalla suojaisia alueita altaiden talvisäilytykseen turvassa jäältä. Jos tällaisia alueita ei ole, toiminta vaikeutuu tai muuttuu mahdottomaksi. Vastaavasti jos poikastuotantoa ei ole lähellä, nousevat poikasten siirtoihin liittyvät logistiset kustannukset merkittäviksi, mikä voi estää kannattavan yritystoiminnan avomerilaitoksilla.

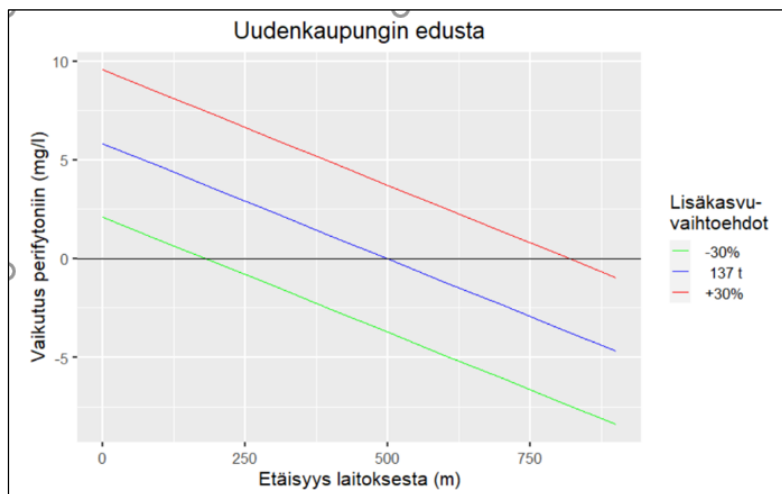
Suurimmassa skenaariossa kokonaistuotantomäärä alueella olisi noin 8 miljoonaa kiloa, joka on jo yli kolmannes valtakunnallisesta strategiatavoitteesta vuodelle 2022. Valmisteilla olevassa uudessa strategiassa omavaraisuutta on tavoitteena nostaa vielä enemmän. Uudenkaupungin edusta on tuotantoalueena esimerkiksi kirjolohen kasvuolosuhteiltaan yksi Suomen parhaista (Kankainen ym. 2020). Tuotannon käynnistäminen vaatisi käytännössä joustamista esimerkiksi ravinnevähennystavoitteista. Tarkastelukohteista sisempänä sijaitsevat saivat osakseen enemmän vastustusta tai ne sijaitsivat alueenkäytöllisesti muutoin ristiriitaisilla alueilla. Avoimet merialueet eivät puolestaan ole tuotannollisesti yhtä hyviä, koska ne sijaitsevat kaukana ja operatiivisesti vaativissa olosuhteissa. Näin ollen esimerkiksi Selkämeren kansallispuiston länsipuolisten alueiden osalta ei ole varmuutta, että yrittäjät haluaisivat aloittaa niillä tuotannon tai onnistuvat siinä.

Suurin skenaario kuormittaisi rannikkovesiä kesällä keskimäärin yli 5 % nykyistä kuormitustasoa enemmän, vaikka tavoitteena on vähentää kuormitusta kyseisiltä alueilta, jotta veden hyvä tila saavutetaan. Sopivissa olosuhteissa kesäkaudella hetkellinen paikallinen ravinnekuormitus voi olla vielä tätäkin selvästi suurempaa. Lupaviranomaisen harkittavaksi jää yksittäisissä hankkeissa onko kohteen kuormitus merkittävä vai sallittavissa rajoissa, ja miten toimialan kuormitusta tulee katsoa kokonaisuutena tai verrata muihin kuormituslähteisiin, mikäli samanaikaisesti käynnistetään useita hankkeita. Tässä raportissa esitettiin siksi erilaisia tuotantoskenaarioita yhteisvaikutusten arvioimiseksi tavalla, joka ei ole osa yksittäisten hankkeiden vaikutusarviointia. Yksi "Meriluvituksen pilotit" (Setälä ym. 2018) -hankkeen suosituksista oli, että toimialakohtaisia kuormituskäytäntöitä voisi harkita. Tällaiset mahdollistavat reunaehdot helpottaisivat ja parantaisivat ennakkointia jatkosuunnittelussa, koska on edelleen epäselvää, kuinka suuri kuormitus ruuantuotannolle on sallittua ja hyväksyttävää.

Merialueen tilan käytön näkökulmasta kasvatulaitokset eivät suurimmassakaan skenaariossa vie paljon tilaa. Yksittäiset laitokset vievät pinnasta korkeintaan muutamia hehtaareita, jolloin 20 laitostakaan ei vie muulta merialueen käytöltä tilaa kuin muutamia neliökilometrejä. Tämä on vähän verrattuna siihen, että Selkämeren kansallispuiston yhteydessä kalankasvatukselta suljettiin pois 12 000 ha eli 120 km² vesialueita. Olisikin tärkeää sijoittaa laitokset siten, etteivät

ne ole ristiriidassa merialueen muun käytön kanssa, ja määritellä tuotantomäärä paikallisesti siten, etteivät laitosten ympäristövaikutukset ole huomattavia lähialueella. Laitosten tarkkaan pohditulla sijoittamisella voidaan myös vähentää vastustuksen määrää.

Vaikka Uudellakaupungilla on paljon merialueita, suuri osa niistä on tavalla tai toisella suojeltu. Selkämeren Kansallispuistossa ei saa kasvattaa kaloja, ja suuri osa puiston ulkopuolelle jäävästä rannikkoalueesta kuuluu Natura-verkostoon, jonka alueella kalankasvatukselta vaaditaan lisäselvityksiä. Kalankasvatuksen vaikutuksista tyypillisiin merialueen Natura-luontoarvoihin ei ole tehty systemaattista tarkastelua siten, että sen perusteella voisi arvioida, mitkä luontoarvot mahdollisesti kärsivät kalankasvatustilastojen perustamisesta alueelle tai tietyn etäisyyden päähän tunnistetusta kohteesta. Kotamäki ym. (2021) arvioivat, etteivät nykyisiin laitoksiin verrattuna suurenkaan poikaslaitoksen päällyslävästövaikutukset ole mitattavissa 500 metrin etäisyydellä laitoksesta. Tähän vaikutusarvioon perustuen Uudenkaupungin alueella on jonkin verran esimerkiksi SAC eli niin sanottuja riutta-Natura-alueita, joille laitoksen voisi sijoittaa vaarantamatta kyseistä suojeluarvoa.



Kuva 33. Päällyslävästövaikutustarkastelu tuotantomäärän ja etäisyyden suhteen suunnittelu- paikalle 19 (Kotamäki ym. 2021)

Merialuesuunnitelmassa ja maakuntakaavuluonnoksessa yksi alue avomerellä Pyhämaan ja Selkämeren kansallispuiston länsipuolella on merkitty vesiviljelyn kehittämisalueeksi, mutta se on olosuhteiltaan ja tuotannollisesti erittäin vaikea ulkomeren alue, johon yritykset eivät hankkeen aikana osoittaneet suoranaista kiinnostusta. Yksi kalankasvatustila on merkitty asemakaavaan Hylkimyksen saaren edustalla, ja kaavoituksella voisikin turvata myös olemassa olevan tuotannon muulta merialueen käytöltä. Toistaiseksi merialuesuunnittelussa tai kaavoituksessa ei kuitenkaan ole kattavasti varattu alueita kalankasvatuksen turvaamiseksi sen omista lähtökohdista katsottuna. Kunnalla olisi mahdollisuus kaavoittaa alueita laajemmin kalankasvatuksen tuotantoketjun kokonaisuus ja tuotantotavoitteet huomioiden. Kansallisen sijainninhjauksuunnitelman sekä FINFA-analyysin perusteella Uudenkaupungin alueella olisi hyvin kasvatukseen soveltuvia alueita tukemaan kansallisten tuotantotavoitteiden saavuttamista. Verrattuna muihin Suomen rannikkoalueisiin Uudenkaupungin edustalla on merkittävä rooli kotimaisen tuotannon kannalta.

Yrittäjät olivat kiinnostuneita Uudenkaupungin edustan merialueiden käytöstä, jos ympäristölupia on mahdollista saada. Lisäksi yrittäjät toivat ilmi, että myönnettävän tuotantomäärän tulee olla riittävän suuri etenkin ulommilla merialueilla, jotta kohteeseen kannattaa investoida ja laitoksen hoito on logistisesti järkevää.

Viitteet

- Aroviita, J., Mitikka, S. & Vienonen, S. (toim.) 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019. Suomen ympäristökeskus. 114 s. + liitteet.
- Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen, S.M., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, J., Mitikka, S., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela, T., Vehanen, T. & Vuori, K-M. 2012. Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013 – päivitetty arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2012. Suomen ympäristökeskus. 43 s. + liitteet.
- Belinskij, A., Hepola, M., Hollo, E., Kauppila, J., Mäenpää, M., Määttä, T., Römpötti, E., Valve, H. & Soininen, N. 2019. Ympäristöllisten lupien muuttaminen vesienhoidon ympäristöta-voitteiden perusteella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 26/2019. 65 s.
- Chang, Y. & Lin, C.-J. 2008. Feature ranking using linear SVM. J. of Machine Learning Res. (JMLR): Workshop and Conference Proc. 3: 53–64.
- HE 103. 2010. Hallituksen esitys Selkämeren kansallispuiston perustamiseksi. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Documents/he_103+2010.pdf
- Joachims, T. 1999. Making large-scale SVM learning practical. In advances in kernel methods - support vector learning, chapter 11. MIT Press.
- Kankainen, M., Vielma, J., Koskela, J., Niukko, J. & Niskanen, L. 2020. Olosuhteiden vaikutus kirjoloihen kasvatuksen tehokkuuteen Suomen merialueilla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 28/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 34 s.
- Kankainen, M., Niskanen, L., Niukko, J. & Salo, M. (2020) FINFARMGIS-menetelmän kuvaus. Uudenkaupungin merialueen soveltuvuus kalankasvatuksen eri vaiheille. <https://open-data.luke.fi/dataset/ef688ffa-bbeb-4b2e-9100-4ef21de078cb/resource/ccbe9468-0d8b-4738-938b-c4e26dc7cea4/download/finfarmgis-menetelman-kuvaus-uuden-kaupungin-hankkeessa.pdf>
- Kohavi, R. 1995. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. In: IJCAI'95 Proceedings of the 14th international joint conference on artificial intelligence. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, CA, pp. 1137–1143.
- Kohonen, T. 1982. Self-Organized Formation of Topologically Correct Feature Maps. Biological Cybernetics 43 (1): 59–69. doi:10.1007/bf00337288.
- Kohonen T. 2001. Self-Organizing Maps, Springer Verlag.
- Kohonen, T. 2014. MATLAB Implementations and Applications of the Self-Organizing Map, Unigrafia Oy, Helsinki, Finland, 2014.
- Kotamäki, N., Malve, O., Kankainen, M. & Käppi, T. 2021. Ahvenanmaan kalankasvatustiltojen vaikutukset päälysläystöön ja pohjäläymistöön. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus xx/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. xx s. (Luonnos)
- Luke 2021. Kalavaltio hanke, <https://www.luke.fi/lisaa-kalankasvatusta-valtion-vesialueille/>, Luonnonvarakeskus 9.6.2021.

- Luonnonvarakeskus 2020 Luonnonvarakeskuksen vesiviljelytilasto 2020 (Julkaisematon)
- Mierswa, I., Wurst, M., Klinkenberg, R., Scholz, M. & Euler, T. 2006. Yale: rapid prototyping for complex data mining tasks. In: Proceedings of the 12th ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining (KDD '06). ACM, New York, NY, pp. 935–940. URL: <https://rapidminer.com>
- MMM 2014. Vesiviljelystrategia 2022. Valtioneuvoston periaatepäätös 4.12.2014. Maa- ja metsätalousministeriö, <https://mmm.fi/kalat/strategiat-ja-ohjelmat/vesiviljelystrategia>
- MMM 2015. Kansallinen vesiviljelyn sijainninhjaussuunnitelma. Maa- ja metsätalousministeriö & Ympäristöministeriö 2014. 29 s. + liitteet.
- Niukko, J. & Kankainen, M. 2021. Vedenlaadun mittauksia kalankasvatustilastoilla Saaristomereillä 2019–2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus xx/2021. Luonnonvarakeskus. 35 s. + liitteet. (Luonnos)
- Rüping, S. 2000. mySVM-Manual. Universität Dortmund, Lehrstuhl Informatik VIII, 2000. <http://wwwai.cs.uni-dortmund.de/SOFTWARE/MYSVM/>.
- Salo, S. 2014 Analyysi merellä sijaitsevien kalankasvatustilojen ympäristölupakäytännöistä, Pro Gradu tutkielma, Helsingin yliopisto, Oikeustieteellinen tiedekunta
- Setälä, J., Saario, M., Lindholm, T., Ekroos, A., Juvonen, T., Kankainen, M., Vielma, J., Niskanen, L., Pessala, P. & Pitkänen, A. 2018. Meriviljelyn luvituspilotit loppuraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 32/2018. Valtioneuvoston kanslia 25.5.2018
- SYKE 1. 2017 Rannikon kokonaiskuormitusmalli FICOS https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Rannikon_kokonaiskuormitusmallin_kehittaminen_ja_soveltaminen_Suomenlahdelle_ja_Selkamerelle
- SYKE 2. 2021 Kuormitustyökalu VEMALA https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Vesi/Mallit_ja_tyokalut/Vesienhoidon_mallit/Vedenlaadun_ja_ravinnekuormituksen_mallinnus_ja_arviointijarjestelma_VEMALA
- SYKE 3 2021 Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma, SYKE <https://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu/>
- SYKE ja ELY-keskukset 2021. Avoimet ympäristötietojärjestelmät. Pintavesien tilan tietojärjestelmä, Hertta. Vesienhoito, pintavedet. 2. ja 3. suunnittelukausi. http://www.syke.fi/fi-FI/Avoim_tieto/Ymparistotietojarjestelmat
- Uusikaupunki. 2021 Kalankasvatuksen kehittämishanke https://uusikaupunki.fi/asuminen-ja-ymparisto/ymparisto-ja-luonto/kalankasvatuksen-kehittamishanke_9.6.2021
- Vapnik, V. 1995. The nature of statistical learning theory. Springer-Verlag, New York.
- Vapnik, V. 1998. Statistical learning theory. Wiley.
- Varsinais-Suomen maakuntaliitto 2021 Luonnonarvojen- ja varojen vaihemaakuntakaava; [Luonnonarvojen ja -varojen vaihemaakuntakaava \(varsinais-suomi.fi\)](https://www.varsinais-suomi.fi/luonnonarvojen-ja-varojen-vaihemaakuntakaava)
- Vesanto, J. & Alhoniemi, E. 2000. Clustering of the self-organizing map. IEEE Trans. Neural Netw., vol. 11, no. 3, pp. 586–600, May 2000.

Virtanen, E., Viitasalo, M., Lappalainen, J. & Moilanen, A. 2018. Evaluation, Gap Analysis, and Potential Expansion of the Finnish Marine Protected Area Network. *Frontiers in Marine Science* 5. 19 pp. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00402>

Virtanen, J., Setälä, J., Saarni, K. & Honkanen, A. 2003. Multiplicative effects of the Fisheries Industries in Finland: An Input – Output Approach.

YM. 2020. Suomen merialuesuunnitelma 2030. <https://www.merialuesuunnittelu.fi/>. 18.12.2020

YmVM21. 2010. Hallituksen esitys laiksi Selkämeren kansallispuiston perustamiseksi. Ympäristövaliokunnan mietintö. <https://www.eduskunta.fi/FI/Vaski/sivut/trip.aspx?trip-type=ValtiopaivaAsiakirjat&docid=yvmv+21/2010>

FINFA:ssa hyödynnetyt-aineistolähteet

Avoimuus-indeksi:

Isaeus, M. & Rygg, B. 2005. Wave exposure calculations for the Finnish coast. Norwegian institute of water resesrch. Rapport Inr 5075–2005. 24 s.

Virtaus:

COPERNICUS - BALTIC SEA PHYSICS ANALYSIS.

http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&task=results

Syvyys:

SYKE-VELMU Syvyysmalli.

Liitteet

Liite 1 Hallituksen esittämät linjaukset kalankasvatusta koskien Selkämeren kansallispuiston perustamisen yhteydessä

(HE 103_2010 kappale 2.4 sivut 5–6) ja ympäristövaliokunnan linjaukset (YmVM21 2010)

2.4 Vaikutukset kalankasvatukseen ja merikalastukseen

Kansallispuiston alue on rajattu merialueille siten, että siihen kuuluu ennen kaikkea matalikkoja ja vedenalaisia särkkiä sekä yleisten vesialueiden luotoja niitä ympäröivine matalikkoineen. Nämä ovat luonnonkalaston tuotannon kannalta merkittäviä alueita kutupohjineen. Näin kansallispuiston perustamisella edistettäisiin luonnonkalakantojen säilymistä elinvoimaisina ja turvattaisiin ammattikalastuksen säilymistä alueella. Kansallispuistohankkeessa on lisäksi pyritty sovittamaan kalankasvatuksen (vesiviljelyn) tavoitteet yhteen merikalastuksen sekä luonnonkalaston elinympäristöjen säilyttämisen kanssa. Itse kansallispuistoon kuuluvilla vesialueilla kalankasvatusta ei ole mahdollista harjoittaa alueen rauhoitussäännöksistä johtuen. Kansallispuisto on kuitenkin rajattu merialueille siten, että se ei muodostuisi esteeksi kalankasvatustoiminnan laajentamiselle puiston lännen puoleisille syville avomerialueille, mikäli kalankasvatustekniikka sen muutoin myöhemmin sallisi. Puiston rajaus on laadittu siten, että se mahdollistaa kalankasvatustoiminnan sijoittamisen sille soveliaille alueille myös puiston itäpuolella oleville valtion yleisille vesialueille. Rajauksessa on otettu myös huomioon Pyhämaannokan keskeinen asema kalankasvatustoiminnan kehittämisessä. Kansallispuistoa rajattaessa on siten huomioitu valtioneuvoston 18.6.2009 tekemän periaatepäätöksen mukaiseen kansalliseen vesiviljelyohjelmaan sisältyvä tavoite vesiviljelyelinkeinon sijoittamisesta vesialueille, jotka soveltuvat hyvin viljelytarkoituksiin ja joissa elinkeinotoiminta on mahdollista sovittaa yhteen alueen ympäristönsuojelun ja muiden käyttötarpeiden, tässä tapauksessa suojelun tarpeiden kanssa. Vesiviljelyn kannalta potentiaaliset alueet sijoittuvat kansallispuistoalueen ulkopuolelle, mutta ovat kuitenkin Natura 2000 -verkostoon kuuluvilla alueilla. Tällöin lupaharkinnassa on kuitenkin, omistussuhteista riippumatta aina otettava huomioon Natura 2000 -verkostoa yleisesti koskevat luonnonsuojelulain säännökset. Hankkeen tai suunnitelman vaikutukset Natura 2000 -alueen valinnan perusteena oleville luontotyypeille ja lajeille on ensinnäkin arvioitava asianmukaisella tavalla. Mikäli arviointi osoittaa hankkeen vaikutusten merkittävästi heikentävän alueen valinnan perusteena olevia luontotyyppisiä tai lajeja, lupaa hankkeen toteuttamiselle ei lain mukaan saa myöntää. Mikäli heikentyminen ei ole merkittävää, alueen kuulumisen Natura 2000 -verkostoon ei ole esteenä luvan myöntämiselle. Natura 2000 -alueilla voidaan siten harjoittaa vesiviljelyä ja aloittaa uusi toiminta, mikäli toiminta ei merkittävästi heikennä alueen luontoarvoja. Asian ratkaisee tapauskohtaisesti asianomainen aluehallintovirasto, vesi- ja ympäristölu Palaissa säädetyin edellytyksin. Hyväksyessään 20.8.1998 Natura 2000 -verkostoa koskevan Suomen ehdotuksen, valtioneuvosto on nimenomaisesti todennut, että verkostoon kuuluvilla alueilla voidaan suorittaa tarpeellisia vesivarojen hoitoon ja käyttöön liittyviä toimenpiteitä edellyttäen, ettei laissa tarkoitettua heikentymistä tapahdu. Kansallispuistolla ei siten ole vaikutusta puiston ulkopuolisille alueille haettavien kalankasvatustulosten harkintaan.

”Metsähallituksen selvityksestä poiketen hallituksen esitykseen ei ole esimerkiksi sisällytetty syvälle väli- ja sisäsaaristoon ulottuvaa, yksityisten alueita sisäänsä sulkevaa yhteistoiminta-alueen rajausta. Lisäksi ympäristöministeriö on valmisteluvaiheessa valtion yleisvesialueilta rannikon puolelta rajannut puiston ulkopuolelle maa- ja metsätalousministeriön kala- ja riistaosaston asiantuntijoiden kanssa neuvotellen noin 12 000 hehtaaria alueita, joiden on katsottu soveltuvan kalankasvatukseen. Kansallispuistoon liitettäväksi esitetyillä vesialueilla, joilla

kalanviljely olisi jatkossa kielletty, ei ole tälläkään hetkellä kalankasvatusta.” (<https://www.edus-kunta.fi/FI/Vaski/sivut/trip.aspx?triptype=ValtiopaivaAsiakirjat&docid=yvmv+21/2010>)

Liite 2. FINFA-analyysissä käytettyjen kriteerien luokittelun raja-arvot ja pisteet (maksimi 50 p).

Syvyys (m)	Pisteet	Avoimuus, indeksi	Pisteet	Virtaus, cm/s	Pisteet
20-50 m	5	30000-100000	5	yli 5 cm/s	5
15-20 m ja yli 50 m	4	10000-30000 ja 100000-500000	4	4,1-5 cm/s	4
10-15 m	3	5000-10000 ja yli 500000	3	3,1-4 cm/s	3
5-10 m	2			2-3 cm/s	2
alle 5 m	1	0-5000	1	alle 2 cm/s	1
Natura SAC, Etäisyys, m	Pisteet	Natura SPA, Etäisyys, m	Pisteet	Zonation, indeksi	Pisteet
yli 500 m	5	yli 500 m	5	0	5
300- 500 m	4	300-500 m	4	0,0000095-0,01	4
200-300 m	3	200-300 m	3	0,01-0,0298	3
100- 200 m	2	100-200 m	2	0,0298-0,3	2
alle 100 m	1	25-100 m	1	0,3-7,61	1
Etäisyys kasvatuslaitoksiin (m)	Pisteet	Toiminnallinen etäisyys, (m) ("rantaan")	Pisteet	Loma-asutuksen tiheys (määrä 1 km säteellä)	Pisteet
yli 5000 m	5	alle 5000 m	5	0	5
2500-5000 m	4	5000-10000 m	4	1-5	4
1000-2500 m	3	10000-15000 m	3	5-15	3
500-1000 m	2	15000-20000 m	2	15-50	2
alle 500 m	1	yli 20000 m	1	yli 50	1
Ekologinen luokitus (2013)	Pisteet				
Erinomainen	5				
Hyvä	4				
Tyydyttävä	3				
Välttävä	2				
Huono	1				

Liite 3 Tuotantomäärämallinnuksen tilastollinen analyysi

Uudenkaupungin merialueen tuotantomäärien tilastollisen arvioinnin opetusaineistona oli 114 (kpl) olemassa olevan laitoksen tuotantomäärät (vaste) ja 16 eri olosuhdekriteeriä (selittäjää). Tuotantomäärät ennustettiin tukivektorikoneella (engl. Support Vector Machine, SVM; Vapnik 1995; 1998). SVM on joukko tilastollisia menetelmiä, joita käytetään luokitteluun, regressioon, ryhmittelyyn ja poikkeavien rivien (näytteiden) havainnointiin (engl. anomaly detection) silloin, kun aineisto sisältää useita selittäjiä (tässä 16 selittäjää). Tämän työn tukivektorikone oli Java versio lineaari kernel mySVM (Rüping 2000; Mierswa et al. 2006), joka perustuu SVMlight optimointi algoritmiin (Joachims 1999). Selittäjien vaikutus vasteeseen arvioitiin lineaari kernel SVM mallin tuottamalla selittäjien painokertoimilla (engl. feature weights, Lagrange multipliers; Chang ja Lin 2008). Jokaisen numeerisen selittäjän arvot normalisoitiin välille keskiarvo = 0 ja varianssi = 1, jotta hyvin suuret tai pienet selittäjien arvot eivät vääristäisi tuotantomäärän arviointia. SVM mallin yli- ja aliopetus vältettiin optimoimalla mallin kompleksisuus (regularisointi, C) ja slack (epsilon) parametrit kymmenkertaisella ristiinvalidoinnilla (engl. 10-fold cross-validation; n-fold CV; Kohavi 1995). Mallin hyvyyden kriteerinä oli ennusteiden keskivirhe (engl. root mean squared error, rmse).

Opetusaineiston alustavat analyysit tuottivat hyvin suuria ennustettuja tuotantomääriä suhteessa opetusaineistoon ja pienen selitysasteen $R^2 \sim 0.25$. Tämän takia aineisto ryhmiteltiin (klusterointi) itseorganisoituvalla kartalla (engl. self-organizing map, SOM; Kohonen 1982, 2001), joka on ohjaamattomaan oppimiseen perustuva neuroverkkomalli. Aineiston SOM ryhmittely toteutettiin kahdessa osassa; ensimmäisessä osassa SOM tuotti aineistosta prototyyppi, jonka jälkeen k-means algoritmi ryhmitteli opetusaineiston (Vesanto ja Alhoniemi 2000). Jokainen ryhmä (2, 3, ..., k) dummy-koodattiin (0, 1) ja se ryhmien lukumäärä (parametri k, vaihteluväli 2–6), joka minimoi SVM mallin keskivirheen, oli kymmenkertaisen ristiinvalidoinnin perusteella paras. SOM kartan koko noudatti laskentakaavaa $5 \times$ neliöjuuri (kpl aineiston rivejä) (Vesanto ja Alhoniemi 2000). Jokaisen koe (engl. trial) SOM kartan opetus sisälsi 1000 iteraatiota ja opetuksen määrän funktiona (engl. learning rate function) oli käänteinen aika (engl. inverse-of-time) joka takaa sen, että aineiston jokainen rivi (näyte) vaikutti opetuksen tulokseen suurin piirtein yhtä paljon.

Yhdistetty SOM ryhmittely + SVM regressio analyysi tuotti huomattavasti paremman ristiinvalidointituloksen ($R^2 = 0.85$) verrattuna alustaviin analyyseihin ($R^2 \sim 0.25$). SVM painokertoimien mukaan selittämättömät (ei-olosuhde) tekijät (5 kpl SOM clusteria) selittivät 57 % tuotantomäärien vaihtelusta ja varsinaiset olosuhdeselittäjät (16 kpl) selittivät 43 % tuotantomäärien vaihtelusta. Pelkkä SOM kartta selitti (engl. % explained variance) 81.2 % aineiston vaihtelusta. Tämä tarkoittaa, että olemassa olevien laitosten tuotantomääriä on aikaisemmin arvioitu enemmän muilla arvoilla ja periaatteilla kuin tässä tutkimuksessa mukana olleilla (16 kpl) luonnollisilla olosuhdetekijöillä.

Tilastolliset analyysit toteutettiin Rapidminer ohjelmistolla (<https://rapidminer.com>; versio Studio Enterprise 9.6.000; Mierswa et al. 2006).

Tuotantomäärällinen ryhmittely ja olosuhdetiedon perusteella

Tilastollinen mallinnus tuottaa erilaisia tuotantomääräarvioita riippuen siitä millä clusterilla eli selittämättömillä tekijöillä tuotantomäärää on ennustettu. Laskentaan käytetyt clusterit on valittu yksittäisen laitoksen olosuhdetietojen perusteella. Käytetyn clusterin valinta tarkastelukohteiden mallintamiseen on perustunut syvyys-, avoimuus- ja virtaustietoihin.

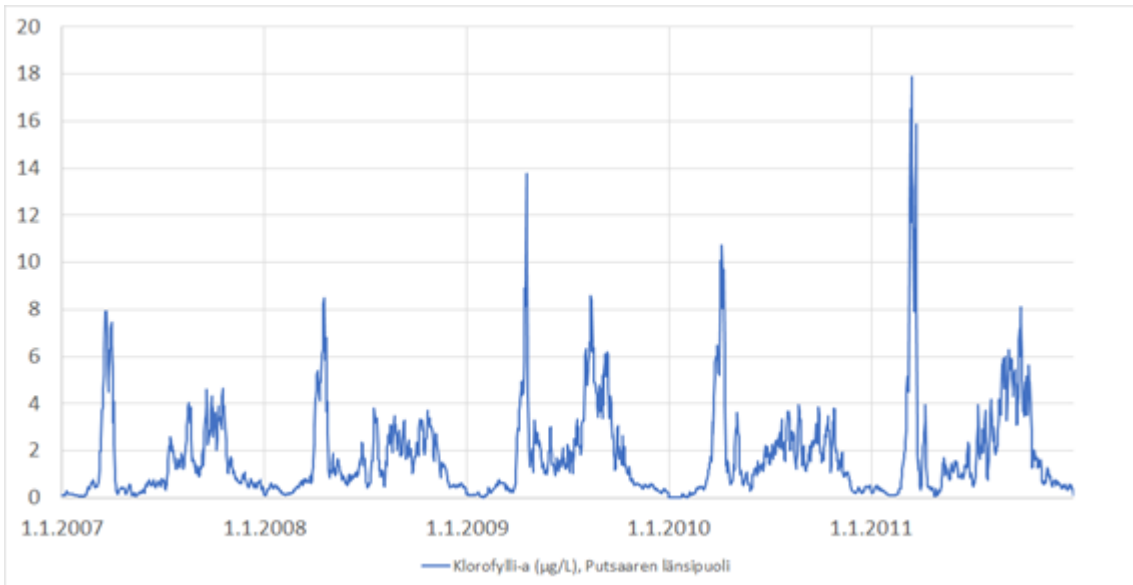
Paikka	Tilastomallituksen tuottamat clusterit					Laskentaan käytetyt clusterit	LISÄKASVU
	0-Clusteri	1-Clusteri	2-Clusteri	3-Clusteri	4-Clusteri		
15	846492	796759	791436	1126630	763312	3	1 126 630
14	384453	336720	329397	664591	301273	3	664 591
33	471721	423987	416665	751859	388540	3	751 859
26	273503	225769	218447	553641	190322	3	553 641
25	231512	183778	176456	511650	148331	3	511 650
24	431879	384145	376822	712017	348698	3	712 017
23	276388	228654	221332	556526	193207	3	556 526
29	259650	211916	204594	539788	176469	3	539 788
28	185915	138182	130859	466054	102735	3	466 054
22	280437	232703	225381	560575	197257	3	560 575
16	142606	94872	87550	422744	59425	0 1	118 739
17	157816	110082	102760	437954	74635	0 1	133 949
21	173235	125501	118179	453373	90054	0 1	149 368
31	167590	119856	112534	447728	84409	0 1	143 723
19	161354	113620	106298	441492	78173	0 1	137 487
37	130879	82645	75323	410517	47199	2 4	61 261
30	160858	112624	105302	440496	77177	2 4	91 240
35	160469	112735	105413	440607	77288	2 4	91 350
36	175511	127778	120455	455650	92331	2 4	106 393
34	130260	82526	75204	410898	47079	2 4	61 141

Lisäkasvun laskentaan käytettyjen clustereiden valintaan vaikuttavat ympäristötekijät (valinta yhteispisteen mukaan: (alle 9= ka clusterit 2 ja 4); (10–14=ka clusterit 0 ja 1); (yli 14=clusteri 3) ja pisteytysrajat.

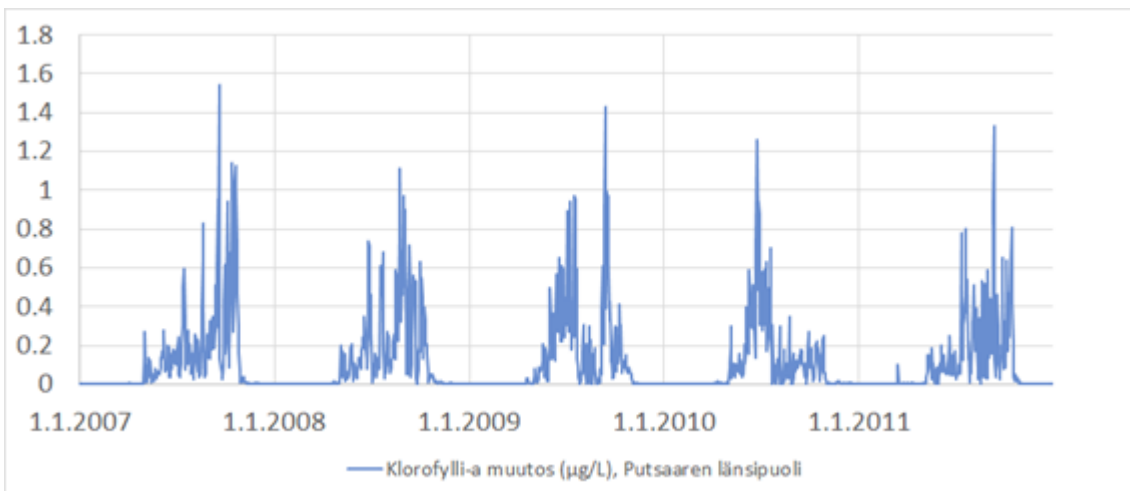
Paikka	SYVYYS	piste_syv	AVOIMUUS	piste_av	VIRTAUS	piste_virt	Yhteispiste	Avoimuus-indeksi	Pisteet	Syvyys, m	Pisteet
15	-28,3	7	894 007	10	5,7	6	23	0 - 4364	1	1,7 - 5,0	1
14	-35,4	9	875 331	10	4,2	3	22	4364 - 11701	2	5,0 - 7,9	2
33	-25,6	7	857 706	10	4,8	4	21	11701 - 24038	3	7,9 - 11,1	3
26	-25,7	7	624 806	9	5,0	4	20	24038 - 44784	4	11,1 - 14,8	4
25	-21,6	6	302 504	8	5,1	5	19	44784 - 79667	5	14,8 - 18,9	5
24	-22,0	6	752 501	10	4,3	3	19	79667 - 138322	6	18,9 - 23,5	6
23	-20,2	6	613 319	9	3,7	2	17	138322 - 236591	7	23,5 - 28,8	7
29	-23,8	7	329 885	8	3,2	2	17	236591 - 402794	8	28,8 - 34,7	8
28	-11,7	4	411 674	9	4,5	3	16	402794 - 681658	9	34,7 - 41,4	9
22	-14,7	4	501 949	9	3,4	2	15	681658 - 1150565	10	41,4 - 48,9	10
16	-10,8	3	195 825	7	4,6	4	14				
17	-10,9	3	333 708	8	2,5	2	13	Virtaus, cm/s	Pisteet		
21	-20,0	6	48 222	5	2,0	1	12	0 - 2,3	1		
31	-13,1	4	33 903	4	3,4	2	10	2,3 - 3,7	2		
19	-17,3	5	37 131	4	1,8	1	10	3,7 - 4,6	3		
37	-8,6	3	28 521	4	1,9	1	8	4,6 - 5,1	4		
30	-10,0	3	26 076	4	1,7	1	8	5,1 - 5,3	5		
35	-9,1	3	15 098	3	1,8	1	7	5,3 - 5,8	6		
36	-4,0	1	9 158	2	2,1	1	4	5,8 - 6,7	7		
34	-3,1	1	7 763	2	2,3	1	4	6,7 - 8,1	8		
								8,1 - 10,4	9		
								10,4 - 14,3	10		

Liite 4 Kuormituksen ajallinen vaihtelu

FICOS-malli tuottaa vedenlaadun vaihtelut päiväarvoina, joita on yleensä syytä keskiarvoistaa erilaisten kuormitusskenaarioiden keskinäisen vertailun helpottamiseksi. Levien paikallinen kasvu vaihtelee voimakkaasti sekä kasvukauden sisäisen että vuosien välisen vaihtelun vuoksi, vaikka kuormitus pysyisi samana. Voimakkaimmat ja yleisön helposti havaitsemat leväkukinnat ovat yleensä paikallisia ja lyhytkestoisia. Alla olevissa kuvissa on kuvattu vuosien välisen vaihtelun merkitystä alueelliseen a-klorofyllipitoisuuteen ja yksittäisen pisteen a-klorofyllipitoisuuden vaihtelua pitkällä aikavälillä kasvatusskenaariossa 1 (ks. luku 5). Käytännössä ajallinen ja paikallinen keskiarvoistus tasoittaa hetkelliset ja paikalliset nopeat pitoisuuspiikit pois ja sillä voidaan vähentää vuosien välistä vaihtelua vertailuissa. Kuitenkin myös yksittäiset nopeat tapahtumat voivat olla merkityksellisiä vaikutuksia arvioitaessa.

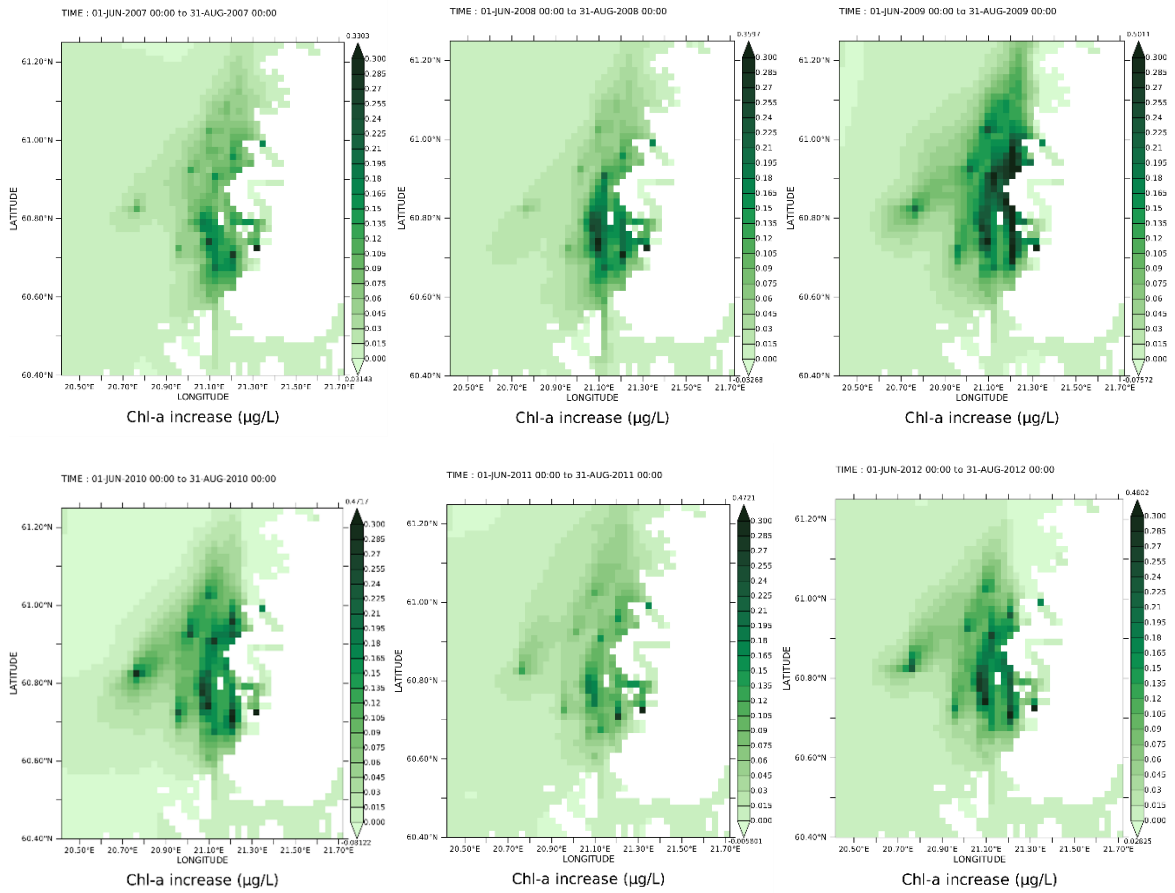


A-klorofyllitasen ($\mu\text{g/L}$) mallinnettu vaihtelu aikasarjana vuosina 2007–2012 pisteessä Putsaaren länsipuolella skenaariossa 1. Piste on valittu satunnaisesti ja muissa alueen pisteissä vaihtelu olisi erilaista. Kuvassa näkyy hyvin vuosien ja jopa päivien välinen vaihtelu. Aikasarjojen avulla muutoksia voi olla hankala vertailla ilman tulosten keskiarvoistusta tietylle aikavälille ja vuosien välisen vaihtelun poistamista.



Skenaarion 1 tuottaman a-klorofyllitasen muutoksen ($\mu\text{g/L}$) mallinnettu vaihtelu aikasarjana vuosina 2007–2012 pisteessä Putsaaren länsipuolella. Piste on valittu satunnaisesti ja muissa alueen pisteissä vaihtelu olisi erilaista. Eri aikoina lisäkuormituksen aiheuttama muutos on hyvin

erilaista ja korkeimmat piikit keskittyvät lähes yksittäisiin, muutaman päivän mittaisiin ajanjaksoihin.



A-klorofyllipitoisuuden µg/L mallinnettu alueellinen vaihtelu kesäkauden keskiarvona vuosina 2007–2012. Ylärivillä 2007, 2008 ja 2009 ja alarivillä 2010, 2011 ja 2012. Kuormituskenaariota on käytetty skenaariota 1. Sama kuormituslisäys käyttäytyy eri vuosina eri tavoin mm. sään ja virtausolosuhteiden muutosten vuoksi.

Liite 5 FINFA -kriteerit poikastuotannolle

Tekijä	1p	2p	3p	4p	5p
Syvyys (m)	<3		3–5, >30	20–30	5–20
Avoimuus (indeksi)			<4 000	4 000– 5 000, >10 000	5 000– 10 000
Etäisyys vedenalaisiin riuttoihin, Natura 2000 (m)	<100		100–200		>200
Etäisyys lintusaariin, Natura 2000 (m)	25–100	100–200	200–300	300–500	>500
Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuus (Zonation-indeksi)	>0,30		0,01–0,30		<0,01
Loma-asutuksen tiheys (kpl 1 000m säteellä)	>50	15–50	5–15	1–5	0



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000