



**Kymijoen**  
vesi ja ympäristö ry

## **PYHTÄÄ–KOTKA–HAMINA-MERIALUEEN TILA VUOSINA 2010–2022**

**Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 321/2024**

**Kymijoen vesi ja ympäristö ry**

**ISSN 1458-8064 (painettu)**  
**ISSN 2670-2177 (verkkójulkaisu)**

## Kirjoittajat

Paula Jäntti (toim.)

Merialueen kuormitus, Merialueen vedenlaatu ja rehevyys, Haitalliset aineet vedessä, Haitalliset aineet merialueen sedimenteissä, Merialueen pohjaeläintutkimukset

Henna Nakari

Merialueen pohjaeläintutkimukset

Matias Hyrsky

Kalatalous

Tähän julkaisuun viitataan seuraavasti:

Kymijoen vesi ja ympäristö ry 2024

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen tila vuosina 2010–2022. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 321/2024.

## TIIVISTELMÄ

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen tilaa seurataan vuosittain alueen kuormittajien yhteistarkkailuna. Tässä pitkäaikaisraportissa tarkastellaan merialueen tilan kehitystä vuosina 2010–2022.

Vuosina 2010–2022 ilmaston lämpeneminen näkyi jäätalvien lyhenemisenä ja talvitulvien yleistymisenä. Toisena ääripäänä olivat pitkät, kesäiset hellejaksot. Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueelle kohdistuva kuormitus väheni vuosina 2010–2022 verrattuna edelliseen kymmenvuotiskauteen (2000–2010). Kymijoki on edelleen tämän merialueen selvästi suurin kuormittaja suuren virtaamansa vuoksi. Kymijoen osuus 2010-luvulla oli keskimäärin 76 % merialueelle tulevasta fosforikuormasta ja 87 % typpikuormasta. Sateisuus ja virtaamien nousu nostivat jokien ainekuormia vuosina 2011 ja 2012. Taasianjoki Pyhtään ja Loviisan rajalla on fosforikuormittajana samansuuruinen kuin Haminan edustalle laskevat Summanjoki ja Vehkajoki yhteensä. Typpikuormittajina Summanjoki ja Taasianjoki ovat hyvin samansuuruisia. Pienempien jokien (Taasian-, Summan- ja Vehkajoen) yhteenlasketut ainevirtaamat ovat murto-osa Kymijoen ainevirtaamista. Taasianjoen ainevirtaamat kasvoivat 2010–2022.

Pistekuormitus eli teollisuudesta, yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilta ja kalankasvatuksesta tuleva jätevesikuormitus väheni 1990-luvulla ja 2010-luvun taitteessa. Nykyisin pistekuormituksen ravinnekuormat ovat noin puolet 1990-luvun kuormista, ja BOD-kuorma on pudonnut kymmenesosaan. Kalankasvatus loppui alueelta vuonna 2020.

Tarkastelujakson 2010–2022 aikana Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen sähköjohtavuus nousi useilla alueilla. Toisaalta lauhat talvet aiheuttivat talvitulvia, jolloin makeita ja ruskeita sulamis- ja jokivesiä virtasi rannikkoalueelle. Kevättalven 2016 leutous näkyi Haminan edustan veden värin lisääntymisenä ja suolaisuuden vähentymisenä.

2010-luvulla levätuotanto väheni edelliseen vuosikymmeneen verrattuna koko tarkastellulla merialueella. Korkeimmat klorofylli-a:n pitoisuudet ilmensivät voimakkaita leväkukintoja. Klorofyllipitoisuudet kuvasivat rehevää vesialuetta ja heinä–elokuisten pitoisuuksien perusteella merialue oli tyydyttävässä ekologisessa tilassa. Vuonna 2018 todettiin kohonneita ravinnepitoisuuksia, joiden seurauksena levätuotanto voimistui ja sinilevätilanne Suomenlahdella olikin vuonna 2018 huonoin pitkiin aikoihin.

Ravinnepitoisuudet laskivat rannikolta ulospäin mentäessä ja nousivat lännestä itään päin siirryttäessä. Ravinnepitoisuuksissa oli vaihtelua eri ajankohtina ja eri alueiden välillä, ja voimakkainta pitoisuusvaihtelu oli Haminan edustalla joki- ja hulevesien takia. Talviaikaiset typen pitoisuudet nousivat jokien vaikutusalueilla, talvitulvien takia. Ulompana alueellinen vaihtelu oli voimakasta, mutta yleisenä trendinä oli pintakerroksen typpipitoisuuden lasku ja pohjan läheisen vesikerroksen typen pitoisuuden nousu. Fosforin- ja fosfaattifosforin pitoisuudet nousivat lievästi tarkastelujakson aikana koko tarkastelualueella. Voimakasta ravinteiden pitoisuusvaihtelua ilmeni Mussalon alueella ja Haminan edustalla. Vuonna 2022 ulkomeren alueella todettiin poikkeuksellisen korkeita pitoisuuksia.

Pohjanläheisen vesikerroksen fosforipitoisuuksien nousu liittyi alusveden heikkoon happitilanteeseen. Myös mereisemmän, enemmän fosforia sisältävän meriveden työntyminen pohjan myötäisesti rannikkoa ja saaristoa kohti, nosti fosforipitoisuutta. Alusveden fosforipitoisuuksissa oli nouseva trendi.

Kalastossa ei vuosikymmenen aikana tapahtunut selvää muutosta aiempaan verrattuna. Ahven ja särki olivat yleisimmät saaliskalat sekä koeverkotusten että kalastustiedusteluiden perusteella. Vapaa-ajan kalastajat suosivat verkkoja, onkimista ja pilkkimistä. Hylkeet ja merimetsot ovat nousseet eniten kalastusta haittaaviksi tekijöiksi. Vapaa-ajan kalastajien vuosisaaliit olivat arviolta 100–280 tonnia.

Laivaväylien ja satamatoimintojen läheisyydessä sedimenteissä esiintyy kohonneita orgaanisten tinayhdisteiden ja polyaromaattisten hiilivetyjen (PAH) pitoisuuksia.

Pohjien tila on 1990-luvun jälkeen kohentunut, vaikka kerrostuneisuuskausina syvänteissä on edelleen hapettomuutta. Valkokatka ja liejusimpukka palasivat syvänteisiin 2010-luvulla. Samalla *Marenzelleria*-monisukasmadon kannat vakiintuivat. *Marenzelleria*-monisukasmato on alueen yleisin vieraslaji. Rannikon läheisillä rehevillä liejupohjilla elää surviaissääskien toukkia ja harvasukamatoja, jotka ovat tyypillisiä makeanveden lajeja. Ulkosaaristossa pohjaeläinten yksilömäärät ja lajimäärät vähenevät. *Marenzelleria*-valtalajin lisäksi syvien pohjien lajistoon kuului raakkuäyriäisiä (Ostracoda) ja varsinaisia murtovesilajeja kuten *Nais elinguis* ja *Paranais*-harvasukasmadot sekä kilkki (*Saduria entomon*).

Merialueen hyvän ekologisen tilan saavuttaminen vuoteen 2027 ei ole todennäköistä. Suunta on kuitenkin oikea, joten vesiensuojelutoimia tarvitaan edelleen.

# SISÄLLYS

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 VESIALUEEN YLEISKUVAUS</b>	<b>2</b>
<b>3 SÄÄ JA VESIOLOT</b>	<b>5</b>
3.1 Sää	5
3.2 Jokien virtaamat	6
3.3 Jäätalvet merialueella	6
<b>4 KUORMITUS</b>	<b>7</b>
4.1 Merialueelle kohdistuva kokonaiskuormitus	7
4.2 Merialueen pistekuormitus	9
4.3 Merialueen kokonaiskuormituksen alueellinen jakautuminen	10
<b>5 MERIALUEEN VEDENLAATU JA REHEVYYS</b>	<b>11</b>
5.1 Aineisto ja alueellinen ryhmittely	11
5.2 Rannikkoalue	13
5.3 Saaristoalue	25
5.4 Ulkomeri	35
5.5 Vedenlaatu intensiiviasemilla	40
5.6 Merialueen klorofylli-a-pitoisuudet	49
5.7 Vesistön hygieeninen tila	58
<b>6 MERIALUEEN POHJAEÄINTUTKIMUKSET</b>	<b>60</b>
6.1 Aineisto	60
6.2 Pohjaeläimet 2010–2022	60
6.3 Vieraslajien esiintyminen	64
<b>7 KALATALOUS</b>	<b>67</b>
7.1 Aineisto	67
7.2 Merialueen verkkokoekalastukset	67
7.3 Kalastustiedustelut	69
7.4 Kaikuluotaukset	71
<b>8 HAITALLISET AINEET</b>	<b>72</b>
8.1 Haitalliset aineet vedessä	72
8.2 Haitalliset aineet kaloissa	72
8.3 Haitalliset aineet merialueen sedimenteissä	73
<b>9 YHTEENVETO</b>	<b>76</b>

## LIITTEET

- Liite 1 Luettelo merialueen näyteasemista
- Liite 2 Rannikkovesien rehevyysluokittelu tuotantokauden klorofyllipitoisuuksien perusteella.

## 1 JOHDANTO

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen tilaa on seurattu yhteistarkkailuna aina 1970-luvulta lähtien. Voimassa olevaa tarkkailuohjelmaa (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus Dnro 0498Y0085-103) on noudatettu vuodesta 2006 lähtien. Vuonna 2013 tarkkailuohjelmaa supistettiin poistamalla näytepisteitä ja välisyvyyksien analyysyjä sekä lisäämällä kahdelle näyteasemalle vuosittain toteutettava kolmen näytteenottokerran kasviplanktonitutkimus (Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen hyväksymiskirje 17.6.2013). Vesistötarkkailusta on vastannut Kymijoen vesi ja ympäristö ry.

Tähän yhteenvetoraporttiin on koottu veloitetarkkailun aineistoa Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen tilasta ensi sijassa vuosilta 2010–2022. Muutamissa kohdissa tarkastelu alkaa 1990-luvulta. Edellisissä laajoissa yhteenvedoissa tarkasteltiin Kymijoen alaosan ja sen edustan merialueen tilaa vuosina 1985–2002 (Jaala 2004) ja 2000–2009 (Kymijoen vesi ja ympäristö ry 2011). Kymijoen alaosan tilaa vuosina 2010–2019 tarkasteltiin erillisessä raportissa (Kymijoen vesi ja ympäristö ry 2021). Koska merialueen veloitetarkkailun aineisto on julkaistu vuosittaisissa yhteenvedoissa, ei vuosiyhteenvetoihin tässä raportissa erikseen viitata. Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen yhteistarkkailuun osallistuu toiminnanharjoittajia Kymijoen alaosalta ja merialueelta 2010–2022 (Taulukko 1, Kuva 1).

*Taulukko 1. Yhteistarkkailussa mukana olleet toiminnanharjoittajat.*

<b>Kymijoen alaosa</b>	
UPM Kymmene Oyj, Kymi	Kymin sellutehdas
UPM Communication Papers Oyj, Kymi	Kymin paperitehdas
Kouvolan kaupunki	Akanojan puhdistamo, lopettanut 12/2014 Mäkikylän puhdistamo
Myllykoski Paper Oy	Myllykosken paperitehdas, lopettanut 12/2011
Kymen Vesi Oy	Halkoniemen puhdistamo, lopettanut 8/2010 <sup>1)</sup> Huhdanniemen puhdistamo, lopettanut 9/2010 <sup>1)</sup>
Stora Enso Publication Papers Oy Ltd	Anjalan paperitehdas
Stora Enso Ingerois Oy	Inkeröisten kartonkitehdas
Sonoco-Alcore Oy	Karhulan kartonkitehdas
Kotkan Energia Oy	Hyötyvoimalaitos
<b>Merialue</b>	
Kymen Vesi Oy	Mussalon puhdistamo
MM Kotkamills Boards Oy	Kotkan tehdas
Stora Enso Oyj	Sunilan tehdas, Sunilan Puhdistamo Oy
Danisco Sweeteners Oy	Kotkan tehdas
Haminan kaupunki	Nuutniemen puhdistamo, lopettanut 9/2010 <sup>2)</sup> <i>siirtoviemäri Mussaloon</i>
HaminaKotka Satama Oy	Kotkan satama Haminan satama
Haminan ja Kotkan satamien pienet toimijat	

1) toiminnassa tulvatilanteissa

2) jatkaa ohitusvesikäsittelylaitoksena



Kuva 1. Pyhtää–Kotka–Hamina-merialue ja alueen pistekuormittajat. Kuormittajat vuoden 2017 tilanteen mukaan. Pyhtään kalankasvatustoiminta loppui vuonna 2020.

## 2 VESIALUEEN YLEISKUVAUS

Tarkasteltava Pyhtää–Kotka–Hamina-merialue kuuluu Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueeseen ja se sijaitsee itäisen Suomenlahden pohjoisrannikolla. Tarkkailualue on noin 50 kilometriä pitkä, ja se ulottuu Loviisan itäosan (entinen Ruotsinpyhtää) edustalta Haminan edustalle. Suomenlahden alue on monimuotoinen. Siihen kuuluu jokien suistoalueita, merenlahtia sekä sisä- ja ulkosaaristoa lukuisine saarineen ja luotoineen. Ulompana on suuria merenselkiä ja avomerta. Eliöstöön vaikuttavat voimakkaasti suolapitoisuuden selvä kasvu itärajalta länteen päin siirryttäessä, ja jokisuiden kohdalla ulospäin merelle siirryttäessä. Syvyysolosuhteet ja alttius aallokon vaikutukselle voimistuvat huomattavasti siirryttäessä sisäsaaristosta ulkosaaristoon. Itäisen Suomenlahden pieni idästä länteen käyvä merivirta vaikuttaa alueen vedenlaatuun.

Tarkkailualueetta kuormittavat alueelle laskevat joet sekä rannikon pistekuormitus (Kuva 1). Ahvenkoskenselän Kullanlahteen laskeva Taasianjoki on pieni virta läheiseen Ahvenkoskenhaaraan verrattuna. Selkeästi suurin kiintoaine- ja ravinnekuormittaja on Kymijoki, joka virtaa viitenä eri haarana mereen Pyhtään ja Kotkan edustalla. Kymijoen Ahvenkoskenhaara laskee Loviisan ja Pyhtään rajalla sijaitsevaan Ahvenkoskenlahteen ja Pyhtään haara Purolanlahteen. Näistä matalista ja saarten sulkemista lahdista vedet virtaavat Suursalmen ja Keihässalmen kautta varsinaiselle merialueelle. Kotkan edustalla, missä Kymijoen kolme itähaaraa virtaavat mereen, jokivedet sekoittuvat suuremmin meriveteen. Haminan edustalla Suomenlahteen laskevat puolestaan selvästi Kymijokea

pienemmät Summanjoki ja Vehkajoki. Rannikon rehevät suisto- ja lahtialueet suodattavat mereen purkautuvia vesiä, ja ovat monimuotoisia elinalueita kasveille ja eläimille. Rannikolla on monia erinomaisia lintualueita ja ulkosaaristo on merkittävä alue muuttolintujen reitillä.

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen edustan tarkkailualue on pääasiassa sisäsaaristoa. Tutkimusalue onkin hyvin matalaa syvyyden ollessa pääsääntöisesti alle 20 metriä. Ainoastaan tarkkailualueen uloimmat näyteasemat sijaitsevat ulkosaaristossa, jonka reuna-alueilta löytyy myös syvänteitä, jotka ulottuvat jopa 40–50 metrin syvyyteen (Kuva 2).

Tuulet, virtaukset ja vedenkorkeudet vaikuttavat merkittävästi joki- ja jätevesien leviämiseen ja sekoittumiseen merialueella. Tutkimusalueen virtaukset näyttävät riippuvan lähinnä tuuli- ja kerrostuneisuusoloista. Kesäkerrostuneisuuden aikana virtausten suunta noudattelee pitkälle vallitsevan tuulen suuntaa. Loppukesällä lämpötilakerrostuneisuuden purkaututtua pintavirtaus suuntautuu rannikolla pääsääntöisesti länteen. Talven ja alkukevään jääpeitteisenä aikana idänpuoleiset virtaukset ovat todennäköisesti vallitsevia. Lämpötilan harppauskerroksen alapuolella veden liikkeet ovat selvästi rajoitetumpia kuin päällysvesikerroksessa.

Merialue ja sen saaristo muodostavat tärkeän virkistyskäyttöalueen, ja alueella onkin runsaasti yleisiä uimarantoja, leirintäalueita sekä paljon loma-asutusta. Itäisen Suomenlahden kansallispuiston alue alkaa Kaunissaaren, Rankin, Haapasaaren ja Tammion eteläpuolelta ja jatkuu aina Suomen aluevesien rajalle asti. Kotka ja Hamina ovat tärkeitä vientisatamia. Lähisaarten välillä harjoitetaan reittiliikennettä, ja huviveneily on alueella yleistä. Merialueella harjoitetaan sekä ammatti- että virkistyskalastusta.

Vesienhoidon 3. suunnittelukaudella Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen vesimuodostumien ekologinen tila on arvioitu enimmäkseen tyydyttäväksi. Välttävään tilaan on luokiteltu Haminan Summan edusta ja Salminlahti, Kotkan Sunilanlahti sekä Pyhtään Ahvenkoskenlahti (Hertta-tietokanta 2023).



*Kuva 2. Pyhtää-Kotka-Hamina -merialueen monimuotoisuutta. © Kymijoen kuvapankkihanke.*

### 3 SÄÄ JA VESIOLOT

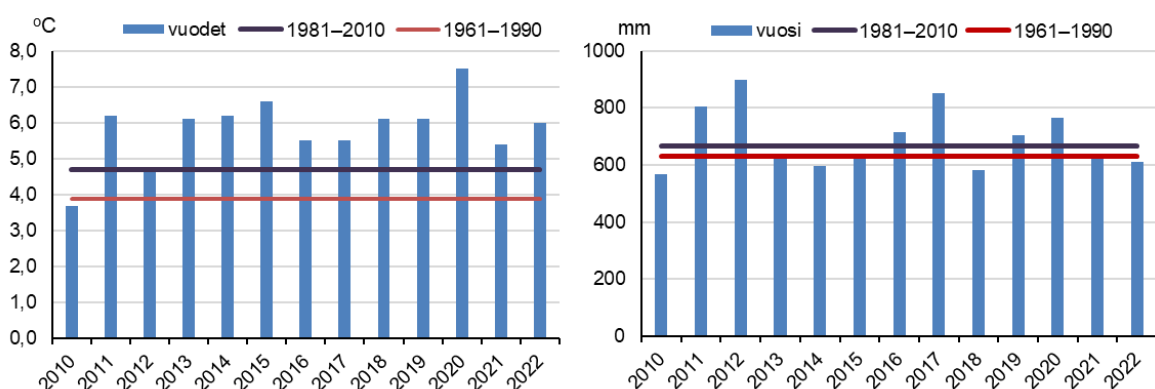
#### 3.1 SÄÄ

Pitkällä aikavälillä alueen keskilämpötila on noussut, mutta sademäärän nousu on ollut vähäisempää.

Ajanjaksolla 2010–2022 vuoden keskilämpötilat ylittivät vuotta 2010 lukuun ottamatta Kouvolan Utin sääaseman pitkänajan (1961–1990) keskiarvon +3,9 °C. Vuonna 2010 oli kylmä pakkastalvi. Vuoden 2012 keskilämpötila sivusi vertailujakson 1981–2010 keskilämpötilaa +4,7 °C ja vuosi oli kokonaisuutena viileä ja sateinen (Kuva 3).

Vuosina 2015, 2017 ja 2020 tammi-maaliskuu olivat keskimääräistä lämpimämpiä. Helmi- ja maaliskuun keskilämpötilat alittavat nykyisin enää harvoin vertailujaksojen pakkaslukemia. Vain helmi-maaliskuu 2018 ja helmikuu 2021 olivat tavanomaista kylmempiä. Lämpimiä keväitä oli vuosina 2016 ja 2018 ja vuosi 2018 jatkuikin lämpimänä aina joulukuulle saakka. Heinäkuut 2018 ja 2021 olivat tarkastelujakson lämpimimmät, kun kuun keskilämpötila oli yli 20 astetta. Vielä 2000-luvun alussa marraskuun keskilämpötila oli tyypillisesti pakkasella, mutta 2010-luvulla vain marraskuut 2010 ja 2016 olivat pakkasella. Joulukuut 2010 ja 2021 olivat kylmimmät ja vuosien 2011 ja 2020 syksyt lämpöisimmät.

Vettä satoi eniten vuosina 2011, 2012, 2017 ja 2020. Kuivinta oli vuosina 2010 ja 2018, mutta myös vuosina 2013–2015 ja 2021–2022 satoi keskimääräistä vähemmän (Kuva 3). Ajankohtaan nähden erityisen runsaita sateita oli vuoden 2011 elo-, syys- ja joulukuussa sekä loka-joulukuussa 2017. Korkeimmat mitatut kuukausittaiset sademäärät olivat 140 mm syyskuussa 2012 ja 143 mm elokuussa 2021. Talvikuukausista helmikuu 2016 ja 2022 olivat sateisimmat. Helmikuu 2018 oli taasen yksi vähäsateisimmista kuukausista, kuten myös heinäkuu 2021. Pienin sademäärä, 4 mm, mitattiin maaliskuussa 2013 (Ilmatieteenlaitos 2023).

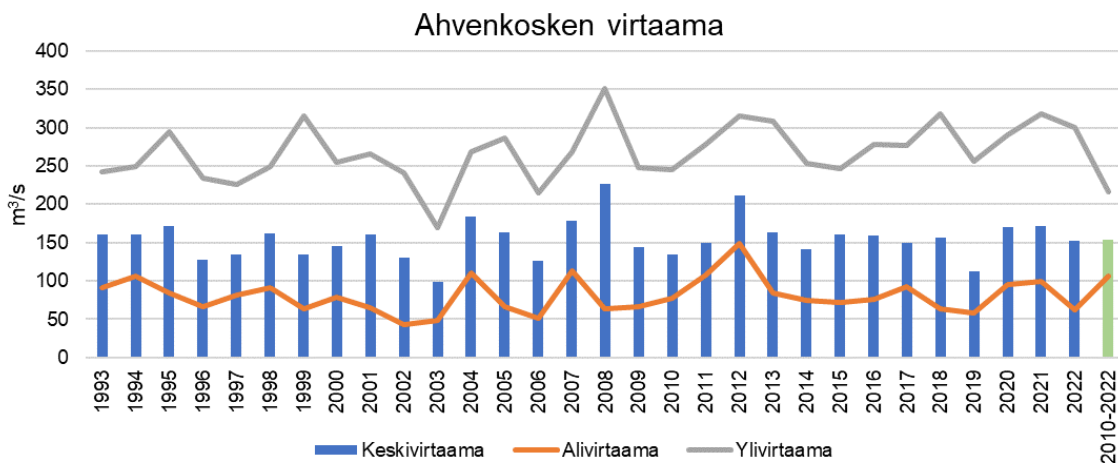


Kuva 3. Keskilämpötila (°C) ja sademäärä (mm) vuosina 2010–2022 sekä kahden pitkän ajanjakson vertailuarvot. Vuoden 2010 data on mitattu Utin sääasemalla, ja vuodesta 2011 eteenpäin säätiedot ovat Anjalan sääasemalta. Lähde: Ilmatieteenlaitos 2023

### 3.2 JOKIEN VIRTAAMAT

Alueella Suomenlahteen laskevat Taasianjoki, Kymijoki, Summanjoki ja Vehkajoki. Kymijoen virtaama on suurin näistä kolmesta joesta. Kuusankoskella, paljon ennen kuin Kymijoki jakautuu viiteen haaraan, keskivirtaama oli 317 m<sup>3</sup>/s, alikeskivirtaama 231 m<sup>3</sup>/s ja ylikeskivirtaama 420 m<sup>3</sup>/s tarkastelujaksolla 2010–2022. Noin puolet Kymijoen vesimäärästä purkautuu mereen Ahvenkoskenhaaran kautta. Sen pitkänajan (1993–2022) keskivirtaama (MQ) oli 155 m<sup>3</sup>/s, alikeskivirtaama (NQ) 114 m<sup>3</sup>/s ja ylikeskivirtaama (HQ) 212 m<sup>3</sup>/s (Kuva 4).

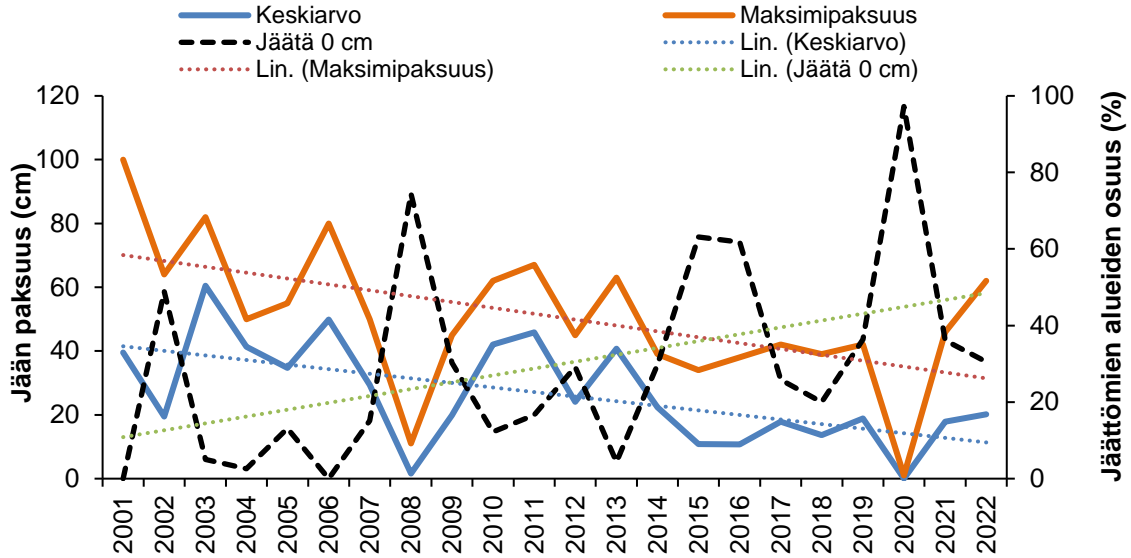
Tarkastelujaksolla 2010–2022 Kymijoen Ahvenkosken keskivirtaama oli 154 m<sup>3</sup>/s ja vaihteluväli 106–216 m<sup>3</sup>/s. Taasianjoen keskivirtaama oli 4,7 m<sup>3</sup>/s ja vaihteluväli 0,3–67,6 m<sup>3</sup>/s vuosina 2012–2022. Summanjoella virtaama oli keskimäärin 7,1 m<sup>3</sup>/s ja vaihteluväli 0,72–32,6 m<sup>3</sup>/s vuosina 2012–2022. Vehkajoen keskivirtaama oli 3,2 m<sup>3</sup>/s ja vaihteluväli 0,1–19,0 m<sup>3</sup>/s vuosina 2010–2022.



Kuva 4. Kymijoen keski-, ali- ja ylivirtaama (HQ) (m<sup>3</sup>/s) Ahvenkoskella vuosina 1993–2022. Lähde: Ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmä.

### 3.3 JÄÄTALVET MERIALUEELLA

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen yhteistarkkailun havaintojen perusteella jääpeitteen paksuus on vähentynyt. Esimerkiksi talvella 2019–2020 jäätä ei ollut lainkaan (Kuva 5). Ilmatieteenlaitoksen tilastojen mukaan se olikin kaikkien aikojen leudoin jäätalvi. Viime vuosikymmenen jäätalvet ovat olleet enimmäkseen leutoja, korkeintaan keskimääräisiä. Vuosi 2010–2011 oli viimeisin ankara jäätalvi Suomen merialueilla. Vuosina 1961–1990 Hamina–Loviisa-rannikkoalueella jäätä oli jopa 133 vuorokautta, ja ulkoalueella, esimerkiksi Haapasaassa ja Kaunissaassa, noin sata vuorokautta (Ilmatieteenlaitos 2023).



Kuva 5. Jään paksuus ja jäätömielä alueiden osuus vuosina 2001–2022 Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueella Aineisto: Kymijoen vesi ja ympäristö ry, yhteistarkkailu.

## 4 KUORMITUS

### 4.1 MERIALUEELLE KOHDISTUVA KOKONAISKUORMITUS

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialuetta kuormittavat alueelle laskevat joet sekä rannikon pistekuormitus. Selkeästi suurin kiintoaine- ja ravinnekuormittaja on Kymijoki, joka laskee viitenä eri haarana Pyhtään ja Kotkan edustalle. Vuosina 1986–2002 Kymijoki kuljetti Suomenlahteen fosforia 250 t/a ja typpeä 6100 t/a. Tarkastelujaksolla 2010–2022 fosforikuorma oli noin 183 t/a ja typpikuorma 5800 t/a. Tarkastelujaksolla 2010–2022 Kymijoen ainekuormat olivat keskimäärin 500 kg fosforia ja 16 000 kg typpeä päivässä (Taulukko 2, Kuva 6).

Kymijoen osuus oli keskimäärin 76 % merialueelle tulevasta fosforikuormasta ja 87 % typpikuormasta. Hajakuormituksen väheneminen vuosikymmenten aikana on ollut hidasta. Sateisuudesta johtuen jokien virtaamat nostivat ainekuormia vuonna 2012, mutta vähäisen virtaaman aikaan vuonna 2014 hajakuormitus väheni.

Yli puolet Kymijoen mereen tuomasta ravinnekuormasta tuli Ahvenkosken haaran kautta. Pienistä merialueelle laskevista joista, Taasianjoen ravinnevirtaamat olivat suurimmat ja Vehkajoen pienimmät. Taasian-, Summan- ja Vehkajoki toivat yhteensä noin kaksi kertaa enemmän fosforia ja kolme kertaa enemmän typpeä mereen kuin alueen teollisuus, yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot ja kalankasvatus yhteensä (Taulukko 2).

Sekä Taasian- että Summanjoen typpikuorma oli noin 800 kg/d ja Vehkajoen noin 300 kg/d. Vuosina 2010–2022 näiden jokien typpikuorma oli keskimäärin 1800 kg/d ja osuus Kymijoen typpivirtaamasta 11 % ja kokonaiskuormituksesta 10 % (Taulukko 2, Kuva 6).

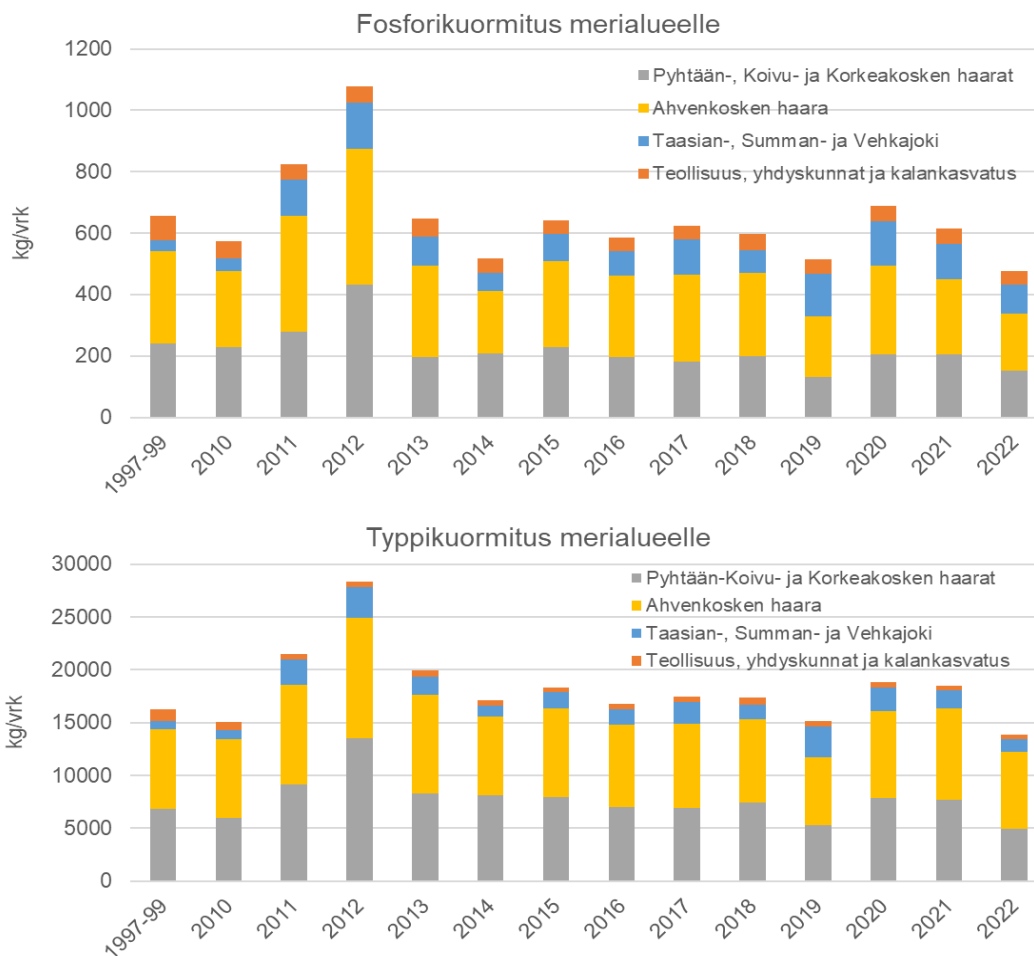
Sateisuus ja huuhtoumat nostivat jokikuormia voimakkaasti, mikä näkyi erityisesti vuoden 2012 ravinnekuormissa, ja lievemmin vuosien 2011 ja 2020 ravinnekuormissa. Vuosien

2014 ja 2019 vähäinen virtaama näkyi pienempinä ravinnekuormina (Kuva 6, vrt. Kuva 4). Kontrolloitu pistekuormitus on vuositasolla yleensä vakaa.

Taasianjoen fosforikuorma oli keskimäärin 50 kg/d ja alimmillaan noin 30 kg/d, mutta nousi yli 80 kg/d vuosina 2019–2020. Summanjoki toi mereen fosforia keskimäärin 38 kg/d ja Vehkajoki noin 13 kg/d. Vuosina 2010–2022 Taasian-, Summan- ja Vehkajoen yhteenlaskettu fosforikuorma mereen, noin 100 kg/d, vastasi 20 %:ia koko Kymijoen fosforin ainevirtaamasta.

Taulukko 2. Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueelle kohdistuva kokonaiskuormitus keskimäärin vuorokaudessa 2010–2022.

Kuormituslähde	Fosfori kg/d	Fosfori %	Typpi kg/d	Typpi%
Ahvenkoskenhaara	280	43 %	8300	45 %
Pyhtään, Korkeakosken ja Koivukosken haara	220	34 %	7700	42 %
Taasian-, Summan- ja Vehkajoki	100	15 %	1800	10 %
Teollisuus, yhdyskunnat ja kalankasvatus	50	8 %	550	3 %
<b>Yhteensä, kg/d</b>	<b>650</b>		<b>18350</b>	



Kuva 6. Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen ravinnekuormitus (kg/vrk) vuosina 2010–2022. Vertailuna on vuosien 1997–1999 keskiarvo.

## 4.2 MERIALUEEN PISTEKUORMITUS

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueelle teollisuudesta, yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoilta ja kalankasvatuksesta tuleva jätevesikuormitus väheni vuosina 1990–2022 (Taulukko 3, Kuva 7). Aktiivieläimien käyttöönnotto 1980–1990-lukujen vaihteessa vähensi erityisesti happea kuluttavan orgaanisen aineen kuormitusta mutta myös kiintoainekuormitusta. Kuormituksen selvä pieneneminen vuosina 1995–1997 oli seurausta Sunila Oy:n uuden puhdistamon valmistumisesta. Summan tehtaiden toiminnan loppuminen vuoden 2008 alkupuolella näkyy kuormituksen vähenemisenä vuosina 2008 ja 2009. Myös pienempien puhdistamoiden jätevesien johtaminen 2010–2011 Kouvolan Mäkikylän ja Kotkan Mussalon puhdistamolle, on osaltaan vähentänyt vesistökuormitusta.

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueelle tulee nykyisin pistekuormitusta kahdelta suurelta ja usealta pieneltä teollisuuslaitokselta sekä kahdelta yhdyskuntajätevedenpuhdistamolta. Pyhtään merialuetta kuormitti pistemäisesti vain kalankasvatus vuoteen 2020 saakka. Nykyisin alueella ei ole enää yhtään pistekuormittajaa. Haminan edustalle pistekuormitusta tulee useilta pieniltä teollisuusyrityksiltä. Kotkan edustalle tulee sekä teollisuus- että yhdyskuntajätevesikuormitusta selvästi enemmän kuin Haminan ja Pyhtään edustalle.

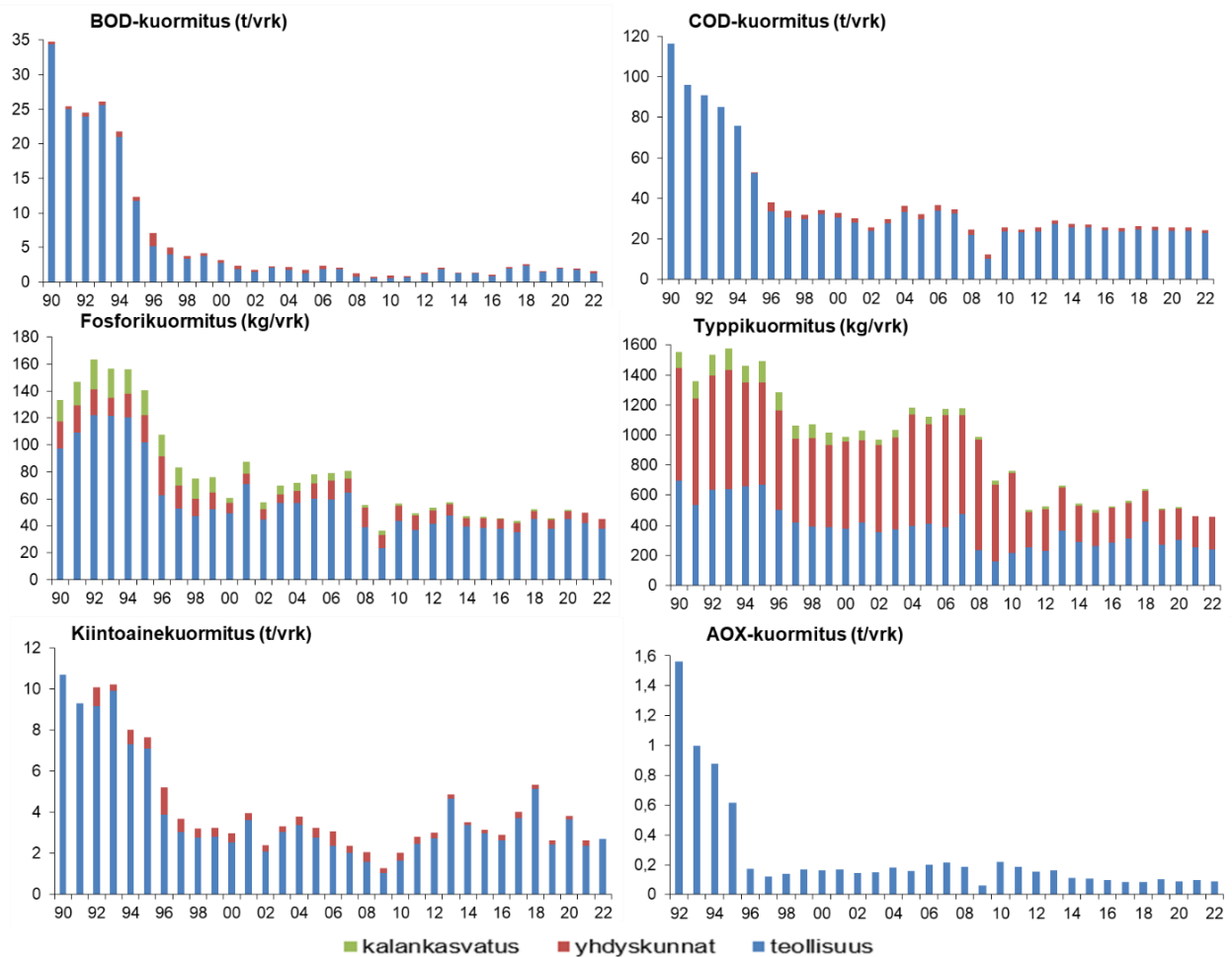
Vuosina 2010–2022 pistekuormitus pysyi melko tasaisena. Ravinnekuormitus sekä adsorboituneiden orgaanisesti sitoutuneiden halogeenien (AOX) kuormitus vähenivät edelleen, mutta biologisesti happea kuluttavien yhdisteiden (BOD) kuormitus kasvoi hieman. Kiintoainekuormitus vaihtelee vuosittain, ja on nykyisin keskimäärin 3 100 kg/d. 2010-luvulla mereen tuleva, kontrolloitu fosforin pistekuormitus oli keskimäärin 50 kg/d ja typen 550 kg/d, mikä oli vain 8 % fosforin ja 3 % typen mereen kohdistuvasta kokonaiskuormituksesta. Kolmen vuosikymmenen aikana tapahtunut pistekuormituksen väheneminen on ollut huomattavan suurta (Kuva 7, Taulukko 3).

*Taulukko 3. Merialueelle kohdistuva keskimääräinen pistekuormitus kolmella vuosikymmenellä, kg/d. Luvut ovat pyöristettyjä.*

Jakso	BOD7 kg/d			Typpi kg/d			
	teollisuus	yhdyskunnat	Yhteensä	teollisuus	yhdyskunnat	kalankasvatus	Yhteensä
1990–1999	15800	700	16500	550	670	114	1300
2000–2009	1600	380	2000	360	640	91	1100
2010–2022	1400	200	1600	280	260	11	550

Jakso	Kiintoaine kg/d			Fosfori kg/d			
	teollisuus	yhdyskunnat	Yhteensä	teollisuus	yhdyskunnat	kalankasvatus	Yhteensä
1990–1999	6600	530	72008	90	18	17	120
2000–2009	2400	400	2800	50	10	5,3	65
2010–2022	3100	250	3350	40	8	1,2	50



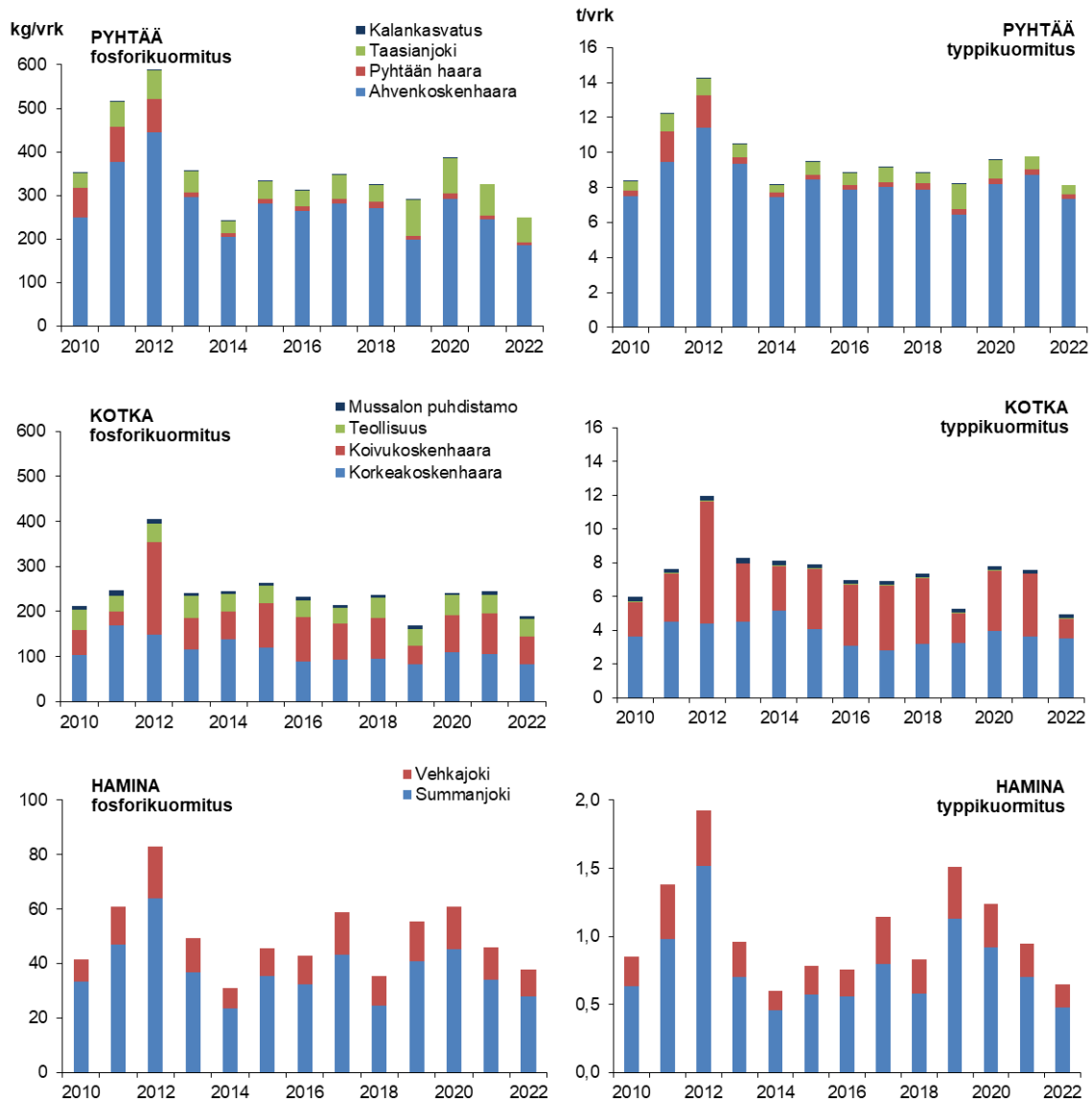
Kuva 7. Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen pistemäinen jätevesikuormitus 1990–2022. Huomaa yksiköt.

### 4.3 MERIALUEEN KOKONAISKUORMITUKSEN ALUEELLINEN JAKAUTUMINEN

Teollisuuden ja yhdyskuntien jätevesikuormitus on keskittynyt Kotkan alueelle. Sen suhteellinen osuus alueen fosforin kokonaiskuormituksesta kasvoi hieman 2010-luvulla. Vielä edellisellä tarkastelujaksolla teollisuuden fosforikuormitus oli 4 %, ja nyt osuus oli 8 %. Typen osuuden kasvu oli vähäinen: 2000-luvun alussa osuus oli 1 %, nyt 3 % (Kymijoen vesi ja ympäristö 2011).

Jokien kautta tulevassa hajakuormituksessa vuosien välinen vaihtelu oli huomattavaa. Ainekuormat olivat korkeita vuosina 2010–2012 ja 2020. Pyhtään edustaa kuormittaa ensisijaisesti Kymijoen Ahvenkoskenhaara, jonka kautta merialueelle tuleva fosforikuorma on nykyisin noin 280 kg/d (vrt. Taulukko 2 ).

Kotkan edustalle teollisuudesta ja Kymijoen Korkeakosken ja Koivukosken kautta tuleva kuormitus on noin 240 kg/d. Vastaavasti typpeä tulee Pyhtään edustalle noin 8300 kg/d ja Kotkan edustalle 7600 kg/d. Haminan edustalle tuleva kuormitus on murto-osa alueen kokonaiskuormituksesta (Kuva 8).



Kuva 8. Kokonaiskuormituksen alueellinen jakautuminen Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueella 2010–2022. Huom! Haminan kuvaajan y-akseli, fosfori kg/d ja typpi t/d.

## 5 MERIALUEEN VEDENLAATU JA REHEVYYS

### 5.1 AINEISTO JA ALUEELLINEN RYHMITTELY

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen tilasta ja tuloksista on laadittu vuosittain yhteenvedot, ja viimeisin yhteenvedo on vuodelta 2022. Vuosien 2010–2022 aikana muutaman tarkkailupisteen sijainti muuttui tai jäi kokonaan pois tarkkailusta ja analyysivalikoimissa oli myös muutoksia. Kuvista ja taulukoista lyhytkestoiset tarkkailuaineistot on rajattu pois, ja veden laatua tarkastellaan niiltä näytepisteiltä, jotka ovat olleet mukana vuodesta 2010 lähtien. Osa näytepisteistä jäi pois tarkkailusta vuonna 2013 (Liite 1).

Vedenlaadun ja sen muutosten tarkastelun pohjana on merialueiden ekologinen tila, rannikon morfologia ja velvoitetarkkailussa vakiintunut näytepisteiden jaottelu. Tarkkailualue on jaettu rannikkoon, saaristoon ja ulkomereen (ulkosaaristoon) (Kuva 9).

Kuvassa 9 on esitetty merialueen yhteistarkkailun vedenlaadun tarkkailupisteet vuoden 2022 tilanteen mukaan sekä tarkastelussa käytetty vyöhykejako.

Rannikon alueista ekologiselta tilaltaan välttävään tilaan on luokiteltu Haminassa Summan edusta ja Salminlahti, Kotkassa Sunilanlahti ja Pyhtäällä Ahvenkoskenlahti. Näiden läheiset vedenlaatupisteet on morfologian perusteella liitetty samaan ryhmään. **Rannikon pisteitä** ovat (länneestä itään): 32, Kyvy-9, 46, 106, 104, 100, 139, 152, 186, 198, 218, 231, 230. **Saaristovyöhyke** on ekologiselta tilaltaan tyydyttävä ja siihen kuuluvat pisteet: 18, 77, 91, 96, 123, 128, 133, 156, 179, 181, 212, 225, 346 ja Kyvy-13. **Ulkomeren** (ulkosaariston) tila on ekologisesti tyydyttävä ja sen vedenlaatua tarkastellaan pisteiden Kyvy-1, Kyvy-10, 66, Kyvy-2, Kyvy-3, Kyvy-5, Kyvy-4 ja Kyvy-12 tulosten kautta (Kuva 9, Liite 1).

Meriveden fysikaalis-kemiallista laatua tarkkailtiin laajalla pisteverkostolla kaksi kertaa vuodessa. Näitä tuloksia tarkasteltiin päälly- ja alusveden osalta kesä- ja talviaikana määritettyjen pitoisuuksien perusteella. Näytesyvyydet olivat 1 m pinnasta ja 1 m pohjan yläpuolelta.

Tarkkailuaineiston suuren määrän takia Kotkan edustalla Lellerin ja Varissaaren (IN123 ja IN128) sekä Haminan edustalla Varvion ja Hillonniemen intensiivipisteiden (IN212 ja IN218) tarkkailutulokset käsitellään omassa kappaleessaan 5.6. Niillä oli keskimäärin 13 näytteenottokertaa vuodessa ja yhdeksän näytteenottokertaa kesäaikana vuodesta 1993 lähtien.

Merialueen rehevyyttä tarkasteltiin meriveden klorofylli-a-pitoisuuksien perusteella ja tähän tarkasteluun otettiin mukaan sekä yhteistarkkailun ns. klorofylli- että intensiivipisteet, joilla suoritetaan klorofyllitutkimusta 5–9 kertaa kesässä tarkkailupisteestä riippuen. Kesäajalla tarkoitetaan touko-syyskuuta. Heinä-elokuun klorofylli-a-pitoisuuksien mukaan arvioitiin myös merialueen ekologista tilaa.

Merialueen hygieenistä tilaa on seurattu määrittämällä bakteerit. Nykyisin merialueen tilaa seurataan kesällä enterokokkibakteerien ja *Escherichia coli*-bakteerien avulla.



Kuva 9. Merialueen näyteasemat ja tarkastelussa käytetty vyöhykejako: rannikko, saaristo, ulkomeri.

## 5.2 RANNIKKOALUE

### 5.2.1 Fysikaalis-kemiallinen vedenlaatu rannikkoalueella

Mediaanin ja keskiarvojen valossa rannikkoalueen happitilanne oli hyvä, vesi lievästi sameaa ja rusehtavaa. Vesi oli ajoittain hyvin kirkasta, mutta selvää humusvaikutusta ja kohonnutta hapenkulutusta oli myös todettavissa. Sähkönjohtokyky ja saliniteetti kuvasivat vähäsuolaista murtovetä, ja niiden iso vaihteluväli makeiden jokivesien ja suolaisemman meriveden vaihtelua. Tämä ilmenee hyvin päälly- ja alusveden vedenlaatueroina erityisesti lämpötilassa, sähkönjohtavuudessa ja saliniteetin arvoissa (Taulukko 4, Taulukko 5). Rannikkoalueen pohjanläheisen vesikerroksen happitilanne oli hyvä. Happamuuden emäksiset arvot selittyvät kasviplanktonin tuotannon vaikutuksella.

Rannikkoalueen sameus, väri ja sähkönjohtavuus nousivat 2010-luvulla.

Taulukko 4. Vedenlaadun tunnuslukuja rannikkoalueelta 2010–2022 pinnasta (1 m) otetuista näytteistä.

Tunnusluku	Lämpötila °C	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Sähkönjohtokyky mS/m	Saliniteetti %	pH	Väri mgPt/l
Havainnot 1 m, kpl	802	799	799	377	802	802	802	325
minimi	-0,2	5,7	50	0,5	7,3	0,04	6,3	10
maksimi	25,4	21,2	200	36	824	4,78	9,3	180
mediaani	15,8	9,4	93	3,2	315	1,71	7,7	30
keskiarvo	13,3	9,7	93	4,1	351	1,95	7,6	42

Taulukko 5. Vedenlaadun tunnuslukuja rannikkoalueelta 2010–2022 pohjan läheisyydestä (-1 m) otetuista näytteistä.

Tunnusluku	Lämpötila oC	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Sähkönjohto- kyky mS/m	Saliniteetti ‰	pH	Väri mgPt/l
Havaintoja -1 m, kpl	368	367	367	368	367	367	368	315
minimi	-0,2	0,8	7,0	0,4	8,2	0,04	6,7	8
maksimi	25,1	13,5	109	47	935	5,42	8,4	100
mediaani	8,7	8,2	75	2,8	719	4,14	7,6	20
keskiarvo	8,0	8,6	72	3,8	704	4,04	7,6	21

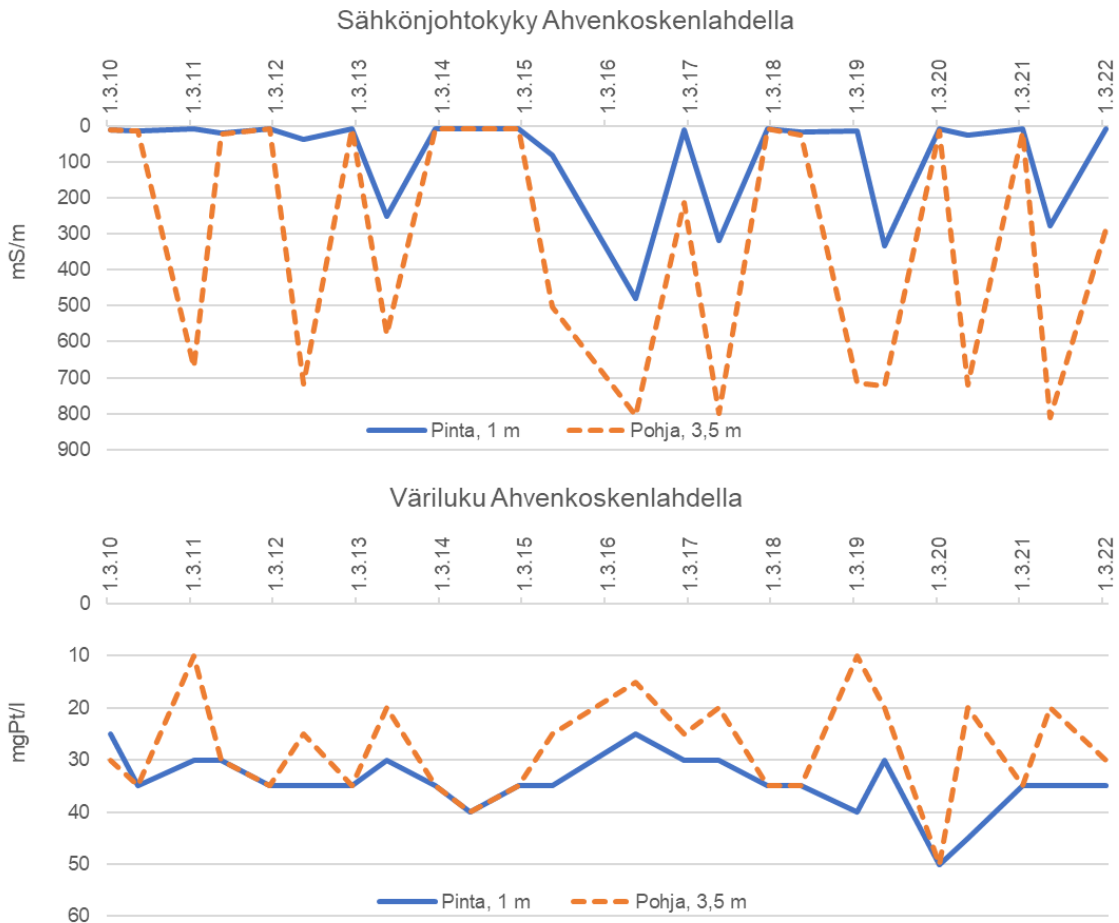
Korkeimmat happipitoisuudet ja hapenkyllästysasteet sekä pH-arvot ajoittuivat touko- ja heinäkuulle 2018 näytepisteille 230, 198, 152 ja 46. Tuolloin levätuotanto oli poikkeuksellisen voimakasta koko tarkkailualueella (vrt. luku 5.6). Levätuotannosta johtuvaa ylikyllästystä havaittiin enimmäkseen toukokuussa ja heinäkuussa.

Heikoin rannikkoalueen happitilanne todettiin heinäkuussa 2014 Purolanlahdella (46), missä pohjanläheisyydessä kyllästysaste oli enää 7 %. Alusvesi oli suolaista ja ravinteikasta merivettä ja pinnassa virtasi humusvaikutteisempaa, vähäravinteisempaa makeaa vettä.

Makean jokiveden purkautuminen merialueelle pinnanmyötäisesti ilmeni Ahvenkoskenlahdella pienempinä sähkönjohtavuuden arvoina (Kuva 10). Pinnassa (1 m) sähkönjohtavuus oli keskimäärin 82 mS/m ja pohjassa (3,5 m) keskimäärin 320 mS/m. Vuosina 2010–2013 päällysveden sähkönjohtavuuden vaihtelu oli vähäistä verrattuna vuosiin 2015–2016. Sitten vaihtelu tasaantui, ja todetut maksimit jäivät 300 mS/m -tasolle. Maalis-marraskuussa 2013 alue oli pinnasta pohjaan jokivesivaikutteista. Tyypillisemmin talviaikaan makean jokiveden vaikutus oli voimakkainta. Pohjaa myöten Ahvenkoskenselelälle työntyneen meriveden sähkönjohtavuus oli enimmillään 700–800 mS/m ja sitä vastaava saliniteetti 3,7–4,6 ‰.

Veden rusehtava väri lisääntyi Ahvenkoskenselellä vuosikymmenen aikana. Vuosikymmenen alussa väriluku oli noin 30 mgPt/l, mutta loppujaksolla lukemat olivat 35–40, jopa 50 mgPt/l (Kuva 10). Vesi oli ruskeinta vuonna 2020. Kotkan itäpuolella ja Haminassa näytepaikkakohtainen värin vaihtelu oli voimakasta. Hallassa (139) ja Hallanväylällä (152) väriluku vaihteli kesällä arvoissa 20–35 mgPt/l ja talvella arvoissa 15–40 mgPt/l. Summanjoen edustalta Haminanlahdella (tarkkailupisteillä 186–230), talviaikaiset väriluvun maksimit nousivat tasolle 130–160 mgPt/l, mutta kesällä väriarvot olivat pieniä, noin 20 mgPt/l.

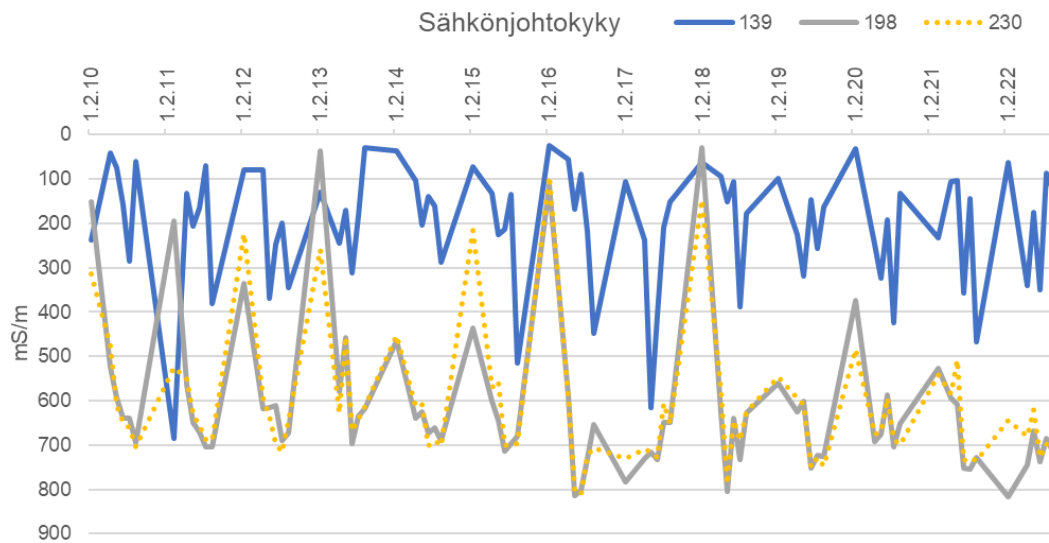
Sähkönjohtavuus oli alhainen vuosina 2013, 2016 ja 2018 Hillonniemessä (230) asti (Kuva 11). Haminan alueella sähkönjohtavuuden lievä nousu vuosikymmenen aikana oli selvemmin havaittavissa kuin Kotkan alueella.



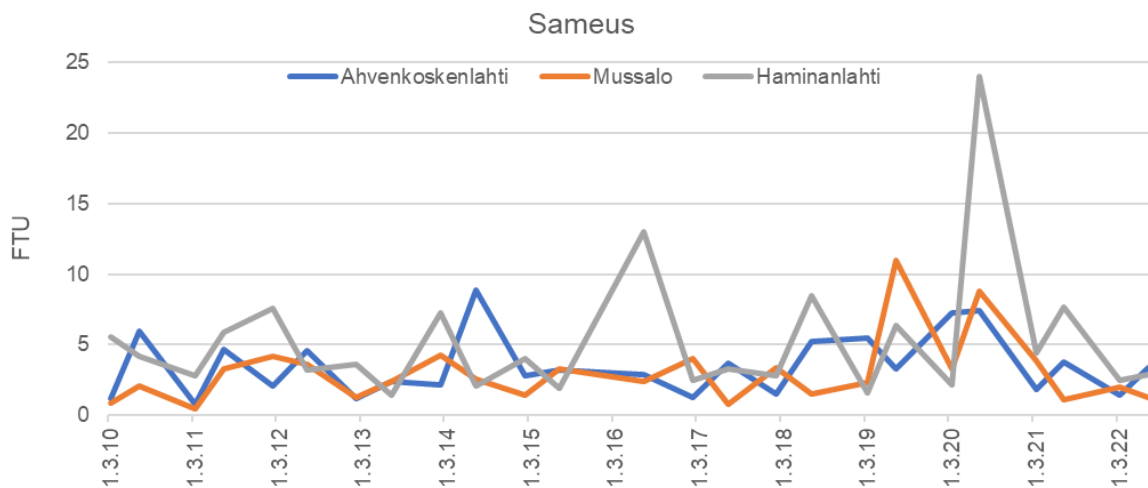
Kuva 10. Sähkönjohtokyky ja väriluku 1 m ja 3,5 m (pinta ja pohja) näytteissä Ahvenkoskenlahdella (piste 32), Kymijoen vaikutusalueella.

Haminan Hillonlahden (216) veden laatua tarkkailtiin vuosina 2010–2012. Vesi oli tuolloin usein huonolaatuista ja happitilanne heikentynyt. Suurimmat sameusarvot todettiin useimmiten helmikuussa, mutta 36 FTU todettiin heinäkuussa 2010 Hillonlahden pisteeltä 216, jolloin alueen levätuotanto oli voimakasta (chl-a 20 µg/l) (Taulukko 4). Hillonlahden vesi oli helmikuussa 2012 värjäytynyttä (180 mgPt/l). Vesi oli jokivesivaikutteista ja happitilanne oli lievästi heikentynyt. Haminan sataman ruoppaus 2009–2011 vaikutti osaltaan alueen veden laatua heikentävästi.

Tarkkailualueen läntisemmällä pisteillä Ahvenkoskenlahdelta Kotkaan, sameus oli hieman vähäisempää kuin Kotkasta itään sijaitsevilla pisteillä (Kuva 12). Kesällä sameus oli yleensä 3 FTU:n tasolla ja harvoin yli 6 FTU:n. Haminan alueella ruoppausten ja muiden rakennustöiden vaikutukset ilmenivät pintakerroksen samentumisena. Itäisimmillä pisteillä todettiin talvisin 10–20 FTU:n tuntumassa olevia sameusarvoja. Voimakkain pintakerroksen samennus, 20 FTU, ilmeni Haminanlahdella talvella 2020, jolloin jääpeitettä oli erittäin vähän (Kuva 12). Sameus johtui humus- ja ravinnepitoisen jokiveden virtaamisesta tarkkailupisteille. Samanaikaisesti pohjan läheisyydessä alueelle työntyi murtovettä, joka oli kirkaampaa ja vähäravinteisempaa.



Kuva 11. Sähkönjohtokyky 1 m näytteissä kolmella rannikon pisteellä: 139 = Halla, 198 = Summanlahti, 230 = Hillioniemi.



Kuva 12. Rannikkoalueen pintakerroksen sameus kolmella alueella vuosina 2010–2022.

## 5.2.2 Typpi rannikkoalueella

Kokonaistypen tarkastelujakson keskipitoisuudet nousivat rannikolla lännestä itään siirryttäessä, missä hule- ja jokivesien vaikutus on voimakkaampi. Selvemmin tämä oli havaittavissa pinnasta (1 m) otetuissa näytteissä, jonka maksimipitoisuuksissa nouseva trendi oli voimakas (Taulukko 6). Pohjanläheisissä näytteissä paikan syvyys ja sijainti vaikuttivat pitoisuuteen: matalammilla ja lähempänä rannikkoa ja jokisuuta, typen pitoisuus oli yleensä korkeampi.

*Taulukko 6. Kokonaistypen pitoisuuksien keskiarvo pinnassa (1 m) ja pohjassa vuosina 2010–2022. Havaintojen lukumäärä 361 kpl pinnasta (1 m) ja 342 kpl pohjan läheisyydestä. Tunnusluvussa ovat mukana kaikki mittauskerrat.*

Hav. paikka	Syvyys, m	Keskiarvo	Maksimi	Minimi	Syvyys, m	Keskiarvo	Maksimi	Minimi
32	1	538	900	250	3,5	513	740	260
KYVY-9	1	524	970	250	15	486	830	260
46	1	544	970	250	10	518	620	450
81	1	483	730	260	10	408	540	330
100	1	532	700	340	15	507	740	260
104	1	557	870	300	6	480	770	220
139	1	499	800	250	10	415	740	200
152	1	500	680	280	10	466	570	290
186	1	601	1300	280	5	477	980	250
189	1	687	1100	320	8	513	710	320
192	1	675	1100	320	8	482	720	310
198	1	648	1400	250	8	455	900	210
205	1	718	1100	340	2	667	1100	340
230	1	616	1500	270	8	454	760	280
231	1	640	1400	260	9	580	580	580

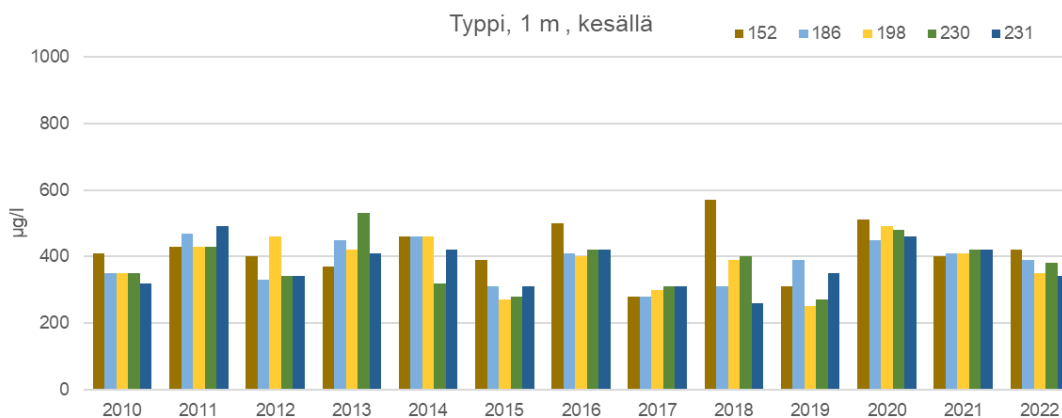
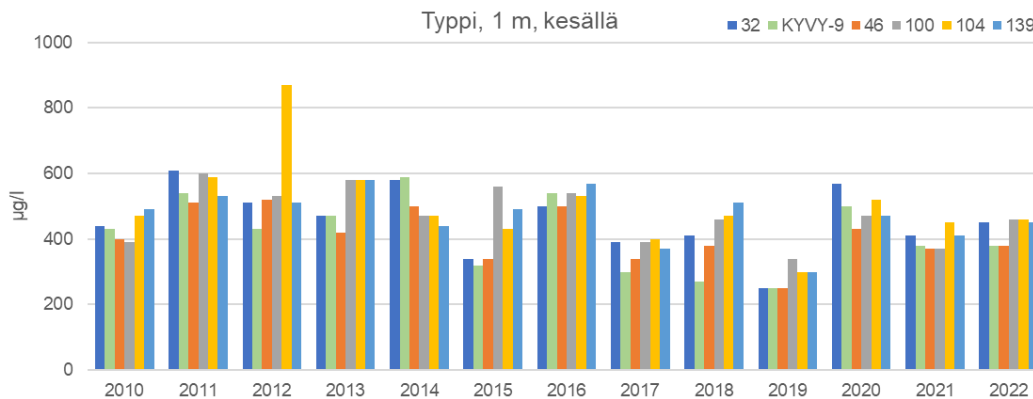
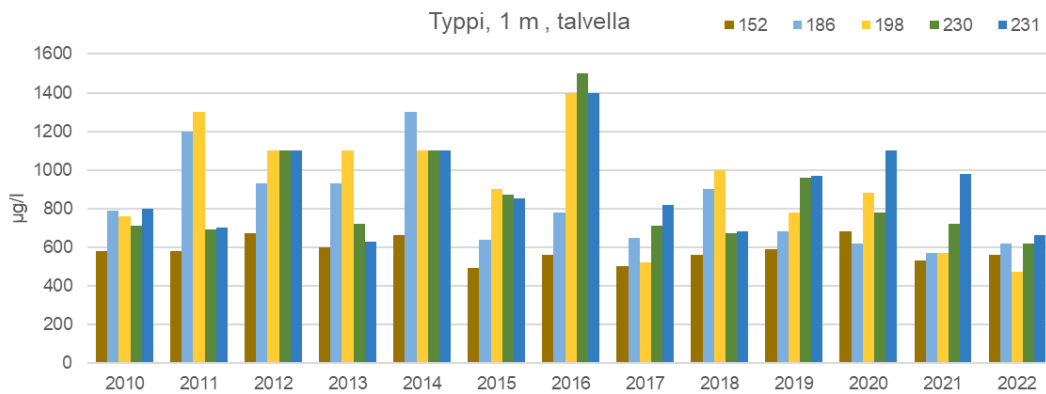
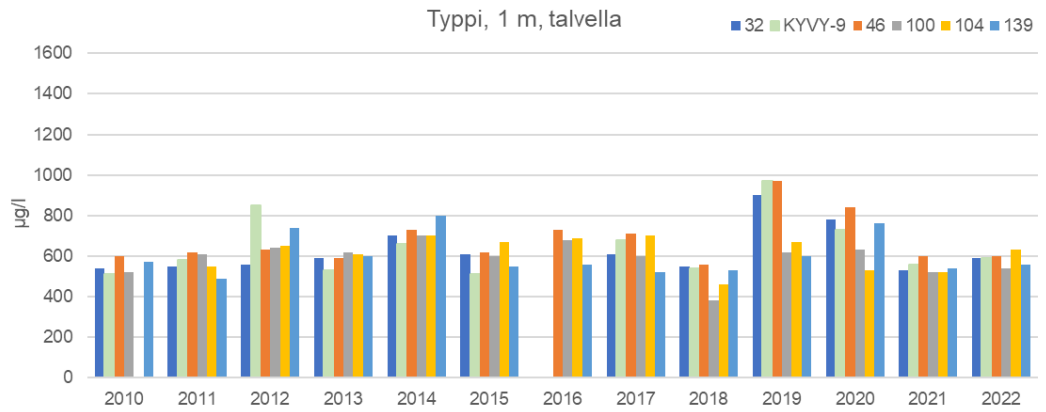
Talviset typpipitoisuudet olivat pinnassa ja pohjassa melko tasaisesti 500–600 µg/l. Kymijoen Ahvenkoskenhaaran vaikutusalueella mitattiin 900 µg/l-tasolla olevia pitoisuuksia vuonna 2019 (Kuva 13). Langinkoskenhaaran (104) edustalla vastaavaa ilmiötä ei ollut havaittavissa. Neuvottomanlahden suulla (186), Summanjoen suulla (198), Hillonniemessä (230) ja Haminanlahdella (231) sen sijaan todettiin usein talvella yli 1000 µg/l olevia typpipitoisuuksia, jotka johtuivat sameiden, ravinne- ja humuspitoisten jokivesien virtaamisesta alueelle. Korkeimmat typen pitoisuudet, 1400–1500 µg/l, mitattiin helmikuussa 2016.

Pohjanläheisen vesikerroksen typen pitoisuudet olivat tasaisesti muita vuosia korkeammat helmikuussa 2012 (Kuva 14). Tuolloin Ahvenkoskenselältä, Kotkan ja Haminan edustalta mitattiin 750–800 µgN/l. Helmikuussa 2018 Neuvottomanlahdella ja Summanjoen suulla (186, 198) todettiin 900–1000 µgN/l. Korkeat typpipitoisuudet johtuivat jokivesistä, mutta myös lähialueen hulevedet ja talvitulvat ovat mahdollisia kuormittajia.

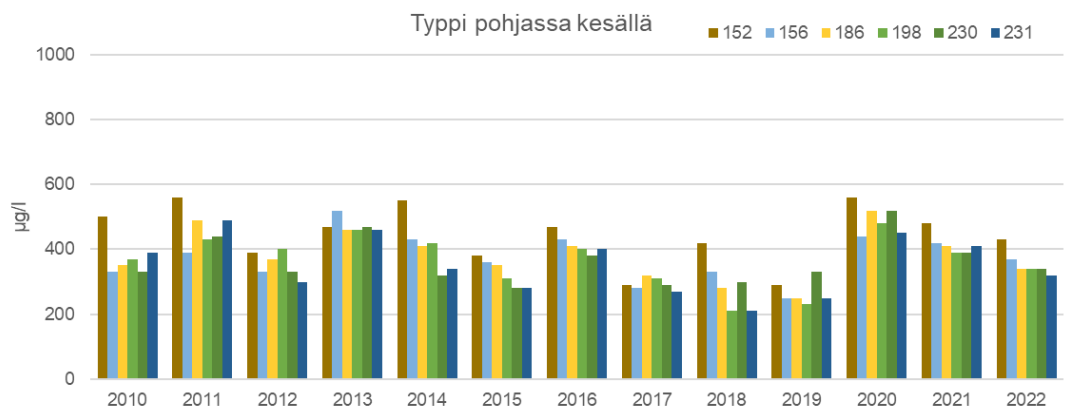
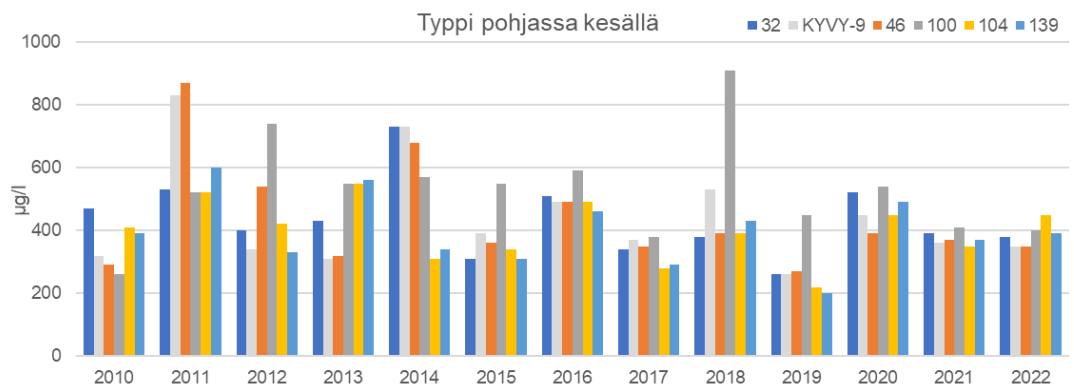
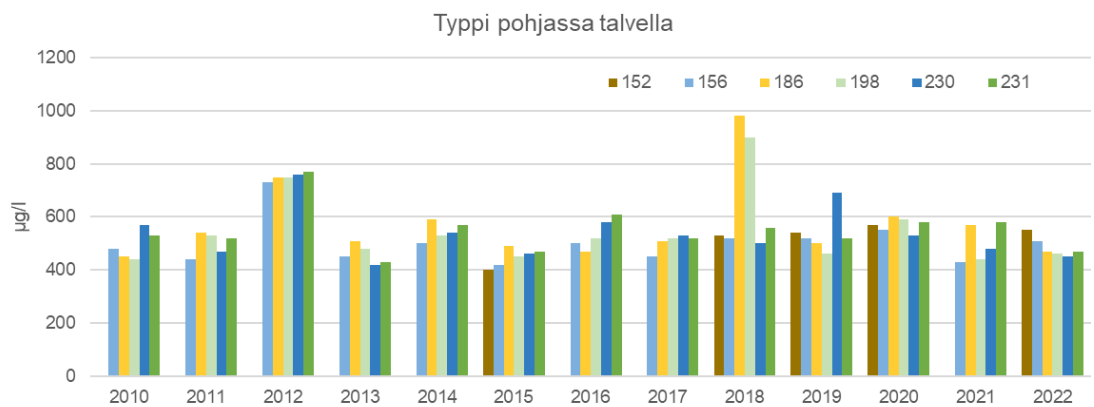
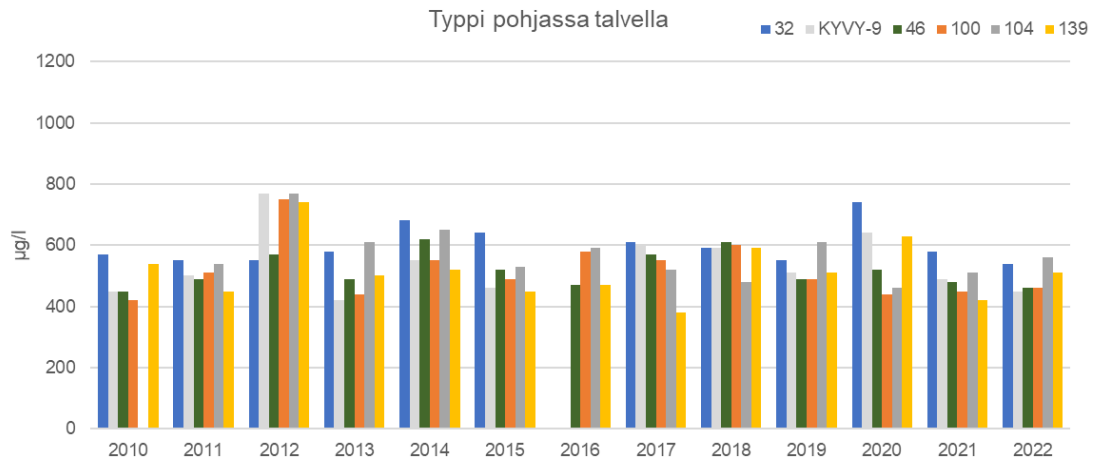
Kesäaikaiset 1 m typpipitoisuudet laskivat Ahvenkosken ja Kotkan välisellä rannikkoalueella: vuosina 2010–2014 typpeä oli yleisesti noin 500 µg/l, kun viime vuosina pitoisuustaso jäi alle 400 µg/l. Kotka–Hamina-alueella vuosien ja havaintopaikkojen

välinen vaihtelu oli voimakkaampaa ja pitoisuuslasku vähäisempi. Talviaikaiset typpipitoisuudet sen sijaan nousivat selvästi Kotkan länsipuolella.

Pohjanläheisen vesikerroksen typen pitoisuudet olivat korkeimmat, noin 800 µg/l, heinäkuussa 2011 Ahvenkoskenselällä ja Purolanlahdella (KYVY-9, 46). Heinäkuussa 2018 Mussalon sillan havaintopaikalla (100) typpeä oli pohjassa 910 µg/l. Mereltä työntyi tuolloin rannikolle vähähappista ja ravinnepitoista vettä. Typen lisäksi vedessä oli runsaasti fosforia (190 µg/l) (Kuva 14).



Kuva 13. Kokonaistypen pitoisuudet talvella (helmi-maaliskuu) ja kesällä (heinäkuu) 1 m näytteissä. Näytteenottoapaikat ovat lännestä itään. Huomaa erilaiset y-akselit.



Kuva 14. Kokonaistypen pitoisuudet talvella (helmi-maaliskuu) ja kesällä (heinäkuu) pohjan läheisissä näytteissä. Näytteenottoaikat ovat länneistä itään. Huomaa erilaiset y-akselit

### 5.2.3 Fosfori rannikkoalueella

Pintakerroksen (1 m) fosforin keskipitoisuus nousi voimakkaimmin Hallan kohdalla (piste 152) Ahvenkoskelta (32) Haminaan (231) siirryttäessä (Taulukko 7). Pohjanläheisten vesikerroksen fosforipitoisuus vaihteli Kotkan länsipuolella enemmän kuin Neuvottomanlahdelta (186, 189) itään olevalla alueella. Varsinkin pohjan maksimiarvot vaihtelivat voimakkaasti Ahvenkosken alueen ja Kotkan edustan rannikon syvemmillä pisteillä (KYVY-9, 100 ...152).

*Taulukko 7. Kokonaisfosforin pitoisuuksien keskiarvo rannikon läheisyydessä pinnassa (1 m) ja pohjassa vuosina 2010–2022. Havaintojen lukumäärä 361 kpl pinnasta (1 m) ja 342 kpl pohjan läheisyydestä. Tunnusluvuissa ovat mukana kaikki mittauskerrat.*

Hav. paikka	Syvyys, m	Keskiarvo	Maksimi	Minimi	Syvyys, m	Keskiarvo	Maksimi	Minimi
32	1	20	65	3	3,5	28	68	3
KYVY-9	1	20	67	3	15	66	180	31
46	1	23	72	5	10	40	51	14
81	1	24	37	17	10	37	42	27
100	1	15	26	7	15	61	140	39
104	1	15	29	7	6	32	49	9
139	1	23	46	10	10	41	77	20
152	1	30	48	14	10	59	110	33
186	1	36	56	17	5	42	66	28
189	1	32	41	24	8	46	90	29
192	1	29	42	21	8	37	51	30
198	1	41	82	22	8	41	76	29
205	1	34	46	24	2	36	50	29
230	1	37	65	18	8	42	59	25
231	1	40	83	23	9	38	54	23

#### *Pinnan läheisen vesikerroksen fosforipitoisuudet*

Rannikkoalueella pintakerroksen fosforipitoisuudet vaihtelivat huomattavasti. Nouseva pitoisuustrendi oli heikko.

Talviset 1 m fosforipitoisuudet olivat Ahvenkosken ja Kotkan välisellä rannikkoalueella enimmäkseen alle 10 µg/l (Kuva 15). Poikkeamia todettiin Keihässalmessa (46) vuonna 2016 ja Ahvenkoskenselällä ja Keihässalmessa vuonna 2020 (KYVY-9 ja 46).

Mussalon alueella (pisteet 96 ja 100) sekä idempänä Hillonniemessä (230) ja Haminanlahdella (231) fosforia oli usein yli 50 µg/l ja pitoisuudessa oli nouseva trendi. Kotkan Hallasta (139) itään fosforin talviset pitoisuudet vaihtelivat enemmän. Pienimmät pitoisuudet 1 m näytteissä olivat Hallassa 10 µg/l-tasolla, mutta Haminan alueella noin 20 µg/l. Selvästi kohonneita helmi-maaliskuun fosforipitoisuuksia todettiin vuosina 2016, 2020 ja 2021 Summanjoen suulla (198), Hillonniemessä (230) ja Haminanlahdella (231). Pitoisuudet olivat noin 80 µg/l.

Kesällä Ahvenkosken ja Kotkan välillä fosforia oli yleensä 15–30 µg/l pinnassa. Yksittäisiä kertoja alueelta mitattiin 40 µgP/l. Kesä 2022 oli poikkeus: Ahvenkosken ja Keihässalmen alueella (pisteet 32, KYVY-9 ja 46) todettiin fosforia 65–72 µg/l. Ahvenkosken ja

Keihässalmen (Purolanlahden) alueilla fosforipitoisuuden pitoisuus nousi, mutta Kotkan edustan rannikkoalueella laskeva muutostrendi oli lievä.

Hallan ja Neuvottomanlahden välisellä alueella (pisteet 139–198) pintakerroksen fosforipitoisuus nousi vuosina 2010–2013 selvästi. Vuonna 2015 pitoisuustaso oli alimmillaan 21–23 µg/l. Sitten Hallanväylän (152) heinäkuiset fosforipitoisuudet olivat usein muita Haminan seudun pisteitä korkeammat (46 µg/l). Yleisesti fosforipitoisuudet pintakerroksessa nousivat Hallan-Haminan välisellä rannikkoalueella.

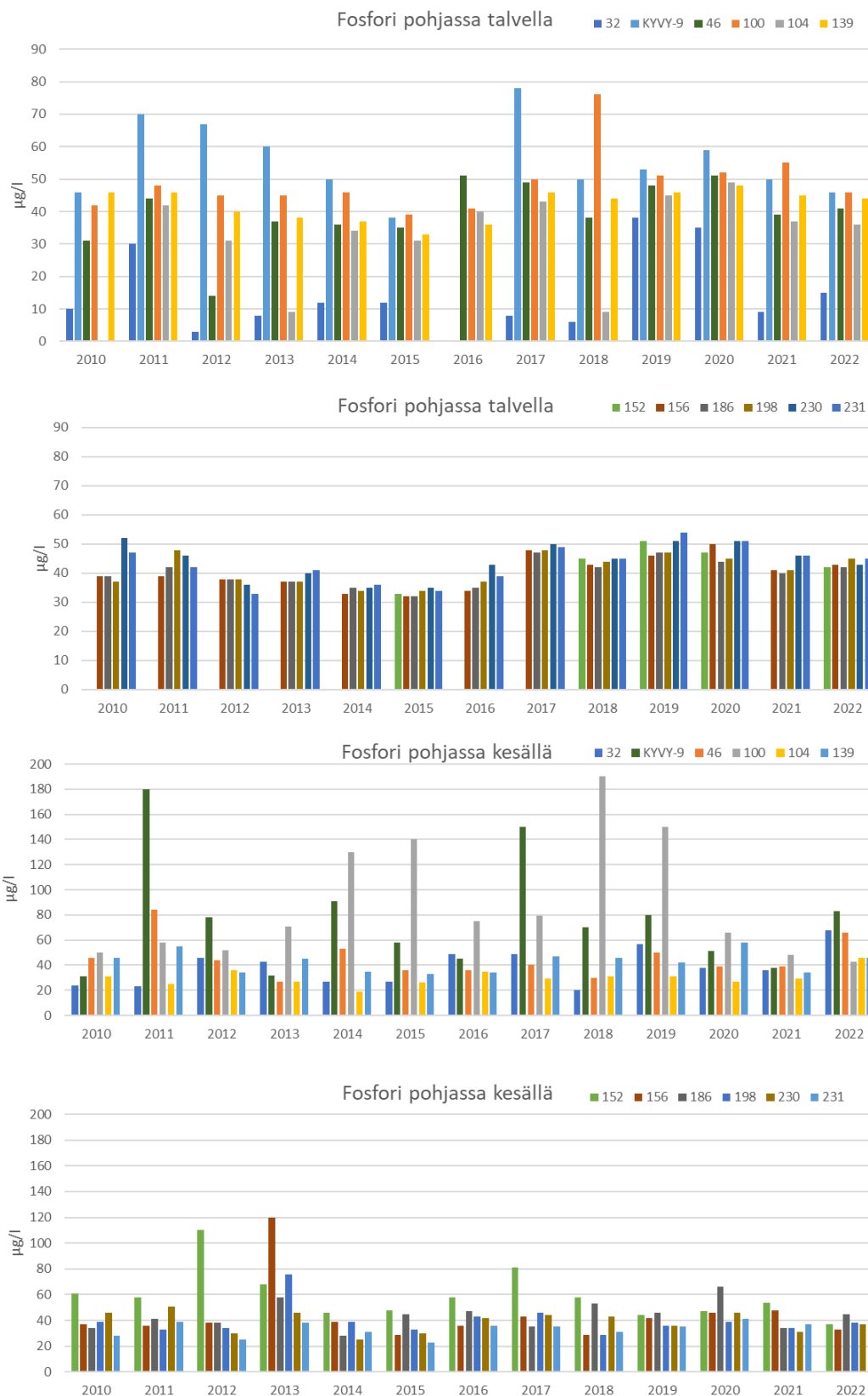
#### *Pohjan läheisen vesikerroksen fosforipitoisuudet*

Pohjan läheisen vesikerroksen kohonneet fosforipitoisuudet liittyivät usein fosforipitoisen meriveden työntymiseen kohti rannikkoa tai happitilanteen heikkenemisestä johtuvaan fosforin vapautumiseen sedimentistä (vrt. tyyppi). Alusveden fosforipitoisuudessa ei ole selvää yhtenäistä muutostrendiä.

Ahvenkoskenselällä (KYVY-9) pohjanläheisen vesikerroksen fosforipitoisuus oli talvella useimmin 50–70 µg/l (Kuva 16). Suurimmat heinäkuiset pohjanläheisen vesikerroksen fosforipitoisuudet todettiin Ahvenkoskenselällä (180 µg/l v. 2011) ja Mussalossa heinäkuussa 2018 (180 µg/l). Mussalon sillan pisteellä 100 kohonneita pohjan läheisiä fosforipitoisuuksia todettiin usein. Idempänä, Kotka–Hamina-alueella, poikkeavan korkeita alusveden fosforipitoisuuksia ei heinäkuun näytteissä rannikkoalueella havaittu (Kuva 16).



Kuva 15. Kokonaisfosforin pitoisuudet rannikonläheisyydessä talvella (helmi-maaliskuu) ja kesällä (heinäkuu) 1 m näytteissä. Näytteenottoaikat ovat lännestä itään. Huomaa erilaiset y-akselit.



Kuva 16. Kokonaisfosforin pitoisuudet rannikon läheisyydessä talvella (helmi-maaliskuu) ja kesällä (heinäkuu) pohjan läheisissä näytteissä. Näytteenottoaikat ovat lännessä itään. Huomaa erilaiset y-akselit.

## 5.3 SAARISTOALUE

### 5.3.1 Fysikaalis-kemiallinen vedenlaatu saaristoalueella

Saariston alue on rikkonaista veden ja maan mosaiikkia. Rannikkoa lähimmillä alueilla hule- ja jokivesien vaikutus oli vielä pintakerroksessa havaittavissa alhaisena, alle kahden promillen saliniteettina. Syvemmät vesikerrokset olivat murtovettä. Saaristovyöhykkeellä happitilanne oli hyvä ja sameus vähäistä, usein leväkukintoihin liittyvää. Alhaisimmat pH-arvot havaittiin talvella ja niihin liittyi usein matala saliniteetti, mikä viittaa jokivesien vaikutukseen. Emäksiset pH-arvot johtuivat leväkukinnoista. Touko-kesäkuussa 2013 ja 2018 mitattiin monella rannikkoa lähempänä olevalla tarkkailupisteellä pH 9:n tasolla olevia arvoja (Taulukko 8).

Suurimmat sameusarvot (21 ja 77 FTU) todettiin kumpikin Storsundetista (piste 18) Pyhtään edustalta. Heinäkuussa 2014 pohjanläheisen vesikerroksen happitilanne oli heikentynyt (kyllästysaste 45 %), mikä johti fosforin ja mahdollisesti mangaanin ja raudan vapautumiseen sedimentistä, ja edelleen veden värin ja sameuden lisääntymiseen. Myös Mussalon itäpuolen pisteellä 96 heikko happitilanne kesällä johti alusveden fosforipitoisuuksien nousuun ja veden samentumiseen yli 20:n FTU:n (Taulukko 9).

Veden väriluku nousi yli 100 mgPt/l talvella Kuuttingin, Vilniemen ja Uolionmatalan alueilla pintakerroksessa vuosina 2012–2014 ja 2018. Sähkönjohtokyvyn ja saliniteetin perusteella kyse oli jokivesistä tai lähialueen hulevesistä.

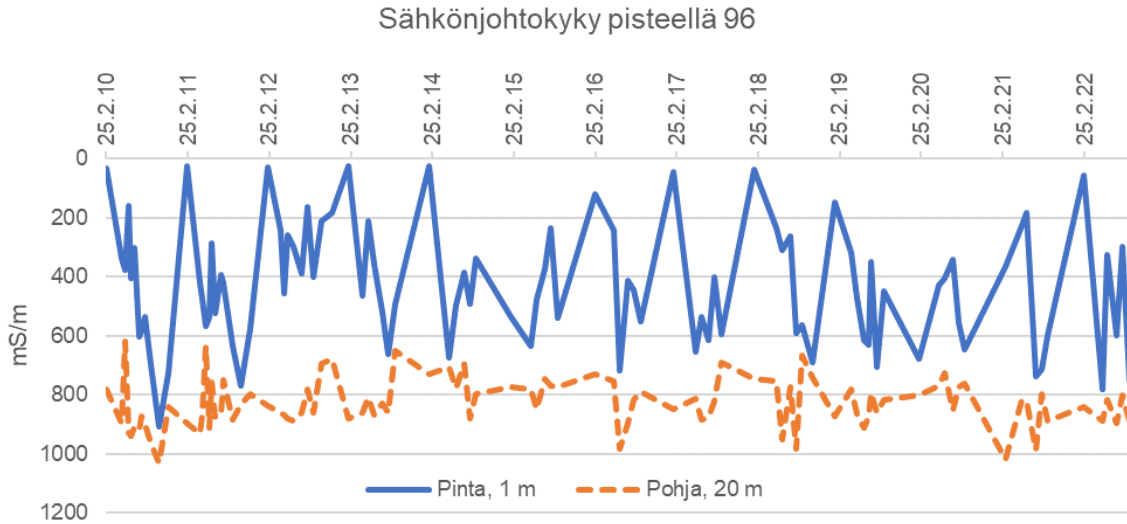
*Taulukko 8. Vedenlaadun tunnuslukuja saaristoalueelta 2010–2022 pinnasta (1 m) otetuista näytteistä.*

Tunnusluku	Lämpötila oC	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Sähkönjohto- kyky mS/m	Saliniteetti ‰	pH	Väri mgPt/l
Havainnot 1 m, kpl	743	701	701	535	701	702	742	404
minimi	-0,2	6,8	61	0,2	14,1	0,07	6,6	5
maksimi	24,6	21	190	21	906	5,34	9,2	180
mediaani	14,4	9,9	94	1,9	614	3,42	7,9	25
keskiarvo	11,7	10,3	96	2,2	554	3,06	7,9	26

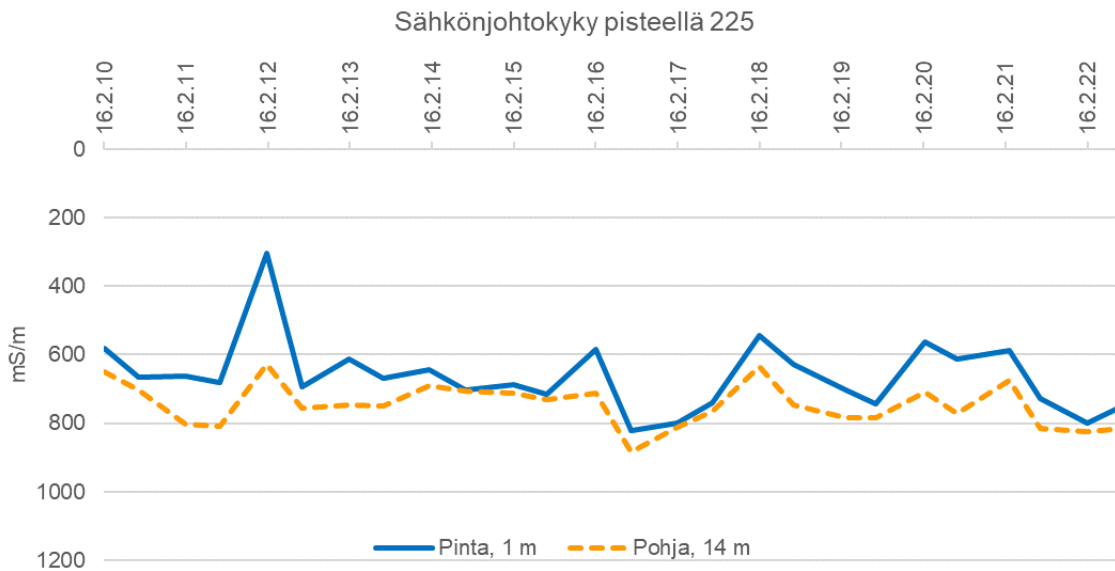
*Taulukko 9. Vedenlaadun tunnuslukuja saaristoalueelta 2010–2022 pohjasta (-1 m) otetuista näytteistä.*

Tunnusluku	Lämpötila °C	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Sähkönjohto- kyky mS/m	Saliniteetti ‰	pH	Väri mgPt/l
Havainnot -1 m, kpl	596	527	527	596	574	526	595	485
minimi	-0,2	1,8	17	0,3	297	3,34	6,3	5
maksimi	21,4	13,6	115	77	1030	6,03	8,8	100
mediaani	6,4	8,2	72	1,9	786	4,57	7,7	15
keskiarvo	7,0	8,5	70	3,3	785	4,59	7,7	17

Mussalon itäpuolella (96) talvina 2010–2014 vesi oli pinnassa makeaa Langinkosken haaran kautta tullutta jokivettä, mutta talvina 2020–2021 suolaisempaa merivettä (Kuva 17). Vilniemessä (225) sähkönjohtavuus nousi vuosikymmenessä 650 mS/m-tasolta 800 mS/m -tasolle (Kuva 18). Nämä muutokset johtunevat jäätalvien lyhenemisestä ja heikkenemisestä, kun mereinen avovesi pääsee sulan veden aikaan työntymään rannikolle.



Kuva 17. Sähkönjohtokyky Mussalon itäpuolella (96) pinnassa ja pohjassa.



Kuva 18. Sähkönjohtokyky Vilniemessä (225) pinnassa ja pohjassa.

### 5.3.2 Kokonaistyyppi saaristossa

Pintakerroksessa (1 m) kokonaistypen pitoisuuden vaihtelu oli huomattavaa (Taulukko 10). Suurimmat pintakerroksen tyypipitoisuudet todettiin Haminan edustalla ja pienimmät Pyhtään edustalla. Pohjanläheisessä vedessä kokonaistypen keskimääräinen pitoisuus ja pienin pitoisuus olivat saariston alueella melko vakaita eri havaintopaikoilla. Maksimipitoisuudet olivat melko maltillisia pinnassa todettuun vaihteluun verrattuna.

*Taulukko 10. Kokonaistypen pitoisuuksien keskiarvo saaristossa pinnassa (1 m) ja pohjassa vuosina 2010–2022. Havaintojen lukumäärä 548 kpl pinnasta (1 m) ja 505 kpl pohjan läheisyydestä. Tunnusluvuissa ovat mukana kaikki mittauskerrat.*

Hav. paikka	Syvyys, m	Keskiarvo	Maksimi	Minimi	Syvyys, m	Keskiarvo	Maksimi	Minimi
18	1	498	840	200	20	439	780	210
77	1	477	1100	220	20	445	610	290
91	1	435	760	200	17	394	770	190
96	1	470	1300	240	20	450	790	190
BULKKI	1	637	1400	420	18	490	790	380
133	1	471	700	210	15	434	890	210
156	1	477	750	270	10	438	730	250
160	1	525	840	380	12	477	710	370
179	1	493	960	270	14	466	860	250
181	1	608	1500	240	14	461	840	260
182	1	627	1000	310	8	465	710	320
225	1	528	1400	270	14	475	750	320
346	1	506	1500	260	14	467	960	280
KYVY13	1	453	720	280	10	460	700	260

#### *Pinnan läheisen vesikerroksen tyypipitoisuus*

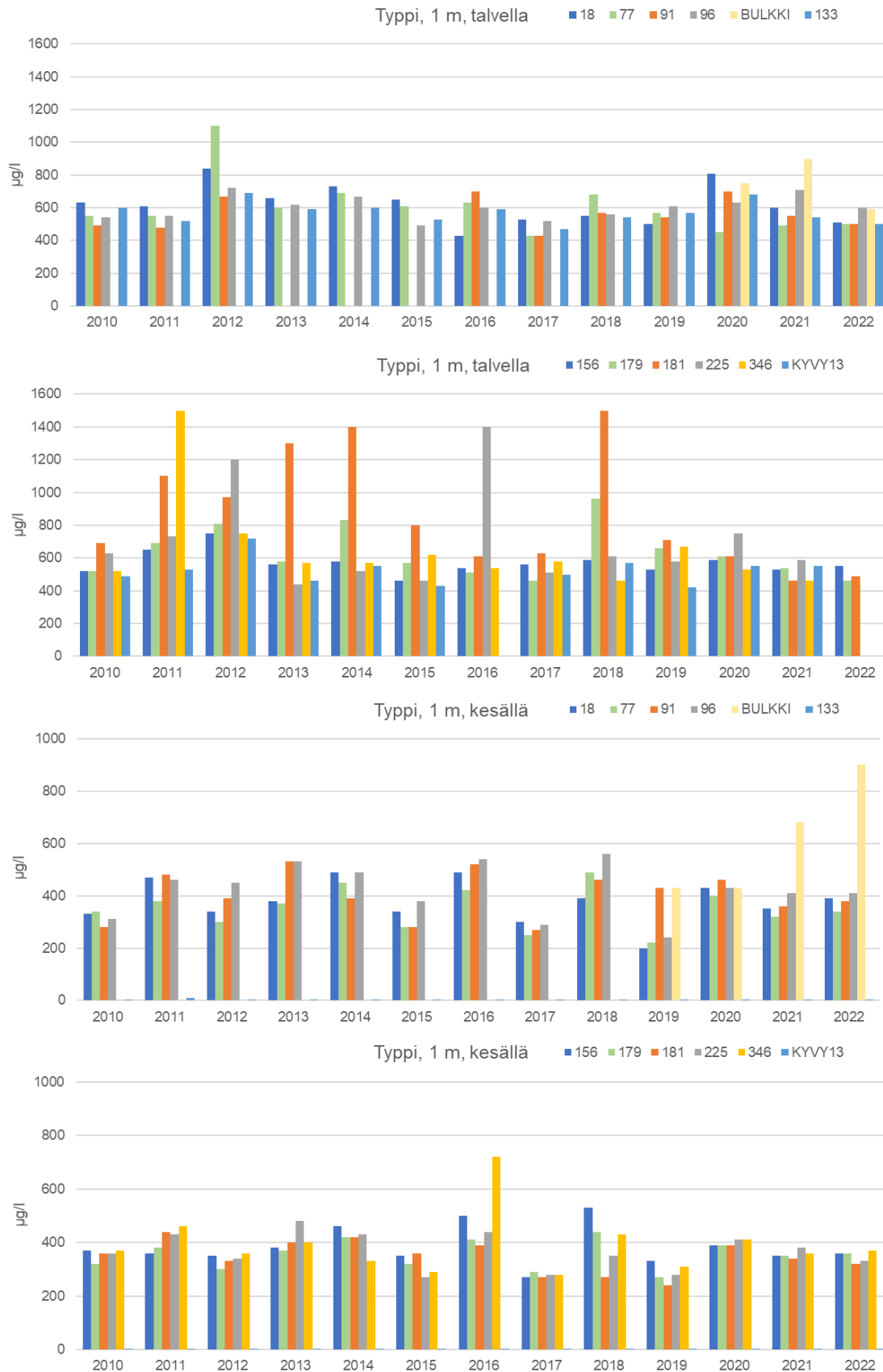
Korkeimmat talviaikaiset typen pitoisuudet pinnassa todettiin Äyspäänselällä (77) helmikuussa 2012. Kuuttingin, Vilniemen ja Uolionmatalan alueilla (181, 225, 346) pintakerroksen tyypipitoisuudet olivat koholla vuosina 2012–2014 sekä 2018. Korkeimmat pitoisuudet olivat 1300–1500 µgN/l (Kuva 19). Bulkin havaintopaikalta on typpimääryksiä tehty vasta vuodesta 2019 alkaen, mutta pinnan pitoisuuksissa on nähtävissä selvä nouseva trendi talvella (Kuva 19), vaikka pisteen pohjanläheinen tyypipitoisuus samaan aikaan laskee (Kuva 20). Helmikuussa 2020 typpeä oli runsaasti Bulkin ja Viikarin (91) alueilla. Kokonaisuutena talviaikaiset pintakerroksen tyypipitoisuudet laskivat saaristovyöhykkeellä 2010-luvulla.

Myös heinäkuiset tyypipitoisuudet pinnassa laskivat tarkastelujakson aikana, vaikkakin lasku oli pieni. Kuten talvella, myös kesällä korkeimmat tyypipitoisuudet todettiin Bulkin alueella 2020-luvun alussa. Kesällä 2016 todettiin laajalla alueella 400–500 µg/l tyypipitoisuuksia, mutta vuonna 2017 pitoisuudet olivat heinäkuussa alle 300 µg/l (Kuva 19).

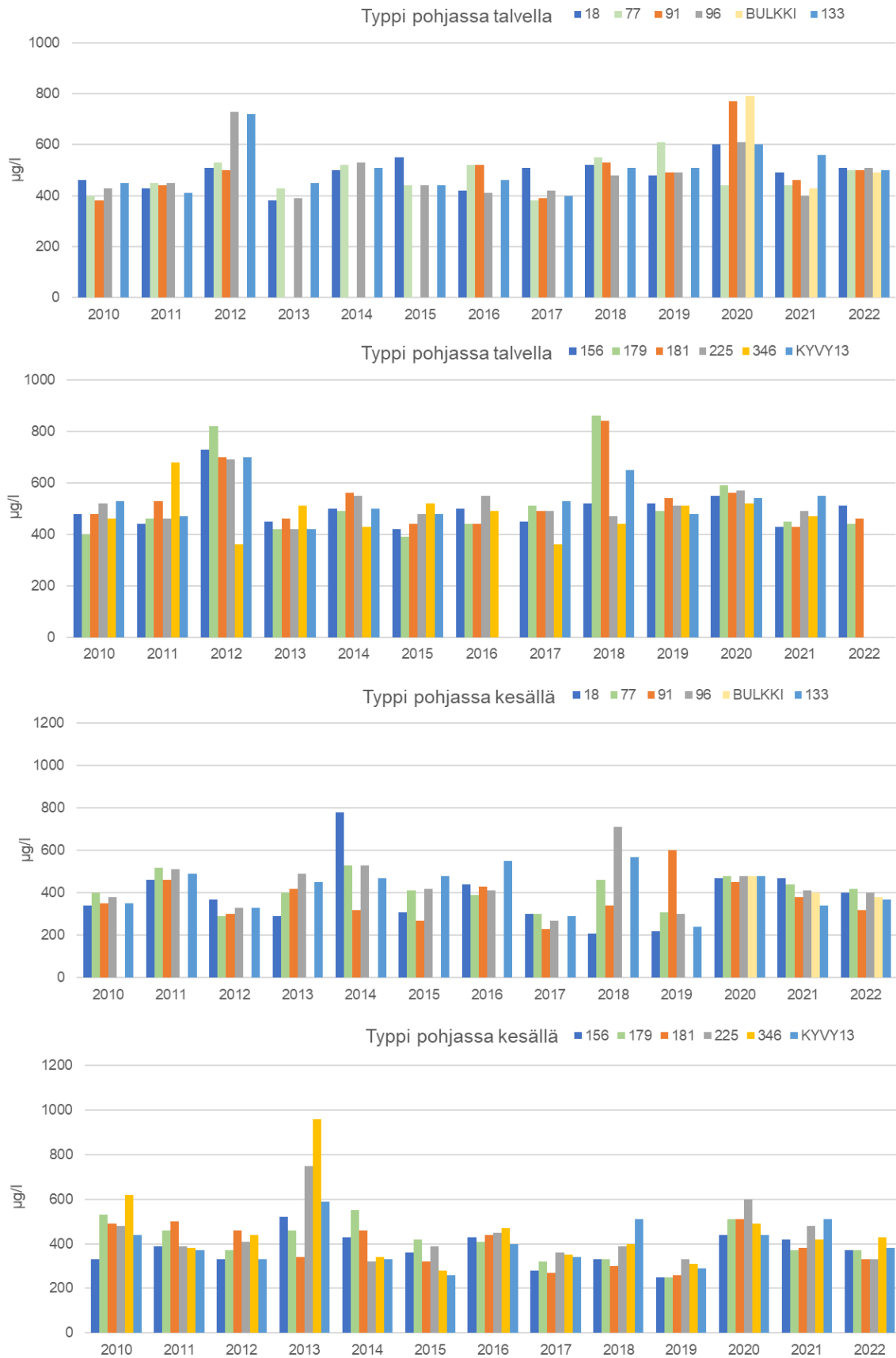
### *Pohjan läheisen vesikerroksen typpipitoisuus*

Pohjan läheisen vesikerroksen typpipitoisuus kohosi usein samanaikaisesti kuin pinnassa, mutta muutostrendit olivat heikkoja ja alueellisia. Vuonna 2012 todettiin korkeita pitoisuuksia Äyspäältä (77) Kotkansaareen (133) ja edelleen itään Hallanväylältä (156) Pöytsaareen (KYVY13). Helmikuussa 2018 todettiin pohjassa yli 800 µg/l typpipitoisuuksia myös Kuuttingin alueella (179, 181). Uolionmatalan havaintopaikalla (346) pohjanläheinen typpipitoisuus nousi 960:een µg/l kesällä 2014. Lännessä Storsundetin havaintopaikalla (18) typpeä oli kesällä 2014 pohjassa liki 800 µg/l.

Viikarin pisteellä 91 pitoisuus nousi talvella voimakkaammin kuin kesällä. 2010-luvun alkupuolella pitoisuudet olivat talvella 400 µg/l tasolla ja tarkastelujakson lopussa tasolla 500 µg/l. Kesällä pitoisuuksien vaihtelu oli varsin voimakasta Kotkan länsipuolella, mutta melko vakaata Kotka–Hamina-alueella (Kuva 20). Mussalossa kohonneita typen ja sen fraktioiden pitoisuuksia todettiin usein vielä elo-marraskuussa.



Kuva 19. Kokonaistypen pitoisuudet saaristossa pinnassa, 1 m, talvella (helmi-maaliskuu) ja kesällä (heinäkuu) vuosina 2010–2022. Näytteenottopaikat ovat lännestä itään. Huomaa erilaiset y-akselit.



Kuva 20. Kokonaistypen pitoisuudet saaristossa talvella (helmi-maaliskuu) ja kesällä (heinäkuu) pohjan läheisissä näytteissä vuosina 2010–2022. Näytteenottoaikat ovat länneistä itään. Huomaa erilaiset y-akselit.

### 5.3.3 Kokonaisfosfori saaristossa

Pintakerroksen keskimääräinen fosforipitoisuus oli 30 µg/l ja pohjanläheisen vesikerroksen keskimäärin 51 µg/l (Taulukko 11). Pinnan minimipitoisuudet nousivat itää kohti, mikä nosti itäisten alueiden keskiarvoa, vaikka maksimipitoisuudet laskivat Kotkasta itään olevalla alueella. Pohjanläheisen vesikerroksen fosforipitoisuudet vaihtelivat huomattavasti, kun suurimmat keskiarvot olivat yli 300 µgP/l.

*Taulukko 11. Kokonaisfosforin pitoisuuksien keskiarvo ja vaihteluväli pinnassa (1 m) ja pohjassa saaristovyöhykkeellä vuosina 2010–2022. Havaintojen lukumäärä 547 kpl pinnasta (1 m) ja 546 kpl pohjan läheisyydestä. Tunnusluvuissa ovat mukana kaikki mittauskerrat.*

Hav. paikka	Syvyys, m	Keskiarvo	Maksimi	Minimi	Syvyys, m	Keskiarvo	Maksimi	Minimi
18	1	27	69	8	20	60	310	18
77	1	29	57	12	20	55	110	26
91	1	31	88	9	17	37	90	18
96	1	26	57	8	20	64	170	20
BULKKI	1	30	52	10	18	45	83	21
133	1	27	76	14	15	51	110	22
156	1	28	42	14	10	42	120	29
160	1	26	31	19	12	45	54	40
179	1	30	50	13	14	50	130	31
181	1	31	49	16	14	56	170	29
182	1	29	43	21	8	41	47	35
225	1	35	59	17	14	60	230	30
346	1	34	57	17	14	66	330	34
KYVY13	1	34	51	19	10	46	85	16

#### *Pinnanläheisen vesikerroksen fosforipitoisuudet*

Pyhtään ja Kotkansaaren välisellä alueella helmikuisissa pinnan läheisen vesikerroksen fosforipitoisuuksissa on havaittavissa nouseva trendi tarkastelujakson aikana (Kuva 21). Yli 40 µgP/l-pitoisuuksia on nykyisin aiempaa enemmän. Vuonna 2020 pitoisuudet olivat korkeimmillaan 50 µg/l tasolla. Kesäiset pintakerroksen fosforipitoisuuden vaihtelut olivat 2010-luvun alkupuolella maltillisempia kuin vuosikymmenen loppupuolella. Eniten fosforia oli Äyspäänselällä (77) 57 µg/l heinäkuussa 2016. Vuosina 2018 ja 2022 Storsundetista (18) mitattiin fosforia liki 70 µg/l.

Kotkan itäpuolella 30–40 µg/l fosforipitoisuuksia todettiin Kuuttingin ja Uolionmatalan (181–346) välisellä alueella usein jo 2010-luvun alkupuolella. Helmikuussa 2019 ja 2020 useilla Haminan edustan pisteellä fosforia oli noin 50 µg/l. Uolionmatalalta (346) pinnasta mitattu suurin pitoisuus oli 57 µg/l. Heinäkuun korkein, 50 µg/l, fosforipitoisuus mitattiin Kuuttingin länsipuolelta (179). Kohonneita pitoisuuksia todettiin usein myös Hallanväylältä (156) (Kuva 21).

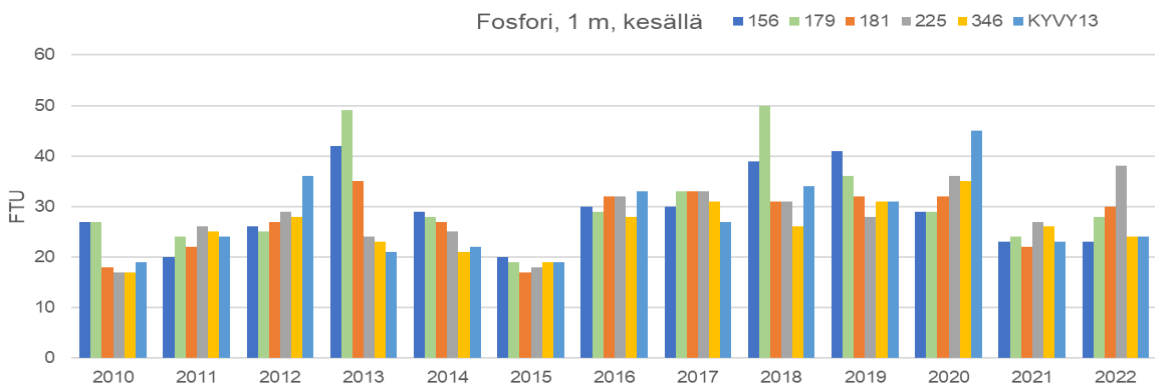
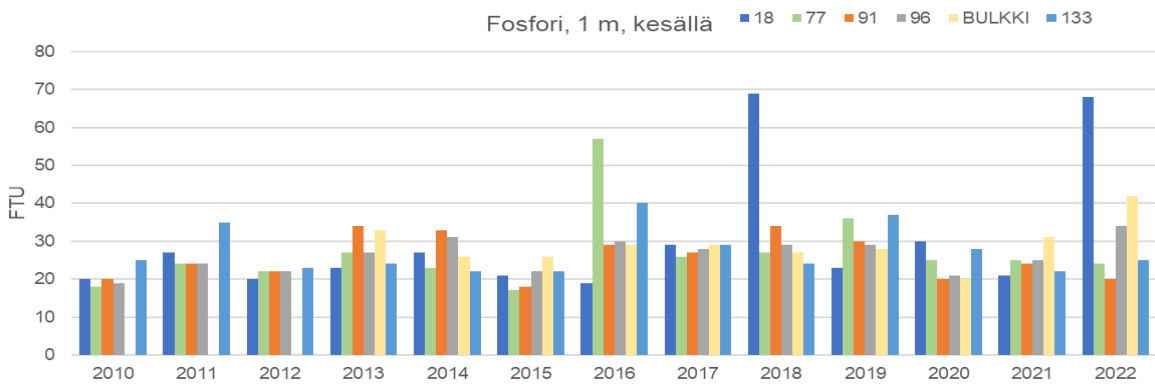
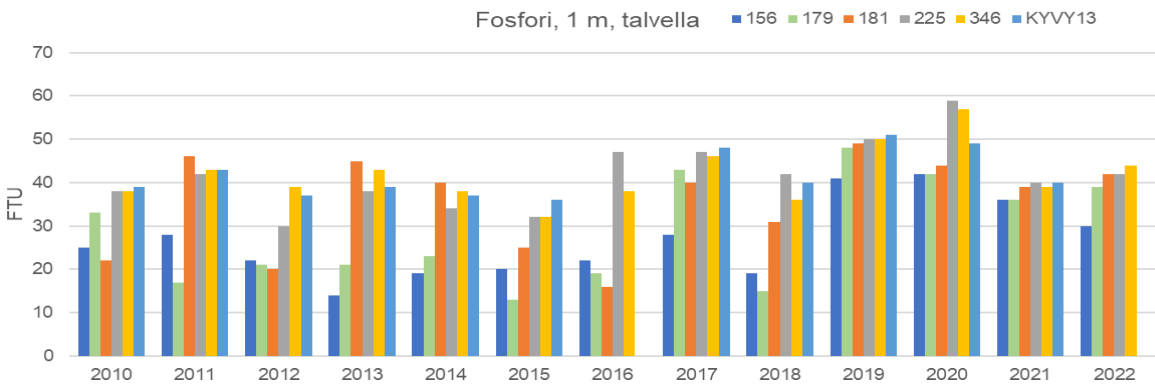
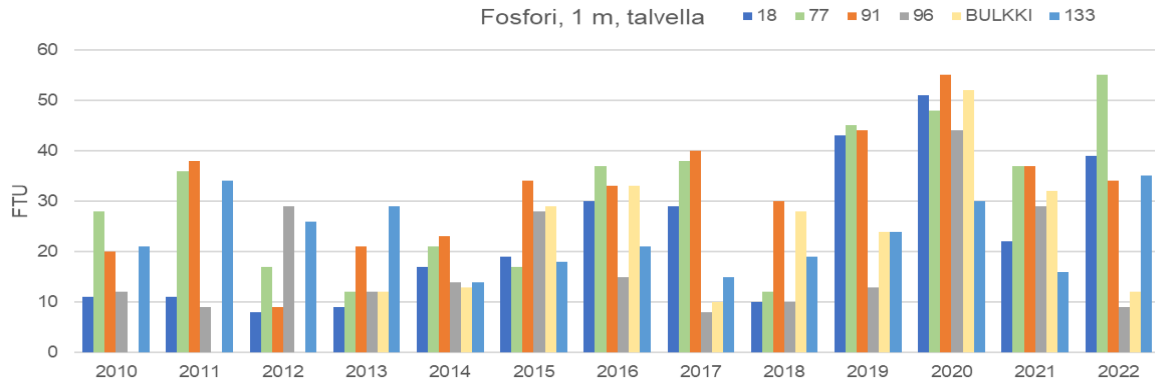
#### *Pohjanläheisen vesikerroksen fosforipitoisuudet*

Kotkansaaren (133) 65 µg/l fosforipitoisuus pohjan läheisessä vesikerroksessa helmikuussa 2012 liittyy vesipatsaan kerrostumiseen suolaisuuden mukaan. Alusvesi oli sameaa, mutta happikatoa ei todettu. Vuodesta 2017 pohjanläheisen vesikerroksen fosforipitoisuus nousi hieman, ja taso oli 50 µg/l helmikuussa 2020 Kotkan länsipuolisilla

havaintopaikoilla. Kotkan itäpuolella pohjasta mitattiin yli 50 µgP/l Vilniemestä (225) ja Kuuttingista (181). Vuosina 2014–2015 pitoisuudet olivat tarkkailujakson alhaisimmat, noin 35 µgP/l.

Heinäkuussa 2014 Storsundetista (18) mitattiin fosforia 310 µg/l pohjasta (Kuva 22). Alue oli suolaisuuden mukaan kerrostunut, ja pohjan happitilanne oli heikentynyt (45 %). Samaan aikaan Mussalon itäpuolella (96) fosforia oli 150 µg/l. Mussalon näytepiste oli voimakkaasti kerrostunut. Alusvedessä oli runsaasti myös ammoniumtyyppiä, 140 µg/l, ja fosfaattifosforia, 79 µg/l. Mussalon näytepisteellä todettiin usein happitilanteen heikkenemistä ja kohonneita ravinnepitoisuuksia vielä elo-marraskuussa.

Haminan edustalla Kuuttingin (179) ja Uolionmatalan (346) pohjanäytteissä suurimmat pitoisuudet olivat 130 ja 170 µgP/l heinäkuussa 2010. Vilniemen (225) ja Uolionmatalan (346) pisteillä oli 230 µgP/l ja 330 µgP/l heinäkuussa 2013. Heinäkuussa 2018 Kuuttingin kaakkoiskulmalta (181) mitattiin 180 µg/l fosforia. Alue oli lämpötilakerrostunut ja alusveden happitilanne heikentynyt.



Kuva 21. Kokonaisfosforin pitoisuudet saaristossa talvella (helmi-maaliskuu) ja kesällä (heinäkuu) pinnassa 1 m näytteissä vuosina 2010–2022. Näytteenottopaikat ovat lännestä itään. Huomaa erilaiset y-akselit.



Kuva 22. Kokonaisfosforin pitoisuudet saaristossa talvella (helmi-maaliskuu) ja kesällä (heinäkuu) pohjan läheisissä näytteissä vuosina 2010–2022. Näytteenottopaikat ovat lännestä itään. Huomaa erilaiset y-akselit

## 5.4 ULKOMERI

### 5.4.1 Fysikaalis-kemiallinen vedenlaatu ulkomerellä

Ulkomerellä vesi oli kirkasta tai korkeintaan ajoittain hieman sameaa ja rusehtavaa pinnassa ja pohjassa. Pinta oli happamuudeltaan emäksisempi kuin pohja. Pohjan sähkönjohtokyvyn ja saliniteetin arvot kuvasivat mereisempää vettä kuin pinnan arvot.

Korkein hapen pitoisuus ja happikyllästysaste (Taulukko 12) liittyvät toukokuun 2018 voimakkaaseen leväkukintaan. Tuolloin laajalla alueella ulkomerellä hapen pitoisuus pinnassa oli yli 16 mg/l, hapen kyllästysaste huomattavasti yli 100 %:n ja vesi oli selvästi emäksistä (pH 8,6–9,4). Alueelta mitattiin jopa 47 µg/l klorofylli-a:ta (vrt. luku 5.6).

Heikoin happitilanne (Taulukko 13) todettiin heinäkuussa 2018 Velpperkarilla (KYVY-12). Alle 4 mg/l happipitoisuuksia oli saaristovyöhykkeellä tarkkailujaksolla alle 20 kertaa, ja ne ajoittuivat valtaosin heinäkuulle. Typpeä ja erityisesti fosforia vapautui runsaasti sedimentistä. Syvänteissä veden happamuus oli yleensä neutraali tai lievästi emäksinen.

Taulukko 12. Vedenlaadun tunnuslukuja ulkomereltä 2010–2022 pinnasta (1 m) otetuista näytteistä.

Tunnusluku	Lämpötila °C	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Sähkönjohto kyky mS/m	Saliniteetti 0/00	pH	Väri mgPt/l
Havainnot, 1 m	470	460	459	265	461	466	463	266
minimi	-0,5	5,8	58	0,3	113	0,75	7,0	8
maksimi	23,5	22	230	10	914	7,74	9,4	45
mediaani	13,6	10,4	97	1,1	726	4,17	8,1	17
keskiarvo	11,2	10,8	99	1,3	703	4,02	8,1	18

Taulukko 13. Vedenlaadun tunnuslukuja ulkomereltä 2010–2022 pohjan läheltä (-1 m pohjasta) otetuista näytteistä.

Tunnusluku	Lämpötila oC	Happi mg/l	Happi-%	Sameus FTU	Sähkönjohto kyky mS/m	Saliniteetti 0/00	pH	Väri mgPt/l
Havainnot, -1 m	260	244	244	264	259	246	260	261
minimi	-0,2	0,6	5,0	0,5	410	2,10	7,1	5
maksimi	15,6	13,9	105	5	1290	7,17	8,4	20
mediaani	3,7	8,4	66	1,3	930	5,40	7,6	10
keskiarvo	3,8	8,6	67	1,5	924	5,38	7,6	11

## 5.4.2 Typpi ulkomerellä

Kokonaistypen keskimääräiset pitoisuudet nousivat lievästi itää kohti niin pinnassa kuin pohjassa. Suurin vaihteluväli ilmeni Rankin alueella (KYVY-2) (Taulukko 14).

*Taulukko 14. Kokonaistypen pitoisuuksien keskiarvo pinnassa (1 m) ja pohjassa ulkomerellä vuosina 2010–2022. Havaintojen lukumäärä 266 kpl pinnasta (1 m) ja 265 kpl pohjan läheisyydestä. Tunnusluvuissa ovat mukana kaikki mittauskerrat.*

Hav.paikka	Syvyys, m	Keskiarvo	Maksimi	Minimi	Syvyys, m	Keskiarvo	Maksimi	Minimi
KYVY-1	1	394	630	290	26	375	550	280
KYVY10	1	396	570	220	35	375	490	250
66	1	417	590	190	30	400	500	210
KYVY-2	1	420	720	220	30	450	850	180
KYVY-3	1	395	550	190	40	416	540	280
KYVY-4	1	442	660	270	25	428	600	260
KYVY-5	1	422	640	260	40	451	620	290
KYVY12	1	422	600	240	40	454	720	350

Helmi-maaliskuun mittausten mukaan typen keskipitoisuus ulkomerellä oli pinnassa 440 µg/l ja pohjassa 490 µg/l ja heinäkuussa vastaavasti 350 µg/l ja 410 µg/l. Yleisesti pintakerroksen typpipitoisuudet laskivat, mutta pohjakerroksen nousivat vuosikymmenen aikana (Kuva 23).

Pitkäviirissä (KYVY-10) talviset typpipitoisuudet olivat melko vakaita, kun vaihteluväli oli 350–570 µg/l. Kesällä vaihteluväli oli voimakkaampi, 220–530 µg/l.

Heikinhellillä (66), Pyhtään Kaunissaaren pohjoispuolella, talviaikaisissa typpipitoisuuksissa ei ilmennyt merkittävää muutosta. Kesäaikaiset pitoisuudet sen sijaan laskivat hieman. Vuosittainen vaihtelu pisteellä oli voimakasta: kesällä 2019 tyyppiä oli vain 190 µg/l ja kesinä 2016 ja 2018 enimmillään 490 µg/l.

Kirkonmaalla (KYVY-5) pintakerroksen typpipitoisuudet vaihtelivat talvella voimakkaasti. Keskimäärin tyyppiä oli 500 µg/l. Pohjan läheisen vesikerroksen typpipitoisuus Kirkonmaalla nousi vajaat 100 µg/l tarkastelujakson aikana. Kesällä Kirkonmaan typpipitoisuudet olivat matalampia, tasolla 350 µg/l pinnassa ja 440 µg/l pohjassa.

Ristisaaren (KYVY-3) ja Rankin (KYVY-2) pinta- ja pohjakerroksen typpipitoisuudet laskivat hieman. Einonkarin (KYVY-4) ja Velpperkarin (KYVY-12) typen pitoisuudet olivat usein samalla tasolla. Velpperkarin pohjanläheiset typpipitoisuudet olivat kesinä 2013, 2018 ja 2022 koholla. Velpperkarin alueella (KYVY-12) talviaikainen typpipitoisuus pinnassa ja pohjassa nousivat noin 100 µg/l tarkastelujakson aikana. Kesällä pinnan pitoisuus laski hieman, mutta pohjan nousi (Kuva 23). Alusveden typpi ja fosfori nousivat yleensä samanaikaisesti.



Kuva 23. Kokonaistypen pitoisuudet ulkomerellä talvella (helmi-maaliskuu) ja kesällä (heinäkuu) pinnan ja pohjan läheisissä näytteissä vuosina 2010–2022. Näytteenottoaikat ovat lännestä itään. Huomaa erilaiset y-akselit.

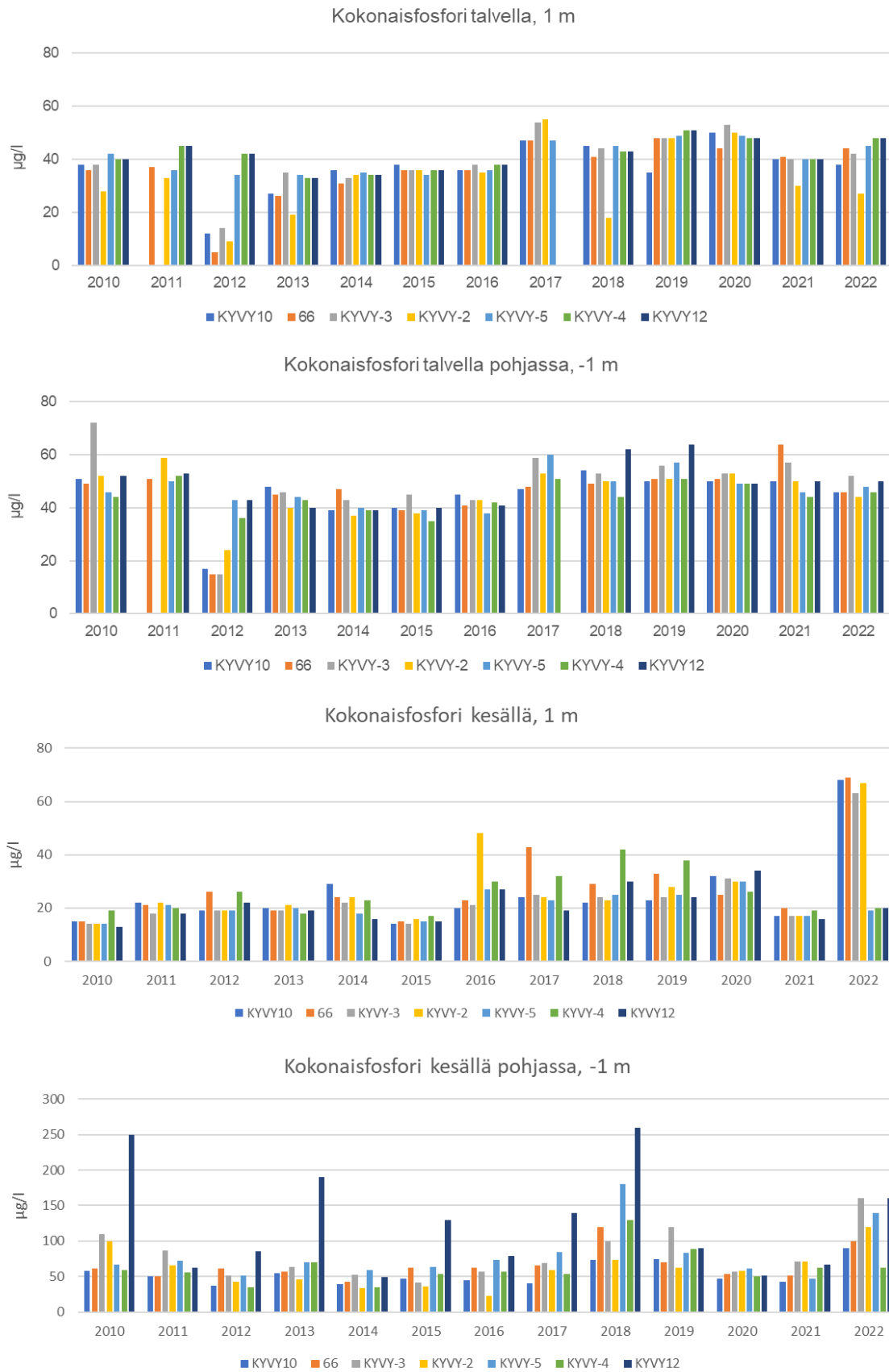
### 5.4.3 Fosfori ulkomerellä

Päälysveden fosforipitoisuus ulkomerellä oli 2010-luvulla keskimäärin 31 µg/l. Vaihtelu oli kuitenkin voimakasta (Taulukko 15). Pohjanläheisissä näytteissä suurimmat fosforipitoisuudet liittyvät alusveden heikkoon happitilanteeseen. Pohjan arvoissa näkyy pitoisuuden nousu itää kohti.

*Taulukko 15. Kokonaisfosforin pitoisuuksien keskiarvo pinnassa (1 m) ja pohjassa (-1 m pohjasta) ulkomerellä vuosina 2010–2022. Havaintojen lukumäärä 265 kpl sekä pinnassa että pohjan läheisyydessä. Tunnusluvuihin ovat mukana kaikki mittauskerrat.*

Hav.paikka	Syvyys, m	Keskiarvo	Maksimi	Minimi	Syvyys, m	Keskiarvo	Maksimi	Minimi
KYVY-1	1	26	58	9	26	43	100	15
KYVY10	1	31	68	12	35	49	90	17
66	1	32	69	5	30	56	120	15
KYVY-2	1	31	67	9	30	56	130	23
KYVY-3	1	31	63	14	40	65	160	15
KYVY-4	1	31	49	17	25	53	130	35
KYVY-5	1	31	49	14	40	64	180	38
KYVY12	1	31	51	13	40	88	260	39

Yleisesti fosforin pitoisuus ulkomerialueella nousi tarkastelujaksolla, mutta myös vuosien välinen vaihtelu oli voimakasta. Selkein pitoisuusnousu ilmeni kesällä pinta- ja pohjanäytteissä sekä talvella pintanäytteissä (Kuva 24). Kotkan Kirkonmaan länsipuolella todettiin talvella 2012 jopa alle 10 µg/l fosforipitoisuuksia, ja kesinä 2010 ja 2015 pintakerroksen pitoisuus oli yleisesti alle 15 µgP/l. Korkeita fosforipitoisuuksia mitattiin yleisesti talvella 2017, 2019 ja 2020 pinnasta ja pohjasta. Alusvedestä korkeimmat kesäaikaiset yli 60 µg/l pitoisuudet mitattiin Pyhtään edustalta ja Kirkonmaan eteläpuolelta kesinä 2010 ja 2011 sekä kesinä 2018 ja 2019, jolloin myös alusveden happitilanne oli heikentynyt. Velpperkarilla (KYVY-12) kesäisen alusveden fosforipitoisuus vaihteli voimakkaasti (Kuva 24). Velpperkari on 40 m syvä, ja voimakkain fosforin vapautuminen sedimentistä tapahtui happitilanteen ollessa heikoimmillaan (esimerkiksi 19.7.2010 ja 16.7.2018).



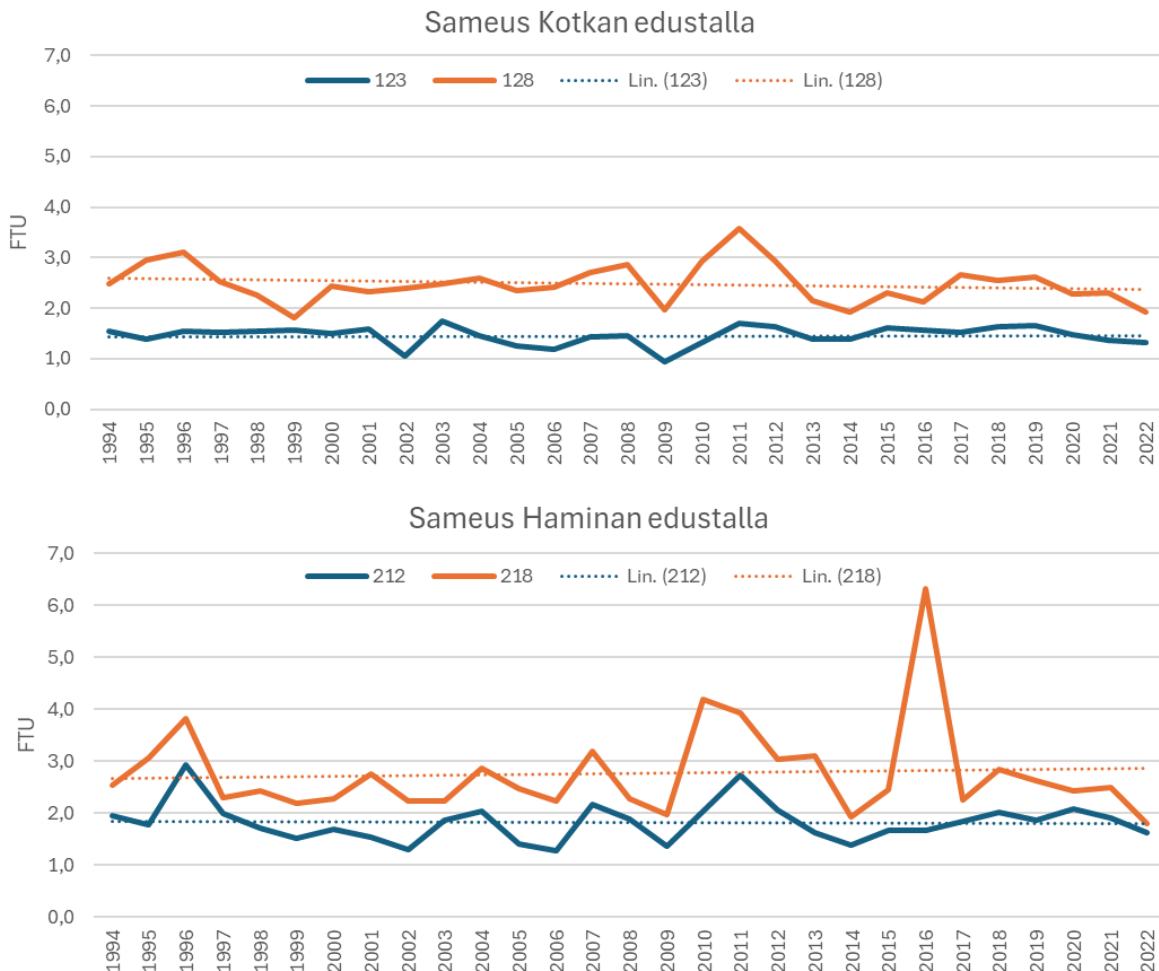
Kuva 24. Kokonaisfosforin pitoisuudet ulkomerellä talvella (helmi-maaliskuu) ja kesällä (heinäkuu) pinnassa ja pohjan läheisissä näytteissä vuosina 2010–2022. Näytteenottoaikat ovat länneestä itään. Huomaa erilaiset y-akselit.

## 5.5 VEDENLAATU INTENSIIVIASEMILLA

Intensiivistä vedenlaatutarkkailua toteutetaan Kotkan edustalla Varissaaren pisteellä 128 ja Lellerin pisteellä 123. Haminan edustan intensiivipisteistä 212 sijaitsee Varvion lounaispuolella ja 218 Hillonniemen lounaiskärjessä. Intensiivitarkkailussa näytteitä otetaan nykyisin 13 kertaa vuodessa ja analyysivalikoima sisältää perusmääritysten ja bakteerien lisäksi pinnasta ja pohjasta tehtävät nitraatti- ja nitriittitypen summan, ammoniumtypen ja fosfaattifosforin määritykset.

### 5.5.1 Sameus Kotkan ja Haminan edustalla

Kotkan edustan intensiivipisteillä sameus oli hieman vähäisempää kuin Haminan edustalla. Kotkan edustalla sameus vaihteli välillä 1,5–2,5 FTU ja Haminan edustalla välillä 2,0–3,0 FTU (Kuva 25). Vuosikeskiarvojen perusteella sameus väheni vuodesta 1994 alkavan tarkkailujakson aikana vain erittäin vähän, eniten Varissaaren havaintopaikalla (128). Haminan edustalla ja varsinkin Hillonniemessä (218) sameuden vaihtelu voimistui 2010-luvulla.



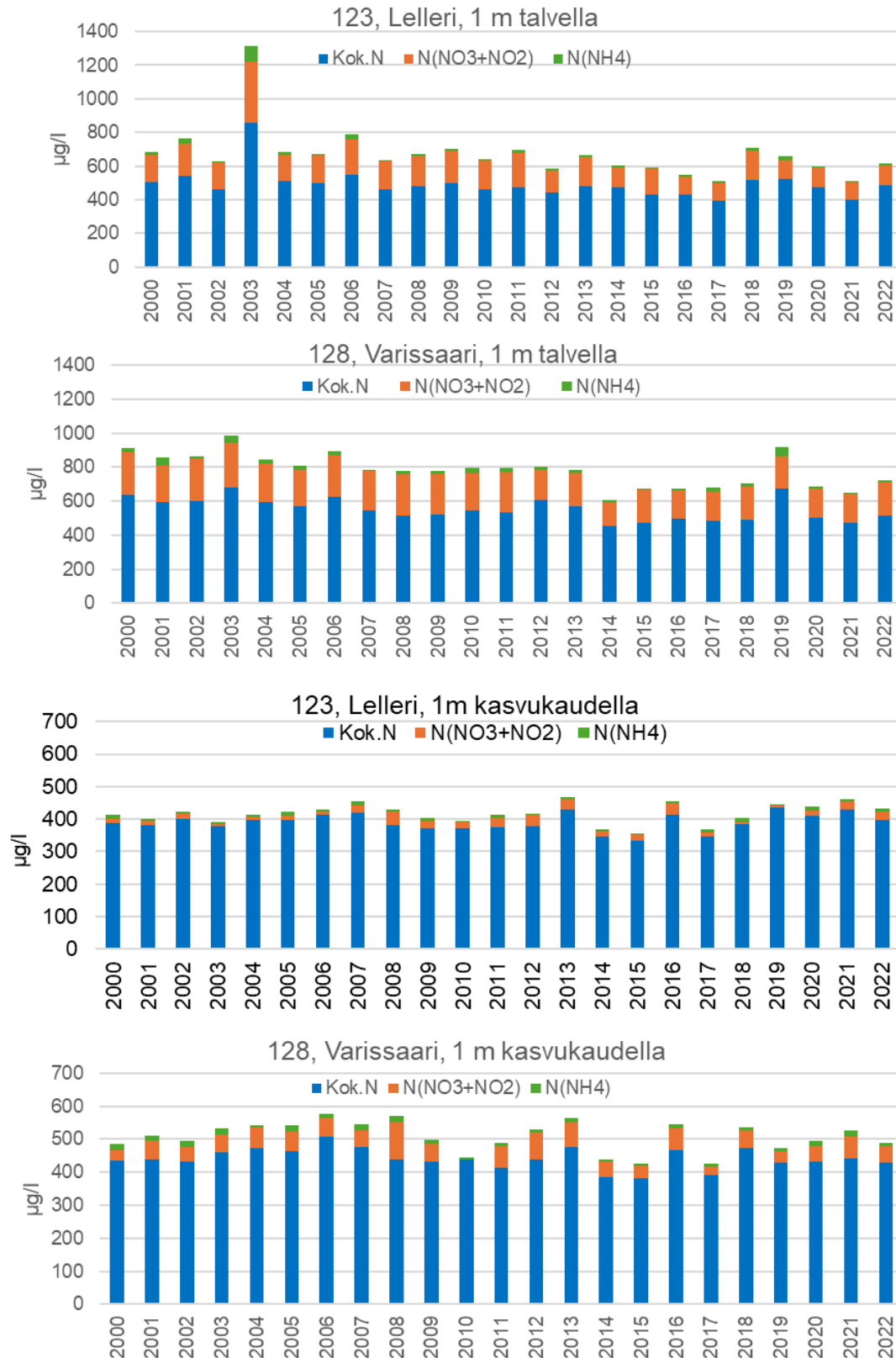
Kuva 25. Sameuden vuosikeskiarvot Kotkan edustalla (123, Lelleri ja 128, Varissaari) sekä Haminan edustalla (218, Hillonniemi ja 212, Varvio) vuosina 1994–2022.

## 5.5.2 Typpi 2000-luvulla Kotkan edustan intensiiviasemilla

Kotkan edustalla, Lellerissä ja Varissaaressa (pisteet 123 ja 128) typen ja sen fraktioiden pitoisuudet laskivat hieman 23 vuoden aikana. Lasku oli voimakkaampi talvella kuin kasvukaudella (Kuva 26, Taulukko 16). Esimerkiksi Varissaaressa kokonaistyyppiä oli talvella vuosituhannen alussa noin 600 µg/l ja 2020-luvun taitteessa 500 µg/l. Pitoisuusnousua ilmeni vuosina 2003 ja 2007 sekä vuosina 2013 ja 2018. Nitraattinitriittitypen ja ammoniumtypen pitoisuuksissa muutokset olivat kasvukaudella vähäisiä, mutta talviaikaisten näytteiden pitoisuudet laskivat selvästi. Esimerkiksi Lellerissä typen fraktioiden osuus oli vuosituhannen alussa talvella noin 40 %, mutta 2020-luvun taitteessa noin 20 %.

*Taulukko 16. Typen, nitraatti- ja nitriittitypen sekä ammoniumtypen keskimääräiset pitoisuudet (µg/l) talvella tammi-huhtikuun sekä loka-joulukuun ja kasvukaudella touko-syyskuun mittauksissa eri vuosikymmenillä Kotkan edustan intensiivipisteillä 1 m syvyydessä.*

Keskiarvo / jakso	n, kpl	Kok. typpi, µg/l	Nitraatti+nitriittityppi, µg/l	Ammoniumtyppi, µg/l	NO <sub>23</sub> N+NH <sub>4</sub> N / Kok.N
<b>123, Lelleri 1 m talvella</b>					
2000–2009	29	540	195	24	39 %
2010–2019	52	474	145	12	26 %
2020–2022	16	454	114	7,5	21 %
<b>123, Lelleri 1 m kasvukaudella</b>					
2000–2009	100	393	17	9,0	6 %
2010–2019	92	384	21	6,6	7 %
2020–2022	27	412	22	9,2	7 %
<b>128, Varissaari 1 m talvella</b>					
2000–2009	29	588	237	25	45 %
2010–2019	42	530	187	22	38 %
2020–2022	13	498	177	12	37 %
<b>128, Varissaari 1 m kasvukaudella</b>					
2000–2009	100	455	59	16	16 %
2010–2019	88	429	55	10	13 %
2020–2022	26	434	55	15	16 %



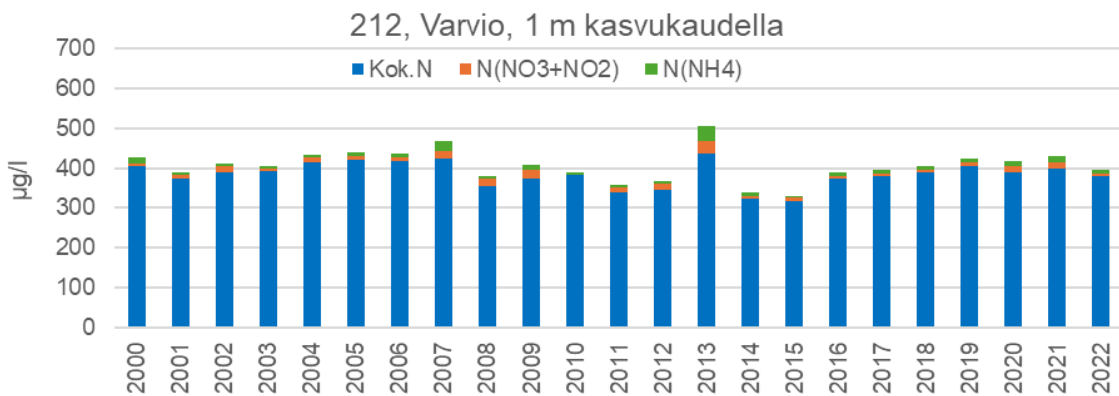
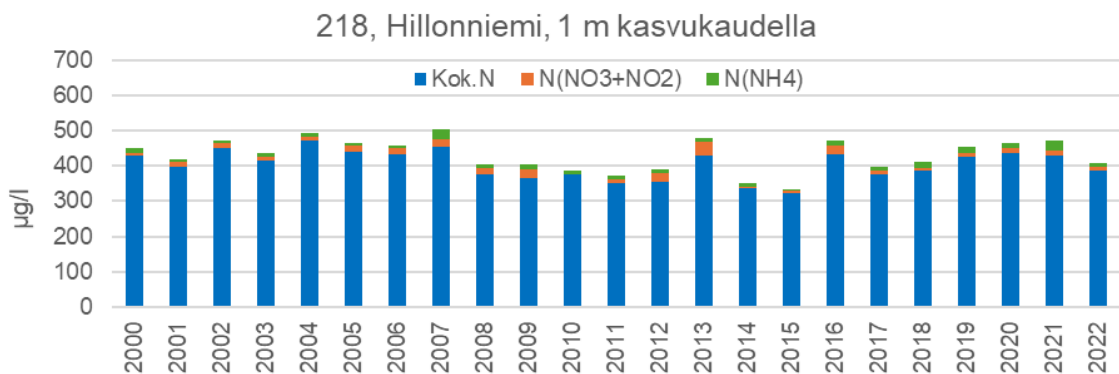
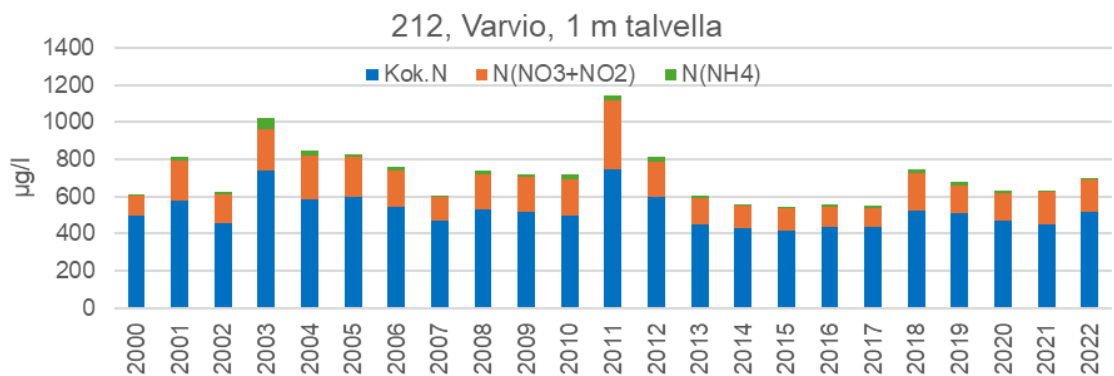
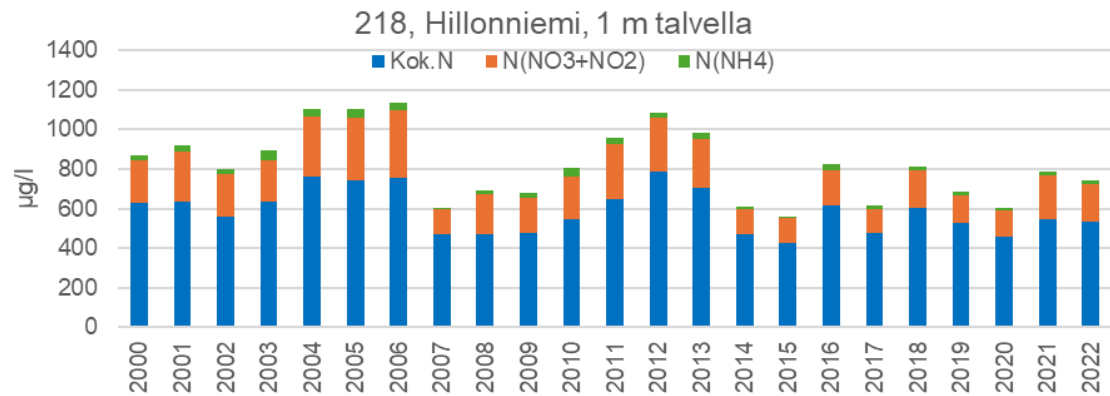
Kuva 26. Kokonais-, nitraatti+nitriitti- ja ammoniumtyypen pitoisuus talvella ja kasvukaudella pintavedessä Kotkan edustalla vuosina 2000–2022. Huomaa erilaiset y-akselit

### 5.5.3 Typpi 2000-luvulla Haminan edustan intensiiviasemilla

Haminan edustalla etäisyys rannikosta vaikutti selvästi Hillonniemen ja Varvion keskimääräisiin typpipitoisuuksiin (Taulukko 17). Hillonniemessä typen pitoisuus nousi vuosituhaten alussa (Kuva 27), mutta kokonaisuutena pitoisuus talvella laski tasolta 650 µg/l tasolle 550 µg/l. Varviossa kasvukauden typpipitoisuudet olivat pienempiä kuin Hillonniemessä ja pitoisuuslasku vähäisempiä. Kasvukaudella nitraatti- ja ammoniumtypen osuus oli 5–7 %, kun se talvikaudella oli 30–40 %. Epäorgaanisen typen osuus laski tarkastelujakson aikana, merkittävimmin Hillonniemessä talvella (Taulukko 17).

*Taulukko 17. Typen, nitraatti- ja nitriittitypen sekä ammoniumtypen keskimääräiset pitoisuudet (µg/l) talvella loka-huhtikuussa ja kasvukaudella touko-syyskuun mittauksissa eri vuosikymmenillä Haminan edustan intensiivipisteillä 1 m syvyydessä.*

Keskiarvo / jakso	n, kpl	Kok. typpi, µg/l	Nitraatti+ nitriittityppi, µg/l	Ammonium-typpi, µg/l	NO <sub>23</sub> N+NH <sub>4</sub> N / Kok.N
<b>218, Hillonniemi 1 m talvella</b>					
2000–2009	29	619	240	31	43 %
2010–2019	42	564	182	22	31 %
2020–2022	13	511	149	18	29 %
<b>218, Hillonniemi 1 m kasvukaudella</b>					
2000–2009	98	423	16	12	7 %
2010–2019	89	386	14	12	6 %
2020–2022	26	417	12	17	7 %
<b>212, Varvio 1 m talvella</b>					
2000–2009	29	555	186	21	36 %
2010–2019	42	500	162	17	31 %
2020–2022	13	477	141	12	29 %
<b>212, Varvio 1 m kasvukaudella</b>					
2000–2009	100	397	12	11	6 %
2010–2019	88	370	12	10	5 %
2020–2022	26	390	12	13	7 %



Kuva 27. Kokonais-, nitraatti+nitriitti- ja ammoniumtyypen pitoisuus talvella ja kasvukaudella pintavedessä Haminan edustalla vuosina 2000–2022. Huomaa erilaiset y-akseli.

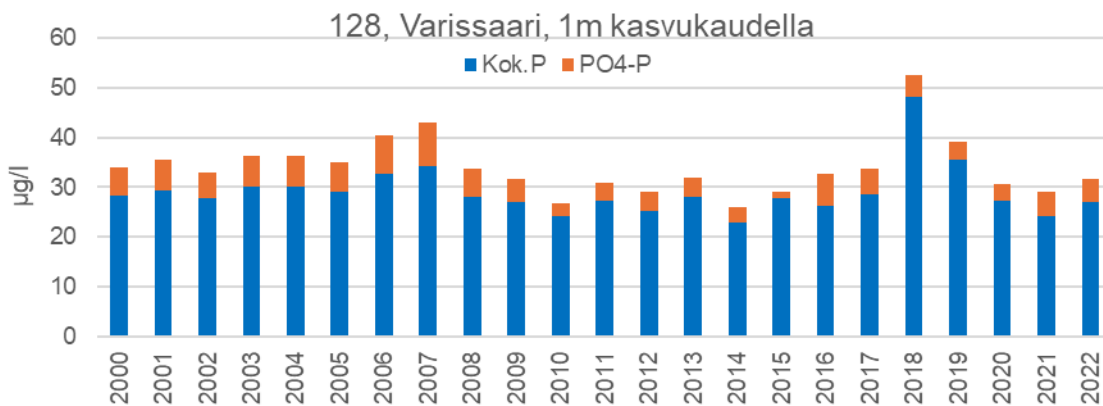
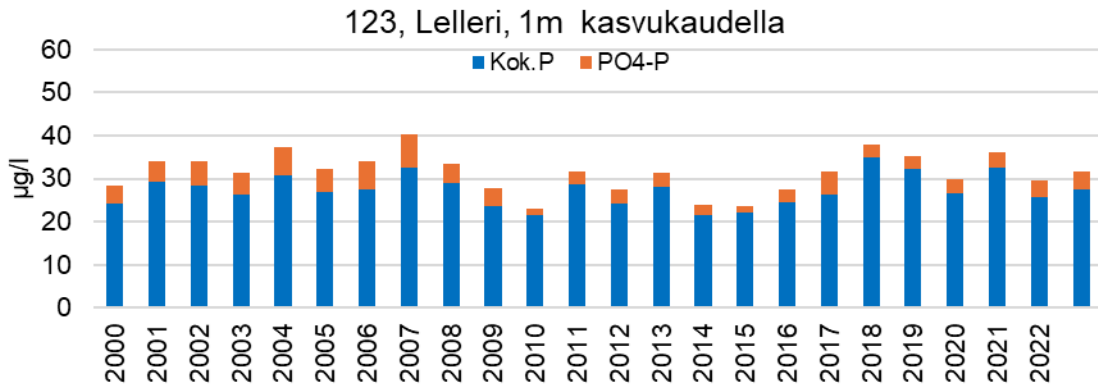
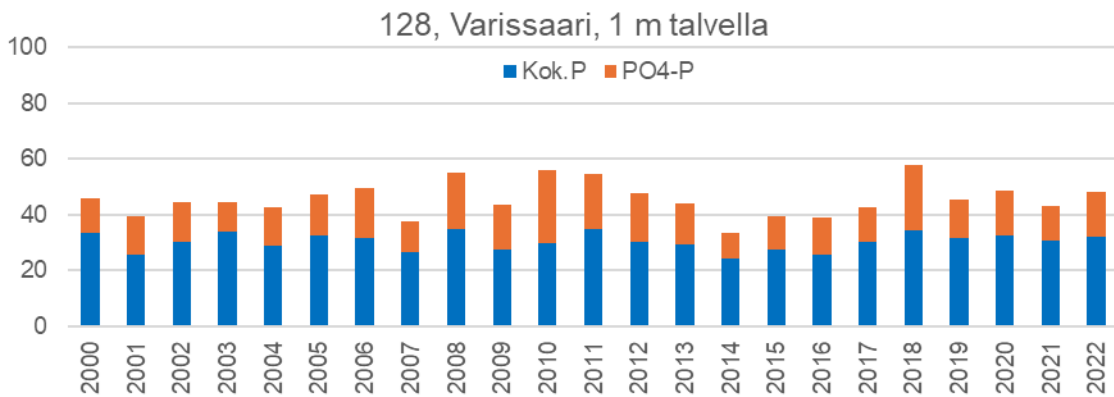
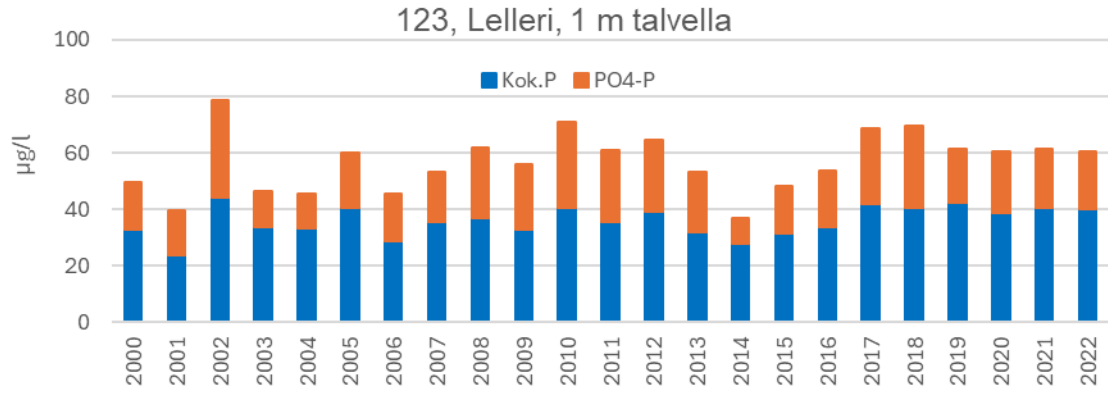
#### 5.5.4 Fosfori 2000-luvulla Kotkan edustan intensiiviasemilla

Kahden vuosikymmenen aikana Lellerissä (123) fosforin ja fosfaattifosforin pitoisuus nousi talvella (Kuva 28). Kasvukauden aikaisessa kokonaisfosforin pitoisuudessa ei ilmennyt selvää muutosta, mutta fosfaattifosforin pitoisuus laski hieman (Taulukko 18). Alhaisimmat fosforipitoisuudet todettiin vuosina 2010, 2014 ja 2015, osittain samanaikaisesti Varissaaren alhaisimpien pitoisuuksien kanssa (Kuva 28). Korkeimmat Lellerin fosforipitoisuudet, 59 µg/l, todettiin touko- ja syyskuussa 2021.

Varissaaren (128) fosforipitoisuus loka-huhtikuussa pysyi 30 µg/l-tasolla ja fosfaattifosforin 15 µg/l-tasolla (Taulukko 18). Alhaisia fosforipitoisuuksia todettiin talvina 2007 ja 2014 korkeita vuosina 2010, 2011 ja 2018. Kun fosforia oli talvella paljon, nousi fosfaattifosforin osuus kokonaisfosforista 50 %:iin. Kasvukaudella vuosina 2008–2017 fosforin ja fosfaattifosforin pitoisuudet olivat tarkastelujakson pienimpiä (Kuva 28). Yksittäisiä korkeita fosforipitoisuuksia mitattiin esimerkiksi vuonna 2018. Kasvukauden keskiarvo oli 48 µg/l, mikä selittyy heinäkuussa pinnasta mitatulla 150 µg/l pitoisuudella (Kuva 28). Kyseisenä kesänä levätuotanto oli erittäin voimakasta.

*Taulukko 18. Kokonais- ja fosfaattifosforin keskimääräiset pitoisuudet (µg/l) talvella loka-huhtikuussa ja kasvukaudella touko-syyskuun mittauksissa eri vuosikymmenillä Kotkan edustan intensiivipisteillä 1 m syvyydessä.*

Keskiarvo / jakso	n, kpl	Kok. fosfori, µg/l	Fosfaatti-fosfori, µg/l	PO <sub>4</sub> -P / Kok.P
<b>123, Lelleri 1 m talvella</b>				
2000–2009	29	34	19	55 %
2010–2019	52	37	22	48 %
2020–2022	16	40	21	43 %
<b>123, Lelleri 1 m kasvukaudella</b>				
2000–2009	100	28	5,4	17 %
2010–2019	92	27	2,9	10 %
2020–2022	27	28	3,6	13 %
<b>128, Varissaari 1 m talvella</b>				
2000–2009	29	30	15	46 %
2010–2019	42	29	16	48 %
2020–2022	13	32	15	45 %
<b>128, Varissaari 1 m kasvukaudella</b>				
2000–2009	100	30	6,2	19 %
2010–2019	88	30	3,8	13 %
2020–2022	26	26	4,2	16 %



Kuva 28. Kokonais- ja fosfaattifosfori talvella ja kasvukaudella Kotkan edustalla vuosina 2000–2022.

### 5.5.5 Fosfori 2000-luvulla Haminan edustan intensiiviasemilla

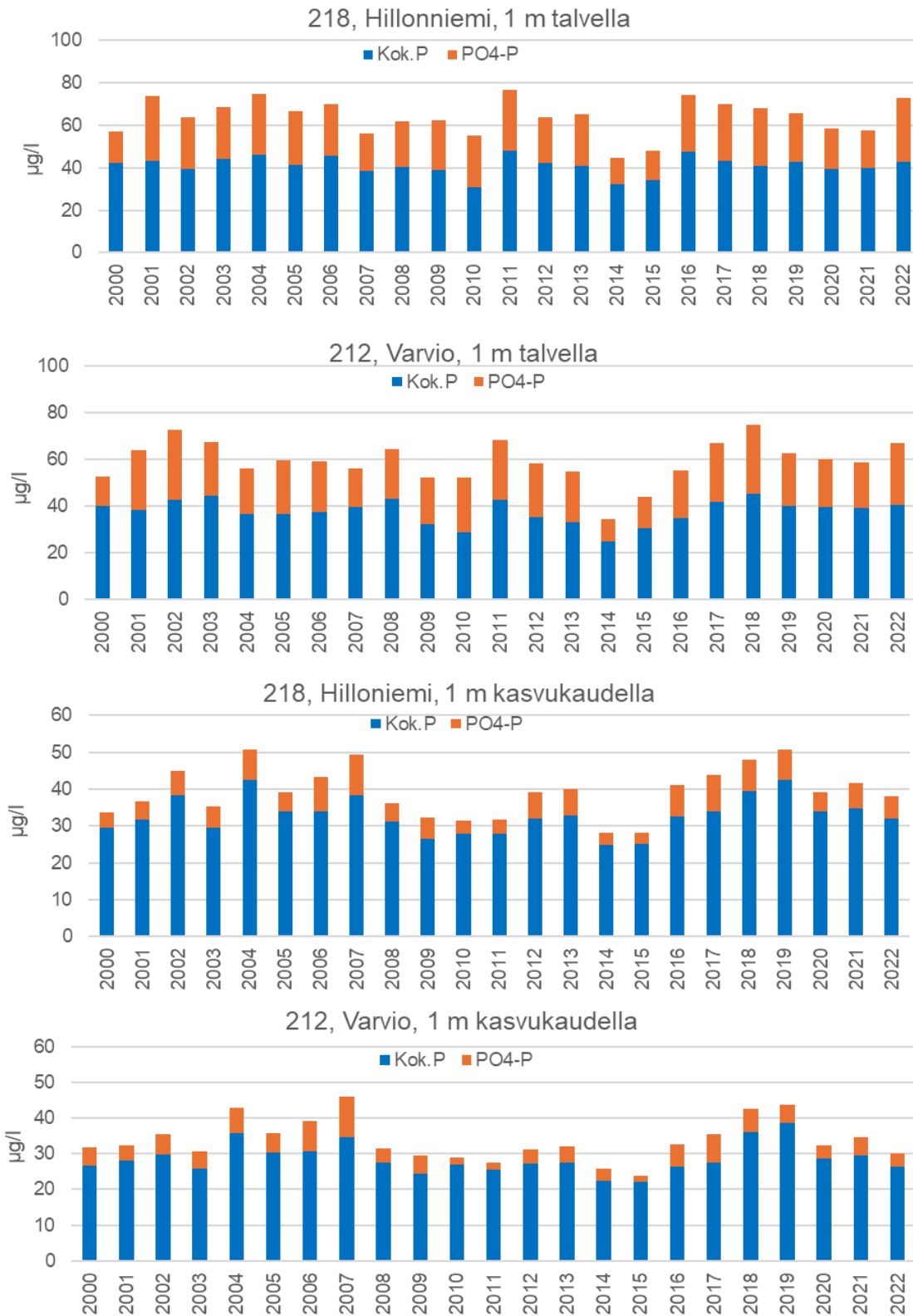
Hillonniemen edustalla (218) fosforin ja fosfaattifosforin pitoisuudessa ei kahden vuosikymmen aikana ilmennyt selvää muutostrendiä talvella eikä kesällä (Kuva 29,

Taulukko 19). Pienimmät fosforipitoisuudet Hillonniemestä mitattiin vuosina 2007, 2010 ja 2014–2015. Talvella 2010 fosforista 80 % oli fosfaattifosforina. Korkein fosforin keskipitoisuus, 48 µgP/l, todettiin talvella 2011. Talvesta 2016 alkanut laskeva pitoisuustrendi katkesi vuonna 2022. Vastaavaa kesäkautista pitoisuuslaskua ei Hillonniemessä todettu, vaan pitoisuudet kasvoivat vuosien 2014–2015 jälkeen, ja olivat vuosituhannen alun tasolla.

Varviossa (212) talvi ja kesäkauden fosforipitoisuuksien laskevat muutostrendit olivat yhtä heikot kuin Lellerissä. Talvella fosforia oli Varviossa tyypillisesti 35–40 µg/l ja fosfaattifosforia 25–30 µg/l. Kesällä 2009 fosforia oli paljon, minkä jälkeen pitoisuus laski vuoteen 2015 saakka. Kesinä 2018 ja 2019 todettiin yhtä korkeita, 35 µgP/l-tasolla olevia pitoisuuksia, kuin vuosituhannen alussa.

*Taulukko 19. Kokonais- ja fosfaattifosfori keskimääräiset pitoisuudet (µg/l) talvella loka-huhtikuun ja kasvukaudella touko-syyskuun mittauksissa eri jaksoilla Haminan edustan intensiivipisteillä 1 m syvyydessä.*

Keskiarvo / jakso	n, kpl	Kok. fosfori, µg/l	Fosfaatti-fosfori, µg/l	PO <sub>4</sub> -P / Kok.P
<b>218, Hillonniemi 1 m talvella</b>				
2000–2009	29	42	24	57 %
2010–2019	42	40	22	51 %
2020–2022	13	41	22	54 %
<b>218, Hillonniemi 1 m kasvukaudella</b>				
2000–2009	98	34	6,6	17 %
2010–2019	89	32	6,3	18 %
2020–2022	26	34	6,1	18 %
<b>212, Varvio 1 m talvella</b>				
2000–2009	29	39	22	55 %
2010–2019	42	35	21	54 %
2020–2022	13	40	22	52 %
<b>212, Varvio 1 m kasvukaudella</b>				
2000–2009	100	29	6,2	18 %
2010–2019	88	28	4,4	15 %
2020–2022	26	28	4,2	14 %



Kuva 29. Kokonais- ja fosfaattifosfori talvella ja kasvukaudella Haminan edustalla vuosina 2000–2022. Huomaa erilaiset y-akselit.

## 5.6 MERIALUEEN KLOOROFYLLI-A-PITOISUUDET

Merialueen rehevyyttä on kuvattu seuraavassa levien tuotannon suuruutta mittaavan klorofylli-a:n pitoisuutena. Aineistoa ei ole karsittu, vaan myös talven ja syksyn näytteenottojen tulokset ovat mukana, joten keskiarvot ja keskiluvut eivät vastaa tuotantokaudelle määriteltyjä rehevyyden raja-arvoja. Tässä esitetyt luvut aliarvioivat rehevyyttä. Lisäksi merialueen tilaa on verrattu ekologisen tilaluokittelun tuloksiin (luku 5.6.1) ja leväkukintoja on tarkasteltu suppeasti kasviplanktonitutkimusten avulla (luku 5.6.2).

Edellisen pitkäaikaistarkastelun perusteella Pyhtää–Kotka–Hamina-merialue oli 2000-luvun klorofyllipitoisuuksien perusteella selvästi rehevempää kuin 1990-luvulla keskimäärin. Ulkomerellä klorofyllipitoisuudet olivat tuolloin noin 11 % vertailujaksoa suurempia ja muilla alueilla keskimäärin noin 20 % korkeampia kuin 1990-luvulla. 2000-luvulla rehevöityminen näkyi selvimmin rannikon ja jokisuiden lähistöillä (Kymijoen vesi ja ympäristö 2011).

2010-luvulla rehevyyttä kuvaavan klorofylli-a:n pitoisuuksissa painopiste siirtyi rannikkoalueelta saaristovyöhykkeelle (Taulukko 20). Rehevyytaso laski mediaanin (keskiluvun) perusteella hieman kaikilla vyöhykkeillä. Keskiarvon perusteella levätuotanto kasvoi ulkomerellä, ja pysyi saaristossa samalla tasolla kuin vuosisadan alussa. Rannikolla keskimääräinen levätuotanto pieneni. Vaihteluväli kasvoi kaikilla vyöhykkeillä 2010-luvulla verrattuna 2000-lukuun. Keskiarvon ja mediaanin perusteella kaikki vyöhykkeet ovat luokiteltavissa reheviksi (Pitkänen 1994, Liite 2).

*Taulukko 20. Klorofylli-a:n pitoisuuden tunnuslukuja alueittain kahdella vuosikymmenellä. Mittauksia yhteensä 1398 kpl vuosina 2000–2009 ja 2043 kpl vuosina 2010–2022.*

Klorofylli-a, µg/l vuosina 2010–2022					
Alue	n, kpl	Mediaani	Keskiarvo	Maksimi	Minimi
Rannikko	781	7,6	9,5	88	<1,0
Saaristo	906	6,9	8,9	56	<1,0
Ulkomeri	356	5,6	7,6	47	<1,0

Klorofylli-a, µg/l vuosina 2000–2009					
Alue	n, kpl	Mediaani	Keskiarvo	Maksimi	Minimi
Rannikko	893	9,2	10,9	51	1,7
Saaristo	289	7,4	8,9	45	1,8
Ulkomeri	216	6,0	6,7	20	1,7

**Rannikon** rehevimät paikat 2010-luvulla olivat Majasaaren piste 106 Kotkansaaren länsipuolella ja Haminan Hillonniemen piste 230. Kumpikin alue on matalaa ja suojaista. Majasaaren pisteellä vuosikeskiarvot vaihtelivat välillä 7,8–34,2 µg/l ja Haminan Hillonniemen pisteellä vaihteluväli oli 6,2–20,0 µg/l (Taulukko 21).

Vähäisintä levätuotanto oli Kymijoen haarojen vaikutusalueilla, pisteellä 104 Langinkosken haaran alapuolella (Hovinsaari) ja pisteellä 139 Koivukosken ja Korkeakosken haarojen alapuolella (Halla). 2010-luvun keskiarvo, 6,5 µg/l, kuvaa rehevää aluetta (Pitkänen 1994).

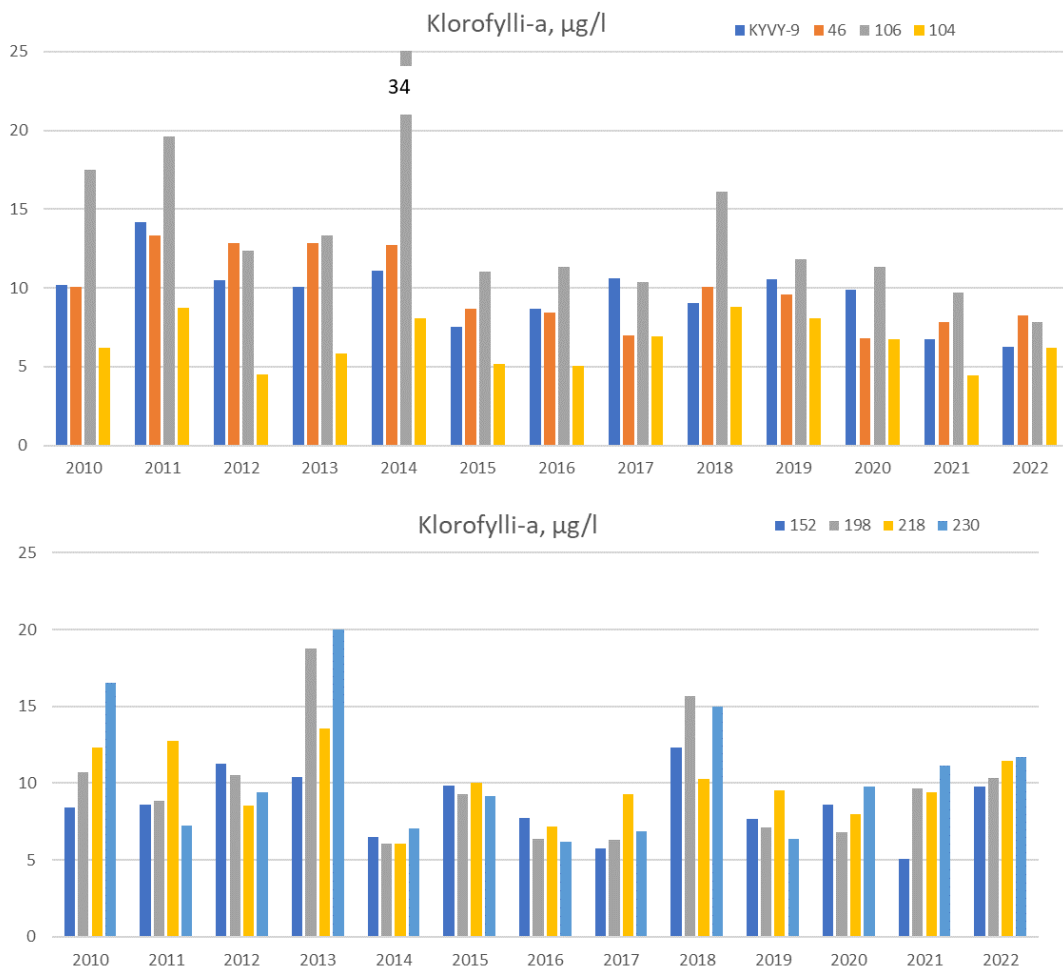
Vuosikymmenen alussa levätuotanto oli voimakkaampaa kuin loppupuolella. Alkupuolella keskimääräinen klorofyllipitoisuus oli tyypillisesti 10–12 µg/l ja maksimi-arvot jopa 88 µg/l (piste 106, Majasaari, elokuussa 2014). Vuosikymmenen lopulla rannikkoalueen

keskimääräinen klorofyllipitoisuus oli 7–9 µg/l, poikkeuksena kuitenkin vuosi 2018, joka oli voimakkaan levätuotannon aikaa koko Suomenlahdella. Tuolloin keskiarvo oli 11,8 µg/l ja vaihteluväli <1 µg/l–34 µg/l. Tasomuutos yli 10 µg/l klorofyllipitoisuuksista alle 10 µg/l ilmeni Keihässalmessa, piste 46, joka on Kymijoen Pyhtään haaran vaikutusalueella (Kuva 30).

Kotkan länsipuolella levätuotanto väheni, joskin vuosien 2014 ja 2018 korkeat klorofyllipitoisuudet erottuvat aineistosta. Kotkan itäpuolella klorofyllipitoisuuksien vuosittainen vaihtelu oli voimakkaampaa Summanlahden (198) ja Hillonniemen (230) alueilla levätuotanto oli voimakkainta vuosina 2013 ja 2018. Vuosina 2021–2022 Kotkan länsipuolen rannikkopisteillä keskimääräinen klorofyllipitoisuus oli 5 µg/l-tasolla, kun taas Haminan lähialueella keskipitoisuudet olivat yleisesti yli 10 µg/l.

Taulukko 21. Klorofylli-a:n tarkastelujakson 2010–2022 keskiarvot rannikon näytepisteillä. ”Hyvin rehevät” alueet on merkitty punaisella.

Piste	KYVY-9	46	106	104	139	152	198	218	230
µg/l	9,6	9,9	14,3	6,5	6,5	8,6	9,7	9,9	10,5



Kuva 30. Klorofylli-a:n vuotuiset keskiarvot alueen länsiosassa Ahvenkoskelta Kotkaan (ylempi kuva) ja itäosassa, Kotkasta-Haminaan (alempi kuva).

**Saaristovyöhykkeellä** kaikkien näyteasemien vuosikeskiarvo jäi tasolle 5–10 µg/l, mikä kuvaa tuotantokaudelle määriteltä rehevää vesistöä (Taulukko 22, Pitkänen 1994, Liite 2). Kokonaisuutena levätuotanto klorofylli-a:n pitoisuutena mitattuna oli voimakasta vuosikymmenen alussa. Selvä tuotannon väheneminen ilmeni vuosina 2014–2016, jolloin mitatut maksimiarvot olivat jakson pienimpiä. Vuosina 2018 ja 2022 todettiin jälleen korkeita klorofyllipitoisuuksia, vaikkakin vuosikeskiarvot laskivat alle 10 µg/l (Kuva 31).

BULKKI-näytepiste sijaitsee Mussalon satamassa pisteiden 91 ja 96 välittömässä läheisyydessä. Sen matalaa levätuotannon tasoa selittävät helmi-maaliskuussa ja lokakuussa mitatut klorofyllipitoisuudet. Suurimmat pitoisuudet (35 g/l) todettiin touko-kesäkuussa 2021. Mussalon sataman ja jätevedenpuhdistamon vaikutusalueen pisteillä, 91 ja 96, levätuotannon intensiteetti oli hyvin samaa tasoa BULKIN kanssa. Enimmillään näillä pisteillä mitattiin klorofylliä 26–27 µg/l.

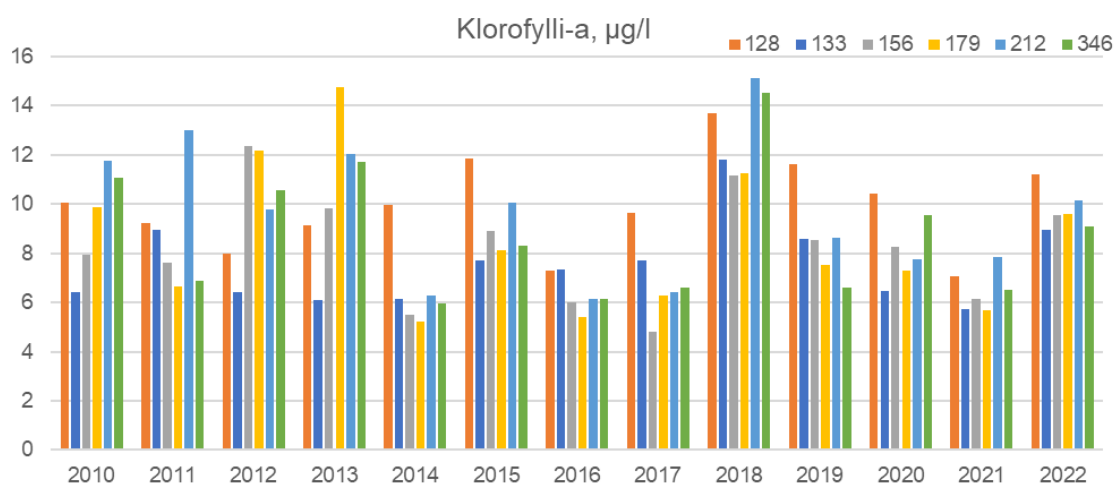
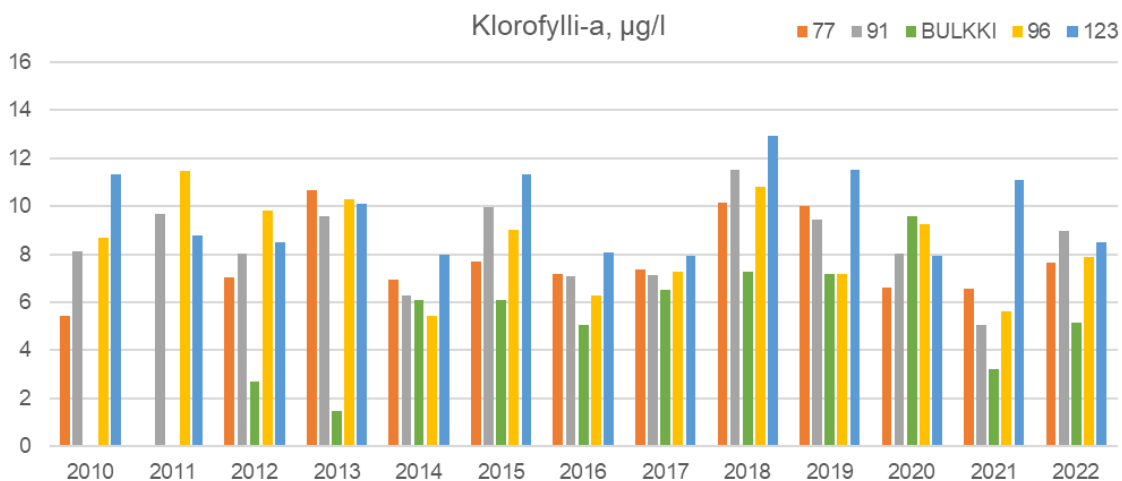
Saariston itäisin piste, 77 Äyspäänselällä, on avoin vesialue, missä klorofyllipitoisuuden vuosikeskiarvot vaihtelivat välillä 5,5–10,7 µg/l. Voimakkainta levätuotanto oli vuosina 2013 ja 2018, jolloin klorofylliä oli keskimäärin 10–11 µg/l.

Lellerin piste 123 on ulompana merellä kuin Varissaaren piste 128, mutta keskimäärin niiden klorofyllipitoisuus oli samaa tasoa (Taulukko 22). Maksimipitoisuus Lellerissä (123) oli 46 µg/l toukokuussa 2021, ja Varissaarella 27 µg/l toukokuussa 2017. Pohjoisempana Kotkansaaren pisteellä, 133, levätuotanto oli vähäisempää kuin näillä kahdella pisteellä. Tuotannon maksimi, 24 µg/l, todettiin elokuussa 2018.

Hallanväylällä ja Santaniemen pohjoispuolella, pisteillä 156 ja 179, levätuotanto oli voimakasta vuosina 2013, 2014 ja 2018. Hallanväylällä (156) tuotannon maksimi, 34 µg/l klorofylli-a:ta todettiin toukokuussa 2012. Seuraavana vuonna Santaniemessä (179) klorofylliä oli enimmillään 41 µg/l. Vuoden 2018 suurimmat keskiarvot todettiin idempänä Varviossa (212) ja Uolionselällä (346) toukokuussa. Tuolloin Varviossa mitattiin jopa 49 µg/l klorofylli-a:ta ja Uolionselällä 39 µg/l.

*Taulukko 22. Klorofylli-a:n tarkastelujakson 2010–2022 keskiarvot saariston näytepisteillä.*

Piste	BULK										
	77	91	KI	96	123	128	133	156	179	212	346
µg/l	7,8	8,4	5,5	8,4	9,7	9,9	7,6	8,2	8,5	9,6	8,7



Kuva 31. Klorofylli-a:n vuotuiset keskiarvot saaristovyöhykkeellä, alueen länsiosassa Äyspäänselältä Kotkaan (ylempi kuva) ja itäosassa, Kotkasta Haminaan (alempi kuva).

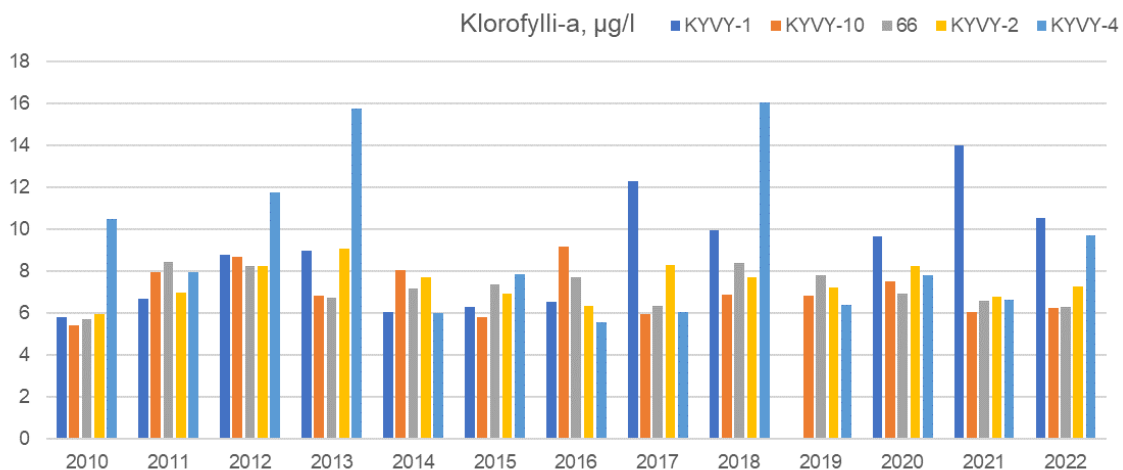
**Ulkomerellä** klorofyllin keskipitoisuuksien vaihteluväli oli 7–9 µg/l (Taulukko 23), mikä kuvaa rehevä vesistöä. Rehevin oli Einonkari, KYVY-4. Vuosina 2013 ja 2018 klorofylli-a:n keskipitoisuus oli siellä noin 16 µg/l: maksimipitoisuus, 47 µg/l, mitattiin sekä toukokuussa 2013 että toukokuussa 2018.

Ulkomerialueen läntisin (KYVY-1) piste sijaitsee Ängsön (Heinäsaaren) eteläpuolella. Siellä tarkkailujakson maksimi, 33 µg/l, todettiin huhtikuussa 2021, mikä nosti myös vuosikeskiarvoa (Kuva 32). Pisteellä todettiin useampana vuotena huhti-toukokuussa klorofylli-a:ta 20-24 µg/l. Pisteiden tarkkailu oli kevät-alkukesäpainotteista, ja alkukesän levätuotannon minimi ajoittui yleensä kesäkuulle.

Ulkomeren alueella Pitkäviiristä Rankkiin levätuotanto oli keskimäärin samaa tasoa. Vuosina 2011–2012 klorofyllipitoisuus oli 7–9 µg/l (Taulukko 23). Näinä vuosina alueelta mitattiin toukokuussa yli 20 µg/l pitoisuuksia. Myöhemmin keskipitoisuus laski 7 µg/l-tasolle. Voimakasta levätuotantoa todettiin toukokuussa 2016, jolloin Pitkäviiristä (KYVY-10) mitattiin klorofylli-a:ta 28 µg/l ja pisteeltä 66 (Heikinhelli) 17 µg/l. Rankin länsipuolelta, KYVY-2:lla suurin todettu pitoisuus, 22 µg/l, mitattiin toukokuussa 2017. Toukokuussa 2021 levätuotanto oli samaa tasoa.

Taulukko 23. Klorofylli-a:n tarkastelujakson 2010–2022 keskiarvot ulkomeren näytepisteillä.

Piste	KYVY-1	KYVY-10	66	KYVY-2	KYVY-4
µg/l	8,8	7,0	7,2	7,4	9,1



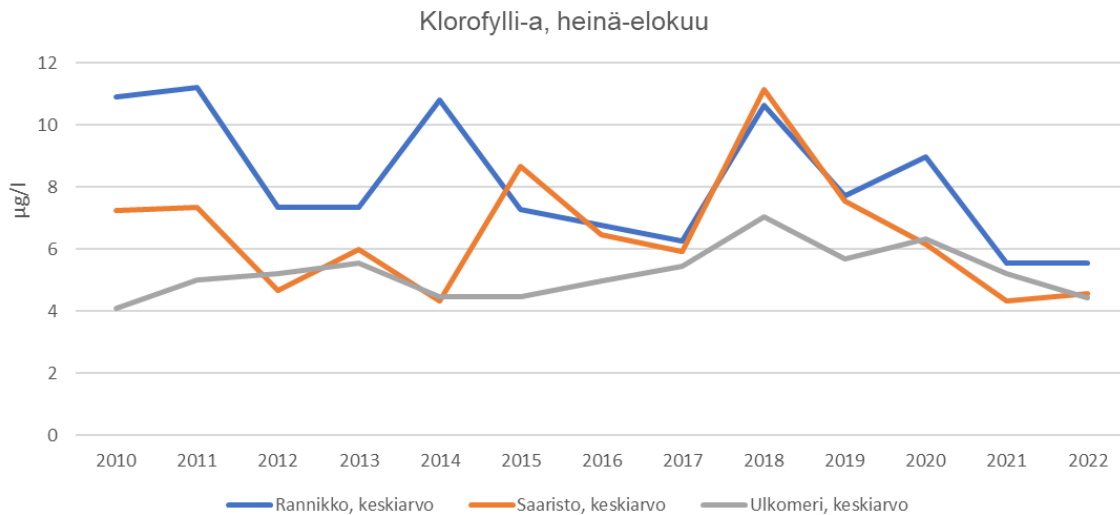
Kuva 32. Klorofylli-a:n vuotuiset keskiarvot ulkomeren tarkkailupisteillä vuosina 2010–2022. KYVY-1 aineisto: Hertta-tietokanta.

### 5.6.1 Vesistön ekologinen tila

Pintavesien kolmannen suunnittelukauden arvioinnin perusteella Summan edusta, Haminan Salminlahti ja Kotkan Sunilanlahti ovat ekologiselta tilaluokaltaan välttäviä. Muut rannikon alueet kuuluvat tyydyttävään luokkaan.

Välttävän ekologisen luokan klorofylli-a:n pitoisuus on heinä-elokuussa keskimäärin 7,5–18 µg/l ja tyydyttävän 3,5–7,5 µg/l. Hyvässä ekologisessa tilaluokassa klorofyllipitoisuus on 2,8–3,5 µg/l (<https://www.syke.fi/avointieto>). Ekologista luokittelua ei tehdä ainoastaan klorofyllin perusteella, joten seuraavassa keskiarvopitoisuuksia vain verrataan luokkarajoihin.

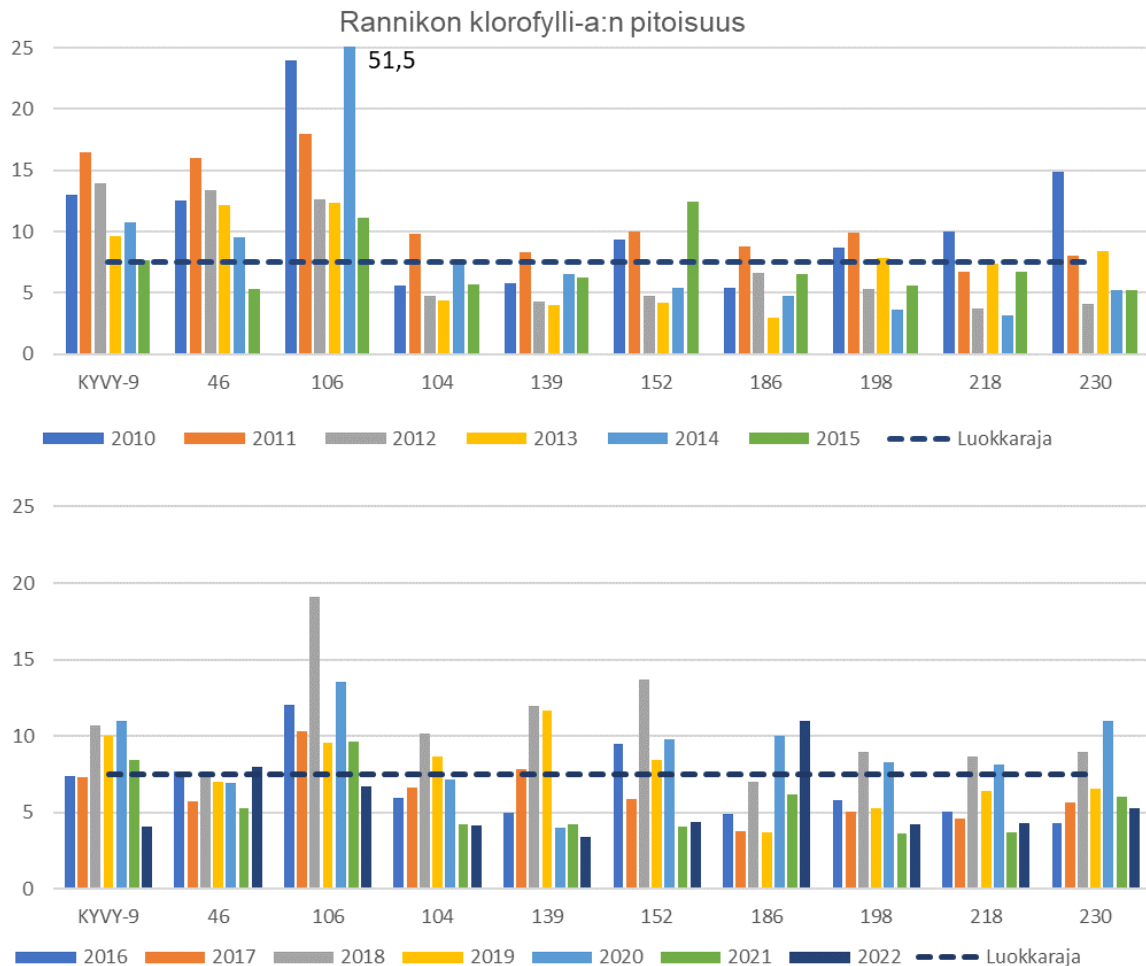
Yleiskuvassa rannikkoalueen rehevyys väheni, saaristovyöhykkeellä vaihtelu oli voimakkainta ja ulkomerialueella rehevyys nousi hieman. Koko tarkkailualueen heinä-elokuisten klorofyllimittausten keskiarvo oli 6,9 µg/l jaksolla 2010–2022. Tämän keskiarvon perusteella Pyhtää–Kotka–Hamina-merialue olisi nykyisin tyydyttävässä ekologisessa tilaluokassa. Pienialaisempi vaihtelu on kuitenkin huomattavaa. Vuonna 2018 klorofyllipitoisuus nousi kaikilla alueilla (Kuva 33).



Kuva 33. Klorofylli-a:n heinä-elokuun keskipitoisuus eri tarkastelualueilla vuosina 2010–2022.

## Rannikko

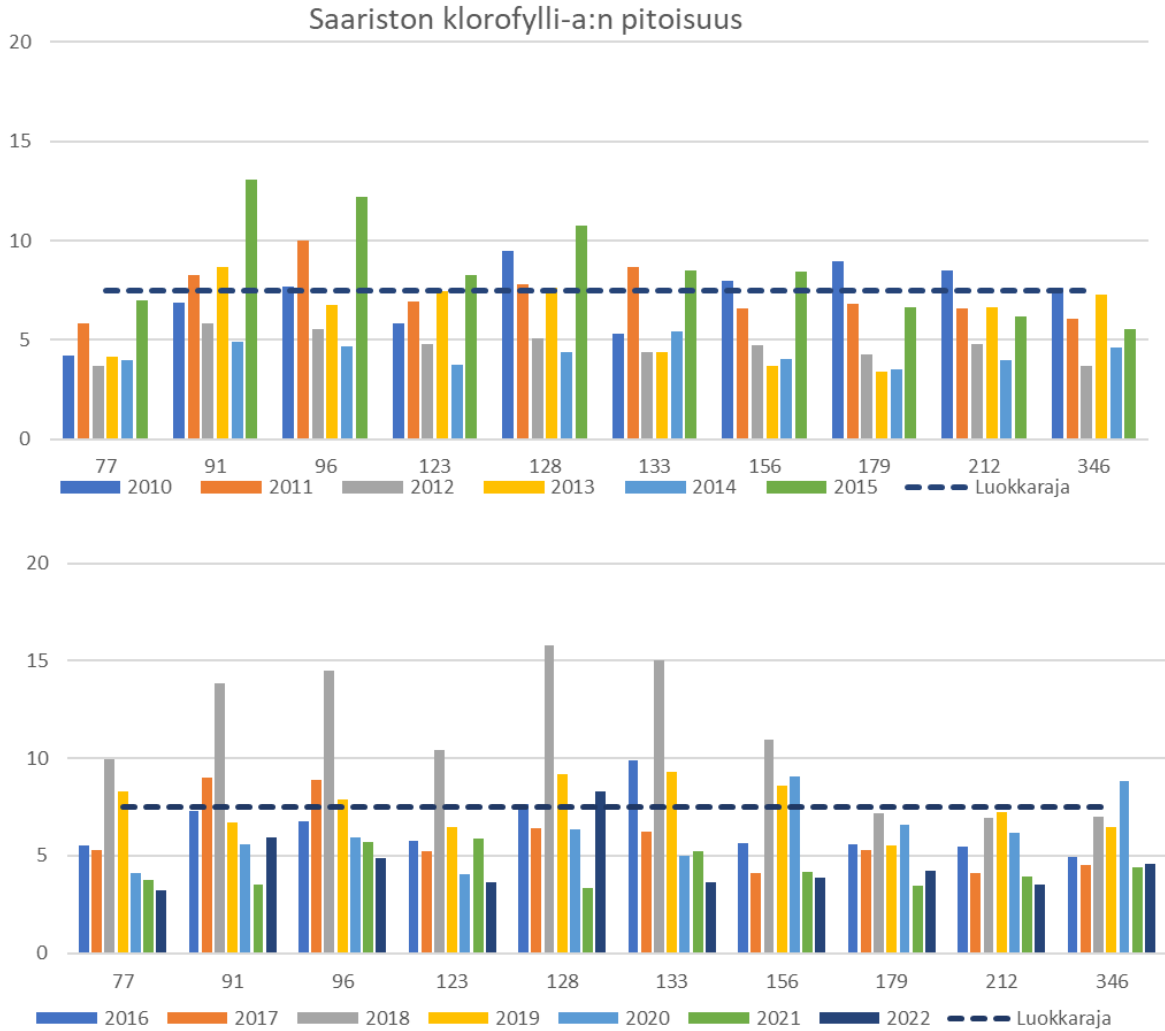
Heinä-elokuun klorofyllipitoisuuden keskiarvot laskivat vuosikymmenen aikana rannikon läheisyydessä, selvemmin Ahvenkoskenselän, Keihässalmen ja Majasaaren pisteillä (pisteet KYVY-9, 46 ja 106) (Kuva 34). Majasaaren pisteellä 106 todetaan kesikesällä edelleen useimmin kohonneita, alueen välttävään tilaluokkaan vieviä klorofyllipitoisuuksia. Pisteillä 104, 139 ja 152 (Hovinsaari, Halla/Kotkanlahti, Hallanväylä) klorofyllipitoisuudet nousivat vuosina 2017–2019, minkä jälkeen ilmeni pientä laskua. Viimevuosien havaintojen perusteella alue on edelleen tyydyttävässä ekologisessa tilaluokassa. Hevossaaren edustan / Neuvottomanlahden pisteellä 186, vuoden 2022 keskiarvo, 11 µg/l, oli jakson korkein ja kuvasi välttävää tilaluokkaa. Summanlahdella ja Hillonniemen edustalla (pisteet 198 ja 218) keskimääräinen klorofyllipitoisuus laski, mutta Haminanlahdella (230) nousi tarkastelujakson loppupuolella. Rannikkoalueet kuuluvat lähinnä tyydyttävään ekologisten tilaluokkaan.



Kuva 34. Rannikolla sijaitsevien näytepisteiden klorofylli-a:n heinä-elokuun keskiarvot. Näytepisteet x-akselilla ovat lännestä itään. Ylempässä kuvassa vuodet 2010–2015 ja alemmassa 2016–2022. Katkoviiva kuvaa tyydyttävän ja välttävän ekologisten luokan rajaa, 7,5 µg/l.

## Saaristo

Saaristovyöhykkeellä välttävän ekologisen tilan havaintoja oli lähinnä vuonna 2015 ja 2018. Muutoin heinä-elokuun klorofyllipitoisuus kuvasi tyydyttävää vesistön tilaa (Kuva 35).

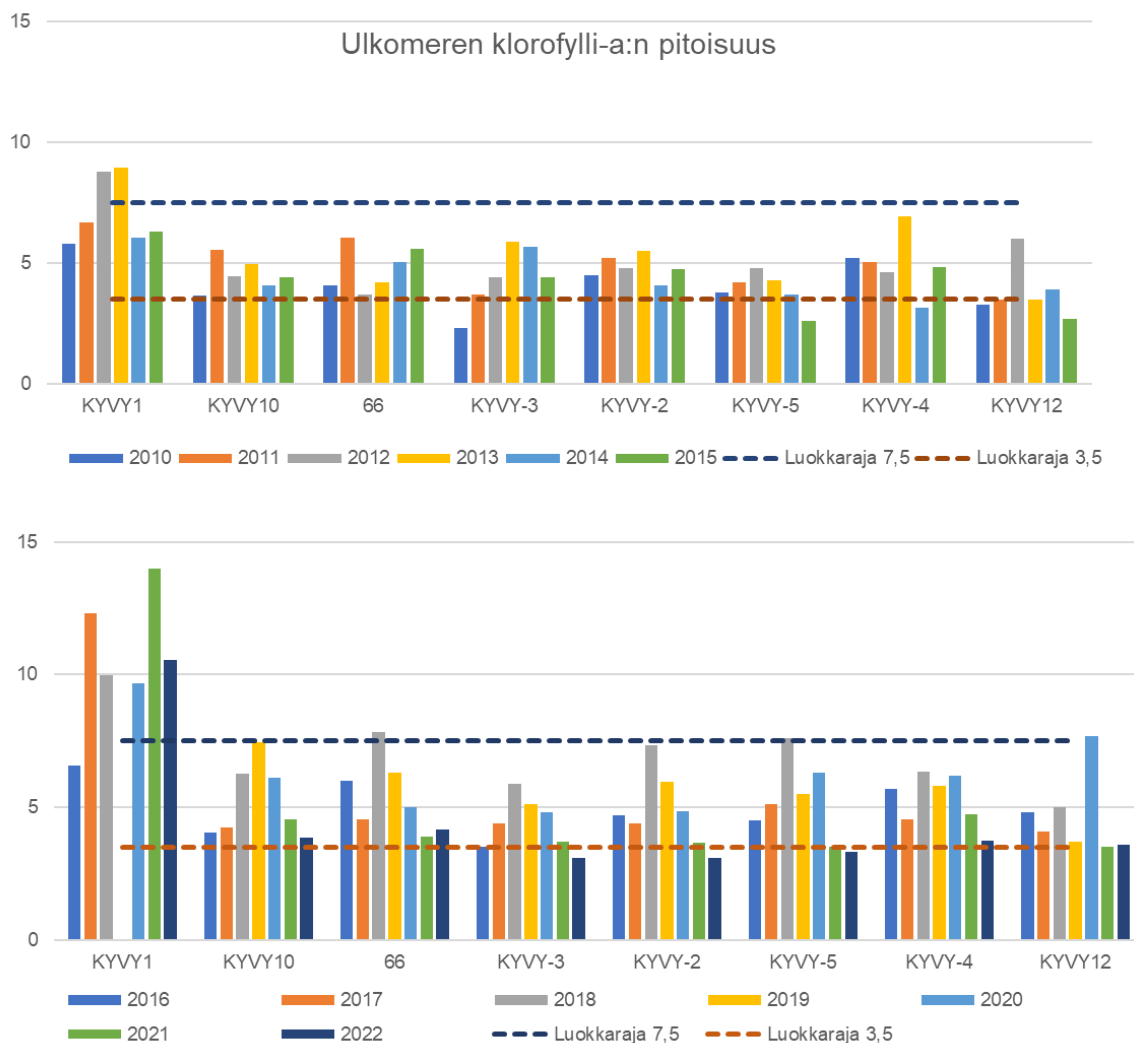


Kuva 35. Saaristovyöhykkeellä sijaitsevien näytepisteiden klorofylli-a:n heinä-elokuun keskiarvot. Näytepisteet x-akselilla ovat lännestä itään. Ylemmässä kuvassa vuodet 2010–2015 ja alemmassa 2016–2022. Katkoviiva kuvaa tyydyttävän ja välttävän ekologisen luokan rajaa, 7,5 µg/l.

## Ulkomeri

Ekologista tilaluokittelua ei ole tarkoitettu ulkomerelle, ja seuraava katsaus kertoo kuinka Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen ulko-osat eroavat sisemmistä vyöhykkeistä. Alueen klorofylli-a:n heinä-elokuun keskiarvot vuosina 2010-2022 vaihtelivat välillä 4,1-7,0 µg/l, mikä kuvaa tyydyttävää ekologista tilaa. Jakson keskiarvo oli 5,2 µg/l, mikä oli hieman alhaisempi kuin jakson 2000–2009 kesäajan keskiarvo 5,9 µg/l (Kymijoen vesi ja ympäristö ry 2011).

Tarkkailupisteistä KYVY-1 erottuu rehevimpänä erityisesti vuosina 2017 ja 2021. Korkein heinä-elokuun keskipitoisuus oli 14,0 µg/l (Kuva 36). Vuosi 2018 oli myös voimakkaan levätuotannon aikaa: kohonneita pitoisuuksia ilmeni Pitkäviirin, Kaunissaaren, Rankin ja Velpperkarin pisteillä (KYVY-10, 66, KYVY-2, ja KYVY-12).



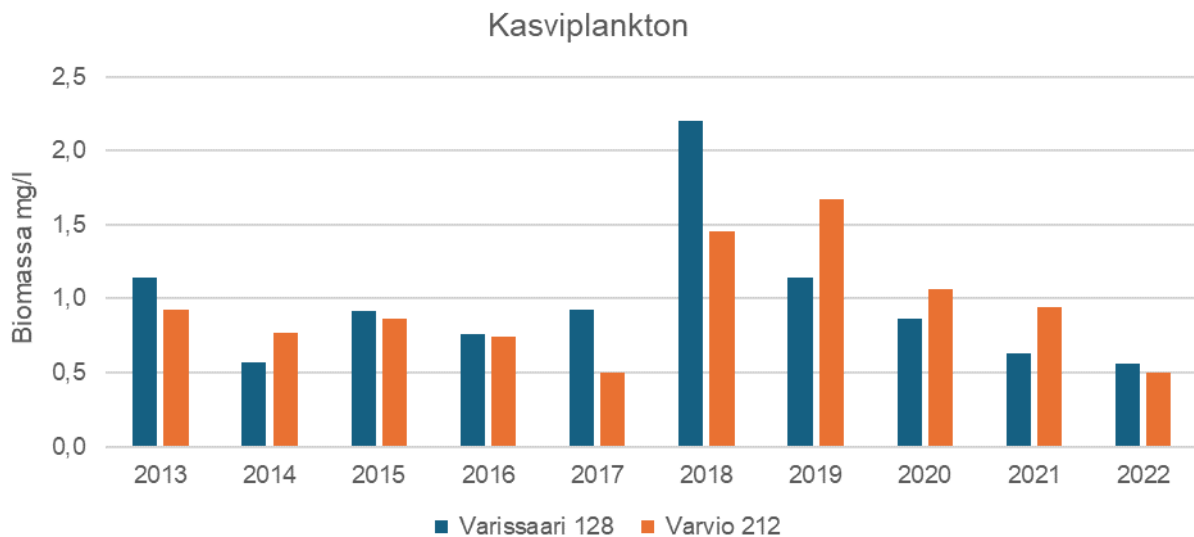
Kuva 36. Ulkomerellä sijaitsevien näytepisteiden klorofylli-a:n heinä-elokuun keskiarvot. Näytepisteet x-akselilla ovat lännestä itään. Ylemmässä kuvassa vuodet 2010–2015 ja alemmassa 2016–2022. Ylempi, tummasininen katkoviiva kuvaa tyydyttävän ja välttävän ekologisten luokan rajaa, 7,5 µg/l ja alempi punaruskea, hyvän ja tyydyttävän luokan rajaa, 3,5 µg/l.

## 5.6.2 Kasviplankton

Kasviplanktonin biomassa oli korkein Varissaaressa (128) kesällä 2018 sekä Varviossa (212) kesinä 2018 ja 2019 (Kuva 37). Keskimäärin kasviplanktonia oli Varissaaren näytepaikalla 0,97 mg/l, ja vaihteluväli oli 0,56-2,20 mg/l). Varviossa keskipitoisuus oli 0,94 mg/l ja vaihteluväli 0,5-1,46 mg/l.

Heinäkuussa 2018 valtalaji oli *Aphanizomenon*-sinilevä. Varissaaressa sinileviä oli 60 % kokonaisbiomassasta ja Varviossa 48 %. Elokuussa *Skeletonema marinoi*-piilevää esiintyi kummallakin alueella ja se muodosti 84 % koko biomassasta. Suomenlahden sinilevätilanne oli pahin vuonna 2018, ja sinileviä esiintyi eniten heinäkuun puolivälissä.

Heinäkuussa 2019 biomassajakauma useiden eri leväryhmien kesken oli tasainen. Alueella esiintyi sini-, nielu-, pii- ja suomuviherleviä. Elokuussa 2019 näytepaikoilla esiintyi *Mesodinium rubrum* -ripsieläintä ja Varviossa lisäksi panssarisiimaleviä (esim *Dinophysis acuminata*) ja piileviä (esim *Actinocyclus octonarius*).



Kuva 37. Kasviplanktonin biomassa Varissaaren(128) ja Varvion(212) näytepaikoilla 2013-2022. Kuva on laadittu Tmi Zwerverin määrittysaineiston perusteella.

## 5.7 VESISTÖN HYGIEENINEN TILA

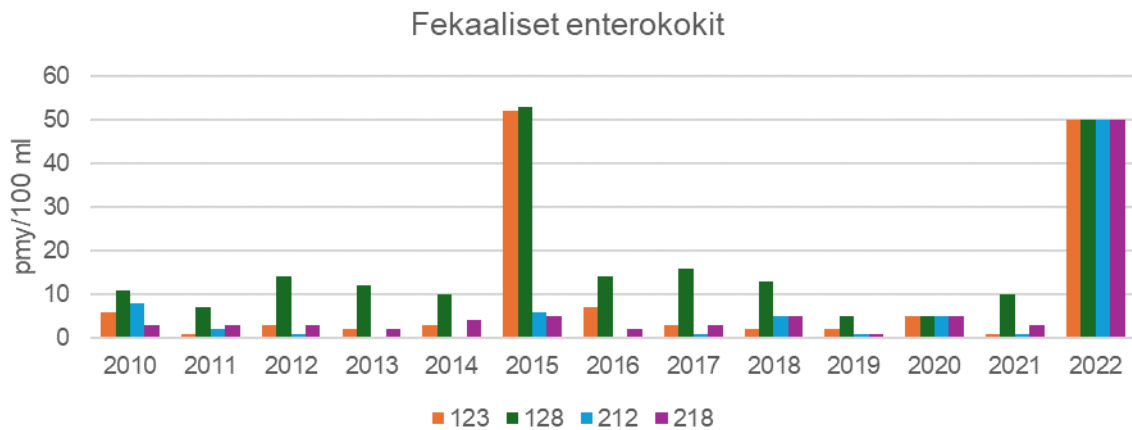
Bakteereja, fekaaliset streptokokit ja enterokokit, seurattiin merialueen yhteistarkkailussa vuosina 2010–2012 ja vuodesta 2012 alkaen tutkittiin myös *Escherichia coli*-bakteerin esiintymistä. Mussalon itäpuolen havaintopaikalta 96 bakteerinäytteitä otettiin vuosittain kuusi kertaa: helmikuussa ja touko-syyskuussa. Intensiivisen tarkkailun havaintopaikoilta 123, 128, 218 ja 212 bakteerinäytteet otettiin yhdeksän kertaa touko-syyskuussa. Lisäksi joka heinäkuu enterokokit ja *E. coli* tutkittiin kaikilta tarkkailun havaintopaikalta. Tässä pitkäaikaistarkastelussa vesistön hygieenisistä tilaa on kuvattu ensisijassa Mussalon ja intensiivipisteiden hygieenisen laadun kautta.

Enterokokkibakteereja esiintyi Kotkan edustalla eniten Varissaaren havaintopaikalla 128. Alle 10 pmy/100 ml pitoisuudet ovat pieniä eivätkä merkittävästi heikennä vesistön

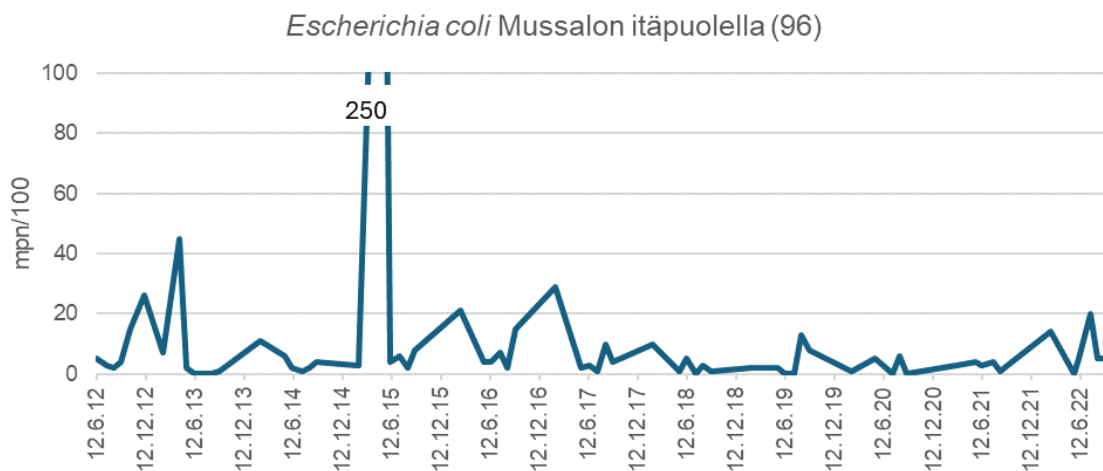
hygieenistä laatua. Vuosien 2015 ja 2022 yli 50 pmy/100 ml kohonneet pitoisuudet indikoivat lievää ulosteperäisestä kuormitusta (Kuva 38).

Mussalon itäpuolella (96) *E. coli*-bakteerien suurin pitoisuus, >250 mpn/100 ml todettiin toukokuussa 2015 (Kuva 39). Tuolloin myös enterokokkien pitoisuus oli kohonnut ja merialueen hygieenisen laadun heikkeneminen näkyi myös Lellerin enterokokkipitoisuuden nousuna. Samaan aikaan levätuotanto alueella oli voimakasta.

Yhteistarkkailun rannikonäytteissä *E.coli*-bakteereja todettiin useimmin pisteellä 139 ja 133. Kohonneita pitoisuuksia esiintyi harvemmin pisteillä 100 ja 104. Näillä paikoilla suurin todettu pitoisuus jäi yleensä tasolle 10 pmy/100 ml. Yksittäisen kerran enterokokkeja oli 20–30 pmy /100 ml. Hallanväylältä (156) todettiin heinäkuussa 2022 kohonnut enterokokkimäärä, 80 pmy/100 ml. Muilla rannikon pisteillä tai saaristossa, *E. coli*-bakteereja oli vain harvoin, yksittäisiä kappaleita. Ulkomerellä *Escherichia coli*-bakteeria ei tavattu koskaan vuosina 2010–2022.



Kuva 38. Fekaalisten enterokokkien pitoisuudet intensiivisen tarkkailun pisteillä Kotkan ja Haminan edustalla vuosina 2010–2022.



Kuva 39. *Escherichia coli*-bakteerin pitoisuudet Mussalon itäpuolella, 96, vuosina 2010-2022.

## 6 MERIALUEEN POHJAEÄINTUTKIMUKSET

### 6.1 AINEISTO

Velvoitetarkkailututkimuksiin kuuluvat laajat pohjaeläintutkimukset Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueella alkoivat 1981, jolloin Haminan alue ei vielä ollut mukana. 1980-luvulla tutkimukset vakiintuivat viiden vuoden välein tehtäviksi. Vuonna 1992 näyteasemaverkosto laajeni ulkosaariston alueelle. Laajana tutkimusvuotena 2007 tutkimusasemia oli vielä 58 kpl mutta vuodesta 2012 alkaen enää 45 kpl. Lisäksi vuodesta 1993 lähtien ns. intensiiviasemilta on otettu näytteet joka vuosi. Intensiivilinjojen näyteasemien lukumäärä Kotkan edustalla oli aluksi seitsemän asemaa ja nykyisin niitä on kuusi. Haminan edustalla asemien määrä väheni viidestä neljään. Pohjaeläinnäytteet otetaan pehmeiltä liejupohjilta.

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialue muuttuu sisälahti-ulkosaaristo-gradientilla, mikä näkyy alueen pohjaeläimistössä. Syvyyden kasvaessa muuttuvat myös suolaisuus-, lämpötila-, rehevyys- ja happiolot. Lisäksi ajoittaiset suolaisuuspulssit vaikuttavat vedenlaatuun ja edelleen pohjaeliöstön elinolosuhteisiin ja siten lajistoon ja sen menestymiseen.

BBI-indeksin (Brachis water Benthic Index) mukaan tarkkailualueen vesimuodostumien pohjien ekologinen tila oli vuonna 2012 enimmäkseen joko huono tai välttävä, 2017 enimmäkseen välttävä–tydyttävä ja 2022 enimmäkseen tyydyttävä–hyvä. BBI-indeksin mukaan pohjan ekologinen tila on tarkkailualueella parantunut yleisesti 2000-luvulla sekä laajojen tutkimusvuosien että intensiiviasemien tulosten perusteella.

### 6.2 POHJAEÄIMET 2010–2022

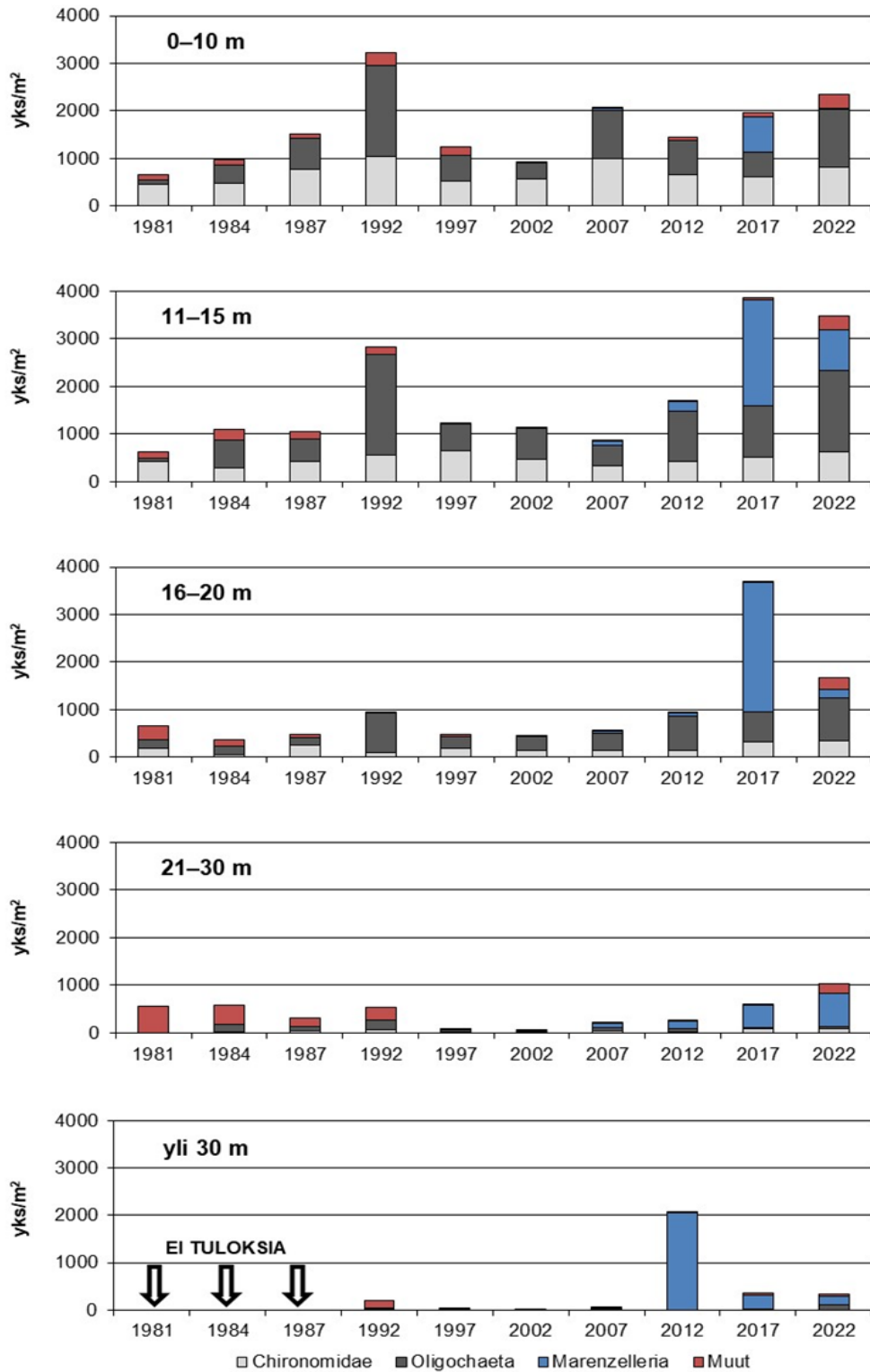
Aiemmassa pitkäaikaisraportissa (Kymijoen vesi ja ympäristö 2011) todettiin pohjien tilan olleen huono Kymijoen lähialueella ja rannikon teollisuuden lähikuormitusalueilla 1990-luvulla. Vuosituhannen vaihteessa syvempien näyteasemien pohjat olivat kuolleita tai pohjaeläimistöltään hyvin niukkoja. 2000-luvun alussa lajisto muuttui rannikon lähistöllä vaateliaampaan suuntaan ja myös ulkomerellä pohjan tila parani. Ulkomerellä kuolleita pohjia oli 11 näyteasemalla vuonna 1997 ja seitsemällä asemalla vuonna 2007. Vuosina 2012, 2017 ja 2022 laajojen pohjaeläintutkimusten kaikilla asemilla oli ohuen, hapellisen pintasedimentin alla eriasteisesti tummaa tai mustaa sulfidiliejuja tai sulfidiraitoja. Erityisesti 20 m syvemmillä näyteasemilla lieju haisi lievästi rikkivedylle. Kuitenkin em. vuosina kaikilla pohjilla esiintyi makrofaunaa.

Matalalla rannikkoalueella pohjaeläimistö koostuu nykyään lähes täysin makean veden surviaissäskentoukista ja harvasukasmadoista. Tämän vyöhykkeen selkeät valtalajit olivat vuosina 2012, 2017 ja 2022 rehevän pohjan harvasukasmadot *Potamothrix* ja *Tubifex* sekä *Chironomus*- ja *Procladius* -suvun surviaissäskentoukat. Matalilla lahtialueilla oli paikoin runsaasti myös *Limnodrilus*-harvasukasmatoa. *Marenzelleria*-monisukasmatoa esiintyi sisäsaariston syvänteissä paikoin runsaasti. Sen nuoruusasteita oli jopa 7300 yks/m<sup>2</sup> vuonna 2022, kun muiden pohjaeläinten yksiömäärät jäivät alle 3000 yks/m<sup>2</sup>. Vuosina 2017 ja 2022 lajisto oli monipuolisinta ja mesotrofisinta Kymijoen lähivaikutuspiirissä, Ahvenkoskelahdella ja Langinkosken edustalla. Niukinta

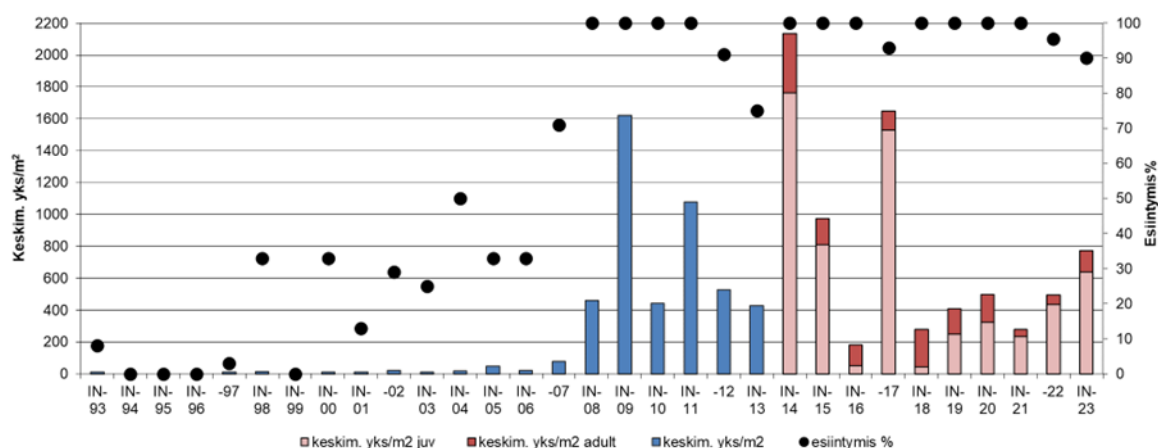
pohjaeläimistö oli sisäsaariston erillisissä syvänealtaissa ja syvemmän merialueen reuna-alueilla (Kuva 40).

Entisten avainlajien, valkokatkan ja liejusimpukan, taantuessa Suomenlahdelle 1990-luvulla levinnyt tulokaslaji *Marenzelleria*-monisukasmato lisääntyi rajusti tutkimusalueella (Kuva 41). Lajia tavattiin velvoitetarkkailututkimuksissa ensimmäisen kerran vuonna 1993. Aluksi yksilötiheydet pysyivät varsin pieninä, ja selvä runsastuminen alkoi vuonna 2007. Vuoden 2009 intensiiviasematutkimuksessa lajia oli runsaimmillaan jo lähes 4000 yksilöä neliometrillä. Vuosina 2002 ja 2012 *Marenzellerian* tiheydet olivat suurimmat yli 30 metrin syvyydessä, missä pohjaeläimistö oli aikaisempina vuosina ollut hyvin niukkaa tai puuttunut täysin (Kuva 41). Ulkosaariston syvillä liejupohjilla *Marenzelleria*-monisukasmatoja esiintyi yli 30 m syvänteissä jopa yli 4000 yks/m<sup>2</sup> tiheyksinä vuonna 2012. Vuonna 2017 ulkosaariston alueella lajin yksilötiheydet olivat pienentyneet ja *Marenzelleriat* olivat enimmäkseen aikuisia matoja. Vuosina 2017 ja 2022 ulkosaariston syvillä pohjilla esiintyi valtalajin eli *Marenzellerian* lisäksi *Naididae*-harvasukasmatoja, raakkuäyriäisiä, valkokatkoja ja kilkkejä yksilömäärien jäädessä kuitenkin aika vähäisiksi.

Sisäsaaristossa vuosina 2017 ja 2022 *Marenzelleria* oli yksilömäärältään runsain laji useimmilla näytepaikoilla. Vuonna 2017 lajin nuoria yksilöitä esiintyi erityisen runsaasti 10–19 metrin syvyysvyöhykkeellä ja vastaavasti vuonna 2022 suurimmat juveniilien yksilötiheydet, eli yli 2000 yks/m<sup>2</sup>, havaittiin 12,5–28 metrin syvyydessä.



Kuva 40. Pohjaeläinten keskimääräiset tiheydet (yks/m<sup>2</sup>) tarkkailualueen eri syvyyssvyöhykkeillä laajan tutkimuksen vuosina 1981–2022. Ryhmän ”Muut” tärkeimmät lajit ovat olleet liejusimpukka (*Macoma balthica*) ja valkokatka (*Monoporeia affinis*) sekä vuonna 2022 myös raakkuäyriäinen (*Ostracoda*) ja vieraslaji japaninkuoppäyriäinen (*Nippoleucon hinumensis*).

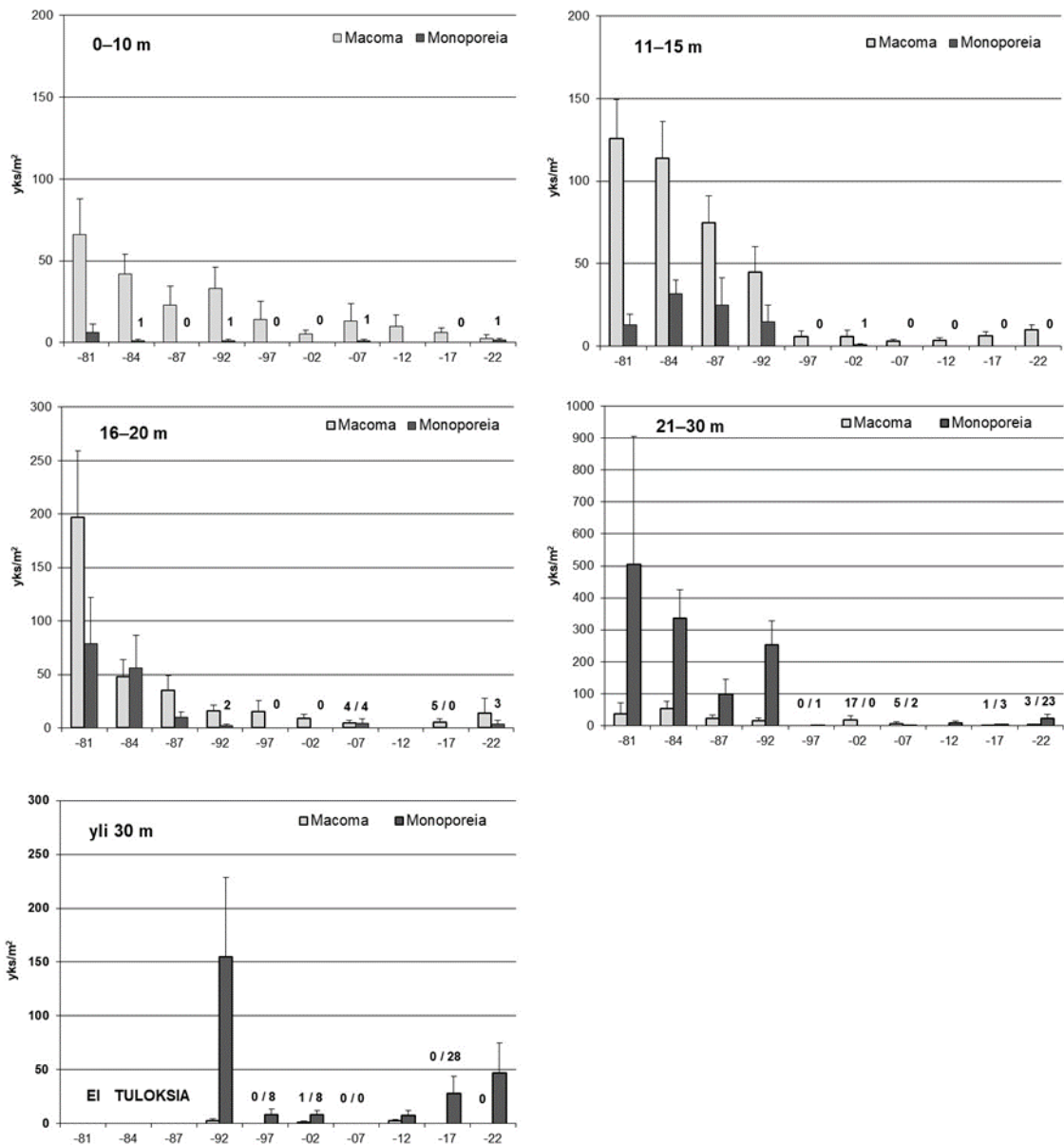


Kuva 41. *Marenzelleria monisukasmadon* keskimääräinen yksilömäärä ja esiintymis-% 1993–2022. Esiintymisen prosenttiosuus tarkoittaa niiden asemien lukumäärää, joilla *Marenzelleria* tavattiin, suhteessa asemien kokonaismäärään. Vuoteen 2013 asti on esitetty *Marenzelleria*-matojen kokonaistiheys (yks/m<sup>2</sup>), ja vuodesta 2014 lähtien erikseen *Marenzelleria* juveniilien (pituus 1,5–4 mm) ja aikuisten (pituus yli 5 mm) keskimääräiset yksilötiheydet.

*Marenzelleria*-monisukasmatojen esiintymiseen vaikuttaa näytteenoton ajankohta. Eri *Marenzelleria*-lajien toukat laskeutuvat pohjaan eri vuodenaikaan, joten sisä- ja ulkosaariston *Marenzelleriat* ovat mitä todennäköisemmin eri lajeja. Monisukamato kestää hyvin hapettomia olosuhteita ja pohjasedimenttiä möyhiessään se vaikuttaa pohjan bioturbaatioon. Tästä voi seurata joko fosforin pidätyskyvyn paranemista hapettomilla pohjilla tai pidätyskyvyn heikkenemistä happitilanteeltaan kohtalaisilla alueilla. Kansallisessa vieraslajistrategiassa (Maa- ja metsätalousministeriö 2012) *Marenzelleria* (liejuputkimato) on nimetty haittaa aiheuttavaksi vieraslajiksi.

Suomenlahden rannikkoalueen luontaiset ns. avainlajit, liejusimpukka (*Macoma baltica*) ja valkokatka (*Monoporeia affinis*), voivat edelleen huonosti tutkimusalueella. Liejusimpukan kanta taantui vähitellen 1980-luvulla, ja valkokatkan kanta romahti 1990-luvun puolivälissä (Kuva 42). Näiden lajien taantuminen liittyi heikkoon happitilanteeseen, pohjan yleiseen huonoon tilaan sekä myös suolapitoisuuden vähenemiseen.

Ulkomeren syvänteissä valkokatkaa tavattiin vielä 1992 useilla asemilla, vaikka monella näyteasemalla pohja oli tuolloin jo kuollutta. Vuoden 2007 tutkimuksessa valkokatkaa ei tavattu ainuttakaan yksilöä syvillä näyteasemilla, vuonna 2012 sitä esiintyi muutamia yksilöitä kolmella asemalla ja vuonna 2017 seitsemällä näyteasemalla. Kahdella näyteasemalla yksilömäärä oli noin 100 yks/m<sup>2</sup>. Happitilanteen paranemisen myötä vuonna 2022 valkokatkaa havaittiin jo 12 näytepaikalla, joista kolmella yksilömäärät olivat yli 150 yks/m<sup>2</sup>.



Kuva 42. Liejusimpukan (*Macoma baltica*) ja valkokatkan (*Monoporeia affinis*) esiintyminen (yks/m<sup>2</sup>) eri syvyyssvyöhykkeillä (keskiarvo + keskivirhe).

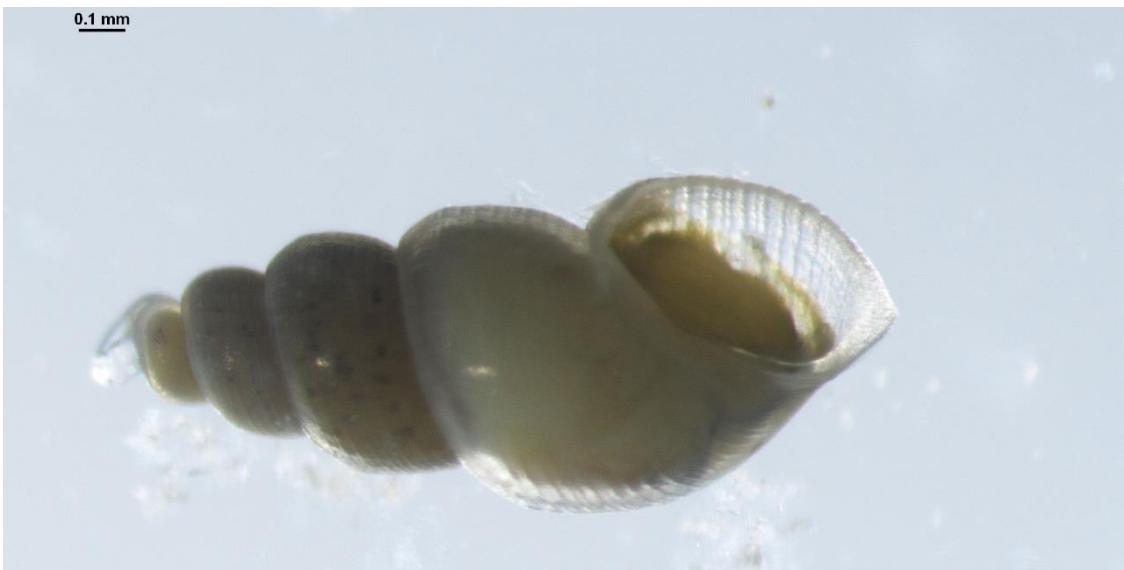
### 6.3 VIERASLAJIEN ESIINTYMINEN

Edellä esitellyn *Marenzelleria*-monisukasmadon lisäksi tutkimusalueella on tavattu myös muita vieraslajeja.

Uusi vieraslaji, japaninkuoppaäyriäinen, *Nippoleucon hinumensis*, (Kuva 43) havaittiin ensimmäisen kerran Suomessa vuonna 2021 Kotkan Lehmäsaaren näyteasemalla K-17. Laji tunnistettiin merialueen pohjaeläintarkkailun näytteestä, missä äyriäisiä oli kaksi kappaletta. Vuonna 2022 japaninkuoppaäyriäistä esiintyi Kotkan kahdeksalla ja Haminan yhdellä näytepaikalla runsaasti. Suurin yksilöitiheys oli 1074 yks/m<sup>2</sup>. Vuonna 2023 lajin esiintymisalue Kotkan edustalla supistui: näytteet otettiin 10 intensiiviasemalta, joista laji

havaittiin vain neljällä näyteasemalla. Japaninkuoppaäyriäisen yksilötiheydet vaihtelivat välillä 43–346 yks/m<sup>2</sup>.

Japaninkuoppaäyriäinen on kotoisin Kaukoidästä, Tyynenmeren rannikolta. Sen menestymisestä Suomen rannikolla tai mahdollisista vaikutuksista alkuperäislajeihin ei ole vielä tietoa (Anttila-Huhtinen & Könönen 2022).



Kuva 43. Tarkkailualueelta löydettyjä vieraslajeja: japaninkuoppaäyriäinen ja kuultokierteohiskotilo. © Kymijoen vesi ja ympäristö ry

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueella on em. lajien lisäksi tavattu useita vieraslajeja joko yhteistarkkailun pohjaeläintutkimuksissa tai muissa alueella tehdyissä tutkimuksissa. Rangia- eli kiilasimpukka, villasaksirapu ja kuultokierteohiskotilo ovat uusimpia Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueella tavattuja vieraslajeja (Taulukko 24).

Villasaksirapu on kotoisin Itä-Aasiasta. Se on säädetty haitalliseksi vieraslajiksi koko EU:n alueella. Suomen ensimmäisen villasaksiravun löysivät kalastajat verkostaan 1933

Viipurinlahdella. Villasaksiravusta on asiantuntijoiden varmistamia havaintoja Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueelta 2020-luvulta. Villasaksiravun elinkierto on kuuluu vaellus. Se lisääntyy meressä ja vaelttaa jokiin ja järviin kasvamaan. Villasaksirapu ei pysty lisääntymään Itämeren alhaisessa suolapitoisuudessa, mutta ilmeisesti laivaliikenteen mukana kulkeutuneita rapuja havaitaan vuosittain.

Rangiasimpukka eli kiilasimpukka on kotoisin Meksikonlahdelta. Suomen ensimmäiset havainnot lajista tehtiin toukokuussa 2021 Loviisan edustan merialueella. Pyhtään ja Kotkan rannikolta on useita havaintoja sen jälkeen. Rangiasimpukat elävät kaivautuneena hiekkaan tai mutaan matalassa vedessä, pääasiassa alle 6 m syvyydessä. Täysikasvuisena se kestää suuria ympäristön suolapitoisuus- ja lämpötilavaihteluita.

Kuultokiertehiskotilo havaittiin Haminan vesillä ensi kerran jo vuonna 2013. Kotilo on pieni, vain 2–4 mm. Suomen havainnot ovat Loviisan, Pyhtään ja Haminan ulkosaariston matalilta, kovilta pohjilta, 0.5–5 metrin syvyydeltä. Suurimmat havaitut kotilotiheydet ovat olleet 4000 yksilöä neliömetrillä.

Taulukko 24. Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueella tavattuja vieraslajeja. Lähde: vieraslajit.fi

Vieraslaji	Suomalainen nimi
<i>Marenzelleria</i>	amerikansukasjalkainen
<i>Boccardiella ligERICA</i>	pikkuliejumato
<i>Cordylophora caspia</i>	kaspianpolyyyppi
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	vaeltajakotilo
<i>Murchisonella</i>	kuultokiertehiskotilo
<i>Dreissena polymorpha</i>	vaeltajasimpukka
<i>Mytilopsis leucophaeta</i>	valesinisimpukka
<i>Rangia cuneata</i>	kiilasimpukka
<i>Amphibalanus improvisus</i>	merirokko
<i>Hemimysis anomala</i>	kaspianmassiainen
<i>Gammarus tigrinus</i>	tiikerikatka
<i>Paleomon elegans</i>	sirokatkarapu
<i>Nippoleucon hinumensis</i>	japaninkuoppaäyriäinen
<i>Eriocheir sinensis</i>	villasaksirapu

## 7 KALATALOUS

### 7.1 AINEISTO

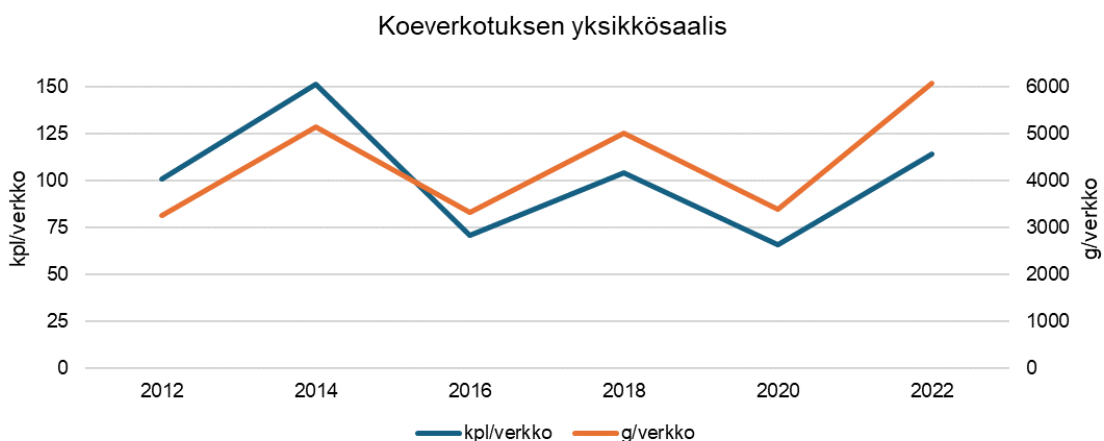
Kymijoen alaosan ja sen edustan merialueen kalataloudellinen yhteistarkkailu käynnistyi vuonna 1993. Vuodesta 1999 alkaen tarkkailusta on kokonaisuudessaan vastannut Kymijoen vesi ja ympäristö ry. Merialueen kalastoa ja kalastusta tarkasteltiin edellisessä merialueen 2000–2009 pitkäaikaisraportissa. 2010-luvulla kalataloudellista tarkkailua toteutettiin vuosina 2007 ja 2017 laadittujen ohjelmien mukaisesti (Raunio 2007, 2017). Uusin tarkkailuohjelma on hyväksytty vuosille 2022–2026 (Raunio 2022). 2010-luvulla vuosittaista kalataloudellista tarkkailua on toteutettu kulloinkin voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti ja niistä on laadittu vuosittaiset yhteenvetoraportit.

Kymijoen ja sen edustan merialueen kalataloudellisen yhteistarkkailun menetelmät, tutkimusalueet ja päämäärät ovat vuosien myötä muuttuneet. Tässä yhteenvedossa on keskitytty niihin tarkkailun osatutkimuksiin, jotka ovat osa nykyistä tarkkailuohjelmaa ja joista on myös pidemmän ajanjakson vertailukelpoista aineistoa.

### 7.2 MERIALUEEN VERKKOKOEKALASTUKSET

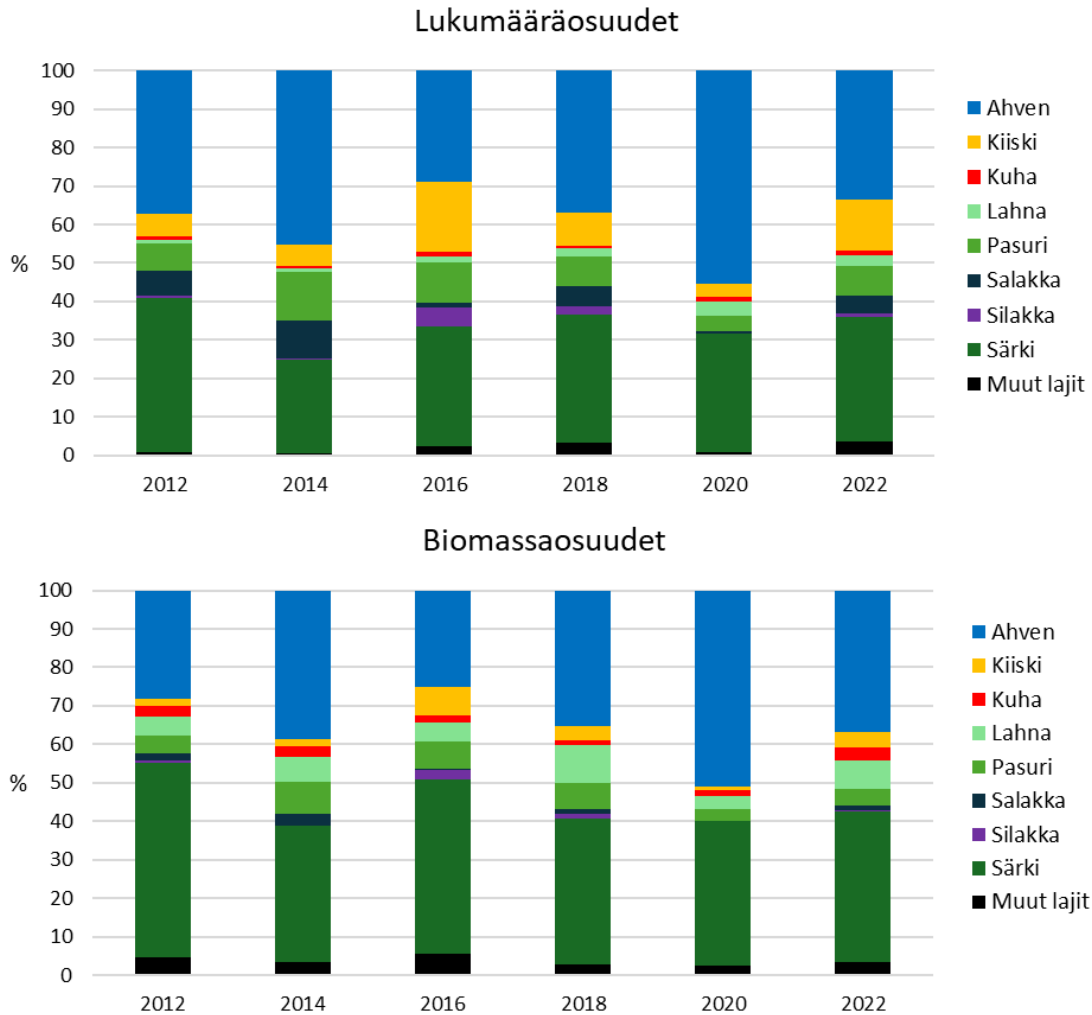
Kymijoen edustan merialueen kalaston rakennetta tarkkaillaan joka toinen vuosi tehtävin verkkokoeikalastuksin. Nykyiset tutkimusalueet Kotkan edustalta arvottiin vuonna 2012. Koekalastuksessa on käytetty COASTAL-koeverkkoja ja verkkovuorokausia on ollut yhteensä 30 kpl/vuosi. Koeverkoissa ovat edustettuina määrätyt solmuvälit väliltä 10–60 mm.

Lukumäärällisesti eniten kalaa saatiin vuoden 2014 koeverkotuksissa, jolloin kaloja oli keskimäärin 152 kpl/koeverkko. Biomassaltaan suurin yksikkösaalis, keskimäärin 6,1 kg/verkko, tuli vuonna 2022 (Kuva 44). Selvää muutossuuntaa saaliin määrässä tai biomassassa ei kymmenen vuoden aikana ilmennyt.



Kuva 44. Kotkan edustan koeverkkokalastusten keskimääräiset kappalemäärät ja biomassat 2012–2022.

Kotkan edustan koeverkkoosaaliissa ahvenet ja särjet ovat olleet yleisimpiä lajeja kaikkina vuosina niin lukumäärältään kuin biomassaltaan (Kuva 45). Muita yleisiä lajeja on ollut pasuri, kiiski ja lahna. Aineistossa on nähtävissä pientä ahvenkalojen runsastumista ja särkikalajien vähenemistä. Lohikalajien osuus saaliismäärästä on hyvin pieni, varsinkin kun lohta tai taimenta ei ole kertaakaan saatu saaliiksi koeverkotuksissa.



Kuva 45. Kotkan edustan koeverkkokalastusten yleisimpien lajien kappalemäärien ja biomassan osuudet koeverkkoosaaliista 2012–2022.

Eri lajien saalismäärissä on runsaasti vaihtelua eri koekalastusvuosien välillä (Taulukko 25). Kaikkiaan Kotkan edustan koekalastuksissa on tavattu 24 lajia, joista seitsemää vain yksittäisenä vuotena. Joka vuosi havaittuja lajeja on ollut yksitoista. Saalismääristä on nähtävissä esimerkiksi vieraslaji mustatäplätokkon saapuminen tutkimusalueelle ja sen lisääntyminen.

*Taulukko 25. Koeverkkosaaliin lajikohtaiset kappalemäärät eri koekalastusvuosina.*

	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Ahven	1 124	2 062	610	1 152	1 094	1 149
Hauki	3	1		2		3
Kampela				1		
Kiiski	175	239	389	270	69	450
Kilohaili	4	1	17	41	1	39
Kivisimppu		1				
Kuha	35	37	28	19	24	49
Kuore	2	2	6	50	2	20
Lahna	28	46	33	67	72	94
Muikku			1			
Mustatokko			1	1		6
Mustatäplätokko				2	8	21
Pasuri	212	569	217	242	75	257
Salakka	198	454	29	166	12	161
Seipi	3			1		3
Siika		1	2			
Silakka	20	3	105	64		31
Sorva			2			
Suutari					1	
Särki	1 210	1 109	658	1 036	610	1 111
Säyne					1	
Toutain						1
Turpa	6	14	14	3	3	10
Vimpa	6	6	10	6	2	18

### 7.3 KALASTUSTIEDUSTELUT

Merialueen kalastustiedustelut ovat olleet menetelmiltään samankaltaisia, ja vertailukelpoisia tiedusteluja on 2000-luvulta alkaen (Kymijoen vesi ja ympäristö 2011). Seuraavassa tarkastelussa keskitytään 2010-luvun tiedustelujen tuloksiin.

Pyhtää-Kotka-Hamina merialueen kalastustiedustelut toteutettiin vuosina 2010–2022 neljästi väestökisteriin perustuvina satunnaisotantoina. Tiedustelulomake lähetettiin 2275 taloudelle vuonna 2012, 2300 taloudelle vuonna 2015 sekä 1500 taloudelle vuosina 2019 ja 2023.

Tulosten perusteella arvioidut vuosittaiset kokonaissaaliit ja kalastajien määrät vähenivät huomattavasti. Aluekohtaiset kokonaissaaliit ovat nykyisin noin 100 t kg/a (Taulukko 26). Vaihtelu liittyy arvioituun kalastajien kokonaismäärään, jossa on niin ikään ollut samankaltaista vuosivälistä vaihtelua (Taulukko 27).

Taulukko 26. Merialueen vapaa-ajan kalastajien arvioidut kokonaissaaliit (kg) vuosina 2012, 2015, 2018 ja 2022.

Vuosi	Pyhtää	Kotka	Hamina
2012	24 000	179 000	47 000
2015	189 000	92 000	84 000
2018	81 000	30 000	Ei tutkittu vuonna 2018
2022	48 000	54 000	Ei tutkittu vuonna 2022

Taulukko 27. Merialueen vapaa-ajan kalastajien arvioidut kokonaismäärät (ruokakuntaa) vuosina 2012, 2015, 2018 ja 2022.

Vuosi	Pyhtää	Kotka	Hamina/Summa*
2012	379	2124	325
2015	1334	2905	419*
2018	594	2028	Ei tutkittu vuonna 2018
2022	521	1850	Ei tutkittu vuonna 2022

Merialueen vapaa-ajan kalastajien saalislajistot eroavat alueellisesti ja ajallisesti melko vähän toisistaan (Taulukko 28). Ahven, hauki ja särki olivat keskeisimpiä saalislajeja, mutta muiden lajien, kuten silakan, osuudet kokonaissaaliista vaihtelivat enemmän. Lohikalojen osuus kokonaissaaliista on ollut pieni. Siika nousi vuonna 2009 Kotkan alueella ensimmäistä kertaa yleisimpien saalislajien joukkoon ja oli siinä myös vuonna 2022. Haminan (Summan) saalistilastoissa kuhaa esiintyi muita alueita suurempina osuuksina vuosina 2012 ja 2015.

Pyyntimuodoissa ei vuosikymmenen aikana tapahtunut merkittäviä muutoksia. Pyhtään ja Kotkan edustoilla käytettiin eniten solmuväliltään 40–50 mm verkkoja, mutta Summan edustalla lähinnä harvoja > 50 mm verkkoja. Vapakalastus ongella, pilkillä ja uistimella sekä katiskakalastus olivat keskeisiä pyyntimuotoja merialueen vapaa-ajan kalastuksessa.

Taulukko 28. Merialueen vapaa-ajan kalastajien yleisimmät saalislajit vuosina 2012, 2015, 2018 ja 2022.

Vuosi	Pyhtää	Kotka	Hamina
2012	ahven 29 %	ahven 22 %	silakka 22 %
	kuha 16 %	silakka 20 %	kuha 19 %
	särki 14 %	lahna 16 %	ahven 16 %
	hauki 11 %	särki 12 %	särki 11 %
	lahna 10 %		
2015	ahven 20 %	ahven 21 %	lahna 27 %
	särki 16 %	särki 13 %	särki 20 %
	hauki ja lahna 14 %	lahna ja kuha 12 %	kuha 18 %
	kuha 11 %		hauki 10 %
2018	särki 21 %	ahven ja silakka 19 %	Ei tutkittu vuonna 2018
	ahven 18 %	lahna 17 %	
	silakka 17 %	hauki 14 %	
	hauki 14 %	särki 13 %	
	lahna 11 %		
2022	hauki 32 %	ahven 32 %	Ei tutkittu vuonna 2022
	ahven 25 %	siika 15 %	
	särki 15 %	silakka 13 %	
	lahna 13 %		

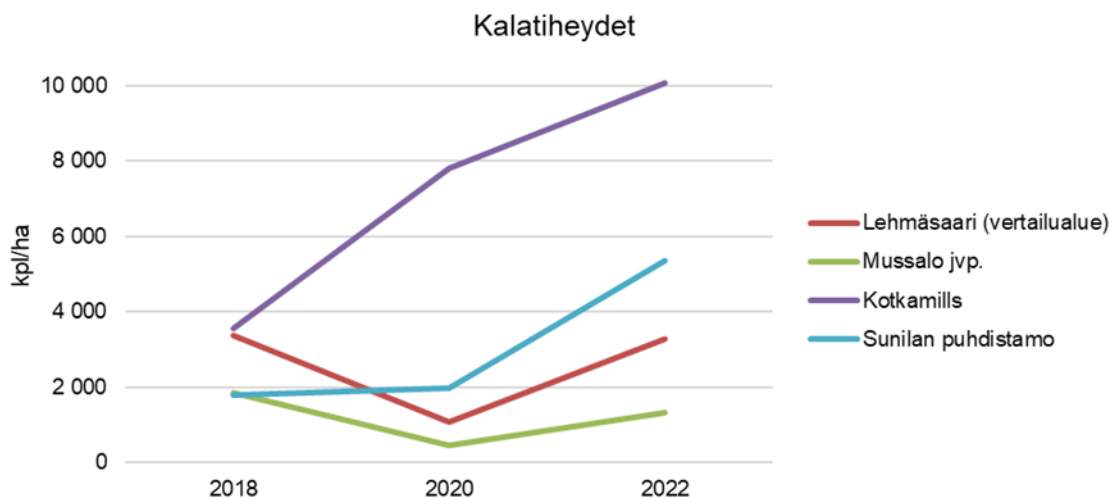
2000-luvulla pyydysten limoittuminen ja levähaitat koettiin merkittävimiksi kalastusta haittaaviksi tekijöiksi Pyhtää-Kotka-Hamina merialueella. Vuosien 2012, 2015 ja 2018 tiedusteluissa kohtalaiseksi tai merkittäväksi haitaksi arvioitiin erityisesti vähäarvoisten kalalajien runsaus, levähaitat, huonot saaliit sekä pyydysten likaantuminen. Vuoden 2022 tiedustelussa hylkeet ja merimetsot nousivat eniten kalastusta haittaaviksi tekijöiksi aiemmin mainittujen lisäksi.

#### 7.4 KAIKULUOTAUKSET

Merialueen koeverkkokalastusten yhteydessä on tehty kalakaikuluotauksia vuodesta 2018 alkaen. Luotaukset on suoritettu Kotkan edustan jätevesikuormittajien tuntumassa sekä Lehmäsaaren vertailualueella. Työssä on käytetty Simrad EK15, 200 kHz:n ns. single beam -luotainta, jolla on ajettu noin kilometrin pituiset luotauslinjat kullakin alueella. Aineiston jälkikäsitellyssä on hyödynnetty Sonar 5 -ohjelmistoa, jonka avulla tuloksista on laskettu kalatiheys/ha. Minimikohdevoimakkuutena on käytetty -65 db ja luotausaineistosta on rajattu pohja ja sen yläpuolinen vesikerros (0,5 m - pohja) sekä pintaveden katvealue (0–2 m) analyysien ulkopuolelle.

Kotkan edustan merialueen kalatiheydet ovat vaihdelleet välillä 450–10 070 kpl/ha (Kuva 46). Suurimmat kalatiheydet on havaittu Kotkamillsin edustalta ja pienimmät Mussalon jätevedenpuhdistamon edustalta. Tiheyden alueellinen vaihtelu oli pienintä vuonna 2018. Muina vuosina Kotkamillsin edustan kalatiheydet ovat olleet selvästi muita alueita korkeammat. Kotkamillsin edustan aluetta lukuun ottamatta alueelliset vuosivaihtelut eivät ole olleet merkittäviä.

Kaikuluotausten perusteella kalasto koostuu suurelta osin alle 10 cm pituisista yksilöistä Kotkamillsin ja Sunilan puhdistamon edustalla, kun taas Lehmäsaarella ja Mussalon jätevedenpuhdistamon alueella havaittiin suhteessa enemmän suurempia kaloja vuosina 2020 ja 2022.



Kuva 46. Kaikuluotauksella määritetyt kalatiheydet kpl/ha Kotkan edustalla 2018–2022.

## 8 HAITALLISET AINEET

### 8.1 HAITALLISET AINEET VEDESSÄ

Vaarallisten ja haitallisten aineiden tarkkailu toteutettiin lokakuussa 2016 kertaluonteisesti Mussalon Ristiniemen edustalta (Suomenl Mussalo 096). Näyteasema on Mussalon jätevedenpuhdistamon lähialuetta, mutta kuitenkin jätevesien sekoittumisvyöhykkeen ulkopuolella. Näytteet otettiin 1 m pinnasta ja 1 m pohjan yläpuolelta (20 m).

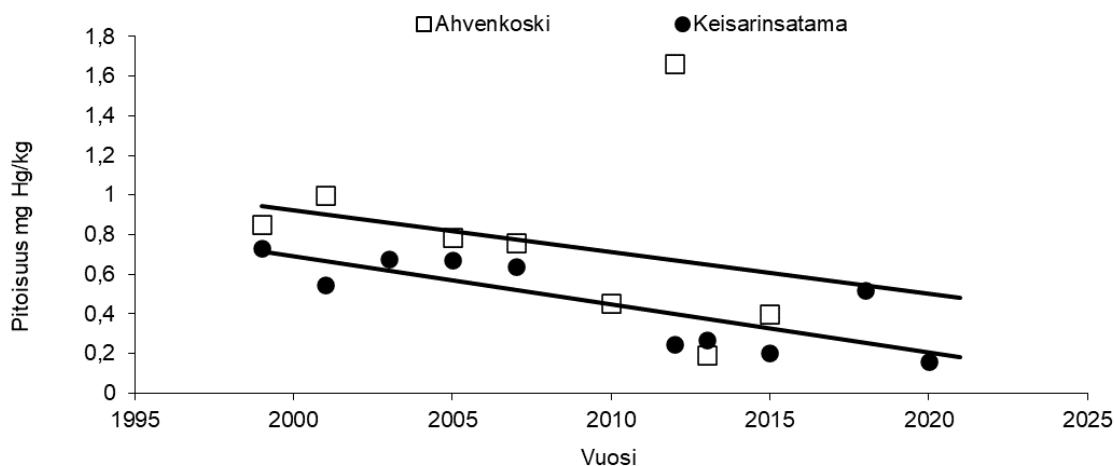
Alkyyylifenoleiden ja niiden etoksylaattien pitoisuudet olivat erittäin pieniä, alle laboratorion määritysrajan.

Näytteistä analysoitiin myös 50 eri lääkeainetta ja seitsemän erilaista hormonia. Näistä todettiin pieninä pitoisuuksina kofeiinia (lääkeaine) sekä progesteronia ja testosteronia (hormoneja). Lääkeaineista diklofeenakkia, karbamatsepiiniä ja trimetopriimiä oli näytteissä toteamisrajan ylittävää, mutta määritysrajan alittava pitoisuus.

### 8.2 HAITALLISET AINEET KALOISSA

Petokalojen elohopeatutkimukset ovat olleet yhteistarkkailun osana vuodesta 1999 lähtien, mutta näytealueet ja tutkittujen kalojen määrät ovat vaihdelleet. Merialueen yhtenäisemmät aineistot ovat Ahvenkosken ja Keisarinsataman alueilta.

Vuosituhanen vaihteessa haukien lihaksen elohopeapitoisuus oli enimmillään Ahvenkoskella 0,85 mg/kg ja Kotkan Keisarinsataman alueella 0,73 mg/kg (Kuva 47). Ahvenkosken sillan paalutus vuonna 2012 vapautti elohopeaa sedimentistä ja varsinkin yli kilogramman painoisista hauista mitattiin yli 2 mg/kg elohopeapitoisuuksia syyskuussa 2012 pyydetyistä näytekaloista. Keskimääräinen elohopeapitoisuus oli 1,66 mg/kg. Pitoisuusnousu Ahvenkoskella jäi lyhytaikaiseksi, sillä vuoden 2013 mittauksissa elohopeaa oli keskimäärin enää 0,19 mg/kg (n=8). Käyttökelpoisuuden raja-arvo 1 mg/kg (pitoisuuksien keskiarvona määriteltynä) ei ylity enää merialueella. Vuonna 2020 Keisarinsataman hauissa oli elohopeaa 0,16 mg/kg. Haukien elohopeapitoisuudet ovat laskeneet kaikilla alueilla, kun tarkastellaan vuosia 1999–2020. Vuosien ja alueiden välillä esiintyy edelleen suuria vaihteluita, mutta yleinen trendi on laskusuuntainen. Petokalojen elohopeapitoisuudet kasvavat kuitenkin nopeasti kalan iän ja koon myötä.



Kuva 47. Merialueen haukien keskimääräiset elohopeapitoisuudet vuosina 1999–2020 Ahvenkoskella ja Keisarinsatamassa.

### 8.3 HAITALLISET AINEET MERIALUEEN SEDIMENTEISSÄ

Suomessa sedimenttien metallien tai muiden haitallisten aineiden pitoisuuksille ei ole määritetty kansallisia ympäristölaatu normeja (EQS-arvoja) tai raja-arvoja. Sedimenttien haitta-aineiden pitoisuuksien raja-arvoina on sovellettu ympäristöministeriön ohjetta ruoppaus ja läjitysmassojenlaatu kriteereistä (YM 2015), vaikka niitä ei ole tarkoitettu paikallaan pysyvien sedimenttien pilaantuneisuuden tai puhdistustarpeen arviointiin, vaan ruoppausmassan meriläjäytuskelpoisuuden arviointiin.

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen sedimenteistä on yhteistarkkailuun liittyen tehty haitallisten aineiden tutkimuksia 1990-luvulta lähtien. Vuosina 1994–2003 tutkittiin pintasedimenttien metalli- ja ravinnepitoisuuksia. Vuonna 2009 tutkittiin Kymijoen edustan merisedimenteistä metalleja, orgaanisia tinayhdisteitä ja PAH-yhdisteitä sekä erillisenä selvityksenä orgaaniset tinayhdisteet Haminan sataman ja väylän puhdistusruopattavilta alueilta. Vuonna 2017 tutkittuja aineita olivat öljyhiilivedyt, PAH-yhdisteet, orgaaniset tinayhdisteet ja ftalaatit.

#### **Metallit**

Laajimmat metallitutkimukset Kymijoen edustan merialueelta tehtiin 1990- ja 2000-luvuilla. Sedimenttien metallipitoisuudet olivat korkeimpia Kotkan ja Haminan satamien edustoilta ja laivaväylien varsilla. Näillä alueilla kadmiumin, kromin, kuparin, lyijyn ja sinkin pitoisuudet olivat koholla; laaja-alaisemmin koholla olivat sinkin pitoisuudet. Elohopean pitoisuus laski vuosituhannen vaihteessa selkeästi Ahvenkoskenlahden sedimentissä. Kuorsalon ja Kuuttingin välisellä alueella elohopean pitoisuus sen sijaan nousi 2000-luvulla.

Vuonna 2009 pintasedimenttien elohopea- (Hg), kadmium- (Cd), lyijy- (Pb) ja sinkkipitoisuudet (Zn) olivat hieman pienempiä tai samaa tasoa kuin edellisellä tutkimuskerralla vuonna 2003. Vuonna 2009 pintasedimenttien Hg -pitoisuudet vaihtelivat välillä alle 0,05-0,48 mg/kg ka ja Cd -pitoisuudet alle 0,25-2,1 mg/kg ka. Ruoppaus- ja

läjityskelpoisuuden raja-arvoihin verrattuna elohopea- ja kadmiumpitoisuudet (normalisoidut arvot) ylittivät tason 1 (taso 1 = mahdollisesti pilaantuneet ruoppausmassat) raja-arvopitoisuudet useilla pisteillä.

### ***Orgaaniset tinayhdisteet 2009 ja 2017***

Merialueen pintasedimenttien orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuudet ja erilaisten tinayhdisteiden määrät nousivat vuosien 2009 ja 2017 välillä. Nousua ilmeni laivaväyliin lähialueilla ja erityisesti Hietasen satama-alueella.

Vuonna 2009 pintasedimentin tributyyliitin, TBT, absoluuttiset pitoisuudet vaihtelivat välillä 11–152 µg/kg ka ja samoilla alueilla todettiin myös kohonneita tributyyliitin hajoamistuotteita, mono- ja dibutyyliitinaa (MBT, DBT). Muita tinayhdisteitä esiintyi erittäin vähän vuoden 2009 tutkimuksissa. Kuitenkin jo tuolloin todettiin Haminan väylällä kohonnut trifenyylitinapitoisuus (16 µg/kg ka), mikä taso (14 µg/kg ka) säilyi vielä vuonna 2017.

Vuonna 2017 pintasedimentin tributyyliitin, TBT, absoluuttiset pitoisuudet vaihtelivat välillä 4,1–460 µg/kg ka. Hietasen sataman pintasedimentti oli voimakkaimmin pilaantunut tutkimusvuosien välillä. Vuonna 2009 sen tributyyliitin -pitoisuus oli 93 µg/kg ka, mutta vuonna 2017 jopa 460 µg/kg kuiva-ainetta. Vuoden 2017 normalisoitu pitoisuus, 447 µg/kg ka, ylitti ruoppaus- ja läjitysohjeen mukaisen pitoisuustason 2.

Pitoisuusnousua todettiin myös Kirkonmaan syvänteessä (32 m), missä pitoisuus kaksinkertaistui (92 -> 200 µg/kg). Vuoden 2017 normalisoitu pitoisuus oli 106 µg/kg ka, mikä vastaa ruoppaus- ja läjitysohjeen pitoisuustasoa 1C (lajitettävissä ns. hyvälle läjityspaikalle).

Kotkan edustan väyläalueella (syv. 16 m Kotkansaaren ja Kuutsalon välillä), mitatut ja normalisoidut tributyyliitinapitoisuudet olivat samaa tasoa vuosina 2009 ja 2017. Normalisoitu pitoisuus luokitti aseman pitoisuustasolle 1C kumpanakin vuonna. Myöskään Kotkanlahden TBT-pitoisuuksissa ei ilmennyt muutosta: pitoisuustaso oli 1B kumpanakin vuonna.

Lisääntyneitä organotinakuormitusta osoittavat myös muiden tinayhdisteiden pitoisuusnousut. Vuonna 2009 tetrabutyyliitinaa (TTBT), mono-oktyyliitinaa (MOT), dioktyyliitinaa (DOT) ja trisykloheksyyliitinaa (TCHT) ei todettu lainkaan määritysrajaa ylittäviä pitoisuuksia, mutta 2017 määritysraja ylittyi käytännössä kaikilla asemilla.

### ***Polyaromaattiset hiilivedyt 2009 ja 2017***

Tarkkailualueen pintasedimenteissä PAH-yhdisteiden summapitoisuudet vaihtelivat vuonna 2009 välillä 240–1100 µg/kg kuiva-ainetta kohti ja vuonna 2017 välillä 220–2200 µg/kg ka. Suurin pitoisuus todettiin Haminan sataman alueelta.

Vuonna 2009 Kotkanlahden ja Kotkansaaren edustalla PAH-summapitoisuudet olivat suurimpia. Määrällisesti eniten niillä esiintyi fluoranteeniä ja bentso(b)fluoranteeniä. Vuonna 2017 näiltä asemista PAH-yhdisteet määritettiin Kotkanlahdelta, jossa em.

yhdisteiden lisäksi todettiin kohonneita naftaleeni, fenantreeni ja pyreenipitoisuuksia, sekä bentso(a)antraseeni ja bentso(a) pyreenipitoisuuksia.

Hietasen sataman alueella PAH-yhdisteet ja pitoisuudet olivat hieman suurempia kuin Kotkanlahdella. Vuonna 2009 yhdisteiden summapitoisuus oli 880 µg/kg ka ja 1000 µg/kg ka vuonna 2017 Hietasen sataman alueella. Nousu johtui lähinnä fenantreenistä.

Kaunissaaren etelä-kaakkoispuolen näyteasemalla, PAH-pitoisuuksissa korostuivat bentso(b)fluoranteeni ja indeno(1,2,3-cd)pyreeni kumpanakin vuonna. Vuoteen 2009 verrattuna, asemalta todettiin vuonna 2017 useampia PAH-yhdisteitä ja korkeampia pitoisuuksia mm. antraseeniä, bentso(a)antraseeniä, fenantreeniä ja fluoranteeniä. Muutamien yhdisteiden pitoisuus oli seitsemän vuoden aikana laskenut; esimerkiksi bentso(k)fluoranteenin pitoisuuslasku oli 40 µg/kg ka.

Mussalon edustan näyteasemilla pyreenin ja fluoranteenin pitoisuus oli vertailuajanjaksolla noussut hieman. Muiden yhdisteiden pitoisuus oli pysynyt samalla tasolla tai jopa hieman laskenut.

Vuonna 2009 vain Kotkanlahdella ja Hietasen satamassa **normalisoidut pitoisuudet** olivat naftaleenin ja antraseenin osalta taustatasoa korkeampia. Vuonna 2017 normalisoidut bentso(a)antraseenin, bentso(g,h,i,)peryleenin, fluoranteenin, indeno(1,2,3-cd)pyreenin ja pyreenin pitoisuudet ylittivät pitoisuustaso 1B:n rajan ainoastaan Haminan sataman läheisellä näyteasemalla. Muiden näyteasemien normalisoidut PAH-pitoisuudet olivat tasolla 1A tai jopa täysin luonnontilaista pitoisuustasoa 1.

### ***Öljyhiilivedyt***

Öljyhiilivedyt tutkittiin Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueelta vain 2017. Korkeimmat pitoisuudet, noin 300–500 mg/kg ka, todettiin Kotkanlahden ja Hietasen sataman alueilta. Lähes 300 mg/kg ka-pitoisuuksia esiintyi Mussalon puhdistamon vaikutusalueella ja Uolionselän näyteasemalla. 13 näyteaseman keskimääräinen öljyhiilivety-pitoisuus oli 230 mg/kg ka.

### ***Ftalaatit***

Ftalaatit tutkittiin vuonna 2017 yhdeksältä näyteasemalta. Kohteet olivat alueen kuormittuneimmiksi tiedettyjä. Ainoastaan Kotkanlahden asemalla todettiin pieni DEHP (dietyyliheksyyliftalaatti)-pitoisuus.

### ***Alkyyliifenolit ja niiden etoksylaatit***

Alkyyliifenolit ja niiden etoksylaatit tutkittiin kahdelta alueelta vuonna 2009. 4-nonyyliifenolien pitoisuus jäi alle määrittämissä rajan.

## 9 YHTEENVETO

**Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen suurin kuormittaja** on Kymijoki. Tarkastelujakson 2010–2022 aikana Kymijoen osuus oli keskimäärin 76 % merialueelle tulevasta fosforikuormasta ja 87 % typpikuormasta. Keskimäärin Kymijoki toi mereen päivittäin 500 kg fosforia ja 16 000 kg typpeä. Kymijoen ainevirtaamat olivat 2010-luvun alussa suuremmat kuin vuosituhatosen alussa, mutta pientä ainevirtaaman laskua on 30 vuoden aikajänteellä nähtävissä.

Taasianjoen ainevirtaama kasvoi voimakkaimmin 2010-luvulla, mutta Vehkajoen ainevirtaama pysyi aiempien vuosien tasolla. Taasian-, Summan- ja Vehkajoen yhteenlaskettu fosforikuorma vastasi 15 %:a ja typpikuorma 10 %:ia mereen tulevasta kokonaiskuormasta.

Merialueelle kohdistuva pistekuormitus väheni voimakkaasti 1990-luvulla ja 2010-luvun taitteessa. Pistekuormitus pysyi 2010-luvulla melko tasaisena, ja keskimäärin pistekuormituksesta tuli merialueelle kiintoainesta 3 100 kg/d, fosforia 50 kg/d ja typpeä 550 kg/d. BOD- ja kiintoainekuorma ovat nykyisin murto-osa siitä, mitä ne olivat 1990-luvulla. 2000-luvulla teollisuuden osuus mereen päätyvästä fosforikuormasta oli 4 % ja typpikuormasta 1 %, mutta 2010-luvulla osuudet olivat 7 % fosforikuormasta ja 2 % typpikuormasta. Teollisuuden suhteellisen osuuden kasvu selittyy muun kuormituksen pienenemisellä.

Merialueen hygieeninen tila oli hyvä. Ulkomereltä *Esherichia coli*-bakteereja ei todettu lainkaan ja rannikon läheisyydessä bakteerien määrät jäivät yleensä pieniksi.

**Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen** tilaa vuosina 2010–2022 tarkasteltiin niin, että vedenlaadun tarkkailupisteet jaettiin kolmeen alueeseen: rannikkoalue, saaristovyöhyke ja ulkomeri (ulkosaaristo). Lisäksi vedenlaatua tarkasteltiin erikseen intensiiviasemilla, joilla näytteenotto on tiheämpää. Merialueen kehitystä tarkasteltiin myös pohjaeläimistön, kalaston ja haitallisten aineiden osalta.

**Rannikkoalueen** vedenlaadussa ei tapahtunut suuria muutoksia vuosien 2010–2022 aikana. Rannikkoalueella kohtaavat jokien tuoma makea vesi ja mereinen murtovesi. Makea vesi on merivettä kevyempää, joka ennen sekoittumista kerrostuu pintakerrokseksi murtoveden päälle. Siten jokisuiden lähellä meriveden laatu vastaa jokien veden laatua. Sateisuuden ja lämpötilojen muutokset vaikuttavat virtaamiin ja vesistöjen jääpeitteen kestoon ja vahvuuteen. Esimerkiksi heikon jäätalven 2020 aikana veden sameus ja väri voimistuivat ja makean veden vaikutus oli rannikolla suuri. Todennäköisesti lauhat talvet ja niiden tuomat huuhtoumat ovat osasyynä veden värin tummumiseen rannikon jokien vaikutusalueilla. Haminan alueella talvitulvat ja tehdyt ruoppaus- ja rakennustyöt lisäsivät ajoittain voimakkaasti veden sameutta. Siksi rannikkoalueen sameus väheni erittäin vähän. Sähkönjohtavuudessa todettiin lievä nouseva trendi, mikä johtunee meriveden työntymisestä rannikolle. Koko rannikkoaluetta koskevia muutoksia kymmenvuotiskaudella olivat pinnanläheisen veden fosforipitoisuuden pieni nouseva trendi.

Ahvenkosken vaikutusalueella typen pitoisuuden vaihtelut olivat pieniä. Kesäaikaiset pintakerroksen typpipitoisuudet laskivat vuosina 2010–2022 noin 100 µg/l Ahvenkosken ja Kotkan välisellä rannikkoalueella. Kotkan edustalla ja sen itäpuolella typen pitoisuusvaihtelut olivat voimakkaita ja pitoisuuslasku vähäisempi. Haminan edustalle laskevat joet nostivat ajoittain alueen typpipitoisuutta.

Intensiiviasemilla lähempänä rannikkoa olevilla havaintopaikoilla nitraatti- ja ammoniumtypen pitoisuudet olivat korkeampia kuin uloimmilla pisteillä. Pitoisuudet laskivat kahden vuosikymmenen aikana vähän.

Ahvenkoskelta Haminaan siirryttäessä pintaveden (1 m) keskimääräinen fosforin pitoisuus nousi yli 30:n µg/l Hallan kohdalla. Ahvenkosken ja Kotkan välisellä rannikkoalueella 1 m fosforipitoisuudet olivat enimmäkseen alle 10 µg/l talvella ja 15–30 µg/l kesällä. Kotkan edustalla todettiin lievä fosforipitoisuuden nouseva trendi. Haminan alueella pitoisuudet vaihtelivat joki- ja hulevesistä johtuen voimakkaammin ja talvinen fosforipitoisuus nousi tarkastelujakson aikana. Syvänteistä todettiin ajoittain varsin korkeita, lievää happikadosta ja sisäisestä kuormituksesta johtuvia fosforipitoisuuksia. Satunnaisesti fosforipitoinen merivesi työntyi lähelle rannikkoa.

Intensiiviasemilla kokonaisfosforipitoisuudet laskivat hieman 2000-luvulla, mutta lasku taittui 2010-luvulla. Kohonneita pitoisuuksia mitattiin vuosina 2018 ja 2019. Tarkastelujakson aikana erityisesti talviaikaiset kokonaisfosforin pitoisuudet nousivat, jolloin myös fosfaattifosforin osuus korostui.

**Saaristovyöhykkeellä** happitilanne oli tarkkailujaksolla yleensä hyvä ja sameus vähäistä, usein leväkukintoihin liittyvää. Alhaisimmat pH-arvot havaittiin talvella ja niihin liittyi usein matala saliniteetti, mikä viittaa jokivesien vaikutukseen. Alusveden heikentynyt happitilanne syvemmillä näytepisteillä aiheutti fosforin ja mahdollisesti myös raudan ja mangaanin vapautumista sedimentistä, mikä näkyi alusveden samentumisena ja ruskeana värinä. Talvisen jääpeitteisen ajan lyheneminen näkyy suolaisemman meriveden ulottumisena lähemmäs rannikkoa ja siten alueen saliniteetin nousuna.

Kokonaistypen pitoisuudet pinnassa olivat suurimmat Haminan alueella ja pienimmät Pyhtään merialueella. Kokonaisuutena talvi- ja kesäaikaiset päällysveden typpipitoisuudet laskivat saaristovyöhykkeellä 2010-luvulla. Pohjanläheisen vesikerroksen typen pitoisuuksissa ei yleensä ilmennyt muutosta tai nouseva trendi oli pieni.

Saaristovyöhykkeellä päällysveden fosforipitoisuus nousi Pyhtään edustan alle 30 µg/l-pitoisuuksista Haminan edustan lähes 35 µg/l keskimääräisiin pitoisuuksiin. Helmikuiset fosforipitoisuudet nousivat tarkastelujakson aikana Kotkan länsipuolisella alueella. Kesäaikaiset fosforipitoisuudet vaihtelivat saaristossa enimmäkseen 20–30 µg/l välillä. Pohjanläheisen vesikerroksen happitilanteen heikkeneminen ja vesipatsaan kerrostuminen lämpötilan ja suolaisuuden suhteen todettiin myös saaristovyöhykkeen syvänteissä. Näissä yhteyksissä alusveden fosforipitoisuus oli ajoittain jopa 300 µg/l.

**Ulkomerellä** vesi oli useimmiten kirkasta, mutta sameutta ja rusehtavaa väriä ilmeni ajoittain. Ulkomerellä makeampi vesi oli kerrostunut pintaan. Syvänteissä todettiin heinäkuussa heikentynyt happitilanne parikymmentä kertaa vuosikymmenen aikana.

Kokonaistypen keskimääräiset pitoisuudet nousivat lievästi itää kohti niin pinnassa kuin pohjassa. Ulkomerellä oli tyypeä keskimäärin 350–440 µg/l pinnassa ja 410–490 µg/l pohjassa. Lievä laskeva typen pitoisuustrendi todettiin Pyhtään edustan uloimmilla pisteillä, mutta Kotkan ja Haminan edustalla laskua ei havaittu. Velpperkarilla todettiin muutamia poikkeavan korkeita alusveden typpi- ja fosforipitoisuuksia.

Ulkomerialueen fosforipitoisuudet nousivat tarkastelujakson aikana selkeimmin kesällä pinnassa ja pohjassa, mutta talvella vain pintanäytteissä. Päälysveden fosforipitoisuus kesällä oli jakson alussa tasolla 15 µg/l, ja jakson lopussa noin 25 µg/l. Vuosienvälinen vaihtelu oli kuitenkin huomattavaa ja kohonneita pitoisuuksia mitattiin erityisesti heinäkuussa Pyhtään edustan ulkomeripisteillä. Alusveden kohonneet fosforipitoisuudet liittyivät poikkeuksetta heikkoon happitilanteeseen.

**Klorofyllipitoisuuksien** perusteella rannikon rehevyys väheni, saariston pysyi entisellään ja ulkomeren lisääntyi. Tyypillisesti kevään ensimmäinen leväkukinta todetaan varhain, huhtikuun lopussa-toukokuussa. Kukinta nostaa veden hapenkylästyksastetta ja happamuus muuttuu emäksisemmäksi. Voimakkaan leväkasvun aikaan nitraatti- ja ammoniumtyppi sekä fosfaattifosfori ovat tuottavien levien kasvuun sitoutuneita, ja niiden osuus kokonaisravinteista on pienempi kuin talvella. Lisäksi talvinen jääpeite estää molekylaarisen typen vapautumisen ilmakehään. Alkukevään levätuotannon maksimia seurasi alkukesän minimi yleensä kesäkuussa. Loppukesästä levätuotannossa ilmeni yleensä lyhyempikestoisen kasvuvaihe.

Korkein yksittäinen klorofyllipitoisuus, 88 µg/l, mitattiin elokuussa 2014 Kotkan Majasaaresta (106). Voimakkaimmat leväkukinnot todettiin Haminan edustalla toukokuussa 2011, touko-elokuussa 2013 sekä toukokuussa 2018. Vuonna 2018 levätuotanto oli erittäin voimakasta koko Suomenlahdella ja keskikesällä sinilevää oli runsaasti.

Vesistön ekologinen tilaluokittelu perustuu heinä-elokuun vedenlaatuarvoihin. Pelkän alueellisen klorofylli-a:n heinä-elokuun keskiarvon (6,9 µg/l) perusteella tarkasteltava merialue olisi nykyisin tyydyttävässä ekologisessa tilaluokassa.

**Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen pohjaeläimistö** ei tapahtunut suuria muutoksia vuosina 2010–2022, mutta positiivista on avainlajien, liejusimpukka ja valkokatka, palaaminen alueen lajistoon. Tämä on ollut mahdollista elottomien pohjien vähenemisen myötä. Rannikkoalueen liejupohjien eläimistö on makeille vesistöille tyypillistä ja pohjaeläintiheydet ja biomassat ovat suuria. Valtalajeja ovat surviaissääsken toukat ja harvasukamadot. Sisäsaaristossa *Marenzelleria*-monisukasmatoa esiintyi sisäsaariston syvänteissä paikoin runsaasti. Vuosina 2017 ja 2022 ulkosaariston syvillä pohjilla esiintyi valtalajin eli *Marenzellerian* lisäksi *Naididae*-harvasukasmatoja, raakkuäyriäisiä, valkokatkoja ja kilkkejä yksilömäärien jäädessä kuitenkin aika vähäisiksi. *Marenzelleria*-monisukasmato on tunnetuin ja yleisin merialueen vieraslajeista. Alueella tavataan nykyisin noin kymmentä muuta eri vieraslajia.

**Kalasto** pysyi Kotkan edustalla kohtuullisen samankaltaisena viimeisen kymmenen vuoden aikana merialueen koeverkkokalastusten perusteella. Ahven ja särki muodostivat

suurimman osan saaliista muiden tyypillisten lajien ollessa kiiski, pasuri ja salakka. Samalla tehtyjen kaikuluotausten perusteella kalasto koostui pääosin pienistä, alle 10 cm pituisista yksilöistä. Eniten kaloja havaittiin luotauksissa Kotkamillsin edustalta. Kalastustiedustelujen perusteella Pyhtää–Kotka-alueella kalasti vuosittain 2 300–4 200 kotitaloutta. Vapaa-ajan kalastajien saalissa yleisimpiä lajeja olivat ahven, särki ja hauki, vaikka saalislajit vaihtelevat hieman eri vuosina ja eri alueilla. Vapaa-ajan kalastajien yhteenlasketut vuosisaaliit olivat arvioiden perusteella noin 100–280 tonnia.

**Haitallisia aineita** ei tutkita Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueella säännöllisesti, vaan aina erikseen tehtävän ohjelman mukaisesti. Vaarallisia ja haitallisia aineita tutkittiin vedestä 2010-luvulla yksittäisen kerran Mussalon Ristniemen edustalta. Näytteistä todettiin lääkeaineita erittäin vähän. Pintasedimenteissä raskasmetallipitoisuudet laskivat 2000-luvullatehdyissä tutkimuksissa eikä niitä sen jälkeen ole laajalti tutkittu. Orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuudet vaihtelivat tarkkailualueella lähinnä sedimentin laadusta johtuen ja pitoisuudet olivat korkeimpia paljon orgaanista ainesta sisältävissä sedimenteissä. Viimeisimmässä, vuoden 2017 tutkimuksessa, Kotkan ja Haminan edustojen sedimenteistä todettiin yksittäisillä näyteasemilla ruoppaus- ja läjitysohjeen pitoisuustason 1C tai 2 ylittäviä tributyyylitinan pitoisuuksia. Yleistasoltaan TBT-pitoisuudet olivat Kotkan ja Haminan edustoilla samaa suuruusluokkaa ja niiden pitoisuuksissa oli lievä nouseva trendi. Polyaromaattisista hiilivedyistä eli PAH-yhdisteistä todettiin Haminan sataman näyteasemalla kohonneita bentso(a)antraseenin, bentso(g,h,i,)peryleenin, fluoranteenin, indeno(1,2,3-cd)pyreenin ja pyreenin pitoisuuksia vuonna 2017. Kohonneita öljyhiilivetyjen pitoisuuksia todettiin Mussalon puhdistamon vaikutusalueelta ja Uolionselältä.

Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueen veden laatu paranee hitaasti. Kymijoen kuormitus on vähentynyt ja alueen teollisuuden ja muiden kuormittajien päästöt vesistöihin ovat pienentyneet pitkäjänteisen vesiensuojelutyön tuloksena. Alueen ekologinen tilaluokka on alueen sisälähdissä nykyisin välttävä ja sisäsaaristo tyydyttävä. Hyvän ekologisen tilaluokan saavuttaminen vuoteen 2027 mennessä ei ole todennäköistä. On myös huomattava, että rehevät lahtialueet ovat merkittäviä ekosysteemejä monille kasvi- ja eläinlajeille.

Tarkasteltava alue on pieni osa Suomenlahtea ja Itämeren, ja muualla tehty vesiensuojelutoimet sekä Itämeren suolapulssit vaikuttavat alueen vedenlaadun kehitykseen. Tässä raportissa tarkastellun aineiston perusteella paikallisilla toimilla on erittäin suuri positiivinen merkitys rannikon ja jokien tilaan. Parantunut jätevesienpuhdistus käy aineistosta suoraan ilmi. Myös jokikuormat ovat pienentyneet, mutta niiden ja rannikon lähivaluma-alueiden haasteena ovat leutonevat talvet ja yleistyvät rankkasateet. Nämä lisäävät mereen kohdistuvaa kuormitusta.

## VIITTEET

- Anttila-Huhtinen, M. & Könönen, K. 2022: Ensihavainnot uudesta vieraslajista, japaninkuoppaäyriäisestä *Nippoleucon hinumensis* (Gamô 1967) (Crustacea: Cumacea, Leuconidae) Suomen rannikolla. *Sahlbergia* 28(1): 12–15. Helsinki, Finland.
- Hertta-tietokanta 2023: <https://www.syke.fi/avointieto> (luettu 8.8.2023)
- Ilmatieteenlaitos 2023: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/jaatalvet-1961-1990> (luettu 8.8.2023)
- Jaala, E. 2004: Hamina-Kotka-Pyhtää merialueen veden tila 1985–2002. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 115/2004, 55 s. + liite
- Kymijoen vesi ja ympäristö ry. 2011. Kymijoen alaosan ja merialueen Pyhtää–Kotka–Hamina tila vuosina 2000–2009. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 208/2011.
- Pitkänen, H. 1994. Eutrophication of the Finnish coastal Waters: Origin, fate and effects of riverine nutrient fluxes. – Publications of the Water and Environment Research Institute.
- Raunio, J. 2007: Kymijoen sekä Haminan, Kotkan ja Pyhtään edustan merialueen kalataloudellisen yhteistarkkailun tarkkailusuunnitelma 30.1.2007.
- Raunio, J. 2022: Kymijoen ja sen edustan merialueen kalataloudellisen yhteistarkkailun tarkkailusuunnitelma 7.4.2022.

Näyteasemat Pyhtää–Kotka–Hamina-merialueella. Koordinaatisto on ETRSM-TM35FIN

<b>Nimi</b>	<b>Asema</b>	<b>latitude</b>	<b>longitude</b>	<b>Kunta</b>
<b>Rannikon näyteasemat</b>				
Ahvenkoskenlahti	32	6701274	471739	Pyhtää
Ahvenkoskenselkä	Kyvy-9	6696741	471979	Pyhtää
Purolanlahti	46	6700047	480611	Pyhtää
Mussalo	100	6702392	495384	Kotka
Hovinsaari	104	6703228	494917	Kotka
Majasaari	106	6703363	492360	Kotka
Halla	139	6704785	497668	Kotka
Hallanväylä	152	6705453	498594	Kotka
Kuuttinki	186	6709724	503527	Hamina
Summanlahti	198	6710526	505968	Hamina
Hillonniemi	218	6708681	508337	Hamina
Hillonniemi	230	6710610	510313	Hamina
Haminanlahti	231	6711872	509925	Hamina
<b>Saariston näyteasemat</b>				
Storsundet	18	6692337	475301	Pyhtää
Äyspäänselkä	77	6699955	489023	Pyhtää
Kotka	91	6697548	494845	Kotka
Kotka	96	6699811	496436	Kotka
Lelleri	123	6696655	497534	Kotka
Varissaari	128	6701332	498180	Kotka
Kotkansaari	133	6702613	498437	Kotka
Hallanväylä	156	6704172	500518	Kotka
Kuuttinki	179	6706215	502504	Hamina
Kuuttinki	181	6707128	505864	Hamina
Varvio	212	6704532	507114	Hamina
Vilniemi	225	6707734	510944	Hamina
Uolionmatala	346	6706178	511699	Hamina
Pyötsaari	Kyvy-13	6704760	518640	Hamina
<b>Ulkomeren näyteasemat</b>				
Heikinheili	66	6693380	484876	Pyhtää
Ängsä (Heinäsaari)	Kyvy-1	6689741	477389	Pyhtää
Pitkäviiri	Kyvy-10	6683812	478967	Pyhtää
Velpperkari	Kyvy-12	6694778	515954	Hamina
Rankki	Kyvy-2	6693116	492477	Kotka
Ristisaari	Kyvy-3	6682940	494070	Kotka
Einonkari	Kyvy-4	6700003	507389	Hamina
Kirkonmaa	Kyvy-5	6690199	506261	Kotka

*Suomen rannikkovesien rehevyysluokittelu tuotantokauden keskimääräisen a-klorofyllipitoisuuden mukaan (Pitkänen 1994).*

<b>Rehevyysluokka</b>	<b>a-klorofylli µg/l</b>
I Karu	alle 2
II Lievästi rehevä	2–5
III Rehevä	5–10
IV Hyvin rehevä	10–25
V Erittäin rehevä	yli 25